

ẢNH HƯỞNG CỦA NHỰA POLYETHYLENE TEREPHTHALATE ĐẾN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ KHẢ NĂNG XỬ LÝ AMONI CỦA BÈO TẮM *LEMNA SP.*

Đoàn Thị Oanh¹, Nguyễn Vĩnh Hằng¹, Bùi Kim Ngọc¹
Nguyễn Thụ Đạt¹, Chu Phương Linh¹, Nguyễn Tiến Đạt¹

Trịnh Thu Hà¹, Phùng Đức Hiếu², Nguyễn Thành Trung¹, Lộc Đức Hiệp³

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Học viện Cảnh sát nhân dân

Tóm tắt

Rác thải nhựa đã trở thành một vấn đề môi trường nghiêm trọng ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Mặc dù nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để đánh giá hiện trạng về ô nhiễm chất thải nhựa trong các hệ sinh thái, nhưng sự hiểu biết về tác động của các hạt nhựa đối với thực vật vẫn còn hạn chế. Trong nghiên cứu này, nhựa Polyethylene Terephthalate (PET) đã được lựa chọn để nghiên cứu ảnh hưởng của các mảnh nhựa đến sự sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo tấm *Lemna sp.* trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhựa PET 1 mm có sự ức chế lên khả năng sinh trưởng, sự dài rễ và khả năng xử lý amoni của bèo tấm *Lemna sp.* tương ứng với 36,36 %, 29,76 % và 21,8 %. Khi tăng khối lượng nhựa PET 1 mm, tỷ lệ ức chế của nhựa lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo tấm càng tăng. Điều này cho thấy sự xuất hiện của vi nhựa PET trong môi trường nước ức chế khả năng sinh trưởng của bèo tấm *Lemna sp.* Do đó, cần có những nghiên cứu sâu hơn để hiểu rõ hơn về tác động của các mảnh nhựa PET đối với các giai đoạn sinh trưởng khác nhau và khả năng xử lý nước của bèo tấm.

Từ khóa: Bèo tấm *Lemna sp.*; Polyethylene Terephthalate; Ô nhiễm nhựa; Sinh trưởng.

Abstract

Effects of Polyethylene Terephthalates on the growth and ammonium treatment efficiency of Duckweed Lemna sp

Plastic waste has become a severe environmental issue in Vietnam and around the world. Despite much research into the current state of plastic pollution in ecosystems, knowledge of the effects of plastic particles on plants remains limited. In this study, Polyethylene Terephthalate (PET) resin was selected to study the effect of plastic particles on growth and ammonium treatment efficiency of duckweed *Lemna sp.* under laboratory conditions. Research results showed that 1mm PET resins had an inhibitory effect on the growth, root elongation and ammonium processing capacity of duckweed *Lemna sp.*, respectively, at 36.36 %, 29.76 % and 21.8 %. When increasing the weight of 1 mm PET plastic, the inhibition rate of the resin on the growth and the ammonium processing capacity of duckweed increased. This study showed that the presence of PET microplastics in the aquatic environment inhibited the growth of duckweed *Lemna sp.*

Therefore, further studies are needed to better understand the impact of PET particles on different growth stages and water treatment capacity of duckweed.

Keywords: Duckweed *Lemna* sp.; Growth; Plastic pollution; Polyethylene Terephthalate.

1. Mở đầu

Cùng với sự phát triển không ngừng của ngành nhựa, các sản phẩm nhựa ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp, nông nghiệp và đời sống (Xu et al., 2020) [8]. Nhựa rất cần thiết trong cuộc sống vì hầu hết hoạt động của con người ngày nay đều dựa trên hoặc bị ảnh hưởng bởi nhựa và các sản phẩm từ nhựa (Geyer et al., 2017) [5].

Chất thải nhựa, bao gồm một tỷ lệ đáng kể chất thải rắn đô thị, là mối quan tâm đặc biệt lớn (Sanjana và Yogendra, 2020) [7]. Người ta ước tính rằng khoảng 12.000 tấn chất thải nhựa sẽ ở các bãi chôn lấp hoặc trong môi trường tự nhiên vào năm 2050 (Geyer et al., 2017) [5]. Trong số tất cả các loại nhựa, Polyethylene Terephthalate (PET) được đặc biệt sử dụng trong bao bì thực phẩm vì các đặc tính của nó bao gồm khả năng chịu nhiệt, hóa chất và cơ học (He et al., 2019) [4]. Là một nguyên liệu thô quan trọng, PET thường được sử dụng để sản xuất các sản phẩm đựng đồ uống, nếu như không được thu gom đúng cách và thải bỏ ra ngoài môi trường, loại nhựa này cũng khó bị phân hủy. Khi ở trong môi trường, quá trình phân mảnh vật lý và lão hóa chậm của nhựa đe dọa các hệ sinh thái bằng cách phân tách thành các hạt nhựa nhỏ hơn hoặc thông qua việc giải phóng các chất độc, chất phụ gia và các hợp chất hấp phụ (Sajiki và Yonekubo, 2003) [8].

Mặc dù một số nghiên cứu đã xem xét tác động của mảnh vụn nhựa đến chất

lượng môi trường và thực vật trên cạn, nhưng sự hiểu biết về tác động của chúng đối với hệ sinh thái nước và thực vật thủy sinh vẫn còn hạn chế. Cho đến nay, người ta biết rất ít về tác động của nhựa đối với sự phát triển của các thực vật thủy sinh. Hiện tại, phần lớn các nghiên cứu được thực hiện trong lĩnh vực này tập trung vào số lượng các mảnh nhựa lớn trong nước, trong khi có rất ít thông tin về tác động của các mảnh vụn nhựa nhỏ, đặc biệt là sau thời gian dài tích tụ, đối với sự tăng trưởng và phát triển của thực vật thủy sinh, đặc biệt là đối với bèo tấm *Lemna* sp. Do đó, trong nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của nhựa PET lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo tấm *Lemna* sp.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Bèo tấm

Bèo tấm (*Lemna* sp.) được thu thập từ ruộng thuộc phường Cổ Nhuế, Hà Nội (21°3'55.98" N, 105°45'45.68" E). Sau đó bèo được đưa về phòng thí nghiệm để lựa chọn các cá thể bèo phát triển đều nhau. Môi trường nuôi bèo bao gồm: KNO₃ 0,404 mg/l; KH₂PO₄ 0,106 mg/l; K₂HPO₄ 0,0728 mg/l; K₂SO₄ 0,0348 mg/l; MgSO₄.7H₂O 0,0992 mg/l; CaCl₂ 0,0222 mg/l; FeSO₄.7H₂O 0,0120 mg/l; H₃BO₃ 0,01144 mg/l; MnCl₂.4H₂O 0,000564 mg/l; ZnSO₄.7H₂O 0,00214 mg/l; (NH₄)Mo₇O₂₄.4H₂O 0,000086 mg/l; CuSO₄.5H₂O 0,00023 mg/l; CoCl₂.6H₂O

Nghiên cứu

0,00108 mg/l. pH của môi trường nuôi được điều chỉnh từ 6,5 - 7,0 trước khi hấp thanh trùng. Điều kiện nuôi: Nhiệt độ khoảng 25 ± 2 °C, chu kỳ sáng:tối là 12:12 giờ với cường độ chiếu sáng 1000 lux. Sau khoảng 6 tuần nuôi cấy trong điều kiện phòng thí nghiệm, 15 cá thể bèo tấm trưởng thành được lựa chọn và bổ sung vào bình thủy tinh chứa 100 ml môi trường nuôi bèo có nồng độ N-NH_4^+

40 mg/L (được pha từ NH_4Cl có nguồn gốc Merck - Đức) nhằm đánh giá độc tính của nhựa đến sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo *Lemna* sp.

Nhựa PET

Nhựa Polyethylene Terephthalate (PET) được sử dụng rộng rãi trong cuộc sống hàng ngày. Tính chất và nguồn gốc của nhựa PET được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất của nhựa PET [3]

Loại polyme	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Màu sắc	Nguồn gốc
Polyethylene Terephthalate (PET)	1,38 - 1,41	Không màu	Chai đựng đồ uống và các loại chất lỏng

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định thông số sinh trưởng

Ảnh hưởng của nhựa đến sự sinh trưởng của bèo được theo dõi trong 7 ngày. Sinh trưởng của bèo được đánh giá thông qua sự thay đổi về khối lượng bèo giữa mẫu thí nghiệm so với mẫu đối chứng. Khả năng ức chế sinh trưởng được tính bằng công thức sau:

Tốc độ sinh trưởng riêng của bèo:
$$\mu = [\ln(m_t) - \ln(m_0)]/t$$

Trong đó: t: Thời gian nghiên cứu

$\ln(m_t)$: Cân nặng bèo sau thu hoạch

$\ln(m_0)$: Cân nặng bèo ngày đầu tiên

Hiệu suất ức chế tăng trưởng của nhựa đến bèo *Lemna* sp. (%) = $[(\mu \text{ mẫu đối chứng} - \mu \text{ mẫu thí nghiệm}) / \mu \text{ mẫu đối chứng}] \times 100$.

Chiều dài rễ của bèo được đánh giá thông qua sự thay đổi về chiều dài rễ bèo giữa mẫu thí nghiệm so với mẫu đối chứng. Khả năng ức chế chiều dài rễ được tính bằng công thức sau:

Hiệu suất ức chế chiều dài rễ của nhựa đến bèo *Lemna* sp. (%) = $[(\text{Chiều dài rễ mẫu đối chứng} - \text{Chiều dài rễ mẫu thí nghiệm}) / \text{Chiều dài rễ mẫu đối chứng}] \times 100$.

Hiệu suất xử lý amoni của bèo được đánh giá thông qua sự thay đổi về hiệu suất xử lý amoni của bèo giữa mẫu thí nghiệm so với mẫu đối chứng. Khả năng ức chế hiệu suất xử lý amoni được tính bằng công thức sau:

Hiệu suất ức chế xử lý amoni của nhựa đến bèo *Lemna* sp. (%) = $[(\text{Hiệu suất xử lý amoni đối chứng} - \text{Hiệu suất xử lý amoni mẫu thí nghiệm}) / \text{Hiệu suất xử lý amoni mẫu đối chứng}] \times 100$.

2.2.2. Phương pháp phân tích

Xác định NH_4^+ bằng phương pháp trắc quang theo TCVN 6179-1:1996; ISO 7150-1:1984

2.2.3. Thống kê và xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần và dữ liệu thu nhận được vẽ bằng phần mềm Excel 2010.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng kích thước của nhựa lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo

Nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của kích thước nhựa lên sinh trưởng và xử lý amoni của bèo: Bèo được nuôi trong thể tích nghiên cứu 100 ml; Thời gian chiếu sáng 8 h với cường độ chiếu sáng 5000 lux, nhiệt độ dao động từ 20 - 22 °C, N-NH₄⁺ 40 mg/L. Thời gian theo dõi 7 ngày. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Các thí nghiệm được bố trí như sau:

ĐC: Môi trường + bèo

TN1: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 30 mm

TN2: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 10 mm

TN3: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 2 mm

TN4: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 1 mm

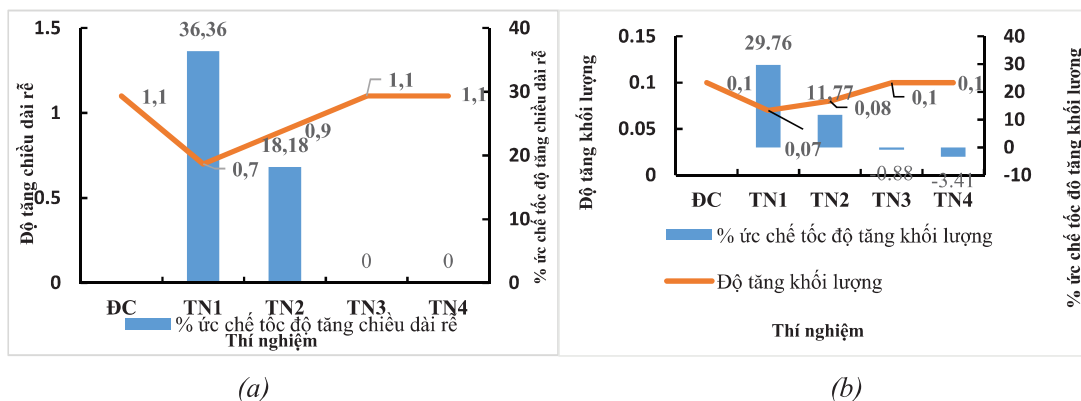
Thí nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng khối lượng của nhựa lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo

Nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của mật độ nhựa lên sinh trưởng và xử lý amoni của bèo: Bèo được nuôi trong thể tích nghiên cứu 100 ml; Thời gian chiếu sáng 8h với cường độ chiếu sáng 5000 lux, nhiệt độ dao động từ 20 - 22 °C, N-NH₄⁺ 40 mg/L, kích thước nhựa 1 mm, khối lượng nhựa thay đổi 0; 1; 5; 10; 20 g/L. Thời gian theo dõi 7 ngày. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

3. Kết quả và thảo luận

Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên khả năng sinh trưởng và xử lý amoni của bèo tấm

Độ tăng chiều dài rễ, khối lượng bèo tấm và sự ức chế của kích thước nhựa lên chiều dài rễ, cũng như khối lượng bèo tấm được thể hiện khác nhau giữa các thí nghiệm thức (Hình 1a và Hình 1b).



Hình 1: Ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên chiều dài rễ và khối lượng của bèo tấm

Kết quả nghiên cứu cho thấy kích thước khác nhau của PET có tác động đáng kể đến khả năng phát triển của chiều dài rễ cũng như khả năng tăng khối lượng của bèo tấm. Cụ thể, ở TN3 và TN4, nhựa PET có kích thước lớn 10 mm và 30 mm,

không cho thấy sự ảnh hưởng khi so sánh với công thức đối chứng. Trong khi đó ở thí nghiệm TN1 và TN2, bèo tấm bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc bổ sung các mảnh vụn nhựa có kích thước nhỏ 1 mm và 2

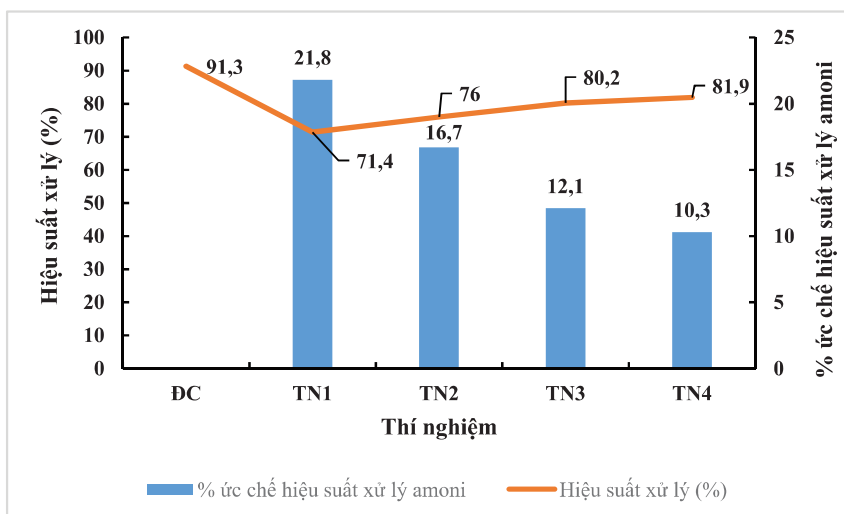
Nghiên cứu

mm. Tỷ lệ ức chế tốc độ tăng chiều dài rễ và ức chế khả năng tăng khối lượng của hai nghiệm thức này là 36,36 %, 18,18 % và 29,76 % và 11,77 %, tương ứng. Kích thước của nhựa PET càng nhỏ, sự ức chế của nhựa lên sinh trưởng của bèo tấm

càng tăng. Nghiên cứu của Qi và cộng sự, 2018 [10] cũng báo cáo rằng vi nhựa và mảnh nhựa lớn đều có sự ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây lúa mì và vi nhựa cho thấy tác động tiêu cực nhiều hơn so với nhựa lớn.

Bảng 2. Ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên khả năng xử lý amoni

STT	Thí nghiệm	Khối lượng nhựa (g/L)	Kích thước	Nồng độ amoni ban đầu (mg/L)	Nồng độ amoni sau xử lý (mg/L)	Hiệu suất xử lý (%)	% ức chế hiệu suất xử lý amoni
1	ĐC	0	-	40	3,5	91,3	
2	TN1	5	1 mm	40	11,4	71,4	21,8
3	TN2	5	2 mm	40	9,6	76,0	16,7
4	TN3	5	10 mm	40	7,9	80,2	12,1
5	TN4	5	30 mm	40	7,2	81,9	10,3



Hình 2: Ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên khả năng xử lý amoni

Khả năng xử lý amoni của bèo tấm dưới sự ảnh hưởng của kích thước nhựa được thể hiện ở Bảng 2 và Hình 2. Với khối lượng nhựa PET như nhau, kích thước thay đổi (1 mm, 2 mm, 10 mm, 30 mm), sau một thời gian xử lý nồng độ amoni giảm ở tất cả các công thức thí nghiệm có chứa nhựa. Kích thước nhựa càng lớn, hiệu suất xử lý amoni càng cao (TN1-TN4 tăng dần từ 71,4 - 81,9) và % ức chế hiệu suất xử lý amoni giảm dần (từ 21,8 ở TN1 xuống 10,3 ở TN4). Kích thước nhựa càng nhỏ thì hiệu suất xử lý amoni càng giảm, khả năng ức chế xử lý amoni của bèo tấm càng

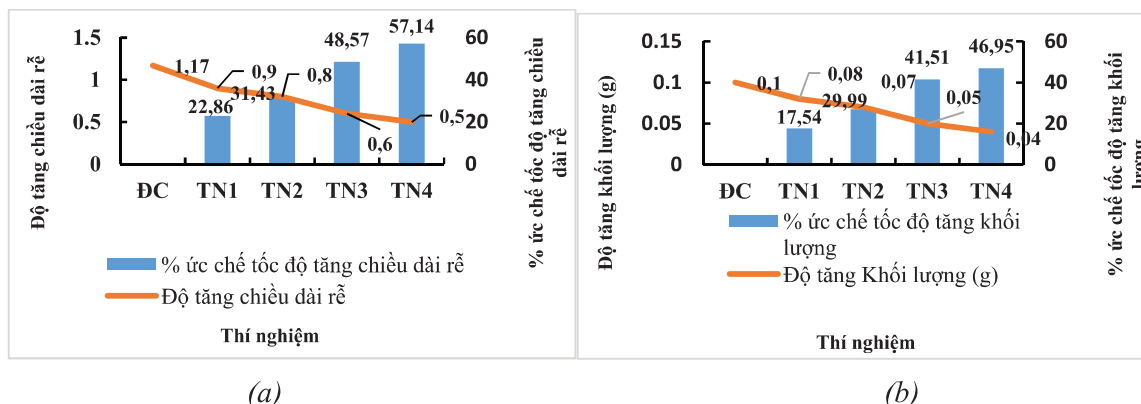
tăng. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả ảnh hưởng của kích thước nhựa lên sinh trưởng của bèo tấm.

Nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng nhựa PET lên khả năng sinh trưởng và xử lý amoni của bèo tấm

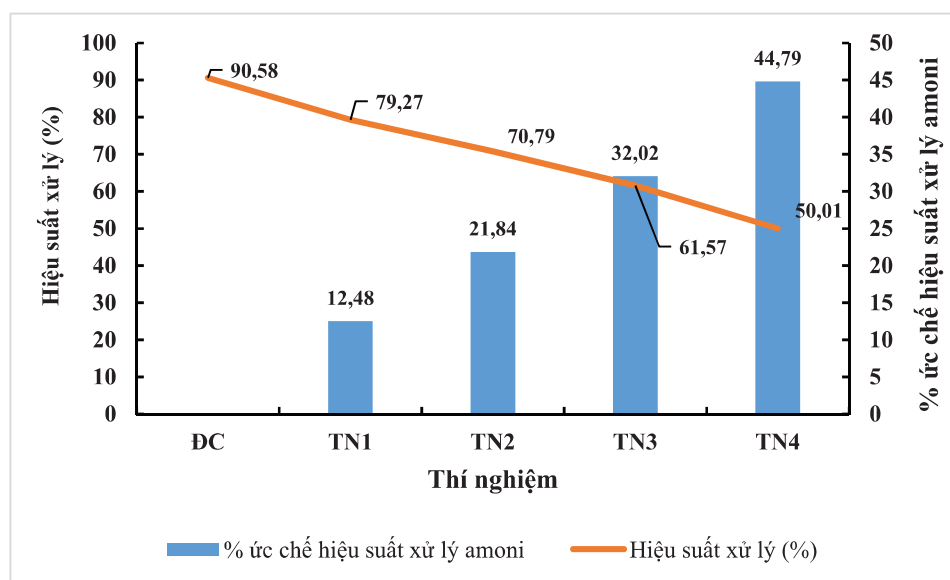
Sinh khối và rễ của bèo tấm có sự thể hiện khác nhau trong các công thức thí nghiệm (Hình 3). Ở nghiệm thức TN1, khối lượng nhựa thấp 1 g/L, tỷ lệ ức chế chiều dài rễ và khối lượng của bèo thấp khoảng 22,86 và 17,54 %, tương ứng. Khi tăng khối lượng nhựa kích thước

nhỏ, có sự khác biệt đáng kể về sự phát triển của bèo tấm. Điều này thể hiện, khối lượng nhựa càng lớn, bèo sinh trưởng chậm, có nghĩa là tỷ lệ ức chế càng tăng. Bhattacharya et al., (2010) [2] cũng cho rằng các hạt nhựa tích điện dương bị hút vào cellulose các thành phần của tế bào thực vật do lực tĩnh điện và sự hấp phụ của chúng cũng được tăng cường bởi độ nhám của bề mặt cellulose thực vật cung cấp nhiều vị trí liên kết cho các hạt nhựa. Mặc dù điện tích của các hạt nhựa không được đo, nhưng các vi hạt PET được sử dụng trong nghiên cứu của nhóm tác giả thể hiện ái lực cao với các bề mặt

tích điện âm, ví dụ: Vách kính. Một mặt khác, sự xuất hiện nhiều nhựa PET cũng có khả năng làm hỏng rễ một cách cơ học. Nghiên cứu của Balestri và cộng sự (2019) [1] cũng cho thấy sự nảy mầm của hạt *Lepidium sativum* có sự phát triển bất thường hoặc giảm sự phát triển của cây con khi có nhựa. Pflugmacher và cộng sự (2020) [6] đã phát hiện ra rằng tỷ lệ nảy mầm thấp hơn (15 %, 30 % và 65 %) được quan sát, so với các biện pháp đối chứng không được xử lý, sau khi vật liệu polycarbonate mới được trộn trực tiếp vào chất nền theo tỷ lệ 0,1 %, 1,0 % và 10 % (w/w).



Hình 3: Ảnh hưởng của khối lượng nhựa PET lên chiều dài rễ và khối lượng của bèo tấm



Hình 4: Ảnh hưởng của khối lượng nhựa PET lên khả năng xử lý amoni

Khả năng xử lý amoni dưới sự ảnh hưởng của khối lượng nhựa được thể hiện ở Hình 4. Kết quả nghiên cứu cho thấy khối lượng PET càng lớn thì khả năng xử lý amoni của bèo tấm càng giảm, Hiệu suất xử lý amoni của bèo giảm dần (từ 79,27 % ở TN1 xuống còn 50,01 % ở TN4). Điều này cũng có thể giải thích, khi tăng lượng vi nhựa vào trong môi trường nước, ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của bèo tấm, dẫn đến giảm sự hấp thu nito trong môi trường nước, dẫn đến hiệu suất xử lý amoni giảm.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy các mảnh nhựa PET với kích thước lớn (10 - 30 mm) không ảnh hưởng lên sinh trưởng và chiều dài rễ của bèo tấm *Lemna* sp. Tuy nhiên, các mảnh nhựa PET có kích thước nhỏ hơn 5 mm (được coi là vi nhựa) đã có sự ảnh hưởng lên khả năng sinh trưởng và xử lý amoni của bèo tấm. Kích thước vi nhựa càng nhỏ thì mức ảnh hưởng càng tăng. Kết quả nghiên cứu này cũng bước đầu cho thấy các mảnh nhựa và hạt vi nhựa có thể có tác động tiêu cực đến thực vật nổi trong hệ sinh thái nước ngọt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Balestri, E., Menicagli, V., Ligorini, V., Fulignati, S., Raspolli Galletti, A.M., Lardicci, C., (2019). *Phytotoxicity assessment of conventional and biodegradable plastic bags using seed germination test*. Ecol. Indicat. 102, 569e580.
- [2]. Bhattacharya, P., Lin, S., Turner, J.P., Ke, P.C., (2010). *Physical adsorption of charged plastic nanoparticles affects algal photosynthesis*. J. Phys. Chem. C 114, 16556 - 16561.
- [3]. Thi Thuy Duong, Phuong Thu Le, Thi Nhu Huong Nguyen, Thi Quynh Hoang, Ha My Ngo, Thi Oanh Doan, Thi Phuong Quynh Le, Huyen Thuong Bui, Manh Ha Bui, Van Tuyen Trinh, Thuy Lien Nguyen, Nhu Da Le, Thanh Mai Vu, Thi Kim Chi Tran, Tu Cuong Ho, Ngoc Nam Phuong, Emilie Strady (2022). *Selection of a density separation solution to study microplastics in tropical riverine sediment*. Environ Monit Assess (2022) 194:65.
- [4]. He Y., Fan, G.J., Wu, G.E., Kou, X., Li, T.T., Tian, F., Gong, H., (2019). *Influence of packaging materials on postharvest physiology and texture of garlic cloves during refrigeration storage*. Food Chem. 298, 125019.
- [5]. Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., (2017). *Production, use and fate of all plastics ever made - supplementary information*. Science advances, 3, 19 - 24.
- [6]. Pflugmacher, S., Sulek, A., Mader, H., Heo, J., Noh, J.H., Penttinen, O.P., Kim, Y., Kim, S., Esterhuizen, M., (2020). *The influence of new and artificial aged microplastic and leachates on the germination of lepidium sativum l*. Plants 9.
- [7]. Sanjana, V. Kulkarni, Yogendra, Shastri (2020). *Economic analysis and life cycle assessment of pyrolysis of plastic waste in Mumbai, India*. In: Ghosh, S. (Ed.), Sustainable Waste Management: Policies and case studies. Springer, Singapore.
- [8]. Sajiki, J., Yonekubo, J., (2003). *Leaching of Bisphenol A (BPA) to seawater from polycarbonate plastic and its degradation by reactive oxygen species*. Chemosphere 51, 55 - 62.
- [9]. Xu, Z., Xiong, X., Zhao, Y., Xiang, W., Wu, C., (2020). *Pollutants delivered every day: Phthalates in plastic express packaging bags and their leaching potential*. J. Hazard Mater. 384, 121282.
- [10]. Yueling Qi, Xiaomei Yang, Amalia Mejia Pelaez, Esperanza Huerta Lwanga, Nicolas Beriot, Henny Gertsen, Paolina Garbeva, Violette Geissen (2018). *Macro- and micro- plastics in soil-plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (Triticum aestivum) growth*. Science of the Total Environment 645 (2018) 1048 - 1056.
- BBT nhận bài: 05/6/2023; Phản biện xong: 19/6/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023