

Ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ từ nhựa gia dụng và sử dụng một lần lên loài vi giáp xác *Daphnia magna*

Nguyễn Văn Tài^{1,2}, Lê Thị Phương Dung^{1,2}, Đào Thanh Sơn^{1,2,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Ô nhiễm nhựa đã trở thành một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng nhất trên toàn thế giới. Nhựa có thể chứa một lượng lớn các phụ gia nhựa (như phthalate, bisphenol A, kim loại nặng), và chúng có thể bị thôi ra khỏi vật liệu nhựa, đi vào trong môi trường nước và có thể gây ra độc cho thủy sinh vật (bao gồm vi giáp xác). Trong nghiên cứu này, chúng tôi nghiên cứu ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ nhựa từ hai vật dụng nhựa được sử dụng phổ biến (túi đựng rác và áo mưa dùng một lần) lên sức sống, sự thành thực và sinh sản của loài vi giáp xác *Daphnia magna*. Kết quả của nghiên cứu cho thấy, nước rỉ nhựa từ cả hai vật dụng nhựa này ở nồng độ lên đến 1000 mg/l, không gây ảnh hưởng bất lợi lên sức sống của *D. magna*. Tuy nhiên, phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác (ở các nồng độ 10, 100 và 1000 mg/l) và từ áo mưa (ở nồng độ 10 mg/l) làm sinh vật thành thực chậm hơn bình thường. Bên cạnh đó, hai loại nước rỉ nhựa này ở nồng độ 1000 mg/l kích thích sự sinh sản của *D. magna*, và làm tăng từ 19 – 37% tổng số con non so với đối chứng, sau 21 ngày thí nghiệm. Kết quả của nghiên cứu này góp phần nâng cao sự hiểu biết về độc tính các vật dụng nhựa được sử dụng phổ biến lên loài vi giáp xác *D. magna*. Ngoài ra, việc sử dụng và thải bỏ nhựa ra môi trường cần được quan tâm nhiều hơn để góp phần bảo vệ hệ sinh thái thủy vực và sức khỏe con người.

Từ khoá: nước rỉ nhựa, túi đựng rác, áo mưa sử dụng một lần, vi giáp xác

GIỚI THIỆU

Sản lượng nhựa toàn cầu đã vượt mức 350 triệu tấn trong những năm gần đây¹, nhưng hơn 90% lượng nhựa này không được tái chế và tái sử dụng². Vì vậy, vấn đề tích tụ nhựa trong môi trường đang ngày càng trở nên nghiêm trọng và khó kiểm soát trên toàn cầu^{3,4}. Trong quá trình sản xuất, một lượng lớn hóa chất (được gọi là phụ gia nhựa) đã được sử dụng để tạo nên các đặc tính vật lý, hóa học hữu dụng và tiện lợi cho các sản phẩm nhựa⁵. Trong các khâu từ sản xuất, sử dụng, đến thải bỏ, các hóa chất hay phụ gia nhựa có thể bị phát thải, thôi ra (leach) khỏi bề mặt của nhựa và đi vào trong môi trường nước, và có thể gây ra các tác động tiêu cực lên các loài thủy sinh vật và kể cả con người⁶. Khả năng thôi ra của các phụ gia nhựa như phthalate (PTA), bisphenol A (BPA), kim loại nặng và đi vào trong môi trường nước cũng đã được ghi nhận trong một số nghiên cứu gần đây⁷⁻⁹. Nồng độ của PTA và BPA hiện diện trong môi trường đã từng được ghi nhận ở nồng độ lần lượt lên đến 470 µg/l và 370 µg/l^{10,11}. Một phụ gia khác cũng thường được dùng trong sản xuất nhựa là nonlphenol (NP) và nồng độ của chất này trong nước mặt từng được ghi nhận lên đến 33 µg/l¹². Phần lớn các chất phụ gia nhựa có nguồn gốc hữu cơ (như PTA, BPA, NP, octylphenol) được biết đến

là các hợp chất gây rối loạn nội tiết (Endocrine disrupting compounds), có thể làm rối loạn các chức năng của các hormone trong hệ thống nội tiết của sinh vật⁵. Các nghiên cứu gần đây cũng đã ghi nhận những ảnh hưởng bất lợi của các loại nước rỉ nhựa (plastic leachates) chứa các phụ gia nhựa từ các vật dụng phổ biến lên sự sinh trưởng và phát triển của các loài sinh vật trong hệ sinh thái thủy vực^{8,13-15}. Cụ thể, nước rỉ nhựa từ các sản phẩm nhựa polyvinyl chloride (PVC), polyethylene (PE), đã từng được ghi nhận có ảnh hưởng cấp tính đến sức sống của loài vi giáp xác *Daphnia magna* và loài copepod *Nitocra spinipes*^{8,13,14}. Hamlin và cộng sự (2015) cũng từng ghi nhận nước rỉ nhựa từ các túi nhựa PE có chứa NP và có thể làm suy giảm đến hơn 60% sức sống của loài cá *Pseudochromis fridmani*¹⁵. Tương tự, các phụ gia nhựa được sử dụng phổ biến như PTA và BPA cũng đã từng được ghi nhận có các tác động tiêu cực làm thay đổi kích thước cơ thể, suy giảm khả năng sinh sản, làm thay đổi hàm lượng lipid trong cơ thể và ức chế các hoạt động của các enzyme làm thay đổi các hoạt động sinh hóa của vi giáp xác *D. magna*, *D. similis* và *Ceriodaphnia silvestrii*^{10,11,16,17}. Qua đó có thể thấy, sự hiện diện của nhựa trong môi trường, đặc biệt là môi trường nước có thể chứa đựng những rủi ro đối với hệ sinh thái thủy vực và sức khỏe cộng đồng.

¹Trường Đại học Bách khoa TP. HCM, Việt Nam

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Đào Thanh Sơn, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM, Việt Nam

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: dao.son@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 05-5-2021
- Ngày chấp nhận: 29-6-2021
- Ngày đăng: 06-8-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5i2.557



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Tài N.V, Dung L.T.P, Sơn D.T. Ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ từ nhựa gia dụng và sử dụng một lần lên loài vi giáp xác *Daphnia magna*. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):348-357.

Trong thủy vực nước ngọt, vi giáp xác là một trong những nhóm động vật phù du phổ biến và có vai trò như là mắt xích trung gian kết nối sinh vật sản xuất (thực vật phù du) và các sinh vật tiêu thụ bậc cao hơn (cá, tôm) trong chuỗi thức ăn¹⁸. Ngoài ra, do các đặc điểm sinh học phù hợp và có độ nhạy cao với các chất ô nhiễm, các loài vi giáp xác, đặc biệt là *D. magna* từ lâu đã được tin cậy và sử dụng phổ biến trong các đánh giá độc học trên thế giới và cả Việt Nam¹⁸⁻²⁰. Việt Nam là nước thứ 4 trên thế giới về thiếu kiểm soát và phát thải nhựa vào môi trường³. Tuy nhiên, những thông tin về các ảnh hưởng bất lợi của các loại nước rỉ nhựa từ các vật dụng nhựa được sử dụng phổ biến ở Việt Nam hiện nay lên các loài vi giáp xác vẫn chưa được nghiên cứu và hiểu biết một cách đầy đủ. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá các ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ nhựa từ hai loại vật dụng nhựa được sử dụng phổ biến hiện nay bao gồm túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần, lên sức sống, thành thực và sinh sản của loài vi giáp xác *D. magna*. Kết quả của nghiên cứu sẽ cung cấp những thông tin khoa học khởi đầu về những ảnh hưởng cũng như rủi ro của nhựa đối với các loài sinh vật trong hệ sinh thái thủy vực cũng như sức khỏe con người trong tương lai.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu thí nghiệm

Vật liệu nhựa được sử dụng cho nghiên cứu này bao gồm (i) túi đựng rác (nhựa HDPE (high-density polyethylene); Hình 1 a) và (ii) áo mưa sử dụng một lần (nhựa PE; Hình 1b) chứa qua sử dụng và được dùng cho nghiên cứu. Đây là hai vật liệu nhựa sử dụng một lần rất phổ biến hiện nay. Nước rỉ nhựa từ hai vật liệu nhựa này được chuẩn bị tham khảo theo Lithner và cộng sự¹³. Cụ thể, hai vật liệu nhựa này sẽ được cắt nhỏ với kích thước khoảng 1 x 1 cm, sau đó lấy 50 g mỗi vật liệu nhựa cho vào bình thủy tinh chứa 1 L nước cất. Các bình thủy tinh (ánh sáng đi xuyên qua được) chứa vật liệu nhựa này sẽ được đặt ra bên ngoài, trên bề mặt bê tông, dưới ánh sáng trực tiếp trong vòng 14 ngày (từ 05/02 – 19/02/2020). Phần dung dịch thu được từ việc ngâm 50 g vật liệu nhựa trong 1 lít nước cất từ các bình thủy tinh (tạm gọi: nước rỉ nhựa ở nồng độ 50 g nhựa/l) sẽ được sử dụng làm dung dịch mẹ để pha loãng thành các nồng độ thí nghiệm.

Vi giáp xác *Daphnia magna* (Hình 1c) sử dụng trong nghiên cứu này được mua từ công ty MicroBio Test (Bi) và được nuôi duy trì qua nhiều thế hệ trong môi trường nhân tạo ISO²¹ ở điều kiện phòng thí nghiệm (25 ± 1 °C, cường độ ánh sáng 1000 Lux với chu kỳ

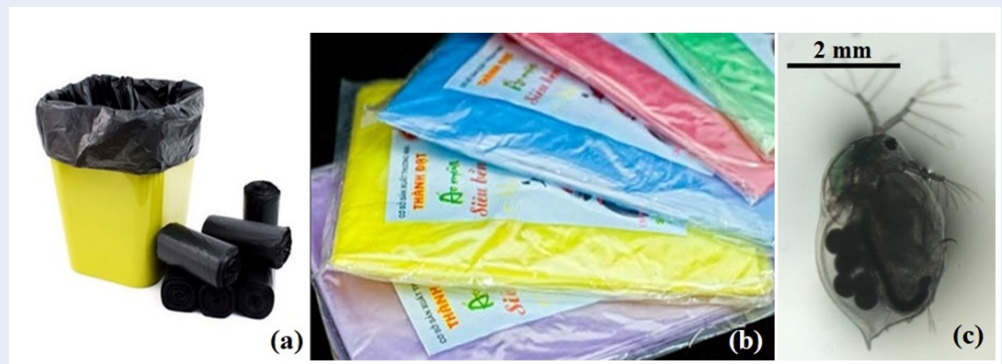
14h sáng: 10h tối)²⁰. Sinh vật được cho ăn bằng vi tảo *Chlorella* sp. và YTC (hỗn hợp giàu dinh dưỡng)²². Vi tảo *Chlorella* sp. được nuôi bằng môi trường Z8²³ trong điều kiện phòng thí nghiệm (25 ± 1 °C, cường độ ánh sáng 3000 Lux với chu kỳ 12h sáng: 12h tối)²⁰.

Thiết kế thí nghiệm

Trước khi tiến hành thí nghiệm khoảng 40 cá thể *D. magna* mẹ được lựa chọn ngẫu nhiên và được chuyển sang nuôi trong bình thủy tinh 600 ml chứa 500 ml môi trường nhân tạo. Sau đó, con non (<24h tuổi) từ bình nuôi này sẽ được lựa chọn ngẫu nhiên và sử dụng cho các thí nghiệm phơi nhiễm mãn tính²⁰. Trong nghiên cứu này, sinh vật sẽ được cho phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần ở các nồng độ 10, 100 và 1000 mg nhựa/l. Ở mỗi nồng độ thí nghiệm, 2 cá thể con non *D. magna* (<24h) được nuôi trong cùng một bình thủy tinh 100 ml có chứa 80 ml môi trường ISO, được thêm vào đó nước rỉ nhựa (từ túi đựng rác hoặc áo mưa sử dụng một lần) ở các nồng độ thí nghiệm và được lặp lại 10 lần (n = 10 bình; tổng cộng 20 con *D. magna* trong 1 lô thí nghiệm). Ngoài ra, một lô đối chứng cũng được chuẩn bị song song với các lô phơi nhiễm. Trong lô đối chứng, sinh vật chỉ được nuôi trong môi trường nhân tạo mà không có chứa nước rỉ nhựa. Môi trường nuôi và thức ăn ở các lô thí nghiệm sẽ được thay mới 3 lần/ tuần và thí nghiệm được tiến hành trong 21 ngày trong điều kiện phòng thí nghiệm như đã nêu trên²⁰. Sức sống, ngày thành thực và tổng số con non sinh ra trong mỗi bình nuôi được theo dõi và ghi nhận hàng ngày trong suốt thời gian thí nghiệm. Sự thành thực của sinh vật được ghi nhận bằng khoảng thời gian từ lúc sinh vật sinh ra cho đến khi sinh vật bắt đầu có trứng. Các cá thể chết và con non sinh ra được loại bỏ ra khỏi các bình thí nghiệm trong quá trình ghi nhận sức sống và sinh sản của sinh vật.

Tính toán, xử lý số liệu

Sức sống sót của vi giáp xác trong thí nghiệm được trình bày ở dạng tỷ lệ phần trăm. Khác biệt của tỷ lệ sống sót của sinh vật giữa hai lô thí nghiệm được xem là có ý nghĩa thống kê khi nó đạt mức 20%²⁰. Tuổi thành thực của sinh vật được thể hiện ở giá trị trung bình (mean value) và độ lệch chuẩn (SD). Sự khác biệt độ tuổi thành thực của sinh vật giữa hai lô thí nghiệm được kiểm định bằng phân tích phương sai (ANOVA), trong phần mềm Sigma Plot (12.0). Sức sinh sản của sinh vật được tính bằng tổng số con non trong môi lô phơi nhiễm có được trong vòng 21 ngày của thí nghiệm.



Hình 1: Vật liệu thí nghiệm: (a) Túi đựng rác; (b) Áo mưa sử dụng một lần; và (c) vi giáp xác *Daphnia magna*.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

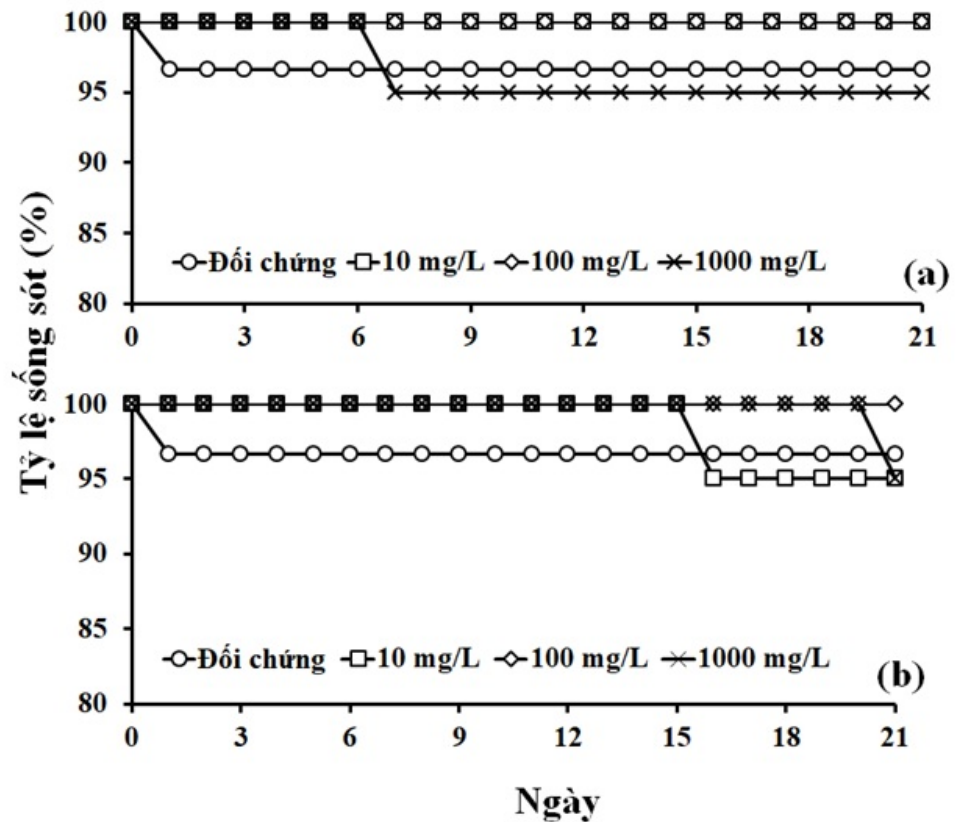
Ảnh hưởng của nước rỉ nhựa lên sức sống của *Daphnia magna*

Sau 21 ngày thí nghiệm, tỷ lệ sống sót của *D. magna* trong lô đối chứng đạt 97% (Hình 2), điều này hoàn toàn thỏa mãn các yêu cầu cho thí nghiệm mãn tính theo APHA (2012)²⁰. Bên cạnh đó, tỷ lệ sống sót của sinh vật trong các lô phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở các nồng độ 10, 100 và 1000 mg/l sau 21 ngày thí nghiệm lần lượt là 95, 100 và 95% (Hình 2a). Tương tự, *D. magna* trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ áo mưa sử dụng một lần cũng có tỷ lệ sống sót cao, đạt từ 95-100% sau 21 ngày phơi nhiễm (Hình 2b). Theo APHA (2012) sự khác biệt về sức sống của sinh vật trong lô phơi nhiễm so với đối chứng sẽ có ý nghĩa thống kê khi sự khác biệt này là lớn hơn 20%²⁰. Qua đó có thể thấy phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần, ở nồng độ lên đến 1000 mg/l, không gây ảnh hưởng tiêu cực đến sức sống của *D. magna* trong thời gian phơi nhiễm 21 ngày.

Kết quả của nghiên cứu này cũng có sự tương đồng với một số nghiên cứu trước đây, nghiên cứu của Bejgarn và cộng sự (2015) cho thấy nước rỉ nhựa từ túi đựng rác có nguồn gốc từ nhựa HDPE (high density polyethylene) không gây ra ảnh hưởng cấp tính lên sức sống của của loài copepod *Nitocra spinipes*¹⁴. Tương tự, Schrank và cộng sự (2019) từng ghi nhận sức sống của *D. magna* không bị suy giảm trong phơi nhiễm mãn tính (31 ngày) với các mảnh vi nhựa có nguồn gốc từ nhựa PVC dẻo có chứa phụ gia Diisononyl PTA²⁴. Một vài nghiên cứu trước đây cũng cho thấy, độc tính của các loại nước rỉ nhựa phụ thuộc nhiều vào thành phần phụ gia cũng như vật liệu nhựa^{8,13,24}. Lithner và cộng sự (2009) từng ghi nhận nước rỉ nhựa từ các vật dụng như đĩa CD và

các loại da nhân tạo có nguồn gốc từ nhựa polycarbonate (PC) và PVC gây ra ảnh hưởng cấp tính lên loài vi giáp xác *D. magna* với giá trị 48h-EC₅₀ từ 5 – 8 g nhựa/l¹³. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu khác của Lithner và cộng sự (2012) cũng cho thấy nước rỉ nhựa từ các vật liệu nhựa PVC có độc tính cao nhất với so với các vật liệu nhựa khác (nhựa polypropylene (PP), epoxy) trong phơi nhiễm cấp tính với *D. magna*⁸. Tương tự, chỉ có 8 mẫu nước rỉ nhựa (có nguồn gốc từ nhựa PVC, PP, polyurethane) trong tổng số 21 mẫu từ các vật liệu nhựa khác nhau trong nghiên cứu của Schrank và cộng sự (2019) gây ảnh hưởng cấp tính lên *D. magna*²⁴. Theo Lithner và cộng sự (2009), đĩa CD được tạo thành gồm một mặt là nhựa PC và mặt kia là nhiều lớp kim loại nặng (Ag, Cr, Co); trong khi đó nhựa PC và PVC có phụ gia với tỷ lệ khá cao là PTA bên cạnh một vài kim loại nặng (chì, cadimi) được dùng trong sản xuất¹³.

Nước rỉ nhựa từ các vật dụng nhựa PVC và PC thể hiện độc tính cao hơn so với nhựa PP và polystyrene lên sức sống của loài động vật chân tơ (barnacle) *Amphibalanus amphitrite*²⁵. Có thể thấy rằng độc tính của nước rỉ nhựa có nguồn gốc từ các vật liệu nhựa khác nhau lên các loài sinh vật đã có sự khác biệt. Theo thông tin được in trên sản phẩm, túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần được sử dụng trong nghiên cứu này có nguồn gốc từ nhựa PE và HDPE, đây là hai vật liệu nhựa đã từng được ghi nhận có độc tính thấp hơn so với các vật liệu nhựa khác, đặc biệt là nhựa PVC và epoxy lên sức sống của *D. magna*⁸. Ngoài ra, các phụ gia nhựa độc hại (như: PTA, BPA, NP, chì, cadmium) thôi ra được cho là nguyên nhân chính gây ra độc tính của nước rỉ nhựa lên các loài sinh vật^{5,26}. Trên thực tế, phần lớn các phụ gia không liên kết hóa học hoàn toàn với nhựa, vì thế chúng có thể bị thôi ra khỏi bề mặt của nhựa và đi vào trong môi trường nước⁵. Phụ gia nhựa BPA từng được phát hiện với



Hình 2: Tỷ lệ sống sót của *D. magna* trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác (a) và áo mưa sử dụng một lần (b).

nồng độ lên tới 8,3 $\mu\text{g/l}$ trong mẫu nước uống sau khi được chứa trong bình nhựa PC⁹. Tương tự, Lithner và cộng sự (2012) từng ghi nhận nước rỉ nhựa từ nhựa PVC có chứa hợp chất gây rối loạn nội tiết Diisononyl PTA và đây được cho là nguyên nhân chính gây ra độc tính của nước rỉ nhựa PVC lên *D. magna*⁸. Bên cạnh đó, các kim loại nặng như kẽm, thiếc, cũng được phát hiện trong mẫu nước rỉ nhựa từ găng tay phòng thí nghiệm có nguồn gốc từ nhựa PVC với nồng độ cao hơn từ 110 - 1600 lần so với mẫu nước đối chứng (nước khử ion)⁸. Ngoài ra, phân tích mẫu nước tiếp xúc với nhựa PVC dỏ sau 21 ngày, Schrank và cộng sự (2019) còn ghi nhận được nồng độ của Diisononyl PTA có thể lên tới 2,67 $\mu\text{g/l}$ ²⁴. Tương tự, nồng độ NP trong mẫu nước rỉ nhựa PE có thể lên tới hơn 40 $\mu\text{g/l}$ và phơi nhiễm với mẫu nước rỉ nhựa này có thể làm suy giảm đến 60% sức sống của loài cá *Pseudochromis fridmani*¹⁵. Tuy nhiên, theo ước tính nhựa PE chỉ chứa khoảng 10% các loại phụ gia nhựa trong thành phần theo khối lượng, trong khi nhựa PVC có thể chứa đến hơn 70%²⁶, điều này góp phần giải thích cho

kết quả của nghiên cứu hiện tại khi sức sống của *D. magna* không bị suy giảm trong phơi nhiễm mãn tính với hai loại nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần có nguồn gốc từ nhựa PE và HDPE. Lithner và cộng sự (2012) ghi nhận nước rỉ nhựa từ các vật liệu nhựa có nguồn gốc từ nhựa HDPE ở nồng độ lên tới 250 g nhựa/l cũng không gây ra độc tính cấp tính trên *D. magna*⁸. Tương tự, sức sống của *D. magna* cũng không bị suy giảm trong phơi nhiễm cấp tính với nước rỉ nhựa từ các vật dụng nhựa có nguồn gốc từ nhựa PE ở nồng độ phơi nhiễm cao nhất lên tới 100 g/l¹³. Trong nghiên cứu này, *D. magna* được cho phơi nhiễm với hai loại nước rỉ nhựa ở nồng độ cao nhất là 1 g/l, có thể nồng độ này vẫn chưa đủ lớn để có thể gây ra các tác động bất lợi lên sức sống của loài vi giáp xác *D. magna*. Nghiên cứu hiện tại của chúng tôi cho thấy phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần có nguồn gốc từ nhựa HDPE và PE ở nồng độ lên đến 1000 mg/l không làm suy giảm sức sống của loài vi giáp xác *D. magna*. Như đề cập bên trên, nhựa HDPE và PE nhìn chung chứa

ít chất ô nhiễm hoặc hàm lượng chất ô nhiễm không cao bằng một vài loại nhựa khác, do đó, đã chưa đủ khả năng gây chết sinh vật trong nghiên cứu hiện tại.

Ảnh hưởng của nước rỉ nhựa lên sự thành thực của *Daphnia magna*

Thời gian từ khi sinh vật được sinh ra cho đến khi sinh vật bắt đầu có trứng đầu tiên được xem là độ tuổi thành thực của sinh vật. Kết quả ghi nhận liên quan đến sự thành thực đã cho thấy thời gian thành thực của sinh vật trong lô đối chứng là $5,6 \pm 1,0$ ngày (Hình 3). Tuy nhiên, *D. magna* trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở các nồng độ 10, 100 và 1000 mg/l có thời gian thành thực trung bình lần lượt là $6,9 \pm 1,6$, $7,3 \pm 1,3$ và $6,9 \pm 1,0$ ngày (Hình 3a). Như vậy có thể thấy sinh vật trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác có thời gian thành thực chậm hơn so với sinh vật trong lô đối chứng và sự khác biệt này là có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$) theo phép thử ANOVA. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ áo mưa sử dụng một lần ở nồng độ 10 mg/l khi sinh vật trong lô phơi nhiễm này có độ tuổi thành thực trung bình là $6,4 \pm 1,0$ ngày (Hình 3b), chậm hơn so với sinh vật trong lô đối chứng $5,6 \pm 1,0$ ngày. Tuy nhiên, thời gian thành thực của sinh vật trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ áo mưa sử dụng một lần ở nồng độ 100 và 1000 mg/l không có sự khác biệt so với đối chứng và có giá trị trung bình lần lượt là $5,9 \pm 0,9$ và $6,0 \pm 0,9$ ngày (Hình 3b). Như vậy có thể thấy rằng phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác (10-1000 mg/l) và áo mưa sử dụng một lần (10 mg/l) có thể làm chậm trễ thời gian thành thực của *D. magna*.

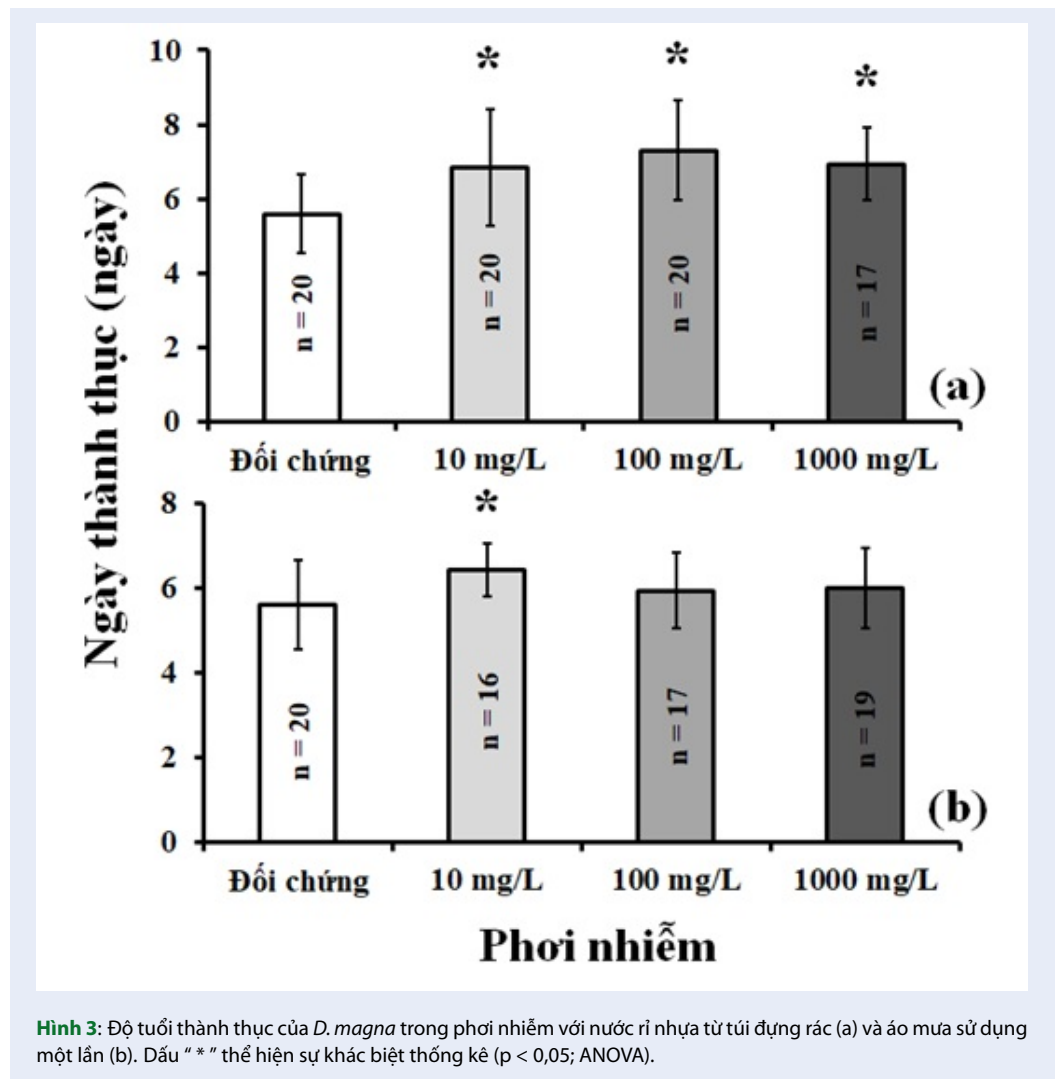
Các ảnh hưởng dưới mức độ sống chết (độ tuổi thành thực, kích thước cơ thể, hoạt động của các enzyme) của nước rỉ nhựa từ các vật liệu nhựa phổ biến cũng như của các phụ gia nhựa phổ biến (PTA, BPA) lên sinh vật cũng đã từng được ghi nhận trong các nghiên cứu trước đây. Nghiên cứu của Schrank và cộng sự (2019) từng ghi nhận *D. magna* trong phơi nhiễm với các hạt nhựa PVC cứng có thời gian thành thực chậm hơn so với sinh vật trong lô đối chứng và phơi nhiễm với các hạt thủy tinh cùng kích thước²⁴. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Yu và cộng sự (2020) cũng đã cho thấy phơi nhiễm với các hạt nhựa PE có thể gây ra tác động làm trì hoãn thời gian phát triển của trứng cũng như thời gian giữa các lần đẻ trứng của loài copepod *Tigriopus japonicus*²⁷. Các tác động này cũng thường được giải thích là gây ra bởi các phụ gia nhựa đã được biết đến là các hợp chất gây rối loạn nội tiết bị thôi ra khỏi bề mặt của nhựa^{24,27}.

Trên thực tế, các ảnh hưởng của phụ gia nhựa lên sinh vật thường ghi nhận rõ hơn ở các đặc điểm như

độ tuổi thành thực, sinh sản, kích thước, hoạt động của các enzyme, hơn là tỷ lệ chết của sinh vật^{17,28}. Bên cạnh độ tuổi thành thực, kích thước của *D. magna* cũng bị suy giảm trong phơi nhiễm với phụ gia nhựa di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) ở nồng độ 390 $\mu\text{g/l}$ ¹⁷. Trong nghiên cứu của Le và cộng sự (2019), nhóm tác giả cho thấy mặc dù DEHP ở nồng độ 500 $\mu\text{g/l}$ không làm suy giảm sức sống của *D. magna*, nhưng kích thước cơ thể của sinh vật đã bị suy giảm đáng kể trong 21 ngày phơi nhiễm²⁹. Ngoài ra, được biết đến như là một trong các phụ gia nhựa phổ biến nhất hiện nay, BPA ở nồng độ 13,8 mg/l cũng từng được ghi nhận có ảnh hưởng ức chế làm suy giảm hàm lượng protein và kích thước cơ thể của *D. magna* trong phơi nhiễm 21 ngày²⁸. Tương tự, BPA ở nồng độ 30 $\mu\text{g/L}$ từng được ghi nhận có thể gây phá vỡ DNA cũng như làm ức chế hoạt động của enzyme chống oxy hóa (catalase) của *D. magna*³⁰. Như đã thảo luận ở mục 3.1, các phụ gia nhựa này có thể bị thôi ra (leachate) trong quá trình chuẩn bị nước rỉ nhựa và sự hiện diện cùng lúc của các phụ gia nhựa này có thể gây ra các ảnh hưởng ở mức độ sinh hóa của sinh vật do đó có thể làm thay đổi thời gian thành thực của sinh vật. Điều này có thể góp phần giải thích sự chậm trễ độ tuổi thành thực của *D. magna* trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa so với đối chứng trong nghiên cứu này. Theo hiểu biết của nhóm tác giả, đây là những ghi nhận đầu tiên về ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ nhựa từ các vật liệu nhựa có nguồn gốc từ nhựa PE và HDPE lên sự thành thực của loài vi giáp xác *D. magna*.

Ảnh hưởng của nước rỉ nhựa lên sinh sản của *Daphnia magna*

Sau 21 ngày thí nghiệm, tổng số con non sinh ra của *D. magna* trong lô đối chứng và các lô phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở các nồng độ 10, 100 và 1000 mg/l lần lượt là 660, 595, 548 và 787 con non. Do đó, tổng số con non sinh ra trong các lô phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở nồng độ 10, 100 và 1000 mg/l lần lượt bằng 90, 83 và 119% so với tổng số con non sinh ra trong đối chứng (Hình 4a). Như vậy, phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở nồng độ 10 và 100 mg/l trong 21 ngày có thể làm suy giảm từ 10 - 17% khả năng sinh sản của *D. magna*, tuy nhiên phơi nhiễm với 1000 mg/l nước rỉ nhựa này lại làm kích thích đến 19% khả năng sinh sản của sinh vật. Tương tự, tổng số con non sinh ra trong phơi nhiễm với 10, 100 và 1000 mg/l nước rỉ nhựa từ áo mưa sử dụng một lần lần lượt bằng 727, 724 và 902 con non, tương đương với 110, 110 và 137% so với đối chứng (Hình 4).

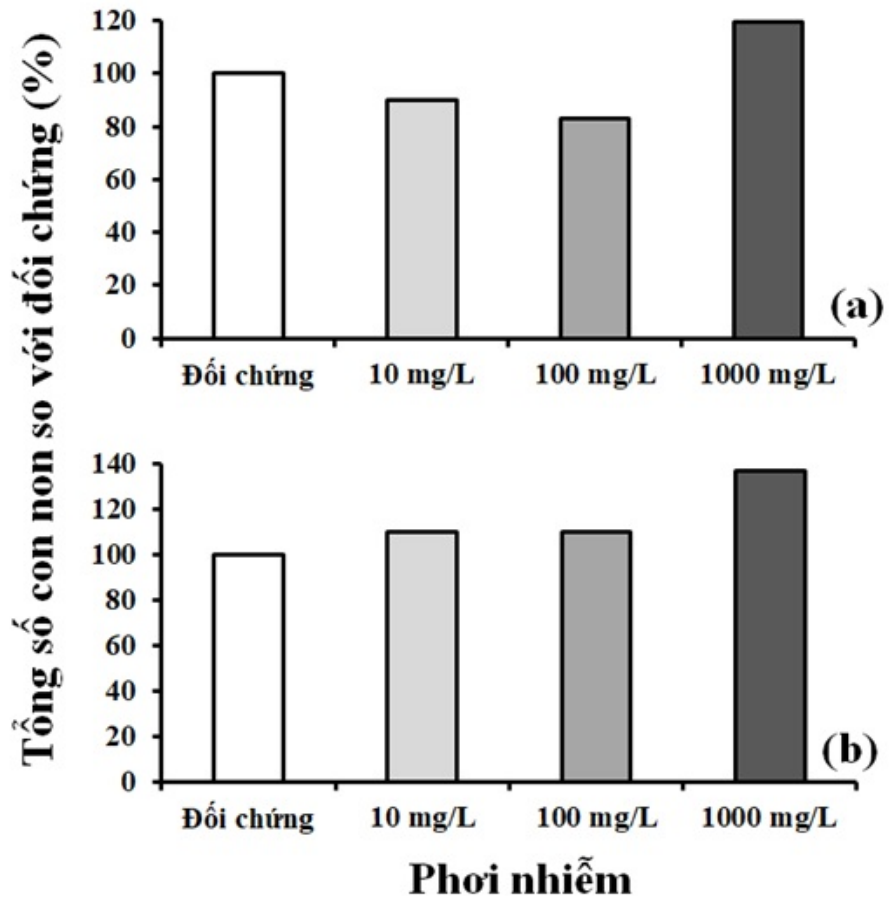


Hình 3: Độ tuổi thành thực của *D. magna* trong phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác (a) và áo mưa sử dụng một lần (b). Dấu "*" thể hiện sự khác biệt thống kê ($p < 0,05$; ANOVA).

Kết quả về sự sinh sản của sinh vật cho thấy, nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần ở nồng độ phơi nhiễm cao nhất (1000 mg/l) đã làm tăng gần 19% và 37% số con non của sinh vật thí nghiệm, *D. magna*. Tương tự, nước rỉ nhựa từ áo mưa sử dụng một lần ở nồng độ 10 và 100 mg/l cũng có tác động làm kích thích đến 10% khả năng sinh sản của sinh vật, trong khi nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở các nồng độ này có thể gây ức chế khả năng sinh sản của sinh vật làm suy giảm từ 7-10% tổng số con non sau 21 ngày phơi nhiễm. Điều này một lần nữa cho thấy nước rỉ nhựa từ hai loại vật liệu dùng cho nghiên cứu có thể chứa chất phụ gia và các chất phụ gia này đã gây ra các tác động khác nhau lên khả năng sinh sản của *D. magna*.

Schrank và cộng sự (2019) cho rằng các phụ gia bị rò rỉ ra khỏi bề mặt của các hạt nhựa PVC dẻo có thể là một trong các tác nhân gây ra sự suy giảm tổng số

con non của *D. magna* trong phơi nhiễm mãn tính với các hạt nhựa PVC này²⁴. Có thể thấy rằng các phụ gia được sử dụng phổ biến hiện nay như BPA, PTA, là những hợp chất có thể gây rối loạn nội tiết, vì thế sự hiện diện của các hợp chất này trong nước rỉ nhựa có thể gây ra những tác động bất lợi đến hệ thống sinh sản của vi giáp xác. Nghiên cứu trước đây của Knowles và cộng sự cũng đã từng ghi nhận phơi nhiễm với phụ gia nhựa DEHP ở nồng độ 72 $\mu\text{g/L}$ có thể làm kích thích khả năng sinh sản của *D. magna*³¹. Tương tự, kết quả của Seyoum & Pradhan (2019) cũng cho thấy phơi nhiễm với PTA ở nồng độ 390 $\mu\text{g/L}$ có thể làm gia tăng đến 1,5 lần khả năng sinh sản của *D. magna* so với đối chứng¹⁷. Bên cạnh đó, Le và cộng sự (2019) cho thấy khả năng sinh sản của *D. magna* còn bị kích thích từ 1,43 đến 1,89 lần trong phơi nhiễm với DEHP ở nồng độ từ 5-50 $\mu\text{g/L}$ so với đối chứng trong thời gian phơi nhiễm 21 ngày²⁹. Kết quả nghiên



Hình 4: Tổng số con non sinh ra trong lô thí nghiệm phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác (a) và áo mưa sử dụng một lần (b) so với đối chứng.

cứu của Spadoto và cộng sự (2017) đã cho thấy khả năng sinh sản của loài vi giáp xác nhiệt đới *C. silvestrii* bị suy giảm nghiêm trọng trong phơi nhiễm với phụ gia nhựa BPA ở nồng độ lớn hơn 3,11 mg/l¹⁶. Bên cạnh đó, Jemec và cộng sự (2012) từng ghi nhận BPA ở nồng độ 3,45 mg/l có thể gây ra các ảnh hưởng bất lợi đến khả năng sinh sản của *D. magna*²⁸. Mặt khác, vật liệu nhựa có thể chứa một lượng lớn các chất phụ gia nhựa khác nhau bao gồm cả các kim loại nặng (Pb, Zn, Cd), và sự hiện diện đồng thời của các phụ gia này cũng góp phần giải thích cho các phản ứng khác nhau của sinh vật trong nghiên cứu này khi phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ hai vật liệu nhựa ở các nồng độ khác nhau⁸. Tuy nhiên, như đề cập bên trên, thành phần và hàm lượng của các phụ gia nhựa hiện diện trong nước rỉ nhựa vẫn chưa được xác định trong nghiên cứu này. Vì vậy, cần có các nghiên cứu chuyên sâu thực hiện phân tích định tính và định lượng các thành phần phụ gia hiện diện trong nước rỉ nhựa từ

các vật liệu nhựa để có giải thích và hiểu rõ hơn về độc tính gây ra bởi nước rỉ nhựa lên các loài sinh vật trong tương lai. Theo hiểu biết của nhóm tác giả kết quả của nghiên cứu này là những ghi nhận khởi đầu về những ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ nhựa từ hai vật liệu nhựa được sử dụng phổ biến hiện nay ở Việt Nam lên sự sinh sản của loài vi giáp xác *D. magna*.

KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu đã cho thấy mặc dù nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần không làm suy giảm sức sống của loài vi giáp xác nhiệt đới *D. magna*. Tuy nhiên phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần có thể làm trì hoãn thời gian thành thực của sinh vật. Ngoài ra, nước rỉ nhựa từ túi đựng rác ở nồng độ thấp gây ức chế nhẹ khả năng sinh sản, trong khi ở nồng độ cao lại gây kích thích khả năng sinh sản của sinh vật. Tương tự, khả năng sinh sản của sinh vật cũng bị kích thích khi

phơi nhiễm với nước rỉ nhựa từ áo mưa. Trong môi trường nước tự nhiên, khi có đủ nhiều rác thải nhựa như túi đựng rác và áo mưa sử dụng một lần thì rất có thể sinh vật (như: vi giáp xác) sẽ bị ảnh hưởng về mặt sinh sản. Vì thế, việc sử dụng và phát thải nhựa ra môi trường cần được đề xuất quản lý để góp phần bảo vệ cân bằng hệ sinh thái, đa dạng sinh học và sức khỏe cộng đồng. Nên có thêm nghiên cứu về phân tích định tính và định lượng thành phần hóa học của nước rỉ nhựa từ các vật dụng nhựa trong các nghiên cứu đánh giá độc học trong tương lai để có thể giải thích và hiểu biết đầy đủ hơn về độc tính của các vật liệu nhựa lên các thủy loài sinh vật góp phần bảo vệ môi trường, hệ sinh thái và sức khỏe con người.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) thông qua đề tài mã số 106.99-2019.39.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BPA: bisphenol A
DEHP: di-2-ethylhexyl phthalate
HDPE: high-density polyethylene
NP: nonylphenol
PC: polycarbonate
PE: polyethylene
PP: polypropylene
PTA: phthalate
PVC: polyvinyl chloride

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả cam đoan rằng họ không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “Ảnh hưởng mãn tính của nước rỉ từ nhựa gia dụng và sử dụng một lần lên loài vi giáp xác *Daphnia magna*”

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Các tác giả Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Phương Dung, Đào Thanh Sơn cùng tham gia thực hiện thí nghiệm, chuẩn bị và hoàn thành bài báo nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Plastic Europe. Plastic - the Facts 2019: an analysis of European plastic production, demand and waste data. PlasticsEurope Deutschland e. V. and Messe Düsseldorf; 2019; Available from: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data>.
2. Auta HS, Emenike CU, Fauziah SH. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*. 2017; 102:165-176; PMID: 28284818. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>.
3. Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 2015;347(6223):768-771; PMID: 25678662. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.

4. Anderson JC, Park BJ, Palace VP. Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. *Environmental Pollution*. 2016; 218: 269-280; PMID: 27431693. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.074>.
5. Hermabessiere L, Dehaut A, Paul-Pont I, Lacroix C, Jezequel R., Soudant P., Duflos G. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: a review. *Chemosphere*. 2017; 182:781-793; PMID: 28545000. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.096>.
6. Barboza LGA, Vethaak AD, Lavorante BRBO, Lundebye AK, Guilhermino L. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*. 2018; 133:336-348; PMID: 30041323. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>.
7. Bradley EL, Read WA, Castle L. Investigation into the migration potential of coating materials from cookware products. *Food Additives & Contaminants*. 2007; 24(3):326-335; PMID: 17364936. Available from: <https://doi.org/10.1080/02652030601013711>.
8. Lithner D, Nordensvan I, Dave G. Comparative acute toxicity of leachates from plastic products made of polypropylene, polyethylene, PVC, acrylonitrile-butadiene-styrene, and epoxy to *Daphnia magna*. *Environmental Science and Pollution Research*. 2012; 19:1763-1772; PMID: 22183785. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11356-011-0663-5>.
9. Ugboka UG, Ihedioha JN, Ekere NR, Okechukwu FO. Human health risk assessment of bisphenol A released from polycarbonate drinking water bottles and carbonated drinks exposed to sunlight in Nigeria. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2020:1-10; Available from: <https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1759572>.
10. Li D, Chen H, Bi R, Xie H, Zhou Y, Luo Y, Xie L. Individual and binary mixture effects of bisphenol A and lignin-derived bisphenol in *Daphnia magna* under chronic exposure. *Chemosphere*. 2017; 191:779-786; PMID: 29080539. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.022>.
11. Wang Y, Wang T, Ban Y, Shen C, Shen Q, Chai X, Zhao W, Wei J. Di-(2-ethylhexyl) Phthalate exposure modulates antioxidant enzyme activity and gene expression in juvenile and adult *Daphnia magna*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicity*. 2018; 75(1):145-156; PMID: 29797027. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00244-018-0535-9>.
12. Mao Z, Zheng XF, Zhang YQ, Tao XX, Li Y, Wang W. Occurrence and biodegradation of nonylphenol in the environment. *International Journal of Molecular Sciences*. 2012; 13:491-505; PMID: 22312266. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms13010491>.
13. Lithner D, Damberg J, Dave G, Larsson A. Leachates from plastic consumer products - Screening for toxicity with *Daphnia magna*. *Chemosphere*. 2009; 74:1195-1200; PMID: 19108869. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.022>.
14. Bejgarn S, Macleod M, Bogdal C, Breitholtz M. Toxicity of leachate from weathering plastics: An exploratory screening study with *Nitocra spinipes*. *Chemosphere*. 2015; 132:114-119; PMID: 25828916. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.03.010>.
15. Hamlin HJ, Marciano K, Downs CA. Migration of nonylphenol from food-grade plastic is toxic to the coral reef fish species *Pseudochromis fridmani*. *Chemosphere*. 2015; 139:223-228; PMID: 26134675. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.032>.
16. Spadoto M, Sueitt APE, Galinaro CA, Pinto TS, Pompei CME, Botta CMR, Vieira EM. Ecotoxicological effects of bisphenol A and nonylphenol on the freshwater cladoceran *Ceriodaphnia silvestrii* and *Daphnia similis*. *Drug and Chemical Toxicology*. 2017; 41(181): 1-10; PMID: 29115172. Available from: <https://doi.org/10.1080/01480545.2017.1381109>.
17. Seyoum A & Pradhan A. Effect of phthalates on development, reproduction, fat metabolism and lifespan in *Daphnia magna*. *Science of the Total Environment*. 2019; 654:969-977; PMID: 30453266. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.158>.

18. Lampert W. Daphnia: model herbivore, predator and prey. Polish Journal of Ecology. 2006; 54(4): 607-620;.
19. Adema DMM. Daphnia magna as a test animal in acute and chronic toxicity tests. Hydrobiologia. 1978; 59(2):125-134; Available from: <https://doi.org/10.1007/BF00020773>.
20. APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater (22nd ed.). Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation; 2012;.
21. Dao TS, Do-Hong LC, Wiegand C. Chronic effects of cyanobacterial toxins on Daphnia magna and their offspring. Toxicon. 2010; 55:1244-1254; PMID: 20132836. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.01.014>.
22. US Environmental Protection Agency (US. EPA). Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms (5th ed.). Office of water, Washington, DC; 2002;.
23. Kotai J. Introductions for preparation of modified nutrient solution Z8 for algae. Norwegian Institute for Water Research, Oslo, B-11/69; 1972;.
24. Schrank I, Trotter B, Dummert J, Scholz-Bottcher BM, Loder MGJ, Laforsch C. Effects of microplastic particles and leaching additive on the life history and morphology of Daphnia magna. Environmental Pollution. 2019;255(2):113233; PMID: 31610509. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113233>.
25. Li HL, Getzinger GJ, Ferguson P, Orihuela B, Zhu M, Rittschof D. Effects of toxic leachate from commercial plastics on larval survival and settlement of the barnacle Amphibalanus amphitrite. Environmental Science & Technology. 2016; 50(2):924-931; PMID: 26667586. Available from: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02781>.
26. Lithner D. Environmental and health hazards of chemicals in plastic polymers and products (Doctoral thesis). Department of Plant and Environmental Sciences, University of Gothenburg, Sweden; 2011; Available from: <http://hdl.handle.net/2077/24978>.
27. Yu J, Tian JY, Xu R, Zhang ZY, Yang GP, Wang XD, Lai JG, Chen R. Effects of microplastics exposure on ingestion, fecundity, development, and dimethylsulfide production in Tigriopus japonicus (Harpacticoida, copepod). Environmental Pollution. 2020; 267(2020):1-9; PMID: 32866870. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115429>.
28. Jemec A, Tisler T, Erjavec B, Pintar A. Antioxidant responses and whole-organism changes in Daphnia magna acutely and chronically exposed to endocrine disruptor bisphenol A. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2012; 86:213-218; PMID: 23062560. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2012.09.016>.
29. Le TPD, Nguyen VT, Vo TMC, Bui NH, Dao TS. Transgenerational effects of the plasticizer di-2-ethylhexyl phthalate on survival, growth, and reproduction of Daphnia magna. Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering. 2019; 61(4):64-69. [https://doi.org/10.31276/VJSTE.61\(4\).64-69](https://doi.org/10.31276/VJSTE.61(4).64-69); Available from: [https://doi.org/10.31276/VJSTE.61\(4\).64-69](https://doi.org/10.31276/VJSTE.61(4).64-69).
30. Park SY & Choi J. Genotoxic effects of nonylphenol and bisphenol A exposure in aquatic biomonitoring species: freshwater crustacean, Daphnia magna, and aquatic midge, Chironomus riparius. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2009; 83:463-468; PMID: 19475328. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00128-009-9745-1>.
31. Knowles CO, McKee MJ, Palawski DU. Chronic effects of Di-2-ethylhexyl phthalate on biochemical composition, survival and reproduction of Daphnia magna. Environmental Toxicology and Chemistry. 1987; 6:201-208; Available from: <https://doi.org/10.1002/etc.5620060305>.

Chronic effects of domestic and single used plastic leachates on the microcrustacea *Daphnia magna*

Nguyen Van Tai^{1,2}, Le Thi Phuong Dung^{1,2}, Dao Thanh Son^{1,2,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Plastic pollution has become one of the most serious environmental issues worldwide. Plastics can contain high amount of additives (e.g., phthalate, bisphenol A, trace metals), and they could be leached out of plastics, enter the aquatic environment and cause toxic effects to aquatic organisms (including microcrustacean). In this study, we investigated chronic effects of plastic leachates from two popular plastic materials (garbage bag and disposable raincoat) on the survival, maturation and reproduction of the microcrustacean *Daphnia magna*. The results showed that, the plastic leachates from the two materials at the concentration up to 1000 mg/l did not cause negative effect on survival of *D. magna*. However, exposed to the leachates from the garbage bag (at the concentrations of 10, 100 and 1000 mg/l) and from the disposable raincoat (at the concentration of 10 mg/l), the animals delayed their maturity ages compared to the control. Besides, the two kinds of leachates at the concentration of 1000 mg/l stimulated the reproduction of *D. magna*, resulting the increase of 17 – 37% of total offspring compared to the control, during 21 days of experiment. The results of this study contribute to the understanding on the toxicity of popular plastic materials to the microcrustacean, *D. magna*. Additionally, the plastic usage and emission into the environment should be paid more attention to protect the aquatic ecosystems and human health.

Key words: plastic leachates, garbage bag, disposable raincoat, micro-crustacean

¹Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Dao Thanh Son, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: dao.son@hcmut.edu.vn

History

- Received: 05-5-2021
- Accepted: 29-6-2021
- Published: 06-8-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5i2.557



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Tai N V, Dung L T P, Son D T. **Chronic effects of domestic and single used plastic leachates on the microcrustacea *Daphnia magna***. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):348-357.