

# Đánh giá độc tính của thuốc trừ sâu endosulfan đến sinh trưởng của *Daphnia magna*

Nguyễn Xuân Tòng<sup>1,2</sup>, Trần Thị Thu Hương<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp TP Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>3</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Ngày nhận bài 15/10/2018; ngày chuyển phân biện 25/10/2018; ngày nhận phân biện 26/11/2018; ngày chấp nhận đăng 30/11/2018

## Tóm tắt:

Giáp xác *Daphnia magna* có nhiều đặc điểm nổi bật như dễ nhận biết và dễ kiểm soát với các chất chứa độc tố, phân bố rộng, sinh sản nhanh bằng hình thức trinh sản trong thời gian ngắn, nên nó được sử dụng trong nhiều nghiên cứu khoa học như một sinh vật mô hình chuẩn để thử nghiệm độc tính trong môi trường sinh thái thủy sinh. Nghiên cứu này nhằm đánh giá độc tính của thuốc trừ sâu endosulfan lên sinh trưởng của giáp xác *D. magna*. Thuốc trừ sâu endosulfan là hóa chất bảo vệ thực vật họ clo hữu cơ, một nhóm chất hữu cơ bền, có khả năng gây rối loạn nội tiết, ảnh hưởng đến hệ thần kinh, gây các tác động xấu cho nội tạng và gây nguy hiểm cho con người. Nồng độ endosulfan được lựa chọn trong nghiên cứu này dao động từ 0 (mẫu đối chứng) đến 0,5 µg/l. Sau 48h phơi nhiễm, tỷ lệ chết của *D. magna* cao nhất đạt 97% ở nồng độ 0,5 µg/l. Giá trị LC<sub>50</sub> ghi nhận tại thời điểm 48h là 0,129 µg/l.

**Từ khóa:** ảnh hưởng, *D. magna*, độc tính, endosulfan, tỷ lệ chết.

**Chỉ số phân loại:** 1.7

## Mở đầu

Hóa chất bảo vệ thực vật họ clo hữu cơ (OCPs) là dạng hóa chất tự nhiên hoặc tổng hợp có khả năng làm rối loạn nội tiết, ức chế sinh trưởng và là những hợp chất khó phân hủy, tồn lưu lâu dài trong nước cũng như trong trầm tích, có khả năng tích lũy sinh học thông qua chuỗi thức ăn và tác động bất lợi đến sức khỏe con người và sinh vật [1]. OCPs bền vững trong môi trường và có thời gian bán phân hủy dài (từ 1-3 tháng tới 2-6 năm) [2], khi bị phân hủy OCPs có thể biến đổi thành những chất có độc tính cao hơn rất nhiều lần so với chất ban đầu. Mặt khác, các hợp chất OCPs ít tan trong nước, tan tốt trong mô mỡ của các loài động vật nên khi xâm nhập vào cơ thể chúng ít bị đào thải ra ngoài mà được tích lũy lại trong các mô dự trữ của sinh vật và có khả năng tác động đến hệ sinh thái, sức khỏe con người trong thời gian dài [1]. Endosulfan là hóa chất bảo vệ thực vật thuộc nhóm OCPs, gốc cyclodiene, có nguy cơ gây độc thần kinh. Chúng tồn tại ở dạng kem màu nâu đất, phản ứng dưới dạng tinh thể hoặc dạng “bông tuyết”, có mùi giống mùi của nhựa thông và không cháy [3]. Hàng năm, trên thế giới có khoảng 18.000 đến 20.000 tấn endosulfan đã được sản xuất, trong đó Ấn Độ sản xuất khoảng 10.000 tấn; Trung Quốc khoảng 5.000 tấn, còn lại là Israel, Brazil và Hàn Quốc [3]. Khi phơi nhiễm qua đường tiêu hóa với liều lượng là 260 mg/kg, endosulfan sẽ gây tử vong cho người. Trên thế giới,

các quốc gia đã cam kết ngừng sử dụng hóa chất bảo vệ thực vật endosulfan và dự định chấm dứt hoàn toàn vào năm 2016 [3, 4]. Tuy nhiên, việc tiêu thụ thuốc trừ sâu cũng như phân bón tại Việt Nam đã và tiếp tục tăng lên đáng kể trong những thập kỷ qua cùng với việc phát triển và cơ khí hóa ngành nông nghiệp. Sản lượng và giá trị nhập khẩu thuốc trừ sâu qua đường tiểu ngạch đã tăng nhanh chóng, từ 6.500-9.000 tấn/năm (trong những năm 1981-1986) lên 100.000 tấn/năm (năm 2015) và giá trị nhập khẩu tăng từ 427 triệu USD (năm 2008) lên gần 700 triệu USD (năm 2015) [5].

Endosulfan có hai dạng đồng phân bao gồm  $\alpha$ -endosulfan,  $\beta$ -endosulfan hoặc dẫn xuất endosulfan sulphate [2]. Dù tồn tại ở dạng nào, hóa chất này cũng rất độc đối với cơ thể sinh vật, chúng có thể gây độc mạn tính, cấp tính, ảnh hưởng tới sinh sản, làm dị dạng phôi bào... [6, 7]. Kết quả nghiên cứu của Palma và cộng sự (2009) về ảnh hưởng của endosulfan đến sinh trưởng và phát triển của giáp xác *D. magna* đã chỉ ra rằng, endosulfan làm giảm tỷ lệ con non và kích thước con mẹ, tăng tỷ lệ phôi dị dạng và tỷ lệ con đực ở tất cả các nồng độ thử nghiệm (từ 9,2 đến 458,7 mg/l) [7]. Khả năng sinh sản, sinh trưởng và tỷ lệ sống sót của con non mới sinh ra đã giảm đáng kể khi tiếp xúc với các nồng độ 0,12; 0,15; 0,20; 0,25 và 0,31 mg/l endosulfan sau 21 ngày thử nghiệm [8]. Rối loạn nội tiết của *D. magna* đã được ghi nhận trong nghiên cứu của Palma và cộng sự

\*Tác giả liên hệ: Email: tranthithuong@humg.edu.vn; huonghumg@gmail.com

# The impact of endosulfan pesticide toxicity on the growth of *Daphnia magna*

Xuan Tong Nguyen<sup>1,2</sup>, Thi Thu Huong Tran<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Institute for Environmental Science, Engineering and Management, Industrial University of Ho Chi Minh City

<sup>2</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology

<sup>3</sup>Faculty of Environmental, Ha noi University of Mining and Geology

Received 15 October 2018; accepted 30 November 2018

## Abstract:

The crustacean *D. magna* is used in many scientific researches as a model organism for testing the toxicity in the aquatic environment because of its unique features such as easy to identify and easy to control toxic substances, wide distribution, and quick reproduction under the form of parthenogenesis in a short time. This study aims to assess how the toxicity of endosulfan pesticides affects the growth of *D. magna*. The pesticide endosulfan belongs to the group of organochlorinated pesticides (OCPs), a persistent organic substance group, which is capable of causing endocrine disruption, affecting the nervous system, causing adverse effects on the internal organs, and causing other dangers for human. The endosulfan concentrations which were selected in this research varied from 0 (control) to 0.5 µg/l to study. After a 48h exposure, the highest death rate of the *D. magna* was 97% at the concentration of 0.5 µg/l. The LC<sub>50</sub> value recorded at 48 hours was 0.129 µg/l.

**Keywords:** *Daphnia magna*, effect, endosulfan, mortality rate, toxicity.

**Classification number:** 1.7

(2009), kết quả nghiên cứu cho thấy cả hai loại thuốc trừ sâu atrazine và endosulfan sulphate đều làm tăng sự phát triển bất thường của phôi thai, cản trở quá trình lột xác và gián đoạn hệ thống ecdysteroids ở động vật giáp xác bằng cách điều khiển hormone 20-hydroxyecdysone [9]. Ở Việt Nam, endosulfan đã bị cấm sử dụng vào năm 2011, song nông dân vẫn sử dụng loại thuốc này một cách hết sức tùy tiện, thậm chí endosulfan còn được pha với các loại hóa chất bảo vệ thực vật khác nhằm tăng khả năng trừ sâu của thuốc [4, 5, 10, 11]. Đầu năm 2015, đoàn kiểm tra liên ngành Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Hà Nội đã kiểm tra, phát hiện và bắt giữ 41 chai loại 100 g/chai thuốc bảo vệ thực vật

đã bị cấm sử dụng là endosulfan tại xã Tiên Phong, huyện Mê Linh, Hà Nội [4]. Endosulfan được sử dụng với liều lượng thiodan 35ND phun 3 kg/ha, nông dân ở huyện Cờ Đỏ, Cần Thơ đã làm gia tăng hàm lượng endosulfan trong nước ruộng và nước kênh ngay sau khi phun (593 và 390 µg/l). Kết quả đã làm cho cá chết, thiệt hại nguồn lợi thủy sản tự nhiên trên đồng ruộng. Mặc dù dư lượng endosulfan trong hạt lúa (biến động từ 9-18 µg/kg) còn rất thấp so với tiêu chuẩn môi trường nhưng vẫn cao hơn 2-3 lần ngưỡng tối thiểu có nguy cơ gây hại cho con người [12].

*D. magna* (hay còn gọi là rận nước, bọ nước) là loài giáp xác nước ngọt thuộc họ Cladocera. Chúng phân bố rộng với nhiều loài khác nhau như: *D. lumholtzi*, *D. cornuta*... có cấu tạo cơ thể hình bầu dục, có vỏ giáp bọc ngoài, phân đốt cơ thể không rõ ràng. *D. magna* có thể ăn nhiều loại thức ăn khác nhau nhưng chủ yếu là các loại tảo đơn bào tươi, vi khuẩn, nấm men... [13, 14]. *D. magna* sinh sản theo kiểu trinh sản (con mẹ chỉ đẻ ra con cái), thời gian phát triển tương đối nhanh chỉ từ 7 đến 8 ngày và phát triển tốt nhất ở 21±1°C. Do đặc điểm sinh sản vô tính nên khi gặp điều kiện bất lợi sẽ xuất hiện trứng đen trong túi ấp và nở ra con đực. Cơ thể *D. magna* cũng có những thay đổi rõ rệt để phản ứng lại độc tố của môi trường, dễ dàng nhận biết và dễ kiểm soát nên nó được sử dụng trong nhiều nghiên cứu khoa học như một sinh vật mô hình chuẩn để thử nghiệm độc tính của môi trường nước [13, 14]. Ở Việt Nam, nghiên cứu độc tính của hóa chất bảo vệ thực vật đã được nhiều báo cáo đề cập, công bố, tuy nhiên ảnh hưởng độc tính của chúng đến môi trường sau khi sử dụng và đến sinh trưởng, phát triển của sinh vật phù du vẫn còn khá hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá độc tính của thuốc trừ sâu endosulfan đến khả năng sinh trưởng và phát triển của động vật phù du *D. magna*.

## Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### Thuốc trừ sâu endosulfan

Endosulfan tinh khiết 99% có nguồn gốc từ Merck, có khả năng tích tụ lâu trong tự nhiên, khó hòa tan nên được hòa tan trong dung môi không phân cực dimethylsulfoxide 4h trước khi thí nghiệm. Tất cả các thí nghiệm được thực hiện với nồng độ endosulfan bổ sung là 0 (mẫu đối chứng) và 0,1; 0,2; 0,3; 0,5 µg/l (mẫu thí nghiệm).

### *D. magna*

Để *D. magna* thích nghi với môi trường dinh dưỡng và điều kiện nuôi cấy trong phòng thí nghiệm, *D. magna* thuần chủng thu nhận từ Phòng Độc học sinh thái - Đại học Lige (Bi) được nuôi trong môi trường M4 (ISO 6341:2012), điều kiện nuôi như sau: nhiệt độ khoảng 21±1°C, chu kỳ sáng: tối là 16:8 giờ với cường độ chiếu sáng từ 500-800 lux, không được vượt quá 1.000 lux để tránh sự phát triển của tảo [15].

Thức ăn cho *D. magna* là tảo lục *Chlorella vulgaris*. Môi trường và thức ăn được thay mới sau mỗi 2 ngày nuôi cấy trong vòng 01 tháng cho đến khi đủ số lượng *D. magna* cho thí nghiệm kiểm tra độc tính.

### Thiết kế thí nghiệm

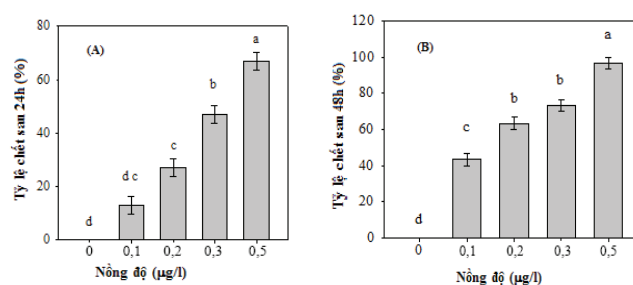
Độc tính của thuốc trừ sâu endosulfan ảnh hưởng đến sinh trưởng của *D. magna* được theo dõi ở thời điểm 24 và 48h. 10 cá thể *D. magna* con ( $\geq 1$  ngày tuổi) được lựa chọn ngẫu nhiên cho mỗi thí nghiệm kiểm tra độc tính và nuôi riêng lẻ trong các đĩa 6 giếng SPL (Hàn Quốc). *D. magna* được phơi nhiễm với thuốc trừ sâu endosulfan ở 4 nồng độ khác nhau (0,1; 0,2; 0,3 và 0,5  $\mu\text{g/l}$ ) và với môi trường đối chứng (môi trường không chứa thuốc trừ sâu endosulfan). Độc tính của vật liệu đến *D. magna* được tính bằng tỷ lệ % số lượng con sống/chết sau 24 và 48h. Các mẫu đều được lặp lại 3 lần.

Ước tính giá trị  $LC_{50}$  tại thời điểm 24 và 48h của thuốc trừ sâu endosulfan bằng phương pháp Probit (Finney, 1971) sử dụng phần mềm Sigmaplot 12.5 và JMP 10.

### Kết quả và thảo luận

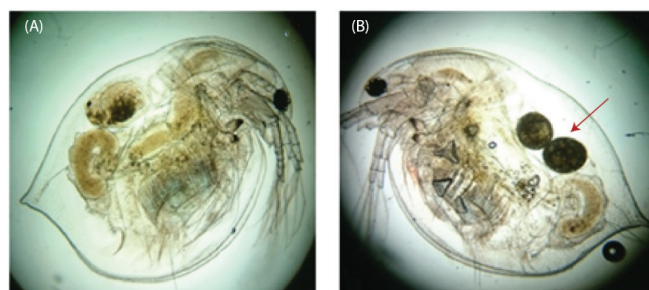
#### Ảnh hưởng của nồng độ endosulfan lên sinh trưởng và phát triển của *D. magna*

Quá trình sinh trưởng và phát triển của động vật phù du *D. magna* dưới tác động của các nồng độ thuốc trừ sâu endosulfan khác nhau được thể hiện trong hình 1. Độc tính của thuốc trừ sâu ở các nồng độ khác nhau ảnh hưởng đến sinh trưởng của *Daphnia* là khác nhau và ở các thời điểm khác nhau cũng khác nhau. *Daphnia* một ngày tuổi được phơi nhiễm với thuốc trừ sâu endosulfan từ 0 đến 0,5  $\mu\text{g/l}$ . Sau 24 và 48h thử nghiệm cho thấy, ở các mẫu có bổ sung 0,1; 0,2; 0,3 và 0,5  $\mu\text{g/l}$  thuốc trừ sâu endosulfan hầu hết số cá thể *D. magna* đều có tỷ lệ sống thấp. Trong đó, nồng độ 0,5  $\mu\text{g/l}$  thể hiện độc tính mạnh nhất với tỷ lệ chết đạt 67% sau 24h phơi nhiễm. Ở nồng độ 0,1; 0,2 và 0,3  $\mu\text{g/l}$ , tại thời điểm 24h số lượng cá thể chết thay đổi từ 13 đến 47% tổng số cá thể phơi nhiễm với thuốc trừ sâu. Tỷ lệ chết tăng lên xấp xỉ 97% sau 48h. So với mẫu đối chứng có tỷ lệ sống sót đạt 100% ở cả hai thời điểm phơi nhiễm trên hình 1 cho thấy, nồng độ thuốc trừ sâu endosulfan ảnh hưởng khác nhau đến *D. magna* và giới hạn gây chết tối thiểu của thuốc trừ sâu được ghi nhận có giá trị là 0,0023 và 0,028  $\mu\text{g/l}$  sau 24 và 48h thí nghiệm.



Hình 1. Biến động tỷ lệ chết của giáp xác *D. magna* sau 24 và 48h phơi nhiễm với 0; 0,1; 0,2; 0,3 và 0,5  $\mu\text{g/l}$  thuốc trừ sâu endosulfan: (A) Tại thời điểm 24h; (B) Tại thời điểm 48h (những nồng độ có cùng chữ cái không có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê).

Hình thái cơ thể *D. magna* dưới tác động của endosulfan được thể hiện ở hình 2, những cá thể *D. magna* phơi nhiễm với hóa chất bảo vệ thực vật endosulfan (hình 2B) không còn khả năng sinh sản, có xu hướng dị dạng bào quan và nội tạng trong cơ thể, buồng trứng bị đen so với cá thể ở mẫu đối chứng (hình 2A, mẫu không bổ sung endosulfan).



Hình 2. Biến đổi hình thái giáp xác *D. magna* trước (A) và sau (B) 48h phơi nhiễm thuốc trừ sâu endosulfan ở nồng độ 0,5  $\mu\text{g/l}$ .

Biến dị cơ thể gây ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng của *D. magna*, Fernández và cộng sự (1994) chứng minh rằng, endosulfan gây ra một loạt các tác dụng phụ ở *D. magna*, bao gồm giảm khả năng phát triển, giảm tỷ lệ sống và giảm tổng số con sinh ra bình thường/dị dạng, giảm thời gian sinh sản đầu tiên và giảm thời gian sống trung bình của con mẹ [16]. Mặc khác *D. magna* là một loại thức ăn ưa thích của cá và một số loài sinh vật thủy sinh, nếu cá ăn phải những cá thể đã bị phơi nhiễm hóa chất bảo vệ thực vật, chúng sẽ bị ảnh hưởng gián tiếp và gây ra những bất lợi đến an toàn thực phẩm của con người. Môi trường nuôi cấy chứa endosulfan cũng gây ức chế sinh trưởng của tảo là thức ăn chính của *D. magna*. Nghiên cứu của Hutber và cộng sự (1979) về sự tác động của hóa chất bảo vệ thực vật lên loại tảo lam đã được tiến hành, thí nghiệm được thực hiện dưới điều kiện tối ưu cho sự tăng trưởng quang tự dưỡng của tảo, kết quả tại nồng độ thấp nhất (0,01 đến 5  $\mu\text{g/l}$ ) của các loại hóa chất bảo vệ thực vật diuron, atrazine và paraquat cũng đã ghi nhận sự ức chế phát triển của tảo, gây chết và biến dị hình thái ban

đầu của tảo [17].

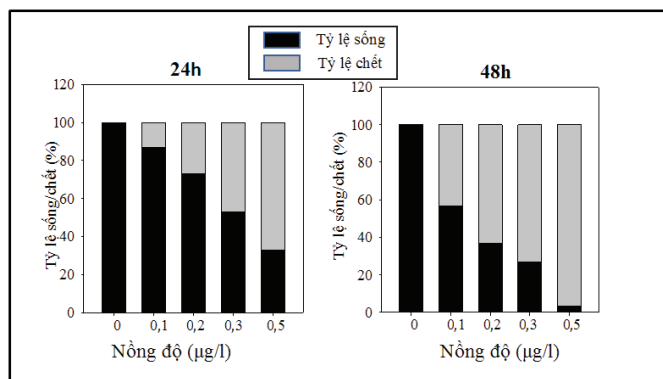
Hóa chất bảo vệ thực vật không chỉ gây ra ảnh hưởng cấp tính, mạn tính mà còn gây tác động cục bộ lên tất cả các bộ phận bị ảnh hưởng, tiềm ẩn nhiều yếu tố gây hại để lại nhiều hệ lụy về sau và khó có thể kiểm soát trong môi trường sinh thái thủy sinh. Theo Brausch và cộng sự (2011), độc tính của hóa chất bảo vệ thực vật pyrethroid (cyfluthrin) và thuốc diệt cỏ (diuron) đã khiến cho các thế hệ F1 *D. magna* yếu hơn và dễ mang các vi khuẩn gây bệnh vì được sinh ra từ cá thể mẹ F0 phơi nhiễm trước đó [18]. F1 *D. magna* cũng có kích thước cơ thể nhỏ hơn đáng kể so với F0, dẫn đến thời gian nuôi con đầu tiên dài hơn, ghi nhận sự tác động thứ cấp do stress sinh lý thể hiện qua sự thay đổi chiều dài cơ thể khi *D. magna* tiếp xúc với endosulfan [19].

**Đánh giá độc tính của thuốc trừ sâu endosulfan đến sinh trưởng của giáp xác *D. magna***

Kết quả ước tính các nồng độ gây chết của *D. magna* trong bảng 1 và hình 3 thể hiện xu hướng tăng dần nguy cơ gây độc của hóa chất bảo vệ thực vật khi thời gian phơi nhiễm kéo dài.

**Bảng 1.** Ước tính giá trị LC<sub>50</sub> của endosulfan tại các thời điểm 24 và 48h.

Tỷ lệ chết	Nồng độ endosulfan (µg/l)	
	24h	48h
LC <sub>1</sub>	0,0023	0,028
LC <sub>10</sub>	0,0058	0,375
LC <sub>20</sub>	0,016	0,051
LC <sub>30</sub>	0,044	0,070
LC <sub>40</sub>	0,121	0,095
LC <sub>50</sub>	0,332	0,129



**Hình 3.** Biến động tỷ lệ sống/ chết của giáp xác *D. magna* sau 24 và 48h phơi nhiễm với hóa chất bảo vệ thực vật endosulfan ở các nồng độ 0; 0,1; 0,2; 0,3 và 0,5 µg/l.

Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu đã công bố trước đây về ảnh hưởng của hóa chất bảo vệ thực vật trong môi trường nước đến sự phát triển của các loài động, thực vật thủy sinh. Giáp xác *D. magna* có khả năng thích ứng khác nhau với các hóa chất bảo vệ thực vật khác nhau. Giá trị LC<sub>50</sub> ghi nhận tại hai thời điểm phơi nhiễm 24 và 48h lần lượt là 0,332 và 0,129 µg/l. Khả năng gây độc của hóa chất bảo vệ thực vật endosulfan và một số dạng tồn tại khác của hóa chất bảo vệ thực vật như DDE, Chlorpyrifos, Azinphos-methyl, Diazinon lên *D. magna* cho thấy, giá trị LC<sub>50</sub> sau 48h của endosulfan thấp hơn so với giá trị ghi nhận được khi bổ sung pp'DDE là 5,08 µg/l [20], của Azinphos-methyl là 1-1,62 µg/l, Chlorpyrifos là 0,46-0,72 µg/l và Dizinon là 1,5-1,56 µg/l [21]. Sự tích tụ của hóa chất bảo vệ thực vật trong môi trường có thể là một nguồn gây độc tiềm tàng cho khả năng sinh trưởng và tồn tại của các động, thực vật thủy sinh.

Khả năng gây độc cấp tính của endosulfan với một số loài động vật không xương sống thủy sinh cũng cho kết quả tương tự, các sinh vật không xương sống nhạy cảm nhất được đánh giá độc tính của endosulfan là tôm hồng với LC<sub>50</sub> là 0,04 µg/l. Giá trị này được Schimmel và cộng sự (1977) thu được trong một nghiên cứu với một số loài sinh sống ở cửa sông và kết quả ghi nhận được cho thấy độ nhạy cao của tôm hồng với loại hóa chất này [22]. Một nghiên cứu khác của Krishnan và cộng sự (1989) cho thấy, ảnh hưởng độc cấp tính đối với một số loài sinh vật mô hình như *Daphnia* sp. ghi nhận giá trị LC<sub>50</sub> từ 62 đến 740 µg/l; *Moina micrura* có LC<sub>50</sub> là 16,2 µg/l và nhạy cảm hơn so với loài *Daphnia* sau 48h tiếp xúc với endosulfan [23]. Điều này thể hiện khả năng gây độc khác nhau của endosulfan với các loài khác nhau là khác nhau. Bên cạnh sự khác nhau về độc tính của các độc tố môi trường, khả năng gây độc của hóa chất bảo vệ thực vật cũng có xu hướng phụ thuộc vào trọng lượng và kích thước của cá thể nghiên cứu. Những cá thể nhỏ hơn dễ bị ảnh hưởng khi phơi nhiễm với nồng độ thấp hơn [24]. Bên cạnh đó, những cá thể nhỏ thường có độ hô hấp và quá trình tuần hoàn trao đổi chất cao, làm cho lượng hóa chất bảo vệ thực vật mau đi vào cơ thể hơn những cá thể lớn [24].

Như vậy có thể thấy có một sự liên quan tuyến tính giữa khả năng sinh trưởng của đối tượng thử nghiệm với các dạng tồn tại và nồng độ của hóa chất bảo vệ thực vật bổ sung vào môi trường. Do đó, khi sử dụng hóa chất bảo vệ thực vật nói chung và thuốc trừ sâu endosulfan nói riêng cần xem xét một cách cẩn thận tính an toàn của chúng nhằm giảm thiểu các tác động bất lợi đến sinh trưởng của các sinh vật và môi trường sinh thái của chúng.

**Kết luận**

Kết quả thử nghiệm độc tính cho thấy, thuốc trừ sâu endosulfan ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng và sống

sốt của *D. magna*. Với nồng độ endosulfan bổ sung là 0,1; 0,2; 0,3 và 0,5  $\mu\text{g/l}$  sau 24 và 48h phơi nhiễm, hầu hết số cá thể *D. magna* đều không có khả năng sống sót. Ở nồng độ 0,1; 0,2 và 0,3  $\mu\text{g/l}$ , số lượng *D. magna* sống sót cao hơn với tỷ lệ chết dao động từ 13 đến 47% sau 24h, trong khi đó ở nồng độ 0,5  $\mu\text{g/l}$  tỷ lệ *D. magna* bị chết lên đến 97% sau 48h. Tỷ lệ sống sót ở mẫu đối chứng là 100% ở cả hai thời điểm thử nghiệm.

Từ số liệu thực nghiệm cho thấy, endosulfan có ảnh hưởng bất lợi đến sinh trưởng và phát triển của *D. magna*. Do đó, xuất phát từ việc sử dụng hóa chất bảo vệ thực vật nói chung và endosulfan nói riêng, phải được xem xét một cách cẩn thận, tiến tới cấm sử dụng triệt để trong nông nghiệp hoặc phải đưa ra được những quy trình xử lý tồn dư hóa chất này trong môi trường nhằm hạn chế ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của các động vật thủy sinh.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Thị Minh Huệ, Lê Trọng Dũng (2015), “Hóa chất bảo vệ thực vật clo hữu cơ trong nước và trầm tích tại trạm quan trắc môi trường biển Nha Trang trong 10 năm gần đây (2005-2014)”, *Tuyển tập Nghiên cứu biển*, **21(2)**, tr.80-87.
- [2] M. Herrmann (2003), “Endosulfan preliminary dossier”, *Proceedings of fourth Meeting of the United Nations Economic Commission for Europe Expert group on Persistent Organic Pollutants*, pp.59-61.
- [3] US Department of Health and Human Services (2015), *Toxicological Profile for Endosulfan*, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- [4] UNEP (2018), *National implementation plans, Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*.
- [5] Tổng cục Môi trường (2015), “Hiện trạng ô nhiễm môi trường do hóa chất bảo vệ thực vật tồn lưu thuộc nhóm chất hữu cơ khó phân hủy tại Việt Nam”, *Dự án xây dựng năng lực nhằm loại bỏ hóa chất bảo vệ thực vật tồn lưu tại Việt Nam*.
- [6] L.L. Foersom, P.L. DeFur and S. Tuberty (2002), “Effects of endosulfan on moulting in juvenile red swamp crayfish, *Procambarus clarki*”, *Conference paper in Integrative and Comparative Biology*, **42**, pp.1218-1219.
- [7] P. Palma, V.L. Palma, R.M. Fernandes, A.M.V.M. Soares and I.R. Barbosa (2009), “Endosulfan sulphate interferes with reproduction, embryonic development and sex differentiation in *Daphnia magna*”, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **72(2)**, pp.344-350.
- [8] A. Fernandez-Casalderrey, M.D. Ferrando and E. Andreu-Moliner (1993), “Effects of endosulfan on survival, growth and reproduction of *Daphnia magna*”, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, **106(2)**, pp.437-441.
- [9] P. Palma, V.L. Palma, C. Matos, R.M. Fernandes, A. Bohn, A.M.V.M. Soares and I.R. Barbosa (2009), “Effects of atrazine and endosulfan sulphate on the ecdysteroid system of *Daphnia magna*”, *Chemosphere*, **74(5)**, pp.676-681.
- [10] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2011), “Danh mục các loại thuốc được phép, hạn chế và cấm sử dụng ở Việt Nam”, *Thông tư số 36/2011/TT-BNNPTNT ngày 20/5/2011 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*.
- [11] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2014), *Báo cáo Thực trạng và giải pháp quản lý thuốc bảo vệ thực vật*.
- [12] Phạm Văn Toàn (2013), “Thực trạng sử dụng thuốc bảo vệ thực vật và một số giải pháp giảm thiểu việc sử dụng thuốc không hợp lý trong sản xuất lúa ở Đồng bằng sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần A: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Môi trường*, **28**, tr.47-53.
- [13] Ngô Thị Thanh Huyền, Đào Thanh Sơn (2014), “Ảnh hưởng của nước thải sinh hoạt lên vi giáp xác”, *Tạp chí STINFO*, **1&2**, tr.49-54.
- [14] D. Ebert (2005), “Ecology, Epidemiology and Evolution of Parasitism in *Daphnia*”, *Bethesda (MD): National Library of Medicine (US)*, National Center for Biotechnology Information.
- [15] ISO 6341:2012 (2012), *Water quality - Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea)*.
- [16] A. Fernández-Casalderrey, M.D. Ferrando, E. Andreu-Moliner (1994), “Effect of Sublethal Concentrations of Pesticides on the Feeding Behavior of *Daphnia magna*”, *Ecotoxicology and Environmental Chemistry*, **27(1)**, pp.82-89.
- [17] G.N. Hutber, L.J. Rogers, A.J. Smith (1979), “Influence of pesticides on the growth of cyanobacteria”, *Journal of Basic Microbiology: Environment - Health - Techniques*, **19(6)**, pp.397-402.
- [18] J.M. Brausch and C.J. Salice (2011), “Effects of an Environmentally Realistic Pesticide Mixture on *Daphnia magna* Exposed for Two Generations”, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **61(2)**, pp.272-279.
- [19] A. Fernández-Casalderrey, M.D. Ferrando, E. Andreu-Moliner (1992), “Filtration and ingestion rates of brachionus calyciflorus after exposure to Endosulfan and diazinon”, *Comp. Biochem. Physiol.*, **103(2)**, pp.357-361.
- [20] B. Roberta, C. Valeria, N. Francesca, P. Benedetta, Q. Silvia, G. Silvana (2013), “Ecotoxicity of pp'DDE to *Daphnia magna*”, *Ecotoxicology*, **22(8)**, pp.1255-1263.
- [21] T.K. George and K. Liber (2007), “Laboratory Investigation of the Toxicity and Interaction of Pesticide Mixtures in *Daphnia magna*”, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **52(1)**, pp.64-72.
- [22] S.C. Schimmel and A.J. Wilson (1977), “Acute toxicity of kepone to four estuarine animals”, *Chesapeake Science*, **18**, pp.224-227.
- [23] M. Krishnan and S. Chockalingam (1989), “The toxic and sublethal effects of Endosulfan and carbaryl on the growth and production of eggs of *Micrura moina* (Cladocera: Moinidae)”, *Environmental Pollution*, **56(4)**, pp.319-326.
- [24] Robert Henry Peters (1986), “The ecological implications of body size”, *Cambridge Studies in Ecology*, Cambridge University Press, p.344.