

**ẢNH HƯỞNG CỦA HỢP CHẤT GÂY RỐI LOẠN NỘI TIẾT NONYLPHENOL LÊN SỨC SỐNG VÀ SINH SẢN CỦA BA LOÀI VI GIÁP XÁC, *Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia lumholtzi* VÀ *Daphnia magna***

Võ Thị Mỹ Chi<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Sơn<sup>2</sup> và Đào Thanh Sơn<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

<sup>2</sup>Bệnh Viện truyền máu Huyết học

<sup>3</sup>Trường Đại học Bách Khoa

**Thông tin chung:**

Ngày nhận: 19/02/2016

Ngày chấp nhận: 24/05/2016

**Title:**

*Effects of the endocrine disrupting compound Nonylphenol on the survivorship and reproduction of three micro-crustacean species, Ceriodaphnia cornuta, Daphnia lumholtzi and Daphnia magna*

**Từ khóa:**

*Nonylphenol, Ceriodaphnia cornuta, Daphnia lumholtzi, Daphnia magna, tỉ lệ sống sót và sức sinh sản*

**Keywords:**

*Nonylphenol, Ceriodaphnia cornuta, Daphnia lumholtzi, Daphnia magna, survival rate and reproduction*

**ABSTRACT**

*The presence of endocrine disrupting compounds (EDCs) in aquatic environment leads to a risk for living organisms. Nonylphenol (NP), an endocrine disrupting compound, is one of the very common used compounds in industrial activities in the world. However, chronic effects of this chemical on organisms in general and zooplankton in particular have not been fully understood. In this study, negative influences of NP on micro-crustacean Ceriodaphnia cornuta and Daphnia lumholtzi at the concentration of 110, 560 and 2280 µg NP/L, and the effects of NP at the concentrations of 280, 560 and 1120 µg NP/L on Daphnia magna were evaluated over a period of ten days. The results showed that NP significantly decreased the animal survivorship and reproduction. Especially, at the concentration of 560 µg NP/L for both D. lumholtzi and D. magna and at the concentration of 110 µg NP/L for C. cornuta, the impacts were found significantly in comparison to the referenced experiment. Therefore, more attention should be paid to the presence, distribution and effects of EDCs, particularly NP on aquatic organisms and ecological balance.*

**TÓM TẮT**

*Sự hiện diện của những hợp chất gây rối loạn nội tiết (endocrine disrupting compounds, EDCs) trong môi trường đang là mối đe dọa nghiêm trọng đối với sức khỏe con người và hệ sinh thái do những ảnh hưởng của chúng gây ra. Trong đó, nonylphenol (NP), một loại EDCs, là một trong số những hợp chất gây rối loạn nội tiết được sử dụng phổ biến trong hoạt động công nghiệp trên thế giới. Tuy nhiên, hiện nay những ảnh hưởng mãn tính của loại hợp chất này lên sinh vật nói chung và vi giáp xác nói riêng vẫn chưa được hiểu biết đầy đủ. Vì vậy, trong nghiên cứu này, ảnh hưởng mãn tính của NP lên vi giáp xác Ceriodaphnia cornuta và Daphnia lumholtzi được đánh giá tại các nồng độ 110, 560 và 2800 µg/L và ảnh hưởng của hóa chất này lên Daphnia magna tại các nồng độ 280, 560 và 1120 µg/L trong thời gian 10 ngày. Kết quả cho thấy, tất cả các nồng độ thí nghiệm của NP đều ảnh hưởng đến sức sống và sinh sản của sinh vật. Đặc biệt, tại nồng độ thí nghiệm 560 µg NP/L đối với D. lumholtzi và D. magna, 110 µg NP/L đối với C. cornuta bắt đầu ghi nhận được những ảnh hưởng nghiêm trọng so với lô đối chứng. Vì vậy, cần chú ý đến sự hiện diện, phân bố và ảnh hưởng của những hợp chất gây rối loạn nội tiết, đặc biệt là NP lên thủy sinh vật và cân bằng hệ sinh thái thủy vực.*

Trích dẫn: Võ Thị Mỹ Chi, Nguyễn Thanh Sơn và Đào Thanh Sơn, 2016. Ảnh hưởng của hợp chất gây rối loạn nội tiết nonylphenol lên sức sống và sinh sản của ba loài vi giáp xác, *Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia lumholtzi* và *Daphnia magna*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 43a: 34-41.

## 1 GIỚI THIỆU

Nonylphenol (NP) là hợp chất tổng hợp thuộc nhóm gây rối loạn nội tiết có khả năng gây ảnh hưởng đến hệ thống hormone của nhiều sinh vật. Chúng bắt nguồn phần lớn từ sự chuyển hóa của nonylphenol ethoxylates (NPE), là hợp chất được sử dụng rộng rãi như chất hoạt động bề mặt trong sản xuất công nghiệp. Nonylphenol là hợp chất tổng hợp được sử dụng trong công nghiệp sản xuất chất chống oxy hóa và những sản phẩm của chất hoạt động bề mặt NPE (US. EPA, 1990). Nonylphenol ethoxylates là chất hoạt động bề mặt có hiệu quả cao và được sử dụng rộng rãi trong các sản phẩm công nghiệp và dân dụng như chất tẩy rửa, chất tạo nhũ tương, chất thấm ướt và phân tán, chất chống tĩnh điện, chất khử nhũ tương và chất làm tan (Fiege và *ctv.*, 2000, Langford và Lester, 2002; Lorenc và *ctv.*, 2003).

Hiện nay, trong quá trình sản xuất sử dụng ngày càng nhiều NPE, nên chúng tồn tại nhiều trong nước thải và phân hủy thành NP (Ahel và *ctv.*, 1994a; Johnson và *ctv.*, 2001; Shao và *ctv.*, 2003; Koh và *ctv.*, 2005; Nakada và *ctv.*, 2006). Do đó, phần lớn NP trong môi trường có nguồn gốc từ nước thải công nghiệp (Ahel và *ctv.*, 1994b; Petrovic và *ctv.*, 2002; Sabik và *ctv.*, 2003; Fries và Puttman, 2003; Langford và *ctv.*, 2005). Những năm gần đây, NP được tìm thấy liên tục trong môi trường với thuộc tính gây ức chế nội bào, và được phát hiện trên diện rộng trong môi trường nước tự nhiên, nước thải công nghiệp, trầm tích và môi trường không khí (Van Ry và *ctv.*, 2000; Kannan và *ctv.*, 2003) và đặc biệt chúng còn hiện diện trong nước uống và một số loại thực phẩm (Guenther và *ctv.*, 2002). Năm 1985, tại thời điểm NP được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và chất tẩy rửa dân dụng, Ahel và Giger đã ghi nhận nồng độ NP hiện diện trong nước sông ở Thụy Sĩ từ 0,1 – 3 µg/L. Gần đây, một cuộc khảo sát tại 30 dòng sông tại Hoa Kỳ nhận thấy hơn 70% nồng độ NP đạt < 0,1 µg/L và nồng độ cao nhất đạt 0,6 µg/L (CMA, 1990). Năm 2002, Ying và *ctv.* đã ghi nhận nồng độ NP tại một số quốc gia lên đến 644 µg/L trong mẫu nước, và 5 – 14100 µg/kg trong mẫu trầm tích.

Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu ảnh hưởng của NP đến sinh vật. Đối với thực vật, NP gây ảnh hưởng đến sinh lý và hình thái. Cụ thể, chúng làm suy giảm sinh khối ở cây họ đậu (*Lupinus polyphyllus* và *L. hartwegii*), lúa mì (*Triticum aestivum*), khoai tây (*Lycopersicon esculentum*), rau bi-na (*Atriplex hortensis*),

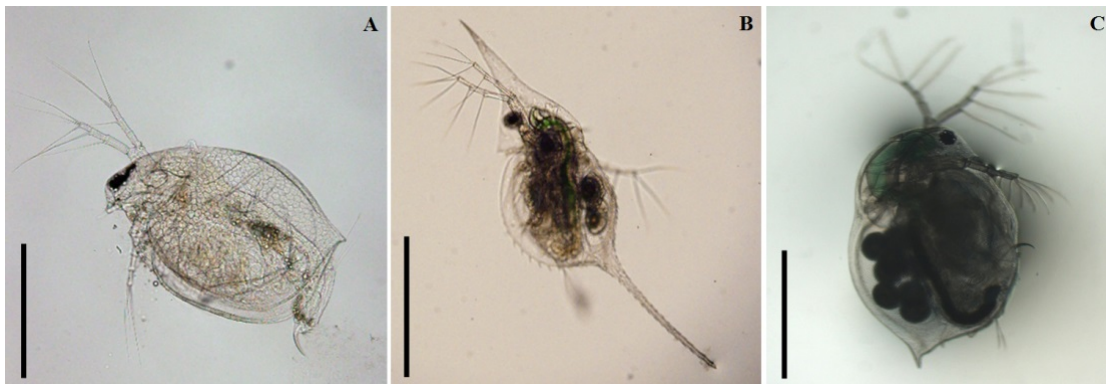
(Bokern và Harm, 1993), cỏ xanh Kentucky (*Poa pratensis*) (Nowak và *ctv.*, 2008) và làm suy giảm chlorophyll trong tảo lục (*Chlorella vulgaris*, *Selenastrum capricornutum*) (Gao và Tam, 2011). Vi khuẩn lam *Microcystis aeruginosa* có thể chống lại ảnh hưởng của NP tại nồng độ cao bằng cách tăng hàm lượng các enzyme hoặc co-enzyme, có chức năng khử độc, như superoxide dismutase (SOD), glutathione S-transferase (GST) và Glutathione (GSH) (Wang và Xie, 2007). Đối với động vật, NP có thể xâm nhập vào chuỗi thức ăn bằng nhiều cách: (i) môi trường nước có chứa NP, (ii) NP có trong thuốc trừ sâu, (iii) NP được tích lũy trong đất nông nghiệp do nước thải công nghiệp chảy qua. Trong nhiều nghiên cứu ghi nhận giá trị LC50 của *Daphnia magna* đối với NP lên đến 5 mg/L (McCleave và *ctv.*, 1980).

Ngoài ra, những ảnh hưởng của các hợp chất EDCs có thuộc tính tương tự NP cũng được các nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu và ghi nhận. Điển hình, Boone và *ctv.* (2003) đã nhận thấy những ảnh hưởng của atrazine, một trong những hợp chất EDCs thường được sử dụng, lên sức sống, sự phát triển và thời gian biến thái của hai loài lưỡng cư (*Rana sphenoccephala* và *Bufo americanus*) và hai loài kỳ nhông (*Ambystoma maculatum*, *A. texanum*). Năm 2014, Vo và *ctv.* đã đánh giá những ảnh hưởng bất lợi của atrazine và estriol lên *D. magna* (ở các nồng độ 5, 50 và 500 µg/L) trong thời gian 2 tuần. Kết quả chứng tỏ rằng sinh vật phơi nhiễm atrazine và estriol tại hai nồng độ thấp làm giảm sức sống của sinh vật ở mức độ nhẹ. Tuy nhiên, sức sống của sinh vật giảm mạnh khi phơi nhiễm tại nồng độ cao nhất của atrazine (500 µg/L). Ngoài ra, hai hợp chất này cũng làm giảm sự sinh sản của sinh vật trong suốt thời gian tiến hành thí nghiệm. Hợp chất octylphenol cũng có những thuộc tính gây rối loạn nội tiết tương tự NP, NPEs, atrazine... Sự có mặt của hợp chất này trong môi trường có thể gây nên những ảnh hưởng cấp tính và mãn tính lên phôi, con non và cả những sinh vật trưởng thành trong thủy vực. Một vài nghiên cứu đã chứng tỏ octylphenol tác động xấu đến sức sống và sinh trưởng của vi giáp xác (Brooke và *ctv.*, 2005). Dao và *ctv.* (2014) đã đánh giá ảnh hưởng mãn tính của octylphenol ở các nồng độ 5, 50 và 500 µg/L lên *D. magna* trong thời gian 2 tuần. Kết quả cho thấy, tất cả các nồng độ octylphenol dùng trong thí nghiệm đều gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức sinh sản và sinh trưởng của sinh vật.

Trong lưới thức ăn ở thủy vực, vi giáp xác đóng vai trò quan trọng vì là một trong những mắt xích

kết nối sinh vật sản xuất (rong, tảo) và sinh vật thuộc bậc dinh dưỡng cao hơn (tôm, cá). Những sinh vật như *Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia lumholtzi* và *Daphnia magna* có những thay đổi rõ rệt với điều kiện môi trường thiếu dinh dưỡng hoặc nhiễm độc tố, nên chúng được sử dụng để đánh giá thử nghiệm độc tính của môi trường nước (Do-Hong và *ctv.*, 2004; Lampert, 2006). Cơ thể vi giáp xác khá đơn giản, thời gian phát triển tương đối nhanh, sau khoảng 2 tuần thì nó có thể sinh sản với một số lượng lớn, khoảng 10-30 con trong một lần sinh sản nên có thể đáp ứng được các yêu cầu về số lượng sinh vật thí nghiệm, do đó chúng được chú ý và chọn lựa dùng trong nhiều nghiên cứu về độc học (Lampert, 2006). Tuy nhiên, cho đến nay chưa có công bố về sự ảnh hưởng mãn tính của hợp chất NP lên các loài vi giáp xác *Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia lumholtzi* và *D. magna*. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng mãn tính của NP lên sức sống và khả năng sinh sản của ba loài vi giáp xác *C. cornuta*, *D. lumholtzi* và *D. magna*.

## 2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU



Hình 1: Sinh vật thí nghiệm *C. cornuta* (a), *D. lumholtzi* (b) và *D. magna* (c). Thước đo có chiều dài = 200  $\mu\text{m}$  (hình A), 500  $\mu\text{m}$  (hình B), và 2000  $\mu\text{m}$  (hình C)

Trước khi tiến hành thí nghiệm, 15 cá thể thuộc mỗi loài vi giáp xác được nuôi trong beaker 500 mL và cho ăn bằng tảo lục *Scenedesmus* sp. trong khoảng 2-3 tuần. Những con non từ lứa thứ hai đến lứa thứ tư của những cá thể này được sử dụng để tiến hành thí nghiệm. *Daphnia magna* được phơi nhiễm với NP tại các nồng độ 0 (đối chứng), 280, 560 và 1120  $\mu\text{g/L}$ , còn *D. lumholtzi* và *C. cornuta* được phơi nhiễm với NP tại các nồng độ 0 (đối chứng), 110, 560 và 2800  $\mu\text{g/L}$ . Nồng độ NP cho thí nghiệm mãn tính này được chọn dựa vào sự tham khảo một số công bố trước đây về ảnh hưởng cấp tính của NP lên *D. magna* với giá trị LC50 là 5000  $\mu\text{g/L}$  (McCleave và *ctv.*, 1980); ảnh hưởng

### 2.1 Hóa chất

Nonylphenol (Merck) có độ tinh khiết 99,5%. Nonylphenol được pha loãng trong MeOH (Merck) ở nồng độ 1 mg/mL. Dung dịch (NP pha trong MeOH) được bảo quản tại nhiệt độ  $-70^\circ\text{C}$  trong khoảng 2 tuần trước khi tiến hành thí nghiệm.

### 2.2 Sinh vật và thiết kế thí nghiệm

Sinh vật thí nghiệm bao gồm *D. magna*, *D. lumholtzi* và *C. cornuta* (Hình 1). *Daphnia magna* được cung cấp bởi công ty Microbiotests Inc (Bi), trong khi *D. lumholtzi* và *C. cornuta* lần lượt được phân lập tại hồ nuôi trồng thủy sản thuộc Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản 1 tại Bắc Ninh và lưu vực sông Mekong từ năm 2012 (Bui và *ctv.*, 2016). *Daphnia magna* được nuôi duy trì trong môi trường ISO (APHA, 2005), hai loài vi giáp xác còn lại được nuôi trong môi trường COMBO (Kilham và *ctv.*, 1998) tại phòng thí nghiệm Độc học Môi trường, Viện Môi trường và Tài nguyên. Tất cả sinh vật được nuôi trong phòng thí nghiệm qua nhiều thế hệ và cho ăn bằng tảo lục *Scenedesmus* sp. Tảo lục được nuôi trong môi trường Z8 (Kotail, 1972) và sục khí liên tục.

mãn tính của một số EDCs (atrazine, estriol, octylphenol) lên vi giáp xác *D. magna* với nồng độ thể hiện ảnh hưởng xấu lên sinh vật từ 50 – 500  $\mu\text{g/L}$  (Vo và *ctv.*, 2014; Dao và *ctv.*, 2014); và hàm lượng NP ghi nhận trong môi trường tự nhiên vào khoảng 650  $\mu\text{g/L}$  (Ying và *ctv.*, 2002).

Trong mỗi lô thí nghiệm, 30 cá thể vi giáp xác non (< 24h) được chọn ngẫu nhiên để tiến hành thí nghiệm mãn tính (Adema, 1978). Trong đó, 10 cá thể được nuôi trong beaker thủy tinh 200 mL chứa 100 mL môi trường tương ứng và tiến hành lặp lại 03 lần đối với mỗi lô thí nghiệm. Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , cường

độ ánh sáng khoảng 1000 Lux và chu kỳ sáng tối là 12 giờ sáng : 12 giờ tối. Sinh vật được cho ăn với *Scenedesmus* sp. ở nồng độ 2 mg C/L. Môi trường và thức ăn của vi giáp xác được thay mới hoàn toàn 2 ngày/lần (Dao và ctv., 2010).

Trong suốt quá trình thí nghiệm, sinh vật được theo dõi hàng ngày và ghi nhận sự ảnh hưởng của NP lên sức sống và sức sinh sản. Sự tử vong của mỗi cá thể được xác nhận khi tìm của sinh vật ngừng đập và được kiểm tra lại trên kính hiển vi (Olympus BX51). Sức sinh sản của sinh vật được tính bằng tổng số con non sinh ra trong mỗi lô thí nghiệm. Hàng ngày, con non khi được sinh ra hoặc con mẹ bị chết, trong quá trình thí nghiệm, được bắt ra khỏi bình bằng pipet Pasteur. Thí nghiệm phơi nhiễm sinh vật với NP kéo dài trong 10 ngày.

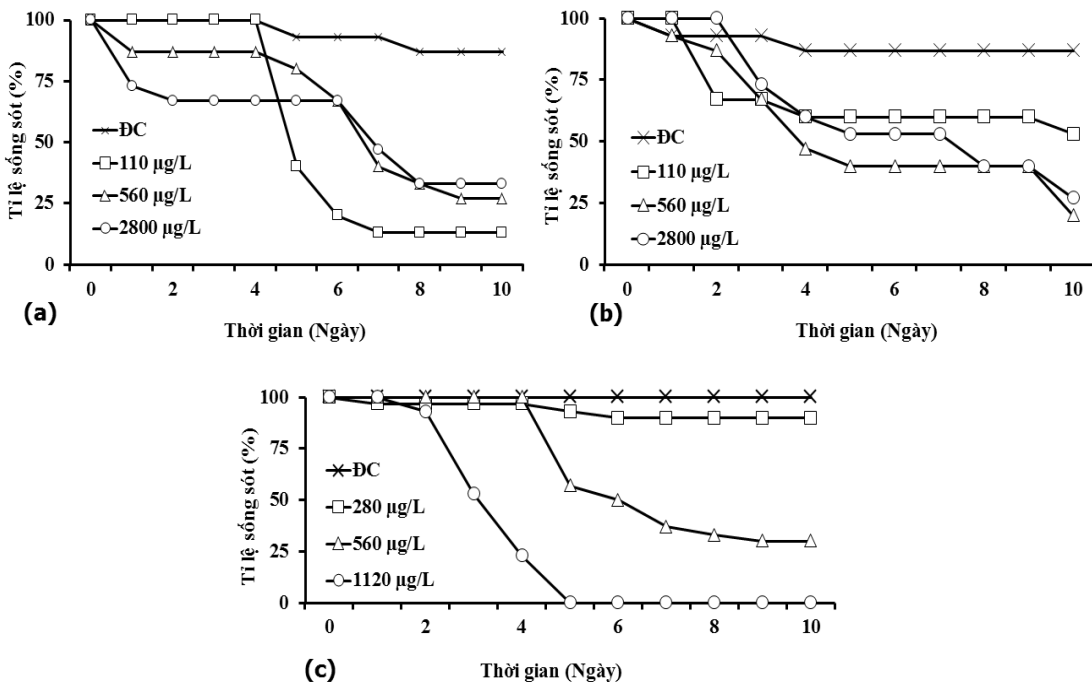
### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Ảnh hưởng của Nonylphenol lên tỷ lệ sống của vi giáp xác

Sau 10 ngày tiến hành thí nghiệm, ở lô đối chứng, tỉ lệ sống sót của *C. cornuta* và *D. lumholtzi* là 87%, riêng *D. magna* là 100%. Điều này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm sinh học của *Daphnia* được nuôi trong môi trường chuẩn và đạt yêu cầu của thí nghiệm mãn tính theo quy định của APHA (2005). Sức sống của các loài sinh vật phơi nhiễm với NP tại những nồng độ thí nghiệm đều bị ảnh

hưởng nghiêm trọng. *Ceriodaphnia cornuta* khi phơi nhiễm với NP tại các nồng độ 110, 560 và 2800 µg/L, sau thời gian thí nghiệm, tỉ lệ sống sót của mỗi lô thí nghiệm tương ứng với từng nồng độ trên lần lượt đạt 13, 27 và 33% (Hình 2a). Tương tự đối với *D. lumholtzi*, khi phơi nhiễm hợp chất này tại những nồng độ trên, tỉ lệ sống sót của mỗi lô thí nghiệm lần lượt đạt 53, 20 và 27% (Hình 2b). Tỉ lệ sống sót của *D. magna* khi phơi nhiễm với hợp chất này tại nồng độ 280, 560 và 1120 µg/L lần lượt là 90, 30 và 0% (Hình 2c).

Sự suy giảm sức sống của sinh vật có thể giải thích do ảnh hưởng của hợp chất gây rối loạn nội tiết của NP. Hợp chất này từng được ghi nhận có khả năng ảnh hưởng đến nội tiết tố của nhiều loài động vật (Lech và ctv., 1996; Ashby và ctv., 1997; Gray và ctv., 1998; Brown và ctv., 1999). Đặc biệt, đối với các loài giáp xác, hormone sinh dục đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển (Chang, 1997; Charmantier và ctv., 1997). Điều này phù hợp với nghiên cứu của Baldwin và ctv. (1995) ghi nhận diethylstilbestrol (DES) là hợp chất tổng hợp ức chế nội tiết, làm thay đổi khả năng chuyên hóa và quá trình tổng hợp chất 20-hydroxyecdysone hoặc ảnh hưởng đến những cơ quan thụ quan 20-hydroxyecdysone, dẫn đến sự suy giảm tần số lột xác, từ đó ảnh hưởng đến sức sống của *D. magna*.



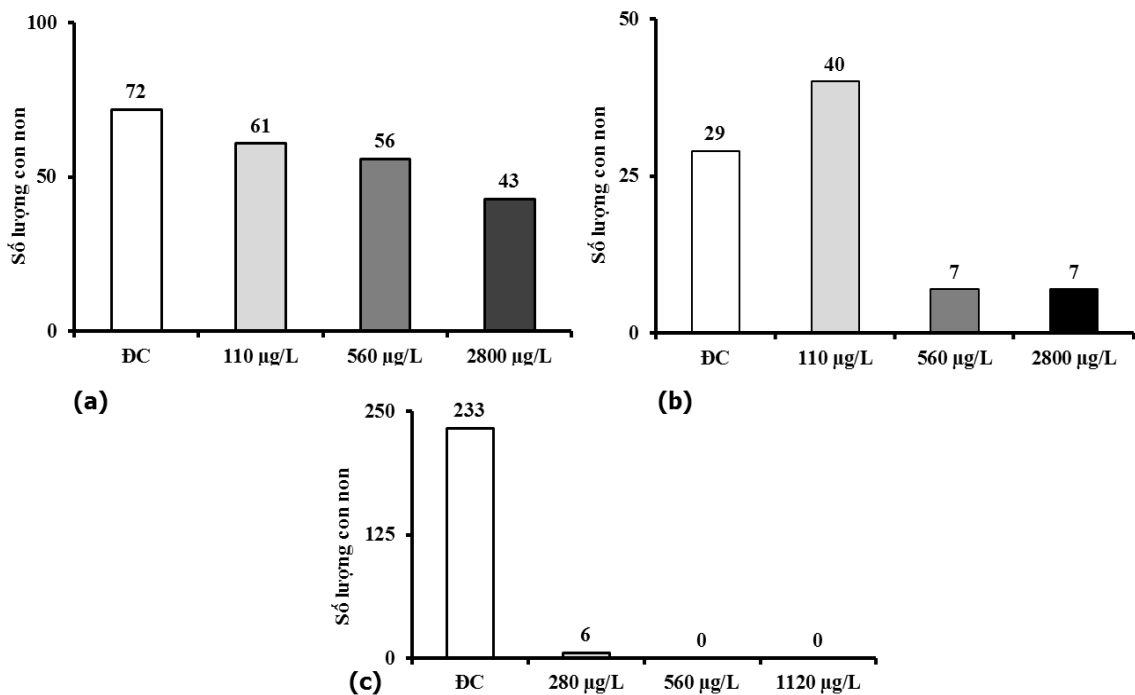
Hình 2: Sức sống của *C. cornuta* (hình a), *D. lumholtzi* (hình b) và *D. magna* (hình c) trong thời gian 10 ngày phơi nhiễm với NP. ĐC = đối chứng

Trong ba loài sinh vật thí nghiệm, tại cùng nồng độ phơi nhiễm 560 µg NP/L, sau 10 ngày thí nghiệm, tỉ lệ sống sót của *D. lumholtzi*, *C. cornuta* và *D. magna* lần lượt đạt 20, 27 và 30%. Điều này chứng tỏ tại nồng độ này, NP đã tác động đến sức sống của *D. lumholtzi* một cách nghiêm trọng hơn so với *C. cornuta* hay *D. magna*. Tuy nhiên, khi phơi nhiễm với NP tại nồng độ 110 µg/L thì tỉ lệ sống sót khi kết thúc thí nghiệm của *C. cornuta* lại thấp hơn nhiều so với *D. lumholtzi*. Vì vậy, mức độ bị ảnh hưởng của những sinh vật thí nghiệm đối với hợp chất này tùy thuộc vào nồng độ phơi nhiễm và ngưỡng chịu đựng của chúng. Hiện nay, chưa có bất kỳ công bố về nồng độ NP trong thủy vực tại Việt Nam.

### 3.2 Ảnh hưởng của Nonylphenol lên sức sinh sản của vi giáp xác

Trong thời gian 10 ngày tiến hành thí nghiệm, tổng số con non của lô đối chứng đối của ba loài vi

giáp xác *C. cornuta*, *D. lumholtzi* và *D. magna* lần lượt là 72, 29 và 233 cá thể. Các lô thí nghiệm *C. cornuta* phơi nhiễm với NP tại các nồng độ 110, 560 và 2800 µg/L, số lượng con non trong mỗi lô giảm dần, đạt 61, 56 và 43 cá thể (lần lượt tương ứng với từng nồng độ) (Hình 3a). *Daphnia lumholtzi* khi phơi nhiễm với hợp chất này ở nồng độ 110 µg/L, số lượng con non được sinh ra là 40 cá thể, nhiều hơn so với lô đối chứng (29 con non). Tuy nhiên, tại các lô có nồng độ phơi nhiễm 560 và 2800 µg/L số lượng con non được sinh ra giảm đáng kể, chỉ có 7 cá thể (Hình 3b). Đặc biệt, NP ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức sinh sản của *D. magna*. Cụ thể, khi phơi nhiễm với hợp chất này tại nồng độ 280µg/L, tổng số con non giảm còn 6 cá thể (giảm 97% so với tổng số con non được sinh ra từ lô đối chứng). Trong suốt thời gian thí nghiệm, *D. magna* phơi nhiễm với NP tại các nồng độ 560 và 1120 µg/L đều không có khả năng sinh sản (Hình 3c).



Hình 3: Tổng số con non của *C. cornuta* (hình a), *D. lumholtzi* (hình b) và *D. magna* (hình c) trong thời gian 10 ngày phơi nhiễm với NP. ĐC = đối chứng

Kết thúc thí nghiệm sau 10 ngày, tổng số con non của *C. cornuta* khi phơi nhiễm với NP tại các nồng độ thí nghiệm giảm nhẹ so với lô đối chứng. Ngược lại, *D. lumholtzi* và *D. magna* đều bị ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức sinh sản khi phơi nhiễm với hóa chất này. Những ảnh hưởng này có thể kích thích sinh vật sinh sản (*D. lumholtzi* khi

phơi nhiễm với NP tại nồng độ 110 µg/L), hoặc có thể làm giảm sức sinh sản của sinh vật (*D. lumholtzi* khi phơi nhiễm với NP tại nồng độ 560, 2800 µg/L hoặc *D. magna* khi phơi nhiễm với NP tại tất cả nồng độ thí nghiệm). Đặc biệt, có thể nói sức sinh sản của *D. magna* đã bị tác động nhiều hơn so với hai loài còn lại khi tất cả sinh vật thí

nghiệm trong hai lô phơi nhiễm NP tại các nồng độ 560 và 1120 µg/L đều không có khả năng sinh sản.

Năm 2003, Zhang và ctv. đã chứng tỏ việc phơi nhiễm 4-nonylphenol tại nồng độ từ 50 – 1000 µg/L kìm hãm sự phát triển của trùn *Daphnia* và gây nên những dị dạng con non của *Daphnia*. Do 4-nonylphenol và NP đều là những hợp chất tổng hợp gây ức chế nội tiết nên chúng có những ảnh hưởng giống nhau lên sinh vật. Do đó, những tác động của NP lên sự phát triển của phơi vi giáp xác là nguyên nhân làm giảm sức sinh sản của sinh vật. Theo hiểu biết của chúng tôi, đây là những ghi nhận đầu tiên về ảnh hưởng của NP lên sức sinh sản của các loài vi giáp xác *C. cornuta*, *D. lumholtzi* và *D. magna*.

#### 4 KẾT LUẬN

Những kết quả trong nghiên cứu này chỉ ra rằng hợp chất NP đã gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức sống và sinh sản của các loài vi giáp xác *C. cornuta*, *D. lumholtzi* và *D. magna*. Điều này có thể dẫn đến sự suy giảm số lượng động vật phiêu sinh, mất đa dạng sinh thái trong thủy vực có hàm lượng NP cao. Do đó, quan trắc chất lượng môi trường nước nên bao gồm chỉ tiêu các hợp chất EDCs như NP nên được thực hiện, bên cạnh các chỉ tiêu hóa lý cơ bản và thiết yếu theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Bên cạnh đó, thử nghiệm sinh học dựa vào vi giáp xác có nguồn gốc nhiệt đới (*C. cornuta*, *D. lumholtzi*) để đánh giá an toàn chất lượng môi trường nước mặt, đặc biệt ở những khu vực xả thải từ hoạt động con người nên được lồng ghép vào trong quan trắc chất lượng nước.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số B2014-48-01.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Adema, D.M.M., 1978. *Daphnia magna* as a test animal in acute and chronic toxicity test. *Hydrobiologia* 59: 125-134.

Ahel, M., Giger, W., Koch, M., 1994a. Behavior of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment 1. Occurrence and transformation in sewage-treatment. *Water Res.* 28: 1131–1142.

Ahel, M., Giger, W., Schaffner, C., 1994b. Behavior of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment 2.

Occurrence and transformation in rivers. *Water Res.* 28: 1143–1152.

American Public Health Association (APHA), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC.

Ashby, J., Odum, J., Tinwell, H., Lefevre, P.A., 1997. Assessing the risks of adverse endocrine-mediated effects: where to from here? *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 26: 80–93.

Baldwin, W.S., Milam, D.L., LeBlanc, G.A., 1995. Physiological and biochemical perturbations in *Daphnia magna* following exposure to the model environmental estrogen diethylstilbestrol. *Environ. Toxicol. Chem.* 14: 945–952.

Bokern, M., Harms, H.H., 1993. Toxicity and metabolism of 4-nonylphenol in different plant systems. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.* 58: 217–224.

Boone, M.D. Jame, S.M., 2003. Interaction of an insecticide, herbicide, and natural stressors in amphibian community mesocosms. *Ecological Applications* 13: 829-841.

Brooke, D., Johnson, I., Mitchell, R., Watt, C., 2005. Environmental risk evaluation report: 4-tert-octylphenol. Environmental Agency, Bristol, 218.

Brown, R.J., Conradi, M., Depledge, M.H., 1999. Long-term exposure to 4-nonylphenol affects sexual differentiation and growth of the amphipod *Corophium volutator*. *Sci. Total Environ.* 233: 77–88.

Bui, L.T.K., Do-Hong, L.C., Dao, T.S., Hoang, T.C., 2016. Copper toxicity and the influence of water quality of Dongnai River and Mekong River waters on copper bioavailability and toxicity to three tropical species. *Chemosphere* 144: 872-878.

Chang, E.S., 1997. Chemistry of crustacean hormones that regulate growth and reproduction. In: Fingerman, M., Nagabhushanam, R., Thompson, M.F. (Eds). Recent advances in marine biotechnology, endocrinology and reproduction. Science Publishers, pp. 163–178.

Charmantier, G., Charmantier-Daures, M., Van Herp, F., 1997. Hormonal regulation of growth and reproduction in Crustaceans. In: Fingerman, M., Nagabhushanam, R., Thompson, M.F. (Eds). Recent advances in

- marine biotechnology, endocrinology and reproduction. Science Publishers, pp. 109–161.
- Dao, T.S., Do-Hong, L.C., Wiegand, C., 2010. Chronic effects of cyanobacterial toxins on *Daphnia magna* and their offspring. *Toxicol* 55: 1244-1254.
- Dao, T.S., Vo, T.M.C., Do, H.L.C., Nguyen, P.D., 2014. Development of *Daphnia magna* under exposure to the xenobiotic octylphenol. *Journal of Vietnamese Environment*, 6 (2): 155-158.
- Do-Hong, L.C., Slooten, K.B.V., Tarradellas, J., 2004. Tropical ecotoxicity testing with *Ceriodaphnia cornuta*. *Environ. Toxicol.* 19, 497-504.
- Fiege, H., Voges, H.W., Hamamoto, T., Umemura, S., Iwata, T., Miki, H., et al. 2000. Phenol derivatives. *Ullmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry*. John-Wiley and Sons Inc.
- Fries, E., Puttmann, W., 2003. Occurrence and behaviour of 4-nonylphenol in river water of Germany. *Environ. Monitor.* 5: 598–603.
- Gao, Q.T., Tam, N.F.Y., 2011. Growth, photosynthesis and antioxidant responses of two microalgal species, *Chlorella vulgaris* and *Selenastrum capricornutum*, to nonylphenol stress. *Chemosphere* 82: 346–354.
- Gray, L.E., Ostby, J., Wolf, C., Lambright, C., Keice, W., 1998. The value of mechanistic studies in laboratory animals for the prediction of reproductive effects in wildlife: endocrine effects on mammalian sexual differentiation. *Environ. Toxicol. Chem.* 17: 109–118.
- Guenther, K., Heinke, V., Thiele, B., Kleist, E., Raecker, T., 2002. Endocrine disrupting nonylphenols are ubiquitous in food. *Environ. Sci. Technol.* 36: 1676–1680.
- Johnson, A.C., Sumpster, J.P., 2001, Removal of endocrine-disrupting chemicals in activated sludge treatment works. *Environ. Sci. Technol.* 35: 4697–4703.
- Kannan, K., Keith, T.L., Naylor, C.G., Staples, C.A., Snyder, S.A., Giesy, J.P., 2003. Nonylphenol and nonylphenol ethoxylates in fish, sediment, and water from the Kalamazoo River. Michigan. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 44: 77–82.
- Kilham, S.S., Kreeger, D.A., Lynn, S.G., Goulden, C.E., Herrera, L., 1998. COMBO: a defined freshwater culture medium for algae and zooplankton. *Hydrobiologia* 377: 147-159.
- Koh, Y.K.K., Lester, J.N., Scrimshaw, M.D., 2005. Fate and behavior of alkylphenols and their polyethoxylates in an activated sludge plant. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 75: 1098–1106.
- Kotai, J., 1972. Introductions for Preparation of Modified Nutrient Solution Z8 for Algae. Norwegian Institute for Water research, Oslo, B-11/69, 1-5.
- Lampert, W., 2006. *Daphnia*: model herbivore, predator and prey. *Polish J. Ecol.* 54: 607-620.
- Langford, K.H., Scrimshaw, M.D., Brikett, J.W., Lester J.N., 2005. Degradation of nonylphenolic surfactants in activated sludge batch tests. *Water. Res.* 39: 870–876.
- Langford, K.H., Lester, J.N., 2002. Fate and behaviour of endocrine disrupters in wastewater treatment processes. In: Brikett JW, Lester JN, editors. *Endocrine disrupters in wastewater and sludge treatment processes*. Boca Raton, USA: CRC Press Inc.
- Lech, J.J., Lewis, S.K., Ren, L., 1996. In vivo estrogenic activity of nonylphenol in rainbow trout. *Fundam. Appl. Toxicol.* 30: 229–232.
- Lorenc, J.L., Scheffer, G., 2003. Alkylphenols W. Kirk–Othmer encyclopaedia of chemical technology. John Wiley and Sons Inc.
- McCleave, D.W., Zitka, V., Metcalf, C.D. and Sergeant, D.B., 1980. Lethality of minocarb and the components of the aminocarb formulation to juvenile Atlantic salmon, marine invertebrates and a freshwater clam. *Chemosphere* 9: 79-82.
- Nakada, N., Tanishima, T., Shinohara, H., Kiri, K., Takada, H., 2006. Pharmaceutical chemicals and endocrine disrupters in municipal wastewater in Tokyo and their removal during activated sludge treatment. *Water Res.* 40: 3297–303.
- Nowak, K.M., Kouloumbos, V.N., Schäffer, A., Corvini, P.F.X., 2008. Effect of sludge treatment on the bioaccumulation of nonylphenol in grass grown on sludge-amended soil. *Environ. Chem. Lett.* 6: 53–58.
- Petrovic, M., Sole, M., de Alda, M.J.L., 2002. Barcelo D. Endocrine disruptors in sewage treatment plants, receiving river waters, and

- sediments: integration of chemical analysis and biological effects on feral carp. *Environ. Toxicol. Chem.* 21: 2146–2156.
- Shao, B., Hu, J., Yang, M., 2003. Nonylphenol ethoxylates and their biodegradation intermediates in water and sludge of a sewage treatment plant. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 70: 527–532.
- Sabik, H., Gagne, F., Blaise, C., Marcogliese, D.J., Jeannot, R., 2003. Occurrence of alkylphenol polyethoxylates in the St. Lawrence River and their bioconcentration by mussels (*Elliptio complanata*). *Chemosphere* 51: 349–356.
- US. EPA (United States Environmental Protection Agency), 1990. Testing consent order on 4-nonylphenol, branched. *Fed. Reg.* 35, 5991–5994.
- Van Ry, D.A., Dachs, J., Giglotti, C.L., Brunciak, P.A., Nelson, E.D., Eisenreich, S.J., 2000. Atmospheric seasonal trends and environmental fate of alkylphenols in the lower Hudson River estuary. *Environ. Sci. Technol.* 34: 2410–2417.
- Vo, T.M.C., Nguyen, T.S., Bui, B.T., Bui, L.T.K., Do-Hong, L.C., Nguyen, P.D., Nguyen, T.P., Dao, T.S., 2014. Chronic effects of the atrazine and estriol on *Daphnia magna*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 52 (3A): 323-329
- Wang, J., Xie, P., 2007. Antioxidant enzyme activities of *Microcystis aeruginosa* in response to nonylphenols and degradation of nonylphenols by *M. aeruginosa*. *Environ. Geochem. Health* 29: 375–383.
- Zhang, L., Gible, R., Baer, K.N., 2003. The effects of 4-nonylphenol and ethanol on acute toxicity, embryo development, and reproduction in *Daphnia magna*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 55: 330-337.