

# KHẢ NĂNG CHỊU ĐỤNG CỦA MỘT SỐ ĐỘNG VẬT ĐÁY CỒ LỚN VỚI PH VÀ AMONI TRONG NỀN NƯỚC THẢI KHU CÔNG NGHIỆP PHÚ BÀI SAU XỬ LÝ

Lê Công Tuấn<sup>1\*</sup>, Tôn Thất Hữu Đạt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

<sup>2</sup>Viện nghiên cứu Khoa học miền Trung

## Tóm tắt

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của pH và nồng độ của amoni của nước thải sau xử lý của hệ thống xử lý nước thải tập trung của khu công nghiệp Phú Bài. Kết quả nghiên cứu cho thấy thời gian gây chết 100 % động vật đáy thử nghiệm ( $LT_{100}$ ) trong khoảng 6 - 18h, trong đó tôm *Palaemon mani* và cua đồng *Siamthelphusa beauvoisi* nhạy cảm với pH và amoni hơn so với các loài trai *Elliptio dilatata*, hến *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula luteola*, *Corbicula sandai* và ốc bươu *Pila conica* là loại ít nhạy cảm nhất trong số các động vật đáy được thử nghiệm. Tại các giá trị pH (3 - 5) và amoni (10 - 14 mg/L) vượt chuẩn so với giá trị cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT, giá trị  $LT_{100}$  của động vật đáy thử nghiệm đã giảm xuống đáng kể (6 - 14h), cho thấy chúng làm gia tăng độc tính đối với các loài động vật đáy thử nghiệm. Trong đó, các loài động vật đáy thử nghiệm nhạy cảm với amoni hơn so với pH.

**Từ khóa:** Động vật đáy; pH; Amoni; Nước thải; Khu công nghiệp; Phú Bài.

## Abstract

### ***Tolerance capacity of macrobenthos to pH and ammonium in treated Phu Bai Industrial Park wastewater***

Our study, which focused on the effects of pH and ammonium concentration in the treated wastewater of the wastewater treatment plant of Phu Bai Industrial Park, has unveiled some concerning findings. The lethal time 100 - the time required to kill 100 % macrobenthos ( $LT_{100}$ ) of the tested macrobenthos, ranging from 6 to 18h, indicates a significant sensitivity of different macrobenthos species to pH and ammonium levels. The shrimp *Palaemon mani* and crab *Siamthelphusa beauvoisi*, in particular, were found to be more sensitive to pH and ammonium than mussels *Elliptio dilatata*, *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula luteola*, *Corbicula sandai*. The snail *Pila conica*, however, exhibited the least susceptibility among the tested macrobenthos. Alarmingly, at values of pH (3 - 5) and ammonium (10 - 14 mg/L) exceeding the standards allowed by QCVN 40:2011/BTNMT, the  $LT_{100}$  values of the tested macrobenthos decreased significantly (6 - 14h), indicating a surge in environmental toxicity. Our study also revealed that the tested macrobenthos were more sensitive to ammonium than to pH, highlighting the urgent need for action to address these issues.

**Keywords:** Macrobenthos; pH; Ammonium; Wastewater; Industrial park; Phu Bai.

\*Tác giả liên hệ, Email: lctuan@hueuni.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.582>

## **1. Giới thiệu**

Sự phát triển công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước đóng một vai trò quan trọng hàng đầu trong quá trình phát triển, nâng cao nền sản xuất vật chất và đời sống văn hóa - xã hội của đất nước lên trình độ mới. Tuy nhiên, quá trình phát triển tập trung của các hoạt động sản xuất công nghiệp, khu công nghiệp cũng có thể dẫn đến các nguy cơ về môi trường nếu không được kiểm soát tốt, đặc biệt là tại các thành phố lớn có sự tập trung của nhiều khu công nghiệp (KCN). Tính đến cuối năm 2020, trên phạm vi cả nước có 369 KCN được thành lập với tổng diện tích 114 nghìn ha [1]. Theo báo cáo của Chính phủ về công tác bảo vệ môi trường năm 2020, có 90,69 % KCN đang hoạt động có công trình xử lý nước thải tập trung và 90,9 % đã lắp đặt hệ thống quan trắc nước thải tự động [4]. Mặc dù vậy, nhiều dự án, cơ sở hiện đang đầu tư, vận hành tại các KCN vẫn có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường. Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020 cho thấy chất lượng nước mặt nhiều đoạn sông bị ảnh hưởng bởi nước thải từ các hoạt động của các KCN [2]. Do đó, cần phải có các biện pháp để giám sát và xử lý nước thải KCN hiệu quả trước khi xả thải ra môi trường.

Bên cạnh việc quan trắc và đánh giá chất lượng nước bằng các phương pháp hóa học, các sinh vật thủy sinh cũng đã được sử dụng để làm chỉ thị cho chất lượng nước thông qua các chỉ số đa dạng sinh học, chỉ số sinh học, chỉ số ô nhiễm,... [5, 9]. Các sinh vật thủy sinh được sử dụng trong các nghiên cứu chỉ thị ô nhiễm cũng rất đa dạng, bao gồm tuyến trùng, tảo, động vật đáy, giáp xác, cá,... [10, 11, 12, 13]. Tuy nhiên, các nghiên

cứu trước đây chủ yếu tập trung vào việc ứng dụng các chỉ số sinh học và các sinh vật chỉ thị để đánh giá chất lượng nước mặt tại các thủy vực như sông, suối, hồ,... [10, 11, 13]. Trong khi đó chưa có nhiều nghiên cứu các sinh vật chỉ thị sinh học trong việc quản lý, cảnh báo chất lượng nước thải công nghiệp nhằm góp phần cảnh báo sớm các sự cố môi trường tại các khu công nghiệp.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của pH và nồng độ amoni đối với nước thải sau xử lý của hệ thống xử lý nước thải tập trung KCN Phú Bài đối với một số động vật đáy cỡ lớn, phục vụ cho việc tìm kiếm các sinh vật chỉ thị sinh học thích hợp trong quản lý và cảnh báo sớm chất lượng nước thải KCN trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên - Huế.

## **2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Động vật đáy thử nghiệm**

Các động vật đáy được dùng trong thí nghiệm được thu thập từ các hồ sinh học và các khu vực sông tiếp nhận nước thải sau xử lý của các KCN. Các động vật đáy được thử nghiệm được mô tả ở Bảng 1.

**Bảng 1. Các loài động vật đáy được sử dụng cho các thí nghiệm**

TT	Tên khoa học	Tên Việt Nam	Chiều dài (cm)	Số cá thả (con/bể)
1	Elliptio dilatata	Trai	12,7 ± 0,4	10
2	Corbicula lamarckiana	Hén	2,2 ± 0,2	10
3	Corbicula luteola	Hén	2,3 ± 0,3	10
4	Corbicula sandai	Hén	2,1 ± 0,2	10
5	Palaemon mani	Tôm	9,4 ± 0,8	10
6	Pila conica	Ốc buou	5,4 ± 0,7	10
7	Siamthelphusa beauvoisi	Cua đồng	4,6 ± 0,5	10

## **2.2. Nước thải thử nghiệm**

Nước thải nền được thử nghiệm là nước thải của KCN Phú Bài đã được xử lý bởi hệ thống xử lý nước thải tập trung của KCN. Các thông số nền cơ bản của nước thải được phân tích bao gồm: Nhiệt độ nước và pH bằng máy đo pH cầm tay hiệu Hanna HI8224, nồng độ oxy hoà tan bằng máy đo DO hiệu Hanna HI 9147-04, tổng chất rắn lơ lửng (TSS) được phân tích theo TCVN 6625:2000, nồng độ amoni được đo bằng máy đo amoni hiệu Hanna HI733, BOD<sub>5</sub> được phân tích theo TCVN 6001-2:2008, COD được phân tích theo SMEWW 5220C:2017, tổng nitơ được phân tích theo TCVN 6638:2000 và tổng photphat được phân tích theo TCVN 6202:2008.

## **2.3. Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của pH và amoni của nước thải đối với các động vật đáy được thực hiện trong các bể có thể tích 150L (50 × 60 × 50 cm). Thí nghiệm được thiết kế độc lập, đơn yếu tố thí nghiệm, bố trí trong hệ thống. Mật độ động vật đáy được thử nghiệm là 10 con/bể.

Ảnh hưởng của pH đối với các động vật đáy được khảo sát ở hai mức: Tại mức cảnh báo (pH 3 - 5) và mức đối chứng (pH 6 - 8). Ảnh hưởng của amoni đối với các động vật đáy cũng được thực hiện ở hai mức: Tại mức cảnh báo (10 - 14 mg/L) và mức đối chứng (5 - 9 mg/L). Các mức đối chứng của pH và amoni được thử nghiệm là giá trị/nồng độ đạt cột B của QCVN 40:2011/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp). Trong khi đó các mức pH và amoni không đạt QCVN 40:2011/BTNMT được sử dụng làm cảnh báo (Bảng 2).

**Bảng 2. Các mức pH và amoni trong thí nghiệm đánh giá khả năng chỉ thị sinh học nước thải khu công nghiệp Phú Bài**

<b>Thông số thử nghiệm</b>	<b>Đối chứng (đạt cột B của QCVN 40:2011/BTNMT)</b>	<b>Cảnh báo (vượt cột B của QCVN 40:2011/BTNMT)</b>
Amoni	5 - 9 mg/L	10 - 14 mg/L
pH	6 - 8	3 - 5

Ảnh hưởng của pH và amoni đến tỷ lệ chết của động vật đáy thử nghiệm được theo dõi trong vòng 96 giờ (4 ngày). Thời gian gây chết 100 % động vật thử nghiệm (LT<sub>100</sub>) được xác định tại thời điểm tất cả các cá thể thử nghiệm bị chết.

Sự biến động của các thông số nước thải trong quá trình thử nghiệm được đo 2 lần/ngày vào lúc 6h và 18h. Tiến hành đo nhiệt độ nước và pH bằng máy đo pH cầm tay hiệu Hanna HI8224, nồng độ oxy hoà tan bằng máy đo DO hiệu Hanna HI 9147-04, nồng độ amoni được đo bằng máy đo amoni hiệu Hanna HI733.

Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

## **2.4. Phân tích thống kê**

Phân tích thống kê được thực hiện bằng phương pháp One-way ANOVA tại mức ý nghĩa  $p < 0,05$  bằng phần mềm SPSS version 29.0.

## **3. Kết quả và thảo luận**

### **3.1. Đặc điểm nước thải sau xử lý của khu công nghiệp Phú Bài**

Các thông số nền của nước thải sau xử lý của KCN Phú Bài được trình bày ở Bảng 3. Kết quả phân tích cho thấy, tất cả các thông số nền của nước thải sau xử lý của KCN Phú Bài như nhiệt độ, pH, BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, amoni, tổng N, tổng P đều đạt QCVN 40:2011/BTNMT. Ngoại trừ amoni đạt cột B của QCVN 40:2011/

## Nghiên cứu

BTNMT (cho phép xả vào các nguồn nước không dùng cho mục đích sinh hoạt), các thông số còn lại đều đạt cột A của QCVN 40:2011/BTNMT (cho phép xả vào các

nguồn nước dùng cho mục đích sinh hoạt). Kết quả này cho thấy nước thải KCN Phú Bài đã được xử lý đạt yêu cầu trước khi xả thải ra môi trường.

**Bảng 3. Các thông số chất lượng của nước thải sau xử lý của KCN Phú Bài**

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị	QCVN 40:2011/BTNMT	
				Cột A	Cột B
1	Nhiệt độ	°C	28,9	40	40
2	pH	-	7,41	6 - 9	5,5 - 9
3	BOD <sub>5</sub>	mg/L	29,4	30	50
4	COD	mg/L	64,7	75	150
5	TSS	mg/L	22,3	50	100
6	Amoni	mg/L	7,82	5	10
7	Tổng N	mg/L	17,3	20	40
8	Tổng P	mg/L	2,33	4	6

### **3.2. Sự biến động của các thông số môi trường cơ bản trong quá trình thử nghiệm**

#### **3.2.1. Sự biến động của các yếu tố môi trường theo pH trong quá trình thử nghiệm**

Kết quả theo dõi sự biến động của các yếu tố môi trường cơ bản trong thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của pH đối với động vật đáy cho thấy nhiệt độ dao động trong khoảng 26,4 - 32,2 °C, oxy hoà tan dao động trong khoảng 3,3 - 5,9 mg/L, amoni dao động trong khoảng 5,2 - 8,9 mg/L. Nhiệt độ và oxy hoà tan có xu hướng tăng theo thời gian thí nghiệm, trong khi đó amoni có xu hướng giảm theo thời gian thí nghiệm. Nhiệt độ trung bình của lô thí nghiệm mức pH 3 - 5 và mức pH 6 - 8 là tương đồng với nhiệt độ  $29,0 \pm 1,9$  °C. Nồng độ oxy hoà tan trung bình của nước thải của lô thí nghiệm mức pH 3 - 5 là  $4,6 \pm 0,8$  mg/L thấp hơn so với nồng độ oxy hòa tan trung bình  $5,1 \pm 1,0$  mg/L của mức pH 6 - 8. Nồng độ

amoni trung bình của lô thí nghiệm mức pH 3 - 5 là  $7,4 \pm 1,0$  mg/L cao hơn so với trung bình  $5,5 \pm 2,9$  mg/L của mức pH 6 - 8. Kết quả phân tích thống kê cho thấy ngoài trừ nhiệt độ nước của 2 mức thí nghiệm có sự tương đồng với  $p > 0,05$ , còn 2 yếu tố DO và amoni đều có sự sai khác với  $p < 0,05$ , nhưng sự sai khác này đều nằm trong khoảng cho phép nên không có sự ảnh hưởng đến thiết kế thí nghiệm (Bảng 4).

Yếu tố thí nghiệm là pH có xu hướng tăng theo thời gian thí nghiệm mặc dù được điều chỉnh hàng ngày về cận dưới 3 của mức pH 3 - 5 và 6 của mức pH 6 - 8. Giá trị pH của hai lô thí nghiệm dao động trong khoảng từ 3 - 4,9 và 6,2 - 7,9 tương ứng, trong khoảng dao động cho phép đặt ra ban đầu của thiết kế thí nghiệm và có sự sai khác về mặt thống kê ( $p < 0,05$ ). Trung bình pH của lô thí nghiệm mức 3 - 5 là  $3,7 \pm 0,6$  thấp hơn so với trung bình  $6,9 \pm 0,5$  của mức 6 - 8 (Bảng 4).

**Bảng 4. Sự thay đổi các yếu tố môi trường thử nghiệm ảnh hưởng của pH lên các loài động vật đáy thử nghiệm**

Thông số	pH 3 - 5				pH 6 - 8			
	pH	Nhiệt độ (°C)	DO (mg/L)	Amoni (mg/L)	pH	Nhiệt độ (°C)	DO (mg/L)	Amoni (mg/L)
24h	3,3	27,0	4,2	8,9	6,3	27,0	4,1	8,8
48h	3,6	27,0	4,0	8,1	6,7	27,0	4,0	8,0
72h	3,9	27,5	4,2	6,5	6,8	27,5	4,2	6,5
96h	3,9	28,0	4,5	4,2	7,0	28,0	4,6	4,0
Trung bình	3,72±0,65a	29,06±1,94a	4,60±0,82a	7,41±1,05a	6,92±0,51b	29,06±1,94a	5,10±1,09b	5,58±2,97b

Ghi chú: Các giá trị có các ký hiệu chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$

**3.2.2. Sự biến động của các yếu tố môi trường theo amoni trong quá trình thử nghiệm**

Kết quả theo dõi các thông số môi trường trong quá trình thử nghiệm ảnh hưởng của amoni lên động vật đáy cho thấy pH dao động trong khoảng 6,2 - 8,4, nhiệt độ dao động trong khoảng 27,4 - 32,0 °C, oxy hoà tan dao động trong khoảng 3,7 - 7,2 mg/L và cả 3 yếu tố đều có xu hướng tăng theo thời gian thí nghiệm, các yếu tố môi trường thí nghiệm nằm trong khoảng phù hợp với ngưỡng sinh trưởng của sinh vật thủy sinh [6, 7, 8], QCVN 38:2011/BTNMT. pH trung bình của lô thí nghiệm tại mức amoni 10 - 14 mg/L là  $7,7 \pm 0,9$  cao hơn so với trung bình  $7,4 \pm 0,7$  của lô thí nghiệm tại mức amoni 6 - 9 mg/L. Nhiệt độ trung bình của nước thải trong lô thí nghiệm tại mức amoni 10 - 14 mg/L và tại mức amoni 6 - 9 mg/L là tương đồng với giá trị  $29,2 \pm 2,0$  °C. Nồng độ oxy hoà tan trong lô thí nghiệm tại mức amoni 10 - 14 mg/L là  $5,8 \pm 1,3$  mg/L, cao hơn so với trung bình  $5,4 \pm 1,0$  mg/L của lô thí nghiệm tại mức amoni 6 - 9 mg/L.

Kết quả phân tích thống kê cho thấy ngoài trừ nhiệt độ nước của 2 mức thí nghiệm có sự tương đồng với  $p > 0,05$ , còn 2 yếu tố DO và pH đều có sự sai khác với  $p < 0,05$ , nhưng sự sai khác này đều nằm trong khoảng cho phép nên không có sự ảnh hưởng đến thiết kế thí nghiệm (Bảng 5).

Yếu tố thí nghiệm amoni được kiểm soát tốt, dao động trong khoảng từ  $12,3 \pm 1,3$  của mức 10 - 14 mg/L và  $7,4 \pm 1,2$  của mức 6 - 9 mg/L, khoảng dao động này nằm trong ngưỡng cho phép đặt ra ban đầu của thiết kế thí nghiệm và có sự sai khác về mặt thống kê ( $p < 0,05$ ) (Bảng 5). Ở lô thí nghiệm sức chịu đựng của cá với amoni, khi quy đổi sang amoniac (mg/L) dựa trên nhiệt độ và pH cho thấy mức amoni từ 5 - 9 mg/L thì ngưỡng amoniac vẫn nằm trong ngưỡng an toàn đối với sinh vật thủy sinh ( $< 0,5$  mg/L), nhưng mức amoni từ 10 - 14 mg/L thì amoniac đã vượt ngưỡng an toàn và nguy cơ gây chết đối với sinh vật thí nghiệm ( $> 0,5$  mg/L) [6, 7, 8], QCVN 38:2011/BTNMT.

## Nghiên cứu

**Bảng 5. Sự thay đổi các yếu tố môi trường thử nghiệm ảnh hưởng của amoni lên các loài động vật đáy thử nghiệm**

Thông số	Amoni (5 - 9 mg/L)				Amoni (10 - 14 mg/L)			
	pH	Nhiệt độ (°C)	DO (mg/L)	Amoni (mg/L)	pH	Nhiệt độ (°C)	DO (mg/L)	Amoni (mg/L)
24h	6,8	28,3	4,3	8,6	7,0	28,5	4,5	13,6
48h	7,3	29,3	5,2	7,7	7,7	29,3	5,4	12,6
72h	7,7	29,5	6,1	6,9	8,4	29,5	6,6	11,8
96h	7,8	29,7	6,0	6,7	8,1	29,7	6,9	11,4
Trung bình	7,40±0,76b	29,2±2,06a	5,4±1,09b	7,4±1,24b	7,78±0,92a	29,2±2,02a	5,84±1,32a	12,35±1,35a

Ghi chú: Các giá trị có các ký hiệu chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$

### **3.3. Ảnh hưởng của pH và amoni đến các động vật đáy thử nghiệm**

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của pH và amoni đối với động vật đáy cho mức độ chịu đựng của các loài trai *Elliptio dilatata*, hến *Corbicula lamareckiana*, *Corbicula luteola*, *Corbicula sandai* là tương tự nhau, thể hiện qua thời gian gây chết 100 % ( $LT_{100}$ ) các loài này giống nhau. Trong khi đó tôm *Palaemon mani* và cua đồng *Siamthelphusa beauvoisi* nhạy cảm hơn đối pH và amoni với các giá trị  $LT_{100}$  thấp hơn so với các loài trai, hến. Ốc bươu *Pila conica* ít nhạy cảm nhất trong số các loài động vật đáy thử nghiệm đối với pH và amoni (Bảng 6). Giá trị  $LT_{100}$  của các động vật đáy thử nghiệm trong nghiên cứu này tại các mức pH và amoni nằm trong khoảng cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT là khá thấp (12 - 18 giờ) cho thấy các loài động vật đáy này không thích nghi tốt với các yếu tố môi trường của nước thải sau xử lý. Điều này có thể là do môi trường sống tự nhiên của các loài này trong tự nhiên khác với các điều kiện môi trường của nước thải KCN sau xử lý dẫn đến khả

năng thích nghi kém. Mặt khác, các nghiên cứu trước đây cũng cho thấy rằng các loài giáp xác như tôm và cua cũng thường nhạy cảm với các yếu tố môi trường hơn so các động vật thân mềm hai mảnh vỏ như như trai, hến, trong khi đó động vật thân mềm như ốc ít nhạy cảm hơn so với các loài trên [3].

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sự nhạy cảm của các loài động vật đáy là khác nhau đối với các mức thử nghiệm pH và amoni khác nhau. Tại các mức pH (6 - 8) và amoni (5 - 9 mg/L) nằm trong khoảng cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT, giá trị  $LT_{100}$  của các loài động vật đáy thử nghiệm là giống nhau (12 - 24h), trong khi đó tại các mức pH (3 - 5) và amoni (10 - 14 mg/L) vượt giá trị cho phép xả thải của QCVN 40:2011/BTNMT, giá trị  $LT_{100}$  của các loài động vật đáy thử nghiệm đã giảm xuống còn 6 - 14h). Giá trị  $LT_{100}$  của các động vật thử nghiệm đối amoni (10 - 14 mg/L) thấp hơn so với thử nghiệm pH 3 - 5 cho thấy các loài động vật này nhạy cảm với amoni hơn so với pH.

**Bảng 6. Ảnh hưởng của pH và amoni lên thời gian gây chết  $LT_{100}$  (giờ) của các động vật đáy thử nghiệm**

Động vật đáy thử nghiệm	pH		Amoni (mg/L)	
	pH 6 - 8	pH 3 - 5	5 - 9	10 - 14
<i>Elliptio dilatata</i> (Trai)	18	14	18	10
<i>Corbicula lamarckiana</i> (Hến)	18	14	18	10
<i>Corbicula luteola</i> (Hến)	18	14	18	10
<i>Corbicula sandai</i> (Hến)	18	14	18	10
<i>Palaemon mani</i> (Tôm)	12	8	12	6
<i>Pila conica</i> (Ốc bươu)	24	18	24	12
<i>Siamthelphusa beauvoisi</i> (Cua đồng)	12	8	12	6

#### 4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của pH và amoni của nước thải sau xử lý của hệ thống xử lý nước thải tập trung của KCN Phú Bài. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Các thông số của nước thải KCN Phú Bài sau xử lý đều đạt Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp QCVN 40:2011/BTNMT. Sự biến đổi của các thông số môi trường nhiệt độ, pH, DO, amoni nằm trong khoảng cho phép của thử nghiệm. Thời gian gây chết 100 % động vật đáy thử nghiệm ( $LT_{100}$ ) trong khoảng 6 - 24h, trong đó tôm *Palaemon mani* và cua đồng *Siamthelphusa beauvoisi* nhạy cảm với pH và amoni hơn so với các loài trai *Elliptio dilatata*, hến *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula luteola*, *Corbicula sandai* và ốc bươu *Pila conica* là loại ít nhạy cảm nhất trong số các động vật đáy được thử nghiệm. Tại các giá trị pH (3 - 5) và amoni (10 - 14 mg/L) vượt chuẩn so với giá trị cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT, giá trị  $LT_{100}$  của các động vật đáy thử nghiệm đã giảm xuống đáng kể (6 - 14h), cho thấy chúng làm gia tăng độc tính đối với các loài động vật đáy thử nghiệm. Trong đó, các loài động vật đáy thử nghiệm nhạy cảm với amoni hơn so với pH.

**Lời cảm ơn:** Đây là kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh được ngân sách nhà nước tỉnh Thừa Thiên Huế đầu tư: “Nghiên cứu áp dụng chỉ thị sinh học trong quản lý nước thải công nghiệp ở tỉnh Thừa Thiên Huế”. Mã số: TTH.2018-KC.04.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Kế hoạch và Đầu tư (2020). Báo cáo tình hình thành lập và phát triển khu công nghiệp, khu kinh tế.
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020. Nxb. Dân trí.
- [3]. Chang F.H., Lawrence J.E., Rios-Touma B., Resh V.H. (2014). *Tolerance values of benthic macroinvertebrates for stream biomonitoring: Assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide*. Environmental Monitoring and Assessment, 86, 2135 - 2149.
- [4]. Chính phủ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2020). Báo cáo số 238/BC-CP ngày 20 tháng 5 năm 2020 của Chính phủ về rà soát tình hình ô nhiễm môi trường nước tại một số dòng sông lớn và đề xuất giải pháp giảm thiểu.
- [5]. Li L., Zheng B., Liu L., (2010). *Biomonitoring and Bioindicators used for river ecosystems: Definitions, Approaches and Trends*. Procedia environmental sciences, 2, 1510 - 1524.

## Nghiên cứu

- [6]. Mai Đình Yên (1992). *Định loại cá nước ngọt Nam Bộ*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [7]. Nguyễn Văn Hào (2005). *Cá nước ngọt Việt Nam*. Tập II. Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội.
- [8]. Nguyễn Văn Hào (2005). *Cá nước ngọt Việt Nam*. Tập III. Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội.
- [9]. Oertel N., Salánki J. (2003). *Biomonitoring and Bioindicators in Aquatic Ecosystems*. In: Ambasht R.S., Ambasht N.K. (eds) *Modern Trends in Applied Aquatic Ecology*. Springer, Boston, MA.
- [10]. Omar W.M., (2010). *Perspectives on the use of algae as biological indicators for monitoring and protecting aquatic environments, with special reference to Malaysian freshwater ecosystems*. *Tropical life sciences research*, 21(2), 51 - 67.
- [11]. Orozco-González C.E., Ocasio-Torres M.E., (2023). *Aquatic Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality: A Study of an Ecosystem Regulation Service in a Tropical River*. *Ecologies*. 4(2):209 - 228.
- [12]. Parmar T.K., Rawtani D., Agrawal Y. K., (2016). *Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution*. *Frontiers in Life Science*, 9(2), 110 - 118.
- [13]. Plessl C., Otachi E. O., Körner W., Avenant-Oldewage A., Jirsa F., (2017). *Fish as bioindicators for trace element pollution from two contrasting lakes in the Eastern Rift Valley, Kenya: spatial and temporal aspects*. *Environmental science and pollution research international*, 24(24), 19767 - 19776.
- BBT nhận bài: 07/5/2024; Phản biện xong: 17/5/2024; Chấp nhận đăng: 28/6/2024