



DOI:10.22144/ctu.jos.2025.123

SỰ BÀI TIẾT AMMONIA VÀ NITRITE CỦA TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*) TRONG MÔI TRƯỜNG CÓ ĐỘ MẶN KHÁC NHAU

Trương Quốc Huy*, Huỳnh Trường Giang và Trương Quốc Phú

Khoa Sinh học và Môi trường thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): tqhuy@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 14/01/2025

Sửa bài (Revised): 10/02/2025

Duyệt đăng (Accepted): 03/05/2025

Title: Ammonia and nitrite excretion of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in environment with different salinity levels

Author(s): Truong Quoc Huy*, Huynh Truong Giang and Truong Quoc Phu

Affiliation(s): Faculty of Aquatic Biology and Environmental Science, College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu được đề ra trong nghiên cứu nhằm xác định được mức độ bài tiết ammonia và nitrite của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trong các môi trường có độ mặn khác nhau. Các thí nghiệm được bố trí gồm 5 nghiệm thức (5, 10, 15, 20 và 25‰) với 3 lần lặp lại. Nước với các độ mặn khác nhau được pha từ nước ót và nước máy. Thí nghiệm được thực hiện trên bể kính chứa 25 lít nước với mật độ 10 con/bể ($1,5 \pm 0,13\text{g/con}$) và 16 con/bể ($4,41 \pm 0,77\text{g/con}$). Tôm được cho ăn no một giờ trước khi bố trí và không cho ăn trong thời gian thí nghiệm. Mẫu nước và mẫu máu tôm được thu ở các thời điểm 0, 1, 3, 6, 12, 24, 48 và 96 giờ để đo hàm lượng TAN (phương pháp phenate 4500-NH₃ F.) và N-NO₂⁻ (phương pháp so màu 4500-NO₂-B.) Kết quả cho thấy NO₂⁻ là một trong những sản phẩm bài tiết của tôm thẻ chân trắng, tôm bài tiết NO₂⁻ trực tiếp ra môi trường nước. Trung bình, tôm bài tiết 25,32 µg TAN/g/h và 1,22 µg N-NO₂⁻/g/h. Hàm lượng TAN và N-NO₂⁻ trong bình trong máu tôm là 0,85 µg/mL và 0,052 µg/mL. Độ mặn có ảnh hưởng đến mức độ bài tiết TAN, N-NO₂⁻ và hàm lượng TAN trong máu tôm nhưng sự tác động của độ mặn không theo một quy luật rõ ràng. Độ mặn không ảnh hưởng đến hàm lượng N-NO₂⁻ trong máu tôm.

Từ khóa: Ammonia, độ mặn, nitrite, tôm thẻ chân trắng

ABSTRACT

The study aimed to determine ammonia and nitrite excretion levels of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in environments with different salinities. The experiments were arranged with 5 treatments (5, 10, 15, 20 and 25‰), 3 replications for each. Water with different salinities was mixed from concentrated seawater and tap water. The experiments were carried out in glass tanks containing 25 liters of water with a density of 10 shrimp/tank ($1,5 \pm 0,13\text{g/shrimp}$) and 16 shrimp/tank ($4,41 \pm 0,77\text{g/shrimp}$). Shrimp were fed ad libitum one hour before the experiment was conducted and not fed during the experiment. Water and blood samples were collected at 0, 1, 3, 6, 12, 24, 48, and 96 hours to measure TAN (phenate method 4500-NH₃ F.) and NO₂⁻-N (colorimetric method 4500-NO₂-B.) concentration. The results showed that NO₂⁻ was one of the excretory products of white-leg shrimp and shrimp excrete NO₂⁻ directly into the water environment. On average, shrimp excrete 25.32 µg TAN/g/h and 1.22 µg NO₂⁻-N/g/h. The TAN and NO₂⁻-N concentrations in the shrimp blood were 0.85 µg/mL and 0.052 µg/mL. Salinity has affected TAN, N-NO₂⁻ excrete level and TAN concentration in the shrimp blood, but the effect did not follow a clear pattern. Salinity has not impacted on NO₂⁻-N concentration in the shrimp blood.

Keywords: Ammonia, *Litopenaeus vannamei*, nitrite, salinity

1. GIỚI THIỆU

Thủy sản là một trong những ngành kinh tế mũi nhọn đóng góp rất lớn cho kim ngạch xuất khẩu của đất nước. Trong đó tôm nước lợ là một trong những đối tượng xuất khẩu quan trọng. Theo số liệu thống kê đến tháng 10/2024, diện tích nuôi tôm nước lợ khoảng 737 nghìn hecta và sản lượng ước đạt khoảng 1,1 triệu tấn, trong đó sản lượng tôm thẻ chân trắng đạt 799 nghìn tấn (Department of Fisheries [DoF], 2024). Kim ngạch xuất khẩu 9 tháng đầu năm 2024 ước tính đạt 2,8 tỉ USD, hướng đến đạt 4,0 tỉ USD vào cuối năm (Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers[VASEP], 2024).

Bên cạnh những thành tựu đạt được, ngành thủy sản còn gặp nhiều khó khăn như sự biến đổi khí hậu, nguồn nước ô nhiễm do chất thải từ các vùng nuôi tôm, dịch bệnh phát sinh, chất lượng nước suy giảm trong quá trình nuôi... trong đó là hiện tượng mềm vỏ và tỉ lệ hao hụt tăng cao sau mỗi lần tôm lột xác do ảnh hưởng của tổng đạm amôn (TAN - Total Ammonia Nitrogen) và nitrite (NO_2^-) đã gây thiệt hại rất lớn cho nghề nuôi tôm của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và của cả nước.

Rất nhiều kết quả được đưa ra từ các tài liệu nghiên cứu về động vật giáp xác đều cho rằng quá trình chuyển hóa protein bên trong cơ thể chúng sinh ra sản phẩm phụ là ammonia (NH_3), sản phẩm phụ này được bài tiết ra môi trường bên ngoài qua mang hoặc thận (bài tiết nước tiểu) (Dresel & Moyle, 1950; Corner & Newell, 1967; Binns & Peterson, 1969; Snow & Williams, 1971). Trong môi trường nước, một phần NH_3 chuyển hóa thành NH_4^+ dẫn đến hàm lượng TAN tăng cao gây ảnh hưởng đến sinh trưởng và tỉ lệ sống của tôm. Ngoài ra, hiện tượng hàm lượng N- NO_2^- trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng tăng cao đồng thời với hàm lượng TAN dẫn đến tôm bị mềm vỏ sau khi lột xác hoặc lột xác không hoàn toàn gây chết tôm cũng xảy ra. Thông thường, NO_2^- trong ao nuôi thủy sản có nguồn gốc từ quá trình nitrata hóa, nhưng quá trình này diễn ra rất thấp và chậm do trong ao thiếu giá thể cho vi khuẩn nitrata hóa sinh trưởng và do hàm lượng DO thấp ở đáy ao. Vì vậy, hàm lượng N- NO_2^- tăng cao trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng không phải do quá trình nitrata hóa gây ra. Như vậy, nguyên nhân nào dẫn đến hàm lượng N- NO_2^- trong ao nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng tăng cao là một câu hỏi được các nhà khoa học quan tâm. Trong các công trình nghiên cứu đã được công bố, kết quả ở một số nghiên cứu cho thấy tôm sú (*Penaeus monodon*) có thể bài tiết trực tiếp NO_2^- ra môi trường nước khi hàm lượng

TAN trong nước cao (Chen et al., 1994; Shahkar et al., 2014). Chen and Chen (1992) cũng đã công bố rằng có sự tích lũy NO_2^- trong máu tôm he Nhật Bản (*Penaeus japonicus*). Ngoài ra trong thực tế, các ao nuôi có độ mặn thấp thì tôm bị hao hụt do tình trạng lột xác không hoàn toàn xảy ra thường xuyên và trầm trọng hơn so với các ao có độ mặn cao. Hàm lượng N- NO_2^- 3-16 mg/L gây ảnh hưởng đến kích thích lột xác và hội chứng chết do lột xác (molt death syndrome) (Romano & Zeng, 2013). Với kết quả của công trình nghiên cứu nêu trên, một giả thiết được đặt ra là tôm thẻ chân trắng đã bài tiết trực tiếp NO_2^- ra môi trường nước dẫn đến hàm lượng N- NO_2^- tăng ao trong nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh. Để kiểm chứng giả thiết này, nghiên cứu này] đã được thực hiện. Việc xác định mức độ bài tiết NH_3 và NO_2^- của tôm thẻ chân trắng trong các môi trường có độ mặn khác nhau nhằm làm cơ sở cho việc cải tiến quy trình kỹ thuật nuôi tôm phù hợp cho các vùng nuôi có độ mặn khác nhau, tránh hiện tượng tôm bị mềm vỏ, hao hụt do ảnh hưởng của độc tố NH_3 và NO_2^- gây ra.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Thiết bị và hoá chất

Hóa chất được dùng trong thí nghiệm bao gồm các loại khoáng đa lượng như CaCl_2 , MgCl_2 , KCl , Na_2SO_4 , NaHCO_3 ... Các hóa chất và thuốc thử được sử dụng trong phân tích hàm lượng TAN, NO_2^- và chất chống đông máu Citrate-NaCl.

Thí nghiệm được tiến hành trong bể kính 30 lít (chứa 25 lít nước), với hệ thống sục khí để đảm bảo cung cấp đủ oxy cho tôm trong suốt thời gian thí nghiệm. Các dụng cụ thiết bị dùng trong thu thập và phân tích số liệu bao gồm: cân, nhiệt kế, khúc xạ kế, máy đo pH và máy quang phổ UV-Vis.

2.1.2. Đối tượng thí nghiệm

Tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) PL₁₂ được mua từ trại giống của công ty CP Thủy sản Cần Thơ. Tôm được nuôi và thuần dưỡng tại Khoa Sinh học và Môi trường thủy sản cho đến khi đạt khối lượng phù hợp cho mỗi thí nghiệm ($1,5 \pm 0,13\text{g}$ và $4,41 \pm 0,77\text{g}$). Trước khi tiến hành thí nghiệm, tôm được thuần cho đến khi đạt được độ mặn theo các nghiệm thức thí nghiệm.

2.1.3. Nguồn nước thí nghiệm

Nguồn nước thí nghiệm được pha từ nguồn nước máy với nước ót (độ mặn khoảng 90‰) để tạo thành nước có độ mặn thích hợp với các nghiệm thức thí nghiệm. Nguồn nước sau khi pha được điều chỉnh

độ kiềm và hàm lượng các khoáng đa lượng (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} ...) cho phù hợp với nhu cầu của tôm. Sau đó nước được khử trùng bằng chlorine với nồng độ 30 ppm, sục khí mạnh để loại bỏ dư lượng chlorine trước khi tiến hành ương tôm hoặc tiến hành bố trí thí nghiệm.

2.1.4. Thức ăn và chế độ cho ăn

Thức ăn Grobest (40% protein) được dùng để ương tôm trước thí nghiệm. Tôm được cho ăn 4 lần/ngày và khẩu phần ăn được xác định theo Wyk (1999) dựa vào khối lượng tôm. Tôm được cho ăn 1 giờ trước khi tiến hành bố trí lên bể thí nghiệm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thí nghiệm xác định lượng TAN, N-NO_2^- do tôm bài tiết ra môi trường nước ở các nghiệm thức độ mặn khác nhau.

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức: (i) độ mặn 5‰; (ii) độ mặn 10‰; (iii) độ mặn 15‰; (iv) độ mặn 20‰; và (v) độ mặn 25‰. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Mười (10) cá thể tôm có khối lượng khoảng $1,5 \pm 0,13$ g được thả vào mỗi bể thí nghiệm, sau đó mẫu nước được thu vào các thời điểm 0 giờ (bắt đầu thí nghiệm), 1, 3, 6, 12, 24, 48 và 96 giờ để đo hàm lượng TAN, N-NO_2^- trong nước từ đó tính lượng TAN, N-NO_2^- do tôm bài tiết ra môi trường nước. Lượng TAN, N-NO_2^- do tôm bài tiết được tính theo công thức sau:

$$E_N(\text{mg/g/h}) = \frac{(N_s - N_T) \times V}{W_T}$$

Trong đó: E_N là lượng TAN hay N-NO_2^- tôm bài tiết, N_s là hàm lượng TAN hay N-NO_2^- ở thời điểm sau (mg/L), N_T là hàm lượng TAN hay N-NO_2^- trong nước thí nghiệm ở thời điểm trước (mg/L), V là thể tích nước của mỗi bể thí nghiệm (L) và W_T là tổng khối lượng tôm thí nghiệm (g).

Nhiệt độ và pH của các bể thí nghiệm được đo bằng máy đo điện cực (HANNA). Hàm lượng TAN, N-NO_2^- bằng phương pháp 4500- NH_3 F. (LOD = 3,6 $\mu\text{g/L}$), 4500- NO_2^- B. (LOD = 3,0 $\mu\text{g/L}$) (APHA et al., 2012).

2.2.2. Thí nghiệm xác định hàm lượng TAN, N-NO_2^- trong máu tôm ở các nghiệm thức độ mặn khác nhau.

Cách bố trí thí nghiệm tương tự như ở thí nghiệm xác định lượng TAN, N-NO_2^- do tôm bài tiết, nhưng trong thí nghiệm này 16 cá thể tôm (cỡ $4,41 \pm 0,77$ g) được thả cho mỗi bể thí nghiệm. Thí nghiệm cũng được thực hiện trong 96 giờ, mẫu máu tôm cũng được thu thập vào các thời điểm 0, 1, 3, 6, 12, 24, 48 và 96 giờ để đo hàm lượng TAN, N-NO_2^- . Máu tôm

(0,5 mL) được thu ở xoang tĩnh mạch bụng (pericardial cavity) nằm giữa giáp đầu ngực và đốt bụng bằng ống tiêm 1 mL với kim tiêm (0,5 x 25 mm) đã tráng qua dung dịch chống đông máu Citrate-NaCl. Mẫu máu sau đó được cho vào ống eppendorf 1,5 mL chứa 0,5 mL nước cất. Ly tâm 3000 x g (7500 vòng/phút) trong 5 phút, thu lấy dịch nổi dùng để đo hàm lượng TAN và N-NO_2^- .

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thống kê mô tả bằng phần mềm Excel, phân tích ANOVA và so sánh trung bình bằng phần mềm xử lý số liệu SPSS 20.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự bài tiết TAN, NO_2^- ra môi trường nước ở các độ mặn khác nhau.

3.1.1. Biến động nhiệt độ và pH

Nhiệt độ trung bình của các nghiệm thức thí nghiệm dao động trong khoảng 25,6 - 28,9°C. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa các nghiệm thức hầu như không đáng kể, chỉ chênh lệch khoảng 0,1°C vào buổi sáng sớm và 0,4°C vào buổi xế chiều. Sự chênh lệch nhiệt độ trong chu kỳ ngày - đêm trong cùng một bể thí nghiệm cũng rất nhỏ, khoảng 3°C (Bảng 1). Do thí nghiệm trong nhà có mái che nên nhiệt độ khá ổn định là luôn nằm trong khoảng thích hợp cho sự sống của tôm. Theo Krishnani et al. (2006), nhiệt độ thích hợp cho tôm thẻ chân trắng nằm trong khoảng 17 - 33°C và nhiệt độ tối ưu là 28 - 32°C. Như vậy, nhiệt độ trong thí nghiệm luôn nằm trong khoảng thích hợp và nhiệt độ vào buổi chiều đạt đến mức tối ưu cho sự sống tôm.

pH trung bình của các nghiệm thức thí nghiệm dao động từ 7,47 đến 7,96, chênh lệch pH giữa các nghiệm thức thí nghiệm khá nhỏ (khoảng 0,3) và chênh lệch theo chu kỳ ngày - đêm trong cùng bể thí nghiệm cũng rất nhỏ (khoảng 0,1) (Bảng 1). pH thích hợp cho tôm thẻ chân trắng nằm trong khoảng 7,0 - 8,3 (Wyk & Scapa, 1999), khoảng pH tối ưu cho tôm/cá nằm trong khoảng 7,3 - 8,3 (Boyd, 1990), pH dao động trong khoảng tối ưu thường không ảnh hưởng hoạt động sống bình thường của tôm/cá. Như vậy, nhiệt độ và pH của các nghiệm thức thí nghiệm luôn nằm trong khoảng tối ưu và sự khác biệt giữa các nghiệm thức là không đáng kể nên ít gây sai số của thí nghiệm.

Ở điều kiện pH biến động trong khoảng 7,47 - 7,96, nhiệt độ 25,6 - 28,9°C thì tỉ lệ NH_3 chiếm 1,76 - 6,97% của TAN. Với tỉ lệ này, hàm lượng N-NH_3 luôn nằm trong khoảng thích hợp của tôm (<0,1 mg/L) và ít tác động đến sự khác biệt giữa các nghiệm thức.

Bảng 1. Biến động nhiệt độ và pH ở thí nghiệm xác định mức độ bài tiết TAN và N-NO₂⁻

Yếu tố chất lượng nước	Độ mặn (‰)				
	5	10	15	20	25
Nhiệt độ (°C)					
Sáng	25,6 ± 0,41	25,6 ± 0,37	25,7 ± 0,39	25,6 ± 0,35	25,6 ± 0,37
Chiều	28,5 ± 0,57	28,8 ± 0,55	28,7 ± 0,51	28,9 ± 0,60	28,6 ± 0,55
pH					
Sáng	7,96 ± 0,25	7,81 ± 0,22	7,67 ± 0,32	7,64 ± 0,26	7,57 ± 0,24
Chiều	7,95 ± 0,29	7,77 ± 0,25	7,65 ± 0,28	7,54 ± 0,24	7,47 ± 0,25

Số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn.

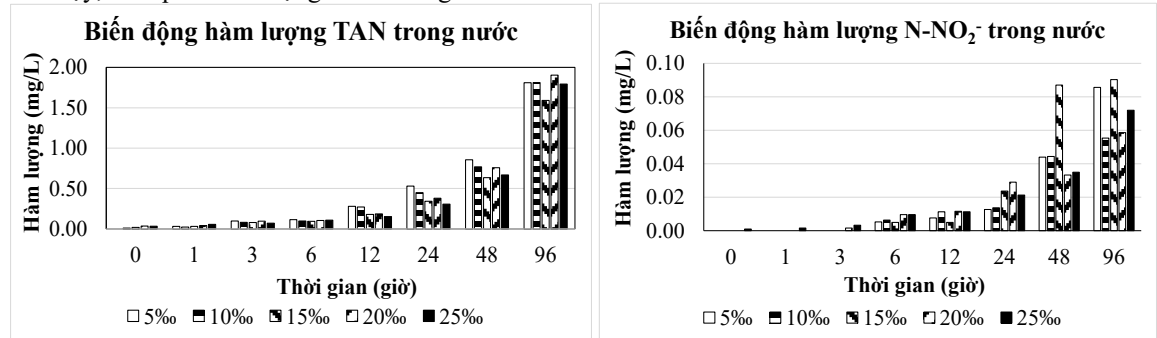
3.1.2. Hàm lượng TAN và N-NO₂⁻ trong môi trường nước và mức độ bài tiết tôm.

Hàm lượng TAN trong nước có xu hướng tăng dần theo thời gian do tôm liên tục bài tiết NH₃, một sản phẩm phụ của quá trình chuyển hóa protein bên trong cơ thể tôm (Hình 1). Nguồn nước dùng trong thí nghiệm hầu như không có chứa TAN (không phát hiện), nhưng ngay sau khi thả tôm vào bể thí nghiệm hàm lượng TAN đo được ở các bể thí nghiệm dao động từ 0,004 đến 0,055 mg/L, đến thời điểm 96 giờ thì hàm lượng TAN trong các bể thí nghiệm đã tăng lên 1,55 - 2,01 mg/L. Trong thí nghiệm này, nhiệt độ cao nhất là 28,9°C và pH là 7,96 thì tỉ lệ N-NH₃/TAN là 6,36%, với tỉ lệ này thì hàm lượng N-NH₃ đều thấp hơn mức cho phép (0,1 mg/L) trừ thời điểm 96 giờ. Ở thời điểm này, hàm lượng TAN cao nhất là 2,01 mg/L tương ứng với N-NH₃ là 1,27 mg/L. Các nghiên cứu về sản phẩm bài tiết của quá trình chuyển hóa protein đều cho rằng sản phẩm chứa nitơ cuối cùng (nitrogenous end-products) của động vật giáp xác phần lớn là NH₃, một ít axit amin, urê và axit uric. Tỉ lệ bài tiết NH₃ của giáp xác bơi nghiêng (*Ammhipoda*) là 70 - 87% (Dresel & Moyle, 1950), của giáp xác chân chèo (*Copepoda*) là 60 - 100% (Corner & Newell, 1967; Harris, 1973). Tôm hùm (*Jasus edwardsi*) có tỉ lệ bài tiết NH₃ là 72% (Binns & Peterson, 1969) và tôm gai (*Palaemonetes varians*) bài tiết NH₃ với tỉ lệ là 95%. Như vậy, kết quả hàm lượng TAN trong nước thí

nghiệm tăng theo thời gian đã cho thấy NH₃ cũng là sản phẩm bài tiết của tôm thẻ chân trắng.

Tương tự như TAN, hàm lượng N-NO₂⁻ trong nước của các bể thí nghiệm cũng có xu hướng tăng dần trong thời gian thí nghiệm (Hình 1). Tuy nhiên, có một điểm khác biệt là trong 3 giờ đầu của thí nghiệm thì hàm lượng N-NO₂⁻ trong nước của hầu hết các bể thí nghiệm đều bằng 0 mg/L, chỉ có 2 trong 15 bể thí nghiệm có hàm lượng N-NO₂⁻ là 0,005 và 0,01 mg/L. Ở thời điểm 6 giờ đều phát hiện được NO₂⁻ ở tất cả các bể thí nghiệm (trung bình 0,005 - 0,1 mg/L). Đến thời điểm 96 giờ, hàm lượng N-NO₂⁻ trung bình đã tăng lên 0,055 - 0,09 mg/L. Kết quả này cho thấy tôm thẻ chân trắng có bài tiết trực tiếp NO₂⁻ ra môi trường nước. Kết quả này cũng tương đồng với công trình nghiên cứu trên tôm sú của Chen et al. (1994), tôm tăng bài tiết NO₂⁻ khi hàm lượng TAN trong nước tăng.

Kết quả nghiên cứu của Chen et al. (1994) cũng cho thấy mức độ bài tiết TAN và N-NO₂⁻ ra môi trường nước có liên quan đến độ mặn của nước, độ mặn tăng từ 10 đến 30‰ thì mức độ bài tiết TAN giảm và mức độ bài tiết NO₂⁻ tăng. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu này chưa tìm thấy ảnh hưởng của độ mặn đến mức độ bài tiết TAN và N-NO₂⁻ bài tiết ra môi trường nước. Sự khác biệt về hàm lượng TAN và N-NO₂⁻ giữa các nghiệm thức là không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).



Hình 1. Hàm lượng TAN và N-NO₂⁻ trong nước

Dựa trên kết quả đo hàm lượng TAN và N-NO_2^- trong nước, mức độ bài tiết TAN và NO_2^- của tôm được xác định và được trình bày qua Bảng 2 và Bảng 3.

Qua Bảng 2, kết quả cho thấy mức độ bài tiết TAN biến động lớn và không theo quy luật nhất định, sự khác biệt về mức độ bài tiết TAN giữa các nghiệm thức vào các thời điểm 3 giờ, 6 giờ và 24 giờ khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), ở các thời điểm còn lại thì mức độ bài tiết TAN giữa các

nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Kết quả về mức độ bài tiết TAN ở thời điểm 3 giờ và 24 giờ tương đồng với kết quả nghiên cứu của Chen et al. (1994), mức độ bài tiết TAN giảm khi độ mặn tăng. Cụ thể, ở độ mặn 10‰ tôm sú bài tiết bài tiết 10,7 - 14,8 $\mu\text{g/g/h}$ trong khi ở độ mặn 30‰ tôm chỉ bài tiết 4,5 - 6,7 $\mu\text{g/g/h}$. Ở thời điểm 6 giờ cho kết quả ngược lại, ở độ mặn 25‰ thì mức độ bài tiết TAN lại cao hơn so với các nghiệm thức có độ mặn thấp hơn.

Bảng 2. Mức độ bài tiết TAN của tôm ra môi trường bên ngoài ($\mu\text{g/g/h}$)

Thời gian (giờ)	Độ mặn (‰)				
	5	10	15	20	25
1	51,3 $\pm$ 59,49 ^{aA}	19,85 $\pm$ 6,46 ^{aBC}	17,48 $\pm$ 6,25 ^{aB}	9,17 $\pm$ 2,20 ^{aCD}	36,05 $\pm$ 31,77 ^{aA}
3	53,6 $\pm$ 11,74 ^{aA}	43,30 $\pm$ 13,49 ^{aA}	34,37 $\pm$ 5,95 ^{aA}	38,18 $\pm$ 10,75 ^{aA}	12,31 $\pm$ 11,44 ^{bA}
6	7,8 $\pm$ 9,68 ^{abA}	7,49 $\pm$ 3,36 ^{abC}	7,65 $\pm$ 4,61 ^{abC}	3,98 $\pm$ 4,06 ^{bD}	17,84 $\pm$ 8,06 ^{aA}
12	46,1 $\pm$ 42,36 ^{aA}	42,38 $\pm$ 8,09 ^{aA}	20,55 $\pm$ 4,11 ^{aB}	20,61 $\pm$ 18,71 ^{aBC}	10,46 $\pm$ 6,62 ^{aA}
24	34,1 $\pm$ 14,36 ^{aA}	21,67 $\pm$ 3,96 ^{abB}	19,77 $\pm$ 1,92 ^{bbB}	23,67 $\pm$ 6,77 ^{abABC}	19,30 $\pm$ 3,20 ^{bA}
48	21,7 $\pm$ 5,93 ^{aA}	19,56 $\pm$ 4,21 ^{aBC}	18,03 $\pm$ 4,93 ^{aB}	22,57 $\pm$ 2,31 ^{aABC}	22,46 $\pm$ 0,24 ^{aA}
96	32,1 $\pm$ 6,87 ^{aA}	32,22 $\pm$ 6,25 ^{aAB}	29,13 $\pm$ 1,21 ^{aA}	34,49 $\pm$ 4,69 ^{aAB}	35,02 $\pm$ 5,81 ^{aA}

Số liệu trong bảng là giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các giá trị trong hàng có cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Các ký tự trong cột có cùng ký tự viết hoa thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Mức độ bài tiết TAN giảm thấp vào thời điểm 6 giờ và thời điểm 48 giờ ở hầu hết các nghiệm thức có thể có liên quan đến quá trình chuyển hóa và bài tiết các hợp chất chứa nguyên tố N trong cơ thể tôm. Theo Chen et al. (1994), mức độ bài tiết TAN giảm dần khi hàm lượng TAN trong nước tăng, ngược lại mức độ bài tiết urê, NO_2^- và N-hữu cơ tăng khi hàm lượng TAN trong nước tăng. Như vậy, lúc bắt đầu thí nghiệm hàm lượng TAN trong nước thấp nên tôm dễ dàng bài tiết NH_3 từ bên trong cơ thể ra môi trường nước, nhưng khi hàm lượng TAN trong nước tăng cao thì tôm khó bài tiết NH_3 hơn. Vì vậy, để tránh sự tích lũy NH_3 trong cơ thể, NH_3 được chuyển hóa thành một dạng khác (urê, NO_2^-) để dễ bài tiết ra khỏi cơ thể. Cơ chế chuyển hóa từ NH_3 thành NO_2^- trong cơ thể giáp xác cho đến nay chưa được biết đến nhưng quá trình chuyển hóa từ NH_3 thành urê trong cơ thể giáp xác được thực hiện qua chu trình urê (Weihrauch et al., 2009). Trong nghiên cứu này, hàm lượng urê trong nước không được xác định nên không thể minh chứng cho lập luận trên, nhưng có một điểm trùng hợp là vào thời điểm 6 giờ và 48 giờ thì mức độ bài tiết N-NO_2^- tăng đồng thời với sự giảm mức độ bài tiết TAN của tôm.

Khi so sánh mức độ bài tiết TAN giữa tôm sú và tôm thẻ chân trắng, kết quả cho thấy tôm thẻ chân trắng có mức độ bài tiết cao hơn so với tôm sú. Trong nghiên cứu này mức độ bài tiết của tôm thẻ chân trắng ở độ mặn 10‰ và 20‰ dao động trong

khoảng 7,5 - 43,3 $\mu\text{g/g/h}$ và 4,0 - 38,2 $\mu\text{g/g/h}$. Trong khi đó, mức độ bài tiết TAN của tôm sú ở độ mặn 10‰ và 20‰ dao động trong khoảng 10,7 - 14,8 $\mu\text{g/g/h}$ và 6,1 - 10,3 $\mu\text{g/g/h}$. Tôm thẻ chân trắng là loài có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn so với tôm sú nên cường độ trao đổi chất nhanh hơn và mức độ bài tiết chất thải sẽ lớn hơn.

Theo Krishnani et al. (2006), giới hạn cho phép về hàm lượng TAN cho tôm thẻ chân trắng là 2,0 mg/L. Với mức bài tiết TAN trung bình là 25,32 $\mu\text{g/g/h}$, mật độ thả giống lần lượt là 100, 200 và 300 con/m² và ao nuôi tôm tiêu chuẩn có độ sâu 1,5m thì sau 39, 29 và 25 ngày hàm lượng TAN đạt đến giới hạn 2,0 mg/L. Tuy nhiên, trong thí nghiệm này tôm chỉ được cho ăn 1 giờ trước khi tiến hành thí nghiệm cho nên mức độ bài tiết TAN của tôm cao nhất sau 1-3 giờ. Theo kết quả nghiên cứu của Burford and Williams (2001), mức độ bài tiết TAN của tôm sú (*Penaeus monodon*) tăng cao vào thời điểm 2 giờ sau khi cho ăn và giảm thấp sau 6 giờ. Trong thực tế, tôm được cho ăn 4 lần/ngày (6 giờ/lần) cho nên mức độ bài tiết TAN sẽ cao hơn so với kết quả của nghiên cứu này. Nếu dựa vào mức độ bài tiết TAN trung bình của tôm vào thời điểm 1 giờ và 3 (31,56 $\mu\text{g/g/h}$) thì sau 36, 27 và 23 ngày sau khi thả giống thì hàm lượng TAN sẽ đạt đến giới hạn cho phép tương ứng với mật độ thả giống là 100, 200 và 300 con/m².

Mức độ bài tiết N-NO_2^- cũng biến động lớn và không theo quy luật rõ ràng và sự khác biệt giữa các nghiệm thức là không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) (Bảng 3), trừ thời điểm 48 giờ. Trong 3 giờ đầu thí nghiệm thì tôm hầu như không bài tiết ra NO_2^- , trừ nghiệm thức độ mặn 20‰ và 25‰, có thể đầu thí nghiệm hàm lượng TAN trong nước còn thấp nên tôm dễ dàng bài tiết NH_3 , nhưng khi hàm lượng TAN tăng lên khoảng 0,1 mg/L thì mức độ bài tiết N-NO_2^- của tôm tăng. Như đã trình bày ở trên, quá trình chuyển hóa từ NH_3 thành NO_2^- trong cơ thể tôm có xảy ra hay không thì chưa được xác nhận, nhưng có sự trùng hợp trong kết quả về mức độ bài tiết TAN và N-NO_2^- của tôm vào thời điểm 6 giờ và 48 giờ, khi đó mức độ bài tiết TAN giảm và mức độ bài tiết N-NO_2^- tăng. Mức độ bài tiết N-NO_2^- trung bình (của 7 thời điểm) của tôm thẻ chân trắng trong các nghiệm thức biến động trong khoảng 1,4 – 2,0

μg/g/h. Kết quả này gần tương đương với mức độ bài tiết N-NO_2^- của tôm sú, 0,75 – 2,1 μg/g/h (Chen et al., 1994).

Nếu căn cứ vào mức độ bài tiết N-NO_2^- trung bình (1,22 μg/g/h) thì sau 102, 77 và 65 ngày thì hàm lượng N-NO_2^- sẽ đạt đến giới hạn 1 mg/L (Krishnani et al., 2006), tương ứng với mật độ thả giống là 100, 200 và 300 con/m². Tuy nhiên, nếu căn cứ vào mức độ bài tiết N-NO_2^- trung bình vào thời điểm 6 giờ (3,12 μg/g/h) thì sau 69, 52 và 44 ngày sau khi thả giống thì hàm lượng N-NO_2^- sẽ đạt đến giới hạn cho phép. Như vậy, khi một trong hai yếu tố TAN và N-NO_2^- đạt đến giới hạn cho phép thì cần phải thay nước hoặc áp dụng công nghệ biofloc, công nghệ tuần hoàn để làm giảm hàm lượng TAN và N-NO_2^- trong nước.

Bảng 3. Mức độ bài tiết N-NO_2^- của tôm ra môi trường bên ngoài (μg/g/h)

Thời gian (giờ)	Độ mặn (‰)				
	5	10	15	20	25
1	0,000 ± 0,000 ^{aB}	0,000 ± 0,000 ^{aA}	0,000 ± 0,000 ^{aB}	0,000 ± 0,000 ^{aB}	1,094 ± 1,894 ^{aA}
3	0,000 ± 0,000 ^{aB}	0,000 ± 0,000 ^{aA}	0,000 ± 0,000 ^{aB}	1,148 ± 1,989 ^{aB}	1,367 ± 2,368 ^{aA}
6	2,843 ± 2,090 ^{aA}	3,192 ± 2,365 ^{aA}	2,473 ± 1,120 ^{aA}	3,943 ± 2,537 ^{aA}	3,139 ± 2,354 ^{aA}
12	0,660 ± 0,596 ^{aAB}	1,235 ± 3,179 ^{aA}	0,000 ± 1,280 ^{aB}	0,496 ± 0,298 ^{aB}	0,363 ± 0,628 ^{aA}
24	0,668 ± 0,373 ^{aAB}	0,227 ± 2,341 ^{aA}	2,265 ± 0,272 ^{aA}	2,062 ± 0,873 ^{aAB}	1,276 ± 1,067 ^{aA}
48	2,182 ± 1,518 ^{abAB}	1,896 ± 0,462 ^{abA}	3,803 ± 1,985 ^{aA}	0,274 ± 0,433 ^{bb}	0,816 ± 0,784 ^{ba}
96	1,265 ± 1,787 ^{aAB}	0,303 ± 0,942 ^{aA}	1,667 ± 0,501 ^{aB}	0,722 ± 0,869 ^{aB}	1,193 ± 1,205 ^{aA}

Số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị trong hàng có cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Các ký tự trong cột có cùng ký tự viết hoa thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Giá trị bằng 0,000 trong bảng trên có nghĩa là lượng N-NO_2^- tôm bài tiết dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp đo.

3.2. Hàm lượng TAN và N-NO_2^- trong máu tôm

3.2.1. Biến động nhiệt độ và pH

Nhiệt độ trung bình trong thí nghiệm giúp xác định hàm lượng TAN và N-NO_2^- trong máu tôm dao động trong khoảng 25,6 - 28,8°C, nhiệt độ có sự biến động không lớn, sự chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa các nghiệm thức khoảng 0,2°C và chênh lệch

trong chu kỳ ngày - đêm khoảng 3,0°C. Giá trị pH trong thí nghiệm này cũng ít biến động (7,70 - 8,13), chênh lệch giữa các nghiệm thức khoảng 0,4 và chênh lệch trong chu kỳ ngày đêm cũng rất nhỏ (Bảng 4). Do thí nghiệm được thực hiện trong trại thực nghiệm có mái che nên điều kiện môi trường khá ổn định. Nhiệt độ và pH đều nằm trong khoảng tối ưu cho sự sinh trưởng của tôm (Wyk & Scapa, 1999; Boyd, 1990)

Bảng 4. Biến động nhiệt độ và pH ở thí nghiệm xác định hàm lượng TAN và N-NO_2^- trong máu tôm

Yếu tố chất lượng nước	Độ mặn (‰)				
	5	10	15	20	25
Nhiệt độ					
Sáng	25,8 ± 0,40	25,7 ± 0,50	25,8 ± 0,41	25,6 ± 0,30	25,8 ± 0,41
Chiều	28,7 ± 1,20	28,8 ± 1,21	28,8 ± 1,24	28,8 ± 1,31	28,8 ± 1,29
pH					
Sáng	8,11 ± 0,13	8,01 ± 0,10	7,91 ± 0,13	7,85 ± 0,16	7,73 ± 0,20
Chiều	8,13 ± 0,18	8,02 ± 0,19	7,92 ± 0,18	7,80 ± 0,20	7,70 ± 0,13

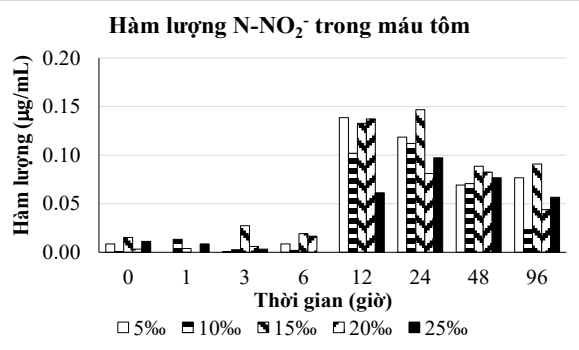
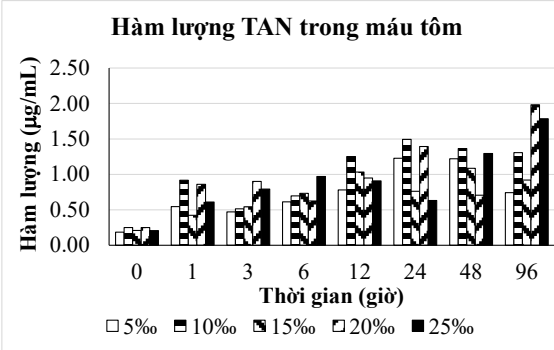
Số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn.

3.2.1. Hàm lượng TAN và $N\text{-NO}_2^-$ trong máu tôm

Để xác định sự liên quan giữa mức độ bài tiết TAN, $N\text{-NO}_2^-$ và hàm lượng TAN và $N\text{-NO}_2^-$ trong máu tôm, một thí nghiệm đã được thực hiện. Kết quả đo hàm lượng TAN và $N\text{-NO}_2^-$ trong máu tôm được trình bày qua Bảng 5, Bảng 6 và Hình 2.

Hàm lượng TAN trong máu tôm có xu hướng tăng dần từ lúc bắt đầu cho đến kết thúc thí nghiệm (Hình 2). Điều này có thể do tôm liên tục bài tiết NH_3 ra môi trường nước làm cho hàm lượng TAN trong nước tăng dần và như thế càng về cuối thí nghiệm tôm khó bài tiết NH_3 hơn so với thời điểm

đầu thí nghiệm dẫn đến hàm lượng TAN trong máu tăng. Vào đầu thí nghiệm, hàm lượng TAN trong nước trung bình của các nghiệm thức thí nghiệm là $0,19 \pm 0,021\text{mg/L}$ đến kết thúc thí nghiệm thì hàm lượng TAN đã tăng lên $4,17 \pm 0,73\text{ mg/L}$. Nghiên cứu của Chen et al. (1993) khi giữ tôm ương (*Penaeus chinensis*) trong môi trường có hàm lượng TAN $0,03\text{ mg/L}$, $5,1\text{ mg/L}$ và $10,1\text{ mg/L}$ trong 1 giờ thì hàm lượng TAN trong máu lần lượt là $2,79\text{ mg/L}$, $2,83\text{ mg/L}$ và $2,87\text{ mg/L}$. Kết quả này cho thấy hàm lượng TAN trong nước càng cao thì hàm lượng TAN trong máu cũng cao.



Hình 2. Biến động hàm lượng TAN và $N\text{-NO}_2^-$ trong máu tôm

Hàm lượng TAN trong máu tôm ở các nghiệm thức thí nghiệm biến động khá lớn ($0,19 - 1,98\text{ }\mu\text{g/mL}$) (Bảng 5), trung bình của các nghiệm thức ở thời điểm 1 giờ, 3 giờ, 24 giờ và 96 giờ khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), trung bình nghiệm thức ở thời điểm 6 giờ và 48 giờ thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Mặc dù trung bình nghiệm thức về hàm lượng TAN trong máu tôm vào

các thời điểm nêu trên khác biệt có ý nghĩa, nhưng nhân tố độ mặn có thể không phải là nhân tố chính tác động đến sự khác biệt của các nghiệm thức. Hàm lượng TAN trong máu tôm thấp nhất ở thời điểm 1 giờ thuộc nghiệm thức 15‰, thời điểm 3 giờ thuộc nghiệm thức 5‰, thời điểm 24 giờ thuộc nghiệm thức 25‰ và thời điểm 96 giờ thuộc nghiệm thức 15‰.

Bảng 5. Hàm lượng TAN trong máu tôm ($\mu\text{g/mL}$)

Thời gian (giờ)	Độ mặn (‰)				
	5	10	15	20	25
0	$0,186 \pm 0,055^{\text{aB}}$	$0,251 \pm 0,044^{\text{aD}}$	$0,209 \pm 0,029^{\text{aB}}$	$0,250 \pm 0,045^{\text{aD}}$	$0,207 \pm 0,028^{\text{aD}}$
1	$0,545 \pm 0,191^{\text{abB}}$	$0,917 \pm 0,252^{\text{aBC}}$	$0,423 \pm 0,189^{\text{bB}}$	$0,860 \pm 0,323^{\text{aBCD}}$	$0,611 \pm 0,176^{\text{abCD}}$
3	$0,472 \pm 0,094^{\text{bB}}$	$0,513 \pm 0,059^{\text{bCD}}$	$0,543 \pm 0,043^{\text{bB}}$	$0,902 \pm 0,392^{\text{aBCD}}$	$0,794 \pm 0,139^{\text{abBCD}}$
6	$0,614 \pm 0,187^{\text{aB}}$	$0,698 \pm 0,373^{\text{aC}}$	$0,732 \pm 0,297^{\text{aA}}$	$0,625 \pm 0,088^{\text{aCD}}$	$0,970 \pm 0,084^{\text{aBC}}$
12	$0,781 \pm 0,357^{\text{aB}}$	$1,251 \pm 0,054^{\text{aAB}}$	$1,032 \pm 0,286^{\text{aA}}$	$0,948 \pm 0,661^{\text{aBC}}$	$0,909 \pm 0,737^{\text{aBC}}$
24	$1,227 \pm 0,537^{\text{abA}}$	$1,495 \pm 0,179^{\text{aA}}$	$0,763 \pm 0,449^{\text{abAB}}$	$1,393 \pm 0,474^{\text{aAb}}$	$0,631 \pm 0,312^{\text{bCD}}$
48	$1,220 \pm 1,095^{\text{aA}}$	$1,363 \pm 0,333^{\text{aA}}$	$1,087 \pm 0,438^{\text{aA}}$	$0,707 \pm 0,070^{\text{aCD}}$	$1,295 \pm 0,445^{\text{aAB}}$
96	$0,743 \pm 0,311^{\text{cAB}}$	$1,306 \pm 0,288^{\text{bcAB}}$	$0,920 \pm 0,621^{\text{cA}}$	$1,982 \pm 0,183^{\text{aA}}$	$1,785 \pm 0,237^{\text{abA}}$

Số liệu trong bảng là giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các giá trị trong hàng có cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Các ký tự trong cột có cùng ký tự viết hoa thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Khi so sánh giữa tôm thẻ chân trắng với tôm he Nhật Bản và tôm nung, kết quả cho thấy hàm lượng TAN trong máu tôm thẻ thấp hơn so với hai loài nêu trên. Hàm lượng TAN trong máu tôm nung ghi

nhận trong 24 giờ dao động trong khoảng $2,67 - 2,79\text{ }\mu\text{g/mL}$ (Chen et al., 1993). Hàm lượng TAN trong máu tôm he Nhật Bản ghi nhận trong 16 giờ dao

động trong khoảng 2,94 - 3,2 $\mu\text{g/mL}$ (Chen & Kou, 1991). Điều này có thể do tôm thẻ chân trắng có khả năng bài tiết NH_3 tốt hơn so với các loài tôm khác nên hàm lượng TAN trong máu thấp hơn.

Hàm lượng TAN trong máu tôm có xu hướng tăng dần theo thời gian và sự khác biệt giữa các thời điểm có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Điều này có thể do hàm lượng TAN trong nước tăng dần theo thời gian nên tôm khó bài tiết NH_3 ra môi trường dẫn đến hàm lượng TAN trong máu tăng.

Hàm lượng N-NO_2^- trung bình trong máu tôm là 0,052 $\mu\text{g/mL}$ (0,00 - 0,18 $\mu\text{g/mL}$) (Bảng 6), sự khác biệt giữa các trung bình nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Kết quả trong nghiên cứu này hơi thấp hơn so với hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm he Nhật Bản, 0,152 $\mu\text{g/mL}$ (Chen & Chen, 1992). Sự khác biệt về hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm giữa các thời điểm là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), nhưng không theo một xu hướng rõ ràng.

Hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm khá thấp trong 6 giờ đầu của thí nghiệm, tăng cao tại thời điểm 12 giờ và 24 giờ, sau đó giảm dần về cuối thí

nghiệm (Hình 2). Sự biến động này có thể có liên quan đến hàm lượng TAN và N-NO_2^- trong nước, sự bài tiết NH_3 trong cơ thể tôm ra môi trường nước dẫn đến hàm lượng TAN trong nước tăng dần. Khi hàm lượng TAN trong nước tăng cao thì mức độ bài tiết NH_3 của tôm bị giảm và TAN bị tích lũy trong máu tăng. Trong tình trạng này, TAN trong máu sẽ được chuyển hóa thành các hợp chất ít độc hơn hoặc dễ bài tiết để loại bỏ khỏi cơ thể. Nghiên cứu của Chen et al. (1994) trên tôm sú, chất bài tiết chứa nguyên tố N bao gồm NO_2^- , NO_3^- , urê và protein, trong đó protein và urê là hai chất bài tiết chiếm tỉ lệ cao khi hàm lượng TAN trong nước cao. Kết quả của thí nghiệm cho thấy hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm tăng lên trong giai đoạn từ 6 giờ cho đến 24 giờ có thể do quá trình chuyển hóa từ TAN thành NO_2^- bên trong cơ thể tôm.

Tương tự, khi tôm bài tiết NO_2^- ra môi trường nước dẫn đến hàm lượng N-NO_2^- trong nước tăng, sau đó tôm khó bài tiết NO_2^- hơn và như thế NO_2^- lại được chuyển hóa thành dạng khác để bài tiết ra khỏi cơ thể. Đây có thể là nguyên nhân dẫn đến hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm giảm ở thời điểm 48 giờ và 96 giờ.

Bảng 6. Hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm ($\mu\text{g/mL}$)

Thời gian (giờ)	Độ mặn (‰)				
	5	10	15	20	25
0	0,0087 $\pm$ 0,0117 ^{aB}	0,0007 $\pm$ 0,0012 ^{aB}	0,0153 $\pm$ 0,0142 ^{aBC}	0,0033 $\pm$ 0,0058 ^{aB}	0,0113 $\pm$ 0,0103 ^{aBC}
1	0,0000 $\pm$ 0,0000 ^{aB}	0,0133 $\pm$ 0,0231 ^{aB}	0,0040 $\pm$ 0,0053 ^{aC}	0,0000 $\pm$ 0,0000 ^{aB}	0,0087 $\pm$ 0,0081 ^{aBC}
3	0,0007 $\pm$ 0,0012 ^{aB}	0,0027 $\pm$ 0,0046 ^{aB}	0,0273 $\pm$ 0,0321 ^{aB}	0,0060 $\pm$ 0,0104 ^{aB}	0,0033 $\pm$ 0,0058 ^{aC}
6	0,0087 $\pm$ 0,0103 ^{aB}	0,0020 $\pm$ 0,0035 ^{aB}	0,0193 $\pm$ 0,0335 ^{aB}	0,0167 $\pm$ 0,0194 ^{aB}	0,0000 $\pm$ 0,0000 ^{aC}
12	0,1387 $\pm$ 0,1191 ^{aA}	0,1020 $\pm$ 0,0606 ^{aA}	0,1327 $\pm$ 0,0955 ^{aA}	0,1373 $\pm$ 0,0738 ^{aA}	0,0613 $\pm$ 0,0472 ^{aABC}
24	0,1187 $\pm$ 0,0555 ^{aA}	0,1120 $\pm$ 0,0635 ^{aA}	0,1468 $\pm$ 0,0274 ^{aA}	0,0812 $\pm$ 0,0602 ^{aAB}	0,0973 $\pm$ 0,0534 ^{aA}
48	0,0693 $\pm$ 0,0352 ^{aB}	0,0707 $\pm$ 0,0718 ^{aAB}	0,0887 $\pm$ 0,0516 ^{aAB}	0,0827 $\pm$ 0,0861 ^{aAB}	0,0767 $\pm$ 0,0594 ^{aAB}
96	0,0767 $\pm$ 0,0650 ^{aB}	0,0233 $\pm$ 0,0115 ^{aB}	0,0909 $\pm$ 0,0171 ^{aAB}	0,0440 $\pm$ 0,0295 ^{aB}	0,0567 $\pm$ 0,0457 ^{aABC}

Số liệu trong bảng là giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các giá trị trong hàng có cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Các ký tự trong cột có cùng ký tự viết hoa thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Giá trị bằng 0,000 trong bảng trên có nghĩa là lượng N-NO_2^- tôm bài tiết dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp đo.

4. KẾT LUẬN

NO_2^- là một trong những sản phẩm bài tiết của tôm thẻ chân trắng, tôm bài tiết NO_2^- trực tiếp ra môi trường nước.

Mức độ bài tiết TAN và N-NO_2^- trung bình của tôm thẻ chân trắng là 25,32 $\mu\text{g/g/h}$ và 1,22 $\mu\text{g/g/h}$. Hàm lượng TAN và N-NO_2^- trung bình trong máu tôm là 0,85 $\mu\text{g/mL}$ và 0,052 $\mu\text{g/mL}$.

Độ mặn có ảnh hưởng đến mức độ bài tiết TAN, N-NO_2^- và hàm lượng TAN trong máu tôm nhưng sự tác động của độ mặn không theo một quy luật rõ ràng. Độ mặn không ảnh hưởng đến hàm lượng N-NO_2^- trong máu tôm.

Thời gian có khả năng duy trì TAN ở mức cho phép phụ thuộc vào mật độ thả giống. Khi mật độ thả 100, 200 và 300 con/m² thì hàm lượng TAN trong nước đạt giới hạn cho phép (2,0 mg/L) sau 36, 27 và 23 ngày sau khi thả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- APHA, AWWA, WEF. (2012). *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22nd ed. Washington: American Public Health Association 2012, 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0.
- Binns, R., & Peterson, A. J. (1969). Nitrogen excretion by the spiny lobster *Jasus edwardsi* (Hutton). The role of the antennal gland. *Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory*, 136, 147-153.
<https://doi.org/10.2307/1539809>
- Burford, M. A., & Williams, K. C. (2001). The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. *Aquaculture*, 198(2001), 79-93.
[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00589-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00589-5)
- Boyd, C. E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama. 482p.
- Chen, J. C., Chen, C. T., & Cheng, S. Y. (1994). Nitrogen excretion and changes of hemocyanin, protein and free amino acid levels in the hemolymph of *Penaeus monodon* exposed to different concentrations of ambient ammonia-N at different salinity levels. *Marine Ecology Progress Series*, 110, 85-94.
<https://doi.org/10.3354/meps110085>
- Chen, J. C., & Kou, Y. Z. (1991). Accumulation of ammonia in the hemolymph of *Penaeus japonicus* exposed to ambient ammonia. *Marine Ecology Progress Series*, 11, 187-191.
<https://doi.org/10.3354/dao011187>
- Chen, J. C., Nan, F. H., Cheng, S. Y., & Sheen, S. S. (1993). Effects of ambient ammonia on ammonia-N and protein concentrations in hemolymph and ammonia-N excretion of *Penaeus chinensis*. *Marine Ecology Progress Series*, 98, 203-208.
<https://doi.org/10.3354/meps098203>
- Chen, J. C., & Chen, S. F. (1992). Accumulation of nitrite in hemolymph of *Penaeus japonicus*. *Marine Ecology Progress Series*, 83, 305-408.
<https://doi.org/10.3354/meps083305>
- Corner, E. D. S., & Newell, B. S. (1967). On the nutrition and metabolism of zooplankton. IV. The forms of nitrogen excreted by *Calanus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 47(1), 13-120.
<https://doi.org/10.1017/S0025315400033609>
- Department of Fisheries. (2024). *Total aquaculture production in the first 10 months of 2024 is estimated at over 7,889 thousand tons*.
<https://tongcucphuysan.gov.vn/vi-vn/khai-th%C3%A1c-th%E1%BB%A7-s%E1%BA%A3n/-khai-th%C3%A1c/doc-tin/021700/2024-11-14/tong-san-luong-thuy-san-10-thang-nam-2024-uoc-dat-tren-7889-nghin-tan08-08/xuat-khau-thuy-san-dat-muc-cao-nhat-ke-tu-dau-nam-toi-nay>. (in Vietnamese)
- Dresel, E. I. B., & Moyle, V. (1950). Nitrogenous excretion in amphipods and isopods. *Journal of Experimental Biology*, 27, 21-225.
<https://doi.org/10.1242/jeb.27.2.210>
- Harris, R. P. (1973). Feeding, growth, reproduction and nitrogen utilization by the harpacticoid copepod *Tigriopus brevicornis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 53, 785-800.
<https://doi.org/10.1017/S0025315400022475>
- Krishnani, K. K., Gupta, B. P., & Pillai, S. M. (2006). *Water quality requirements for shrimp farming*. In, *CIBA, Training manual on shrimp farming* (pp. 21-27). Indian Council of Agriculture Research.
<http://ciba.res.in/Books/ciba0179.pdf>.
- Romano, N., & Zeng, S. (2013). Toxic effects of ammonia, nitrite, and nitrate to Decapod Crustaceans: A Review on factors influencing their toxicity, physiological consequences, and coping mechanisms. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1), 1-21, 2013, DOI: 10.1080/10641262.2012.753404.
- Shahkar, E., Yun, H., Park, G., Jang, I., Kim, S. K., Katya, K., & Bai, S. C. (2014). Evaluation of optimum dietary protein level for juvenile whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Crustacean Biology*, 34(5), 552-558.
<https://doi.org/10.1163/1937240X-00002267>
- Snow, N. B., & Williams, P. J. L. (1971). A Simple Method to Determine the O:N Ratio of Small Marine Animals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 51(1), 105-109.
doi:10.1017/S0025315400006494.
- Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers. (2024). *Shrimp industry accelerates towards 4 billion USD target*.
<https://vasep.com.vn/san-pham-xuat-khau/tom/xuat-nhap-khau/nganh-tom-but-toc>

- huong-toi-muc-tieu-4-ty-usd-32022.html. (in Vietnamese)
- Weihrauch, D., Wilkie, M. P., & Walsh, P. J. (2009). Ammonia and urea transporters in gills of fish and aquatic crustaceans. *The Journal of Experimental Biology*, 212, 1716-1730. <https://doi.org/10.1242/jeb.024851>
- Wyk, P. V. (1999). Chapter 7: Nutrition and feeding of *Litopenaeus vannamei* in intensive culture systems. In: Wyk, P. V., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J. *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems* (pp. 125-139). Harbor Branch Oceanographic Institution.
- Wyk, P. V., & Scarpa, J. (1999). Chapter 8: Water quality requirements and management. In: Wyk, P. V., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J. *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems* (pp. 125-139). Harbor Branch Oceanographic Institution.