

NGHIÊN CỨU THAY THẾ ARTEMIA BẰNG THỨC ĂN NHÂN TẠO TRONG ƯƠNG ẤU TRÙNG TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*) THEO CÔNG NGHỆ BIOFLOC

Từ Bạch Long¹, Châu Tài Tảo^{2*}

STUDY ON REPLACING ARTEMIA WITH ARTIFICIAL FEED IN THE REARING OF WHILE LEG SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) AT LARVAE BY BIOFLOC TECHNOLOGY

Tu Bach Long¹, Chau Tai Tao^{2*}

Tóm tắt – Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng thay thế số lần cho ăn Artemia bằng thức ăn nhân tạo lên tăng trưởng, tỉ lệ sống và năng suất của hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng. Thí nghiệm gồm bốn nghiệm thức: (1) bốn lần Artemia và bốn lần thức ăn nhân tạo, (2) ba lần Artemia và năm lần thức ăn nhân tạo, (3) hai lần Artemia và sáu lần thức ăn nhân tạo, (4) một lần Artemia và bảy lần thức ăn nhân tạo. Ấu trùng được bố trí từ giai đoạn Mysis 1, mật độ 150 con/lít, độ mặn 30‰. Sau 16 ngày ương, các yếu tố môi trường đều nằm trong khoảng thích hợp cho ấu trùng và hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng phát triển tốt, tăng trưởng về chiều dài ($10,09 \pm 0,01$ mm), tỉ lệ sống ($62,8 \pm 3,7\%$) và năng suất (94.321 ± 5.609 con/m³) của Postlarvae 12 lớn nhất ở nghiệm thức 1, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức 2, nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Kết quả này cho thấy rằng, ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng theo công nghệ biofloc cho ăn ba lần Artemia và năm lần thức ăn nhân tạo không ảnh hưởng đến tăng trưởng, tỉ lệ sống và năng suất của Postlarvae 12.

Từ khóa: artemia, ấu trùng tôm thẻ chân trắng, biofloc, thức ăn nhân tạo.

Abstract – The study aimed to evaluate the effect of replacing the number of times of feeding Artemia with artificial feed on the growth, survival, and productivity of white shrimp leg postlarvae. The experiment included four treatments: (1) four times of Artemia, four times of artificial feed; (2) three times of Artemia, five times of artificial feed; (3) two times of Artemia, six times of artificial feed; (4) one time of Artemia, seven times of artificial feed. Larvae were arranged from stage Mysis 1, stocking density was 150 Mysis 1/liter, and water salinity was 30‰. After 16 days of rearing, environmental factors in all treatments were in the appropriate range for shrimp larvae and postlarvae to develop well, grow in length (10.09 ± 0.01 mm), survival rate ($62.8 \pm 3.7\%$) and the highest yield ($94,321 \pm 5,609$ ind/m³) of Postlarvae 12 in treatment 1 was not statistically significant ($p > 0.05$) compared with treatment 2, but the difference was statistically significant ($p < 0.05$) compared with the other treatments. It can be concluded that rearing white-leg shrimp larvae using biofloc technology feeding three times of Artemia, and five times of artificial food did not affect the growth, survival rate, and yield of Postlarvae 12.

Keywords: artemia, artificial food, biofloc, larvae of white-leg shrimp.

I. GIỚI THIỆU

Tôm thẻ chân trắng là đối tượng nuôi nước lợ đặc biệt được quan tâm trong nền kinh tế thủy sản

^{1,2}Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

Ngày nhận bài: 08/3/2023; Ngày nhận bài chỉnh sửa: 12/4/2023; Ngày chấp nhận đăng: 15/4/2023

*Tác giả liên hệ: cttao@ctu.edu.vn

^{1,2}Can Tho University, Vietnam

Received date: 08th March 2023; Revised date: 12th April 2023; Accepted date: 15th April 2023

*Corresponding author: cttao@ctu.edu.vn

hiện nay ở nước ta. Đồng bằng sông Cửu Long là vùng nuôi tôm thẻ chân trắng trọng điểm của cả nước. Theo Tổng cục Thống kê [1], sản lượng tôm thẻ chân trắng trong năm 2021 đạt 655.000 tấn trên diện tích 121.000 ha. Hiện nay, để nâng cao chất lượng tôm giống, việc áp dụng công nghệ biofloc cho hiệu quả rõ rệt đối với các mô hình ương tôm truyền thống. Công nghệ biofloc đã được phát triển và ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản ở các quốc gia trên thế giới [2]. Mỗi hạt biofloc được kết dính với nhau tạo thành một quần thể bởi các chất nhờn được tiết ra từ các vi khuẩn có lợi và chúng bị ràng buộc bởi các vi sinh vật dạng sợi hoặc do lực hút tĩnh điện đã giúp chúng kết lại thành cụm biofloc [3]. Những năm gần đây, một số nghiên cứu về ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng với các nguồn cacbon, tỉ lệ C/N, mật độ khác nhau theo công nghệ biofloc đã được thực hiện [4–6] nhằm đưa quy trình này áp dụng rộng rãi mang lại hiệu quả cao. Các hạt biofloc là nguồn dinh dưỡng tự nhiên, giàu protein, lipid và kích cỡ hạt biofloc phù hợp cho ấu trùng và hậu ấu trùng tôm [7]. Tuy nhiên, việc chứng minh tôm thẻ chân trắng sử dụng biofloc làm thức ăn nhưng vẫn đảm bảo dinh dưỡng cho sinh trưởng và phát triển còn hạn chế. Vì thế, việc nghiên cứu thay thế *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo trong ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng theo công nghệ biofloc được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng thay thế số lần cho ăn *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo lên tăng trưởng, tỉ lệ sống và năng suất của hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng, cũng như góp phần làm giảm chi phí trong sản xuất giống tôm thẻ chân trắng hiện nay.

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Bio-flocculation được viết tắt là biofloc (bông cặn sinh học). Theo Avnimelech et al. [2], đặc điểm cơ bản của biofloc là những khối gắn kết của vi khuẩn, tảo, protozoa, chất vẩn, mảnh vụn hữu cơ và nhiều vi sinh vật khác. Biofloc là những hạt xộp, nhẹ có đường kính từ 0,1 đến vài mm. Thành phần sinh hóa của biofloc gồm 35 – 50% hàm lượng đạm, 0,6 – 12% chất béo và tro chiếm 21 – 32%. Ngoài ra, Avnimelech [7] còn cho rằng biofloc là hệ thống duy nhất giàu vật chất lơ lửng trong môi trường nước. Biofloc cũng có thể được xem là hệ sinh thái độc đáo gồm các

phần tử giàu dinh dưỡng và có khả năng tồn tại lơ lửng trong môi trường nước.

Hàm lượng protein trong biofloc có thể lên tới 58,9% trọng lượng khô và phần trăm acid béo n – 6 khi phân tích có giá trị rất cao [8]. Theo Tacon [9], hàm lượng protein có thể đạt 35% sau 56 ngày nuôi ngoài trời tại Viện Hải dương học ở Hawaii. Ngoài ra, tuy hàm lượng acid amin của biofloc có đầy đủ lượng Lysin và Arginine nhưng lượng Methionine chưa đáp ứng được nhu cầu của tôm. Còn theo McIntosh et al. [10], khi phân tích thành phần sinh hóa của biofloc từ ao nuôi tại Belize, kết quả cho thấy hàm lượng protein trong biofloc cao hơn trong thức ăn, có đủ hàm lượng Arginine và Methionine nhưng thiếu Lysin. Điều đó cho thấy nếu kết hợp hàm lượng dinh dưỡng cao có trong biofloc cùng với bổ sung các acid amin còn thiếu trong thức ăn nhân tạo hợp lí sẽ cung cấp đầy đủ dinh dưỡng cho tôm phát triển một cách tốt nhất.

Thí nghiệm ương tôm sú (*Penaeus monodon*) của Panjaitan [11] cho thấy ở tỉ lệ C:N = 15 cho hiệu quả cao nhất về hấp thu ammonia, tỉ lệ sống, tăng trưởng và FCR. Giá trị pH sẽ thấp nếu có C:N cao, vi khuẩn dị dưỡng phát triển sinh ra nhiều CO₂, khi có C:N thấp, các vi khuẩn nitrate hóa phát triển và hấp thu HCO₃⁻ nên trong quá trình nuôi phải kiểm tra pH và định kì bổ sung NaHCO₃ để nâng pH. Thí nghiệm của Maica et al. [12] ứng dụng biofloc ương tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) floc được tạo thành bởi hai nguồn cacbon là rỉ đường và cám lúa mì với tỉ lệ C:N = 20. Kết quả cho thấy hàm lượng TSS cao nhất ở nghiệm thức 25‰, hàm lượng TAN thấp nhất và hàm lượng NO₂⁻, NO₃⁻ cao nhất, tỉ lệ sống và khối lượng tôm cao nhất. Châu Tài Tảo và cộng sự [13] ương tôm thẻ chân trắng giai đoạn PL12 ở những mức nước khác nhau kết quả cho thấy thể tích floc, khối lượng tôm, SGR, tỉ lệ sống của tôm đạt cao nhất ở mức nước 80 cm. Điều đó cho thấy việc ứng dụng biofloc có thể cho phép nâng mức nước bể để tận dụng tối đa không gian bể mà vẫn cho tăng trưởng và tỉ lệ sống cao. Ngoài ra, một số nghiên cứu thực hiện về các nguồn cacbon, tỉ lệ C/N và mật độ khác nhau theo công nghệ biofloc [4–6]. Các kết quả nghiên cứu cho thấy việc áp dụng công nghệ biofloc trong ương tôm giống không những

là tiềm năng mà đã được ứng dụng rộng rãi bởi những hiệu quả thực tiễn mang lại, giúp quá trình ương tôm được diễn ra dễ dàng hơn cũng như tiết kiệm hơn.

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

A. Nguồn nước thí nghiệm

Nước ngọt được lấy từ nguồn nước máy của thành phố Cần Thơ và nước ót có độ mặn 80% lấy từ ruộng muối Vĩnh Châu (tỉnh Sóc Trăng). Nước dùng trong thí nghiệm được pha từ hai nguồn nước trên có độ mặn 30‰. Nước sau khi pha xong được xử lí chlorine 50 g/m³ và được sục khí cho đến khi hết chlorine trong nước. Sau đó, dùng Sodium bicarbonate (NaHCO₃) nâng độ kiềm trong nước lên 160 mg CaCO₃/L [14] và nước ương ấu trùng tôm được lọc qua ống vi lọc 1 μm trước khi bố trí tôm.

B. Nguồn ấu trùng

Ấu trùng tôm thẻ chân trắng (giai đoạn Nauplius) được mua từ Công ty Cổ phần UV chi nhánh Ninh Thuận. Ấu trùng được chọn phải đồng đều, khỏe mạnh, có chất lượng tốt, được thuần với nguồn nước ở trại ương trước khi bố trí.

C. Tạo biofloc

Sử dụng nguồn carbon từ đường cát vàng khoáng chất Bien Hoa Pure có 55,54% C và 0,19% N [4]. Đường được hòa tan vào nước và ủ 48 giờ, sau đó bổ sung trực tiếp vào bể với chu kì một lần/ngày. Tỷ lệ C/N = 20:1 và lượng carbon bổ sung từ đường cát vàng dựa trên lượng thức ăn nhân tạo ở mỗi nghiệm thức. Nguồn carbon cần bổ sung vào bể để tạo biofloc được tính dựa theo công thức của Avnimelech [7].

$$\Delta CH = n * \Delta TAN$$

Trong đó:

ΔCH : Lượng carbohydrate bổ sung; ΔTAN : tổng Ammonia thải vào nước từ thức ăn;

$\Delta TAN = \text{Lượng thức ăn} * N (\%) \text{ trong thức ăn} * NH_{4+} \text{ bài tiết} (\%); NH_{4+} \text{ bài tiết: thường chiếm } 50\% (0,5); N (\%) \text{ trong thức ăn} = \text{Protein trong thức ăn} (\%) * 16\%N \text{ (trong đó, } 16\%N \text{ là tỷ lệ nitơ có trong protein); } n: \text{ tỷ lệ C:N phụ thuộc vào hiệu suất chuyển hóa của vi sinh vật (E} = 40\text{--}60\% \text{).}$

D. Bố trí thí nghiệm

Ấu trùng tôm thẻ chân trắng được ương trong bể 4 m³, đến giai đoạn Mysis 1 thì thu để bố trí thí nghiệm. Thí nghiệm gồm bốn nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại ba lần, cách bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Bể thí nghiệm bằng composite có thể tích 250 L, mật độ 150 con/L.

+ Nghiệm thức 1: bốn lần *Artemia* + bốn lần thức ăn nhân tạo (đối chứng)

+ Nghiệm thức 2: ba lần *Artemia* + năm lần thức ăn nhân tạo

+ Nghiệm thức 3: hai lần *Artemia* + sáu lần thức ăn nhân tạo

+ Nghiệm thức 4: một lần *Artemia* + bảy lần thức ăn nhân tạo

E. Chăm sóc ấu trùng và hậu ấu trùng

Giai đoạn ấu trùng Mysis cho tôm ăn thức ăn nhân tạo (50% Lansy ZM + 50% Frippak-2) với lượng thức ăn 1,5 g/m³/lần và *Artemia* bung dù 2 g/m³/lần. Đến giai đoạn tôm *Postlarvae-1 – Postlarvae-6*, tôm được cho ăn Frippak-150 với lượng thức ăn 3 g/m³/lần và *Artemia* bung dù 3 g/m³/lần, từ *Postlarvae-7* đến *Postlarvae-12* cho ăn Lansy PL 4 g/m³/lần, *Artemia* mới nở 4 g/m³/lần [15]. Quá trình ương không siphon và chỉ cấp thêm nước do hao hụt.

F. Các chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu môi trường theo dõi gồm: nhiệt độ và pH được đo 02 lần/ngày vào lúc 8:00 giờ và 14:00 giờ, bằng nhiệt kế và máy đo pH; độ kiềm, TAN, NO₂⁻ được thu ba lần/ngày. Độ kiềm được phân tích theo phương pháp chuẩn độ acid, TAN được phân tích theo phương pháp Indophenol Blue, NO₂⁻ được phân tích theo phương pháp so màu 4500-NO₂-B [16].

Các chỉ tiêu vi sinh: Tổng vi khuẩn và vi khuẩn *Vibrio* trong nước được xác định 08 ngày/lần và khi kết thúc thí nghiệm đối với tôm. Mật độ vi khuẩn tổng được xác định bằng phương pháp pha loãng và đếm trên đĩa thạch Nutrient agar có bổ sung 1,5% NaCl (NA) theo Huys [17]. Mật độ *Vibrio* tổng số được xác định bằng phương pháp pha loãng và đếm trên đĩa thạch TCBS (Thiosulfat Citrate Bile Salt Surcose).

Các chỉ tiêu theo dõi biofloc: Kích cỡ hạt biofloc (μm) được đo chiều dài và chiều rộng

ngẫu nhiên 30 hạt biofloc bằng kính hiển vi có trục vi thị kính, thể tích biofloc (ml/L) được xác định bằng cách đong 1 lít nước mẫu cho vào bình nón imhoff và để lắng khoảng 30 phút, ghi nhận thể tích lắng theo đơn vị mL/L. Các chỉ tiêu biofloc được thu và phân tích ở giai đoạn *Postlarvae* 4, *Postlarvae* 8 và *Postlarvae* 12.

Các chỉ tiêu theo dõi tôm: Thu ngẫu nhiên mỗi bể 30 tôm để đo chiều dài tổng ở các giai đoạn *Mysis* 1, *Postlarvae* 1, *Postlarvae* 4, *Postlarvae* 8, và *Postlarvae* 12 bằng kính hiển vi có trục vi thị kính. Tỷ lệ sống và năng suất được xác định khi tôm đạt giai đoạn *Postlarvae* 12 và dùng phương pháp định lượng để tính tỷ lệ sống.

Đánh giá chất lượng của tôm *Postlarvae* 12: Phương pháp đánh giá chất lượng tôm thẻ chân trắng giống PL12 theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10257:2014 [18].

+ Phương pháp gây sốc bằng formol 100 ppm: Thu ngẫu nhiên 100 tôm bột PL12 cho vào cốc chứa 1 lít nước, cho formol vào cốc chứa tôm với nồng độ 100 ppm. Sau 30 phút, nếu tỷ lệ tôm sống là 100% thì tôm có chất lượng tốt.

+ Phương pháp gây sốc bằng cách hạ độ mặn đột ngột xuống 0‰: thu ngẫu nhiên 100 tôm bột PL12 cho vào cốc chứa 1 lít nước ngọt. Sau 30 phút, nếu tỷ lệ tôm sống 100% thì tôm có chất lượng tốt.

G. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel của Office 2010. Phân tích thống kê (One-way ANOVA với phép thử DUNCAN) để tìm ra sự khác biệt giữa các trung bình nghiệm thức bằng phần mềm SPSS 20.0 ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Các yếu tố môi trường

Nhiệt độ trong quá trình ương không có sự chênh lệch lớn, dao động từ 28,6°C đến 28,7°C vào buổi sáng và 30,1°C đến 30,2°C vào buổi chiều (Bảng 1). Kết quả cho thấy nhiệt độ trong quá trình ương phù hợp với nghiên cứu của Ponce-Palafox et al. [19], trong khoảng 28°C đến 30°C là khoảng nhiệt độ tốt nhất cho sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng tôm thẻ chân trắng.

Giá trị pH không có sự chênh lệch nhiều trong quá trình ương, chỉ dao động trong khoảng từ 8,0 đến 8,3 (Bảng 1). Trần Ngọc Hải và cộng sự [20] cho rằng pH thích hợp cho ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng từ 7,5 – 8,5. Như vậy, khoảng pH trong thí nghiệm không ảnh hưởng đến tôm thẻ chân trắng trong quá trình ương.

Hàm lượng TAN trong quá trình thí nghiệm dao động trong khoảng từ 1,1 đến 1,5 mg/L (Bảng 1). Theo Boyd [21] và Chanratchakool [22], hàm lượng TAN thích hợp cho ương ấu trùng tôm nhỏ hơn 2 mg/L. Kết quả này cho thấy, hàm lượng TAN trong thí nghiệm thích hợp cho ấu trùng tôm.

Lượng NO₂⁻ dao động trung bình từ 0,4 đến 0,7 mg/L (Bảng 1). Theo Trần Ngọc Hải và cộng sự [23], hàm lượng NO₂⁻ nhỏ hơn 2 ppm không gây ảnh hưởng đến ấu trùng tôm. Kết quả thí nghiệm cho thấy, NO₂⁻ vẫn nằm trong khoảng thích hợp và không ảnh hưởng đến tôm trong quá trình ương.

Châu Tài Tảo và cộng sự [14] cho rằng, độ kiềm thích hợp cho tăng trưởng và phát triển của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng từ 140 – 160 mg CaCO₃/L trong khi độ kiềm của thí nghiệm dao động từ 150,8 mg CaCO₃/L đến 154 mg CaCO₃/L (Bảng 1). Vì vậy, độ kiềm trong thí nghiệm đảm bảo cho ấu trùng phát triển tốt.

Nhìn chung, các yếu tố môi trường đều nằm trong khoảng thích hợp cho ấu trùng tôm thẻ chân trắng phát triển tốt.

B. Tổng vi khuẩn và *Vibrio* trong thí nghiệm

Tổng vi khuẩn

Mật độ tổng vi khuẩn có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Sau tám ngày ương, nghiệm thức 4 có mật độ tổng vi khuẩn cao nhất với $5,2 \times 10^3$ CFU/mL và nghiệm thức 3 có kết quả thấp nhất với $4,9 \times 10^3$ CFU/mL (Bảng 2). Cả hai kết quả của hai nghiệm thức 3 và 4 đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Sau 16 ngày ương, mật độ tổng vi khuẩn của các nghiệm thức trung bình khoảng $4,6 \times 10^3$ CFU/mL, giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Theo Anderson [24], trong nước sạch, mật độ vi khuẩn tổng nhỏ hơn 10^3 CFU/mL, nếu mật độ tổng vi khuẩn vượt 10^7 CFU/mL sẽ có hại cho tôm nuôi.

Bảng 1: Các chỉ tiêu môi trường ở các nghiệm thức

Chỉ tiêu		Nghiệm thức thay thế <i>Artemia</i> bằng thức ăn nhân tạo (08 lần/ngày)			
		04 lần <i>Artemia</i> + 04 lần thức ăn	03 lần <i>Artemia</i> + 05 lần thức ăn	02 lần <i>Artemia</i> + 06 lần thức ăn	01 <i>Artemia</i> + 07 lần thức ăn
Nhiệt độ (°C)	Sáng	28,63 ± 0,04	28,6 ± 0,05	28,7 ± 0,04	28,6 ± 0,04
	Chiều	30,1 ± 0,06	30,1 ± 0,03	30,2 ± 0,04	30,1 ± 0,02
pH	Sáng	8,1 ± 0,02	8,1 ± 0,03	8,0 ± 0,02	8,0 ± 0,01
	Chiều	8,3 ± 0,02	8,3 ± 0,01	8,3 ± 0,02	8,3 ± 0,01
TAN (mg/L)		1,1 ± 0,08	1,1 ± 0,08	1,3 ± 0,08	1,4 ± 0,04
NO ₂ ⁻ (mg/L)		0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,03	0,5 ± 0,09	0,6 ± 0,06
Độ kiềm (mgCaCO ₃ /L)		150,9 ± 1,15	150,9 ± 1,15	150,8 ± 1,4	152,5 ± 1,5

Trong khi đó, các kết quả trong thí nghiệm đều thấp hơn so với nhận định trên, vì thế các mật độ tổng vi khuẩn trong thí nghiệm đều không ảnh hưởng đến tôm trong quá trình ương.

Mật độ tổng vi khuẩn trong tôm khi kết thúc thí nghiệm có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Mức đạt cao nhất ở nghiệm thức 1 với $3,84 \times 10^3$ CFU/g và mức thấp nhất ở nghiệm thức 4 với $3,61 \times 10^3$ CFU/g (Bảng 2). Kết quả của hai nghiệm thức đều khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Theo Châu Tài Tảo và cộng sự [25], mật độ tổng vi khuẩn trong tôm cao sẽ ảnh hưởng đến tôm. Tuy nhiên, mật độ này vẫn còn khá thấp nên không gây ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của tôm.

Vi khuẩn *Vibrio*

Qua 08 ngày ương, mật độ khuẩn *Vibrio* trong nước không có sự khác biệt lớn giữa các nghiệm thức. Các nghiệm thức 1, 2 và 4 không có sự khác biệt và đều có mật độ $3,9 \times 10^3$ CFU/mL (Bảng 2). Nghiệm thức 3 có khuẩn *Vibrio* thấp nhất, với mật độ $3,4 \times 10^3$ CFU/mL, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Sau 16 ngày ương, mật độ khuẩn *Vibrio* giữa các nghiệm thức có sự chênh lệch. Nghiệm thức 1 có mật độ cao nhất với $3,2 \times 10^3$ CFU/mL và nghiệm thức 2 có mật độ thấp nhất với $2,9 \times 10^3$ CFU/mL. Cả hai nghiệm thức đều cho kết quả khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Theo Châu Tài Tảo và cộng sự [26], việc ương ấu trùng tôm sú theo công nghệ biofloc với tỉ lệ C:N = 30 cho thấy mật độ vi khuẩn *Vibrio* là $5,67 \times 10^3$ CFU/mL, chưa ảnh hưởng đến tôm. Điều này cho thấy, mật độ khuẩn *Vibrio* trong thí nghiệm không gây ảnh hưởng đến tôm.

Mật độ khuẩn *Vibrio* trong tôm khi kết thúc

thí nghiệm cao nhất ở nghiệm thức 2 với 2×10^3 CFU/g và thấp nhất ở nghiệm thức 1 với $1,4 \times 10^3$ CFU/g (Bảng 2). Cả hai kết quả của hai nghiệm thức đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Theo Châu Tài Tảo và cộng sự [25], nếu ương ấu trùng tôm sú theo công nghệ biofloc bằng cách bổ sung rỉ đường ở các giai đoạn khác nhau thì mật độ vi khuẩn *Vibrio* là $30,9 \times 10^3$ CFU/g trong tôm nhưng chưa thấy ảnh hưởng đến ấu trùng và hậu ấu trùng tôm. Theo nghiên cứu trên, mật độ khuẩn *Vibrio* trong thí nghiệm vẫn còn khá thấp nên không ảnh hưởng đến tôm.

C. Các chỉ tiêu theo dõi biofloc trong thí nghiệm

Thể tích biofloc: Qua các giai đoạn quan sát, thể tích biofloc gia tăng dao động từ 0,12 ml/L đến 0,26 ml/L (Bảng 3). Sự gia tăng không lớn và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức trong cùng giai đoạn quan sát. Nhìn chung, thể tích biofloc ở nghiệm thức 4 qua các giai đoạn đều lớn hơn thể tích biofloc của nghiệm thức 1 với cùng giai đoạn tương ứng do lượng đường cát bổ sung nhiều hơn nhưng không có khác biệt lớn vì chênh lệch lượng đường cát theo thức ăn là khá thấp.

Kích thước biofloc: Chiều rộng hạt biofloc ở giai đoạn *Postlarvae* 4 khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), giữa các nghiệm thức trung bình khoảng 0,21 mm, chiều dài hạt biofloc ở nghiệm thức 2 là lớn nhất với 0,24 mm (Bảng 4), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức 4 nhưng không có khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với hai nghiệm thức còn lại. Ở giai đoạn *Postlarvae* 8, chiều dài hạt biofloc giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), chiều rộng nhỏ nhất ở nghiệm thức 1 với 0,12 mm khác biệt có ý

Bảng 2: Mật độ vi khuẩn tổng và *Vibrio* của các nghiệm thức (10³ CFU/mL trong nước và 10³ CFU/g trong tôm)

Chỉ tiêu		Nghiệm thức thay thế <i>Artemia</i> bằng thức ăn nhân tạo (08 lần/ngày)			
		04 lần <i>Artemia</i> + 04 lần thức ăn	03 lần <i>Artemia</i> + 05 lần thức ăn	02 lần <i>Artemia</i> + 06 lần thức ăn	01 lần <i>Artemia</i> + 07 lần thức ăn
Vi khuẩn tổng trong nước	8 ngày	5,18 ± 0 ^c	5,05 ± 0 ^b	4,9 ± 0,01 ^a	5,2 ± 0,01 ^d
	16 ngày	4,5 ± 0,05 ^a	4,6 ± 0,01 ^a	4,8 ± 0,01 ^a	4,5 ± 0,03 ^a
Vi khuẩn <i>Vibrio</i> trong nước	8 ngày	3,9 ± 0,01 ^b	3,9 ± 0,01 ^b	3,4 ± 0,02 ^a	3,9 ± 0,01 ^b
	16 ngày	3,2 ± 0,02 ^d	2,9 ± 0,01 ^a	3,1 ± 0,03 ^c	3,0 ± 0,03 ^b
Vi khuẩn <i>Vibrio</i> trong tôm		1,4 ± 0,01 ^a	1,4 ± 0,01 ^a	2,0 ± 0,01 ^d	1,5 ± 0,01 ^b
Vi khuẩn tổng trong tôm		3,84 ± 0,01 ^d	3,84 ± 0,01 ^d	3,79 ± 0,01 ^c	3,66 ± 0,01 ^b

Ghi chú: Các số liệu trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Bảng 3: Thể tích biofloc ở các nghiệm thức

Giai đoạn	Nghiệm thức thay thế <i>Artemia</i> bằng thức ăn nhân tạo (08 lần/ngày)			
	04 lần <i>Artemia</i> + 04 lần thức ăn	03 lần <i>Artemia</i> + 05 lần thức ăn	02 lần <i>Artemia</i> + 06 lần thức ăn	01 lần <i>Artemia</i> + 07 lần thức ăn
PL-4	0,14 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,03 ^a	0,12 ± 0,02 ^a	0,14 ± 0,02 ^a
PL-8	0,20 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,02 ^a	0,19 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,02 ^a
PL-12	0,24 ± 0,01 ^a	0,25 ± 0,02 ^a	0,26 ± 0,01 ^a	0,25 ± 0,01 ^a

Ghi chú: Các số liệu trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

ngĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Trong giai đoạn *Postlarvae* 12, chiều dài và rộng biofloc có kích thước nhỏ nhất ở nghiệm thức 1 lần lượt là 0,32 mm và 0,13 mm, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại.

Nhìn chung, kích thước hạt biofloc qua các giai đoạn của các nghiệm thức có sự tăng trưởng kích thước cho thấy sự hình thành và phát triển của quần thể vi sinh vật. Tuy nhiên, kích thước không đồng đều. Nghiên cứu của Logan et al. [27] cho rằng, trong môi trường nuôi tôm, thành phần vi khuẩn rất đa dạng, chúng có khả năng tập hợp thành những hạt biofloc có hình dạng và kích cỡ khác nhau.

D. Chiều dài ấu trùng và hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng (mm)

Chiều dài ấu trùng khi bố trí thí nghiệm có kích thước trung bình 3,73 mm (Bảng 5) ở giai đoạn Mysis 1. Giai đoạn *Postlarvae* 1 tôm có kích thước lớn nhất ở nghiệm thức 1 với 5 mm khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức 2 và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Ở các giai đoạn *Postlarvae* 4, *Postlarvae* 8, *Postlarvae*

12, kích thước tôm lớn nhất thuộc nghiệm thức 1 và 2 với kích thước tương ứng là 5,7 mm, 8,26 mm và 10,09 mm (Bảng 5). Tuy nhiên, trong hai nghiệm thức này, kích thước tôm không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại.

Theo Châu Tài Tảo và cộng sự [5], nếu ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng theo công nghệ biofloc bằng cách bổ sung đường cát để đạt tỉ lệ C/N khác nhau thì chiều dài tăng trưởng của ấu trùng tôm thẻ giai đoạn *Postlarvae* 12 dao động từ 9,99 mm đến 10,53 mm. Kết quả kích thước của tôm thu khi kết thúc thí nghiệm tương đương với kích thước của nghiên cứu trên. Tuy nhiên, ở nghiệm thức 4, tôm có kích thước nhỏ nhất trong các giai đoạn sau khi bố trí so với các nghiệm thức còn lại. Đây là nghiệm thức có số lần cho ăn *Artemia* thấp nhất. Điều này cho thấy tôm bị thiếu hụt dinh dưỡng khá nhiều, do vậy tôm chậm phát triển.

E. Tỉ lệ sống và năng suất của PL-12 của thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm cho thấy tỉ lệ sống và năng suất đạt cao nhất ở nghiệm thức 1 với 62,8% và 94.321 con/m³ (Bảng 6), khác biệt không có ý

Bảng 4: Kích thước hạt biofloc ở các nghiệm thức (mm)

Chi tiêu		Nghiệm thức thay thế <i>Artemia</i> bằng thức ăn nhân tạo (08 lần/ngày)			
		04 lần <i>Artemia</i> + 04 lần thức ăn	03 lần <i>Artemia</i> + 05 lần thức ăn	02 lần <i>Artemia</i> + 06 lần thức ăn	01 lần <i>Artemia</i> + 07 lần thức ăn
PL-4	Dài	0,22 ± 0,02 ^c	0,24 ± 0,02 ^{bc}	0,20 ± 0,01 ^b	0,16 ± 0,02 ^a
	Rộng	0,11 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,01 ^a
PL-8	Dài	0,29 ± 0,02 ^a	0,30 ± 0,02 ^a	0,30 ± 0,02 ^a	0,29 ± 0,01 ^a
	Rộng	0,12 ± 0,01 ^a	0,14 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,01 ^b	0,14 ± 0,01 ^b
PL-12	Dài	0,32 ± 0,02 ^a	0,35 ± 0,01 ^b	0,38 ± 0,01 ^b	0,35 ± 0,02 ^b
	Rộng	0,13 ± 0,02 ^a	0,18 ± 0,02 ^b	0,20 ± 0,01 ^b	0,19 ± 0,03 ^b

Ghi chú: Các số liệu trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Bảng 5: Chiều dài ấu trùng và hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng ở các nghiệm thức

Giai đoạn	Nghiệm thức thay thế <i>Artemia</i> bằng thức ăn nhân tạo (08 lần/ngày)			
	04 lần <i>Artemia</i> + 04 lần thức ăn	03 lần <i>Artemia</i> + 05 lần thức ăn	02 lần <i>Artemia</i> + 06 lần thức ăn	01 lần <i>Artemia</i> + 07 lần thức ăn
Mysis-1	3,73 ± 0,25	3,73 ± 0,25	3,73 ± 0,25	3,73 ± 0,25
PL-1	5,00 ± 0,02 ^c	4,99 ± 0,02 ^c	4,95 ± 0 ^b	4,84 ± 0,02 ^a
PL-4	5,50 ± 0,08 ^c	5,70 ± 0,03 ^d	5,36 ± 0,04 ^b	5,09 ± 0,01 ^a
PL-8	8,10 ± 0,19 ^b	8,26 ± 0,2 ^c	7,79 ± 0,08 ^{ab}	7,40 ± 0,36 ^a
PL-12	10,09 ± 0,01 ^c	10,05 ± 0,08 ^c	9,90 ± 0,02 ^b	9,60 ± 0,05 ^a

Ghi chú: Các số liệu trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

ngĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức 2 nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với hai nghiệm thức còn lại. Kết quả này tương đương với thí nghiệm của Châu Tài Tảo và cộng sự [5], nếu ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng theo công nghệ biofloc bằng cách bổ sung đường cát để đạt tỉ lệ C/N khác nhau thì tỉ lệ sống và năng suất cao nhất đạt 60,9% và 91.449 con/m³.

Trong khi đó, nghiệm thức 4 cho tỉ lệ sống và năng suất thấp nhất với 26,6% và 39.886 con/m³, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Ở nghiệm thức 4, số lần cho ăn *Artemia* thấp nhất không chỉ gây thiếu hụt dinh dưỡng làm tôm chậm phát triển mà còn ảnh hưởng rất lớn đến tỉ lệ sống và năng suất khi cho kết quả khá thấp so với các nghiệm thức còn lại.

Theo Avnimelech [28], biofloc không những có tác dụng cải thiện chất lượng nước mà còn là nguồn thức ăn giàu dinh dưỡng cho tôm nuôi. Tuy nhiên, biofloc chỉ có khả năng cung cấp dinh dưỡng thay thế cho *Artemia* với lượng ít và không thể hoàn toàn thay thế *Artemia* trong quá trình ương tôm. Nếu lượng *Artemia* giảm quá nhiều sẽ ảnh hưởng rất lớn đến tỉ lệ sống cũng như sự sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng.

F. Đánh giá chất lượng tôm Postlarvae 12

Sau khi sốc tôm *Postlarvae* 12 bằng formol 100 ppm và độ mặn 15‰, tất cả nghiệm thức đều có tỉ lệ sống đạt 100%. Kết quả này phù hợp với tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10257:2014 [18].

Kết quả đánh giá cho thấy công nghệ biofloc có tác động đến chất lượng tôm. Công nghệ biofloc rất an toàn sinh học nên tạo ra tôm giống chất lượng tốt.

V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Các yếu tố môi trường, mật độ vi khuẩn và biofloc của thí nghiệm trong khoảng thích hợp cho tôm thẻ chân trắng sinh trưởng và phát triển tốt.

Sự tăng trưởng về chiều dài, tỉ lệ sống và năng suất của tôm ở giai đoạn PL-12 lớn nhất là ở nghiệm thức bốn lần *Artemia* + bốn lần thức ăn nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức ba lần *Artemia* + năm lần thức ăn.

Biofloc cung cấp đủ dinh dưỡng cho tôm sinh trưởng và phát triển bình thường khi giảm một lần cho ăn *Artemia* trong ngày.

Bảng 6: Tỷ lệ sống và năng suất của PL-15 ở các nghiệm thức

Giai đoạn	Nghiệm thức thay thế <i>Artemia</i> bằng thức ăn nhân tạo (08 lần/ngày)			
	04 lần <i>Artemia</i> + 04 lần thức ăn	03 lần <i>Artemia</i> + 05 lần thức ăn	02 lần <i>Artemia</i> + 06 lần thức ăn	01 lần <i>Artemia</i> + 07 lần thức ăn
Mysis-1	3,73 ± 0,25	3,73 ± 0,25	3,73 ± 0,25	3,73 ± 0,25
PL-1	5,00 ± 0,02 ^c	4,99 ± 0,02 ^c	4,95 ± 0 ^b	4,84 ± 0,02 ^a
PL-4	5,50 ± 0,08 ^c	5,70 ± 0,03 ^d	5,36 ± 0,04 ^b	5,09 ± 0,01 ^a
PL-8	8,10 ± 0,19 ^{b^c}	8,26 ± 0,2 ^c	7,79 ± 0,08 ^{a^b}	7,40 ± 0,36 ^a
PL-12	10,09 ± 0,01 ^c	10,05 ± 0,08 ^c	9,90 ± 0,02 ^b	9,60 ± 0,05 ^a

Ghi chú: Các số liệu trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Có thể ứng dụng giảm lượng *Artemia* trong ngày khi ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng cho tôm ăn ba lần *Artemia* + năm lần thức ăn nhân tạo vào trong thực tế sản xuất giống tôm thẻ chân trắng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tổng cục Thống kê. *Tôm thẻ chân trắng đạt mức sản lượng cao trong tháng 5/2021*. <https://www.gso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thongke/2021/06/tom-the-chan-trang-dat-muc-sanluong-cao-trong-thang-5-2021/> [Ngày truy cập: 05/12/2022]. [General Statistics Office of Vietnam. *Whiteleg shrimp achieved high production levels in May 2021*. <https://www.gso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thongke/2021/06/tom-the-chan-trang-dat-muc-sanluong-cao-trong-thang-5-2021/> [Accessed 05th December 2022]].

[2] Avnimelech Y, Kochba M. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using 15N tracing. *Aquaculture*. 2009;287(1-2): 163–168.

[3] Azim ME, Little DC. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 2008;283(1-4): 29–35.

[4] Châu Tài Tảo, Trần Nguyễn Duy Khoa, Nguyễn Văn Hòa, Trần Ngọc Hải. Nghiên cứu ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) theo công nghệ biofloc với các nguồn carbon bổ sung khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2020;56(Số chuyên đề Thủy sản): 29–36. [Chau Tai Tao, Tran Nguyen Duy Khoa, Nguyen Van Hoa, Tran Ngoc Hai. Effects of carbon sources on nursing whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae applying biofloc technology. *Journal of Science, Can Tho University*. 2020;56(Special Issue on Fisheries): 29–36].

[5] Châu Tài Tảo, Nguyễn Văn Hòa, Trần Ngọc Hải. Nghiên cứu ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) theo công nghệ biofloc bằng cách bổ sung đường cát để đạt các tỷ lệ C/N khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2021;57(Số chuyên đề Thủy sản): 26–32. [Chau Tai Tao, Nguyen Van Hoa, Tran Ngoc Hai. Study on nursing white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) larvae applying biofloc technology by supplementation of sugar to achieve different C/N ratio. *Journal of Fisheries Science, Can Tho University*. 2021;57(Special Issue on Aquaculture): 26–32].

[6] Châu Tài Tảo, Trần Ngọc Hải, Takeshi Terahara, Nguyễn Văn Hòa. Ảnh hưởng của mật độ thả nuôi đến tỷ lệ sống và tăng trưởng của ấu trùng và tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) áp dụng công nghệ biofloc. *AACL Bioflux*. 2021;14(3): 1801–1810. [Chau Tai Tao, Tran Ngoc Hai, Terahara T, Nguyen Van Hoa. Influence of stocking density on survival and growth of larval and postlarval white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) applied biofloc technology. *AACL Bioflux*. 2021;14(3): 1801–1810].

[7] Avnimelech Y. *Biofloc Technology – A Practical Guidebook*, 3rd ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States; 2015.

[8] Tacon AG. Shrimp feeds and feeding regimes in zero-exchange outdoor tanks. *The Advocate April*. 2000; Apr: 15–16.

[9] McIntosh D, Samocha TM, Jones ER, Lawrence AL, McKee DA, Horowitz S, Horowitz A. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. *Aquacultural Engineering*. 2000;21(3): 215–227.

[10] Panjaitan P. Effect of C:N ratio levels on water quality and shrimp production parameters in *Penaeus monodon* shrimp culture with limited water exchange using molasses as a carbon source. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 2011;16(1): 1–8.

[11] Maica PF, de Borba MR, Wasielesky JW. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. *Aquaculture Research*. 2012;43(3): 361–370.

[12] Châu Tài Tảo, Lý Minh Trung, Trần Ngọc Hải. Nghiên cứu ương giống tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) theo công nghệ bio-floc ở các mức nước khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2015;9: 92–98. [Chau Tai Tao, Ly Minh Trung, Tran Ngoc Hai. Rearing white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following bio-floc

- technology at different water column levels. *Can Tho University Journal of Science*. 2015;9: 92–98].
- [13] Châu Tài Tảo, Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương. Ảnh hưởng của độ kiềm lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. 2015;14: 110–115. [Chau Tai Tao, Tran Ngoc Hai, Nguyen Thanh Phuong. Effect of alkalinity on the growth and survival of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae and postlarvae. *Vietnam Journal of Agriculture and Rural Development*. 2015;14: 110–115].
- [14] Châu Tài Tảo. *So sánh đặc điểm sinh sản các nguồn tôm sú (Penaeus monodon Fabricius, 1798) bố mẹ và thực nghiệm nuôi tôm thành thực trong hệ thống bể tuần hoàn*. Hà Nội: Nhà Xuất bản Nông nghiệp; 2013. [Chau Tai Tao. *Comparison of reproductive characteristics of different sources of tiger prawns (Penaeus monodon Fabricius, 1798) parent and experimental shrimp rearing in recirculating systems*. Hanoi: Agricultural Publishing House; 2013].
- [15] APHA, AWWA, and WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th ed. Washington DC: American Public Health Association. 1995.
- [16] Huys G. SOP ASIARESIT-PRES. *Preservation of bacteria using commercial cry preservation systems*. Belgium: Universiteit Gent; 2002.
- [17] Bộ Khoa học và Công nghệ. TCVN 10257:2014. *Tôm thẻ chân trắng – tôm giống – yêu cầu kỹ thuật*. Hà Nội: Bộ KH-CN; 2014. [Ministry of Science and Technology of Vietnam. TCVN 10257:2014. *Whiteleg shrimp – seed shrimp – technical requirements*. Hanoi: Ministry of Science and Technology; 2014].
- [18] Ponce-Palafox J, Martinez-Palacios CA, Ross LG. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*. 1997;157(1-2): 107–115.
- [19] Trần Ngọc Hải, Châu Tài Tảo, Nguyễn Thanh Phương. *Giáo trình Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi giáp xác*. Thành phố Cần Thơ: Nhà Xuất bản Đại học Cần Thơ; 2017. [Tran Ngoc Hai, Chau Tai Tao, Nguyen Thanh Phuong. *Technical manual for seed production and crustacean farming*. Can Tho City: Can Tho University Publishing House; 2017].
- [20] Boy CE. *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham: Auburn University Press; 1998.
- [21] Chanratchakool P. Advice on aquatic animal health care: Problems in *Penaeus monodon* culture in low salinity areas. *Aquaculture Asia*. 2003;8(1): 54–56.
- [22] Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương. *Nguyên lý và kỹ thuật nuôi tôm sú (Penaeus monodon)*. Hà Nội: Nhà Xuất bản Nông nghiệp; 2003. [Tran Ngoc Hai, Nguyen Thanh Phuong. *Principles and techniques for cultivating tiger prawns (Penaeus monodon)*. Hanoi: Agricultural Publishing House; 2003].
- [23] Anderson I. *The veterinary approach to marine prawns*. In: Brown L. (ed) *Aquaculture for veterinarians: fish husbandry and medicine*. Oxford: Pergamon Press; 1993. p.271–296.
- [24] Châu Tài Tảo, Trần Ngọc Hải, Lý Văn Khánh. Nghiên cứu ương ấu trùng tôm sú (*Penaeus monodon*) bằng công nghệ biofloc từ nguồn carbohydrate rỉ đường bổ sung ở các giai đoạn khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2018;54(Số Chuyên đề Thủy sản): 27–34. [Chau Tai Tao, Tran Ngoc Hai, Ly Van Khanh. Larval rearing of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) applying biofloc technology with carbohydrate added at different stages. *Can Tho University Journal of Science*. 2018;54(Special Issue on Fisheries): 27–34].
- [25] Châu Tài Tảo, Lý Văn Khánh, Trần Ngọc Hải. Ảnh hưởng của tỷ lệ C/N lên tăng trưởng, tỷ lệ sống của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm sú (*Penaeus monodon*) ương nuôi trong hệ thống biofloc. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2017;49b: 64–71. [Chau Tai Tao, Ly Van Khanh, Tran Ngoc Hai. Effects of C/N ratios on growth and survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) larvae and postlarvae reared in biofloc system. *Can Tho University Journal of Science*. 2017;49b: 64–71].
- [26] Logan AJ, Lawrence A, Dominy W, Tacon AG. Single-cell proteins from food byproducts provide protein in aquafeed. *Global Advocate*. 2010;13: 56–57.
- [27] Avnimelech Y. *Biofloc Technology a Practical Guidebook*. 2nd ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United State; 2012.

