

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ NUÔI TÔM CHÂN TRẮNG SỬ DỤNG HỆ THỐNG NUÔI TUẦN HOÀN KẾT HỢP LỌC SINH HỌC

Lê Duy Khương^{1*}, Hoàng Văn Hùng² và Vũ Công Tâm³

¹*Khoa Môi trường, Trường Đại học Hạ Long*

²*Khoa Thủy sản, Trường Đại học Hạ Long*

³*Trung tâm Khoa học Công nghệ và Bồi dưỡng cán bộ, Trường Đại học Hạ Long*

* *Email: leduykhuong@daihochalong.edu.vn*

Ngày nhận bài: 02/12/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/02/2022

Ngày chấp nhận đăng: 24/02/2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã thiết kế và đánh giá hệ thống nuôi tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) không thay nước, dựa vào hiệu quả của hệ thống lọc sinh học và cơ học trong hệ thống tuần hoàn khép kín. Biến động chỉ số môi trường và các thông số trong quá trình nuôi tôm thương phẩm được sử dụng để đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống. Kết quả cho thấy, các thông số chất lượng nước: TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ luôn ở dưới giới hạn cho phép trong hệ thống lọc sinh học, không làm tác động đến sức khỏe tôm. Hệ thống lọc sinh học đã kiểm soát được các thông số môi trường, giúp tôm phát triển tốt ở mật độ nuôi cao với tốc độ sinh trưởng và phát triển tương đương với các hệ thống ao nuôi ngoài trời. Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn mật độ nuôi phù hợp cho hệ thống là 1600 con/bể (800 con/m³), cho tỷ lệ sống 54,2%, sản lượng 18,5 kg/bể, cỡ tôm trung bình 46,9 con/kg và khối lượng tôm trung bình 21,3 g/con. Kết quả nghiên cứu này mở ra hướng nuôi tôm bền vững hơn nhờ tiết kiệm nước và hạn chế phát sinh dịch bệnh trong quá trình nuôi tôm.

Từ khóa: *lọc sinh học, tôm chân trắng, tuần hoàn nước, xử lý nước*

THE EFFICIENCY OF THE WHITE LEG SHRIMP PRODUCTION USING AN INTEGRATED RECIRCULATING AND BIOLOGICAL FILTRATION SYSTEM

ABSTRACT

In this study, a commercial shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) culturing was designed and evaluated based on the efficiency of biological and mechanical filtration in a recirculation aquaculture system (RAS). Changes in water quality parameters and the growth rates of commercial shrimp production were used to assess the efficiency of RAS. The results showed that the water quality parameters: TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ were always below the allowable standards in the biological filtration system without affecting shrimp growth. The biological filtration system has controlled environmental parameters to help shrimp grow well at high stocking density with the growth rate of shrimp in RAS equivalent to that of external pond systems. The study found that the optimal stocking density for the system was 1600 fish/tank (800 fish/m³), which gave a survival rate of 54.2%, a yield of 18.5 kg/tank, an average shrimp size of 46.9 shrimp/kg, and an average shrimp weight of 21.3 g/head. The results of this study open up a direction for more sustainable shrimp farming by saving water resources and limiting disease outbreaks during farming shrimp.

Keywords: *biological filtration, water circulation, water treatment, white leg shrimp*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tình trạng nuôi tôm không tuân thủ đúng quy định về xả thải đã làm ô nhiễm nền đáy và nguồn nước đầu vào ngày một trầm trọng (Nguyễn Thị Diệu Cẩm, 2017; Lê Quốc Việt & Trần Ngọc Hải, 2018; Sang & nnk., 2020). Tình hình dịch bệnh trên tôm nuôi ngày càng diễn biến phức tạp, mức độ thiệt hại ngày càng nhiều. Biến đổi khí hậu ngày càng mạnh và khó lường đã ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động sản xuất tôm (Burgents & nnk., 2004; Davidson & nnk., 2008). Công nghệ nuôi tôm trong hệ thống tuần hoàn (Recirculating Aquaculture System - RAS) sử dụng hệ thống lọc sinh học có nhiều ưu điểm nổi bật như mức độ tự động hóa cao, tiện dụng và tiết kiệm chi phí do không phải thay nước (Boyd & Tucker, 1992; Chui & nnk., 2001; Nguyễn Vĩnh Tiến và nnk., 2013; Lê Quốc Việt & Trần Ngọc Hải, 2018). Hình thức nuôi này không thay nước nên có độ an toàn sinh học cao, tránh lây lan dịch bệnh và không gây ô nhiễm môi trường.

Hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn (RAS) kết hợp với hệ thống lọc sinh học được thiết kế để tái sử dụng nước đã được dùng để nuôi thủy sản trong các bể nuôi. Các hệ thống này đã trở nên phổ biến vì khả năng kiểm soát các thông số chất lượng nước, khả năng nuôi mật độ cao và góp phần vào công tác bảo tồn tài nguyên nước (Harmon, 2005; Nguyễn Vĩnh Tiến và nnk., 2013; Nguyễn Thị Diệu Cẩm, 2017). Các hệ thống tích hợp này đã được các nhà nghiên cứu cũng như người dùng thương mại công nhận và thu hút sự quan tâm của nhiều quốc gia vì hiệu quả về tài nguyên và tính thân thiện với môi trường của chúng.

Hệ thống xử lý nước bằng phương pháp lọc sinh học xử lý nước thải nói chung và nước nuôi trồng thủy sản nói riêng sử dụng màng lọc sinh học đang được sử dụng và được coi là một biện pháp để kiểm soát ô nhiễm môi trường nước (Suzuki & Yamaya, 2005; Claude, 2008; Wang & nnk., 2009). Trên thế giới đã có rất nhiều loại lọc sinh học được thiết kế và áp dụng cho nuôi trồng thủy sản như: lọc nhỏ giọt (*Trickling filters*)

(Lawrence & nnk., 2009); lọc ngập nước (*Submerged filters*) (Chui & nnk., 2001; Nguyễn Đức Cự, 2005; Meaney, 2007); đĩa lọc sinh học RBC (*Rotating Biological Contactors*) (Spellman & nnk., 2000; Tchobanoglous & nnk., 2003); trống lọc (*Biodrum*) (Shuzuki & Yamaya, 2005); lọc tầng sỏi (Sang & nnk., 2020).

Một vài nghiên cứu trước đây đã chỉ ra đặc điểm của vật liệu lọc sử dụng cho hệ thống lọc tuần hoàn. Theo Summerfelt và Cleasby (1996), diện tích bề mặt của vật liệu lọc sinh học phải tương đối lớn hơn so với các loại vật liệu lọc khác. Trong lọc sinh học, vật liệu lọc quyết định hiệu quả làm việc của hệ thống lọc (Sandu & nnk., 2002; Gutierrez-Wing & Malone, 2006; Davidson & nnk., 2008). Vật liệu lọc phải đảm bảo đáp ứng được yêu cầu về cung cấp, phân phối tốt các chất hữu cơ, dinh dưỡng và oxy trong quá trình vận hành. Kiểu vật liệu lọc bằng nhựa tổng hợp như polyuretan, polyetylene, polystyren (Nguyễn Thị Diệu Cẩm, 2017) rất phù hợp cho vi sinh vật bám dính trên bề mặt. Vật liệu lọc từ nhựa tổng hợp có ưu điểm lớn nhất là tiết diện bề mặt lớn hơn nhiều so với các loại vật liệu khác, lại có thể phân bố đều trong tầng nước nhờ có trọng lượng riêng. Các công nghệ ở nước ngoài là một hệ thống đồng bộ, tuy nhiên chi phí đầu tư lớn, chi phí sửa chữa và bảo trì cao, không thích hợp với điều kiện của Việt Nam. Việc nghiên cứu thiết kế được một công nghệ nuôi tôm vừa thích hợp với điều kiện Việt Nam, đạt năng suất, hiệu quả cao, lại vừa đảm bảo an toàn sinh học, bền vững, giảm thiểu tác động đến môi trường sinh thái, thích ứng với biến đổi khí hậu là hết sức cần thiết và cấp bách. Nghiên cứu tập trung thiết kế và đánh giá hiệu quả nuôi tôm chân trắng không thay nước, sử dụng hệ thống bơm tuần hoàn nước qua hệ thống lọc sinh học sử dụng vật liệu sẵn có và dễ kiếm tại Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Tôm giống (PL12 - sản xuất tại Công ty Việt Úc) khối lượng $0,5 \pm 12$ g/con, tôm khỏe mạnh và không mang các mầm bệnh nguy

hiểm bao gồm: hội chứng Taura (Taura syndrome virus - TSV), bệnh đốm trắng (White spot syndromes virus - WSSV), bệnh hoại tử cơ quan tạo máu và cơ quan biểu mô (Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus - IHNV), bệnh còi (Monodon baculovirus – MBV), bệnh đầu vàng (Yellow head virus - YHV).

Sử dụng thức ăn công nghiệp (CP LOTUS 4000) dùng cho tôm chân trắng; thức ăn cho tôm he Nhật Bản (Mixed Feed for *P. japonicus* – No.1) có kích cỡ hạt thức ăn nhỏ để tôm Postlarvae có thể bắt mồi; thức ăn Uni President - V910, UP - V911, UP - V912, UP - V913 và UP - V914.

Sử dụng chế phẩm vi sinh SERENA Thailand có chứa các loại vi khuẩn *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* và *Bacillus* sp.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lựa chọn vật liệu và mô hình lọc sinh học tuần hoàn

Phân tích tổng hợp ưu nhược điểm của các loại vật liệu lọc đã được nghiên cứu trước đây (Gutierrez-Wing & Malone, 2006; Đỗ Khắc Uẩn & Yeom, 2012; Nguyễn Thị Diệu Cẩm,

2017). Nghiên cứu này đã chọn kết hợp vật liệu lọc dạng hạt làm bằng nhựa Kaldnes và san hô cành tạo nên hệ thống lọc trong bể lọc sinh học.

Nghiên cứu các mô hình lọc sinh học và hồi lưu lọc sinh học đang được áp dụng phổ biến hiện nay trên thế giới đã chỉ ra rằng mô hình lọc sinh học ngập nước được đánh giá là mô hình hiệu quả nhất hiện nay với lý do là hiệu quả chuyển hóa Ammonia và Nitrit cao (Summerfelt & Cleasby, 1996; Summerfelt, 2006). Phương pháp thiết kế hệ thống lọc sinh học phải đảm bảo các tiêu chí đơn giản, chi phí xây dựng thấp và các trang thiết bị kèm theo hoàn toàn sử dụng trong nước.

2.2.2. Quan trắc môi trường nước

Các thông số môi trường nước và tần suất đo như sau: nhiệt độ (2 ngày/lần), DO (2 ngày/lần), pH (2 ngày/lần). Các thông số về Nitơ được đo như sau: Nitrite (NO_2^-), Amoni ($\text{NH}_3\text{-N}$), Nitrate (NO_3^-) đo định kỳ 2 tuần/lần trước và sau khi thả giống. Thông số độ kiềm được đo định kỳ (1 tuần/lần). Ngoài ra, độ kiềm được đo trước khi thả giống, đo khi cần điều chỉnh độ kiềm (Bảng 1).

Bảng 1. Các thông số môi trường và phương pháp đo

Tên phép thử	Dụng cụ đo và Kit-test	Khoảng đo	Sai số	Độ phân giải
Xác định nhiệt độ	Nhiệt kế bách phân thủy ngân	0-100°C		1°C
Xác định độ pH	Máy đo pH/Nhiệt độ cầm tay Model: MW102 - hãng Milwaukee - Romania	0 - 14	± 0,02 pH	0,01 pH
Xác định hàm lượng Oxi hòa tan (DO)	Máy đo DO cầm tay Model: MW600 - hãng Milwaukee - Romania	0 - 19,9 mg/L	±1.5% toàn khoảng đo	0,1 mg/L
Xác định hàm lượng Nitrite	Sera Nitrit -Test - Đức	0 - 5 mg/L		
Xác định hàm lượng Ammonia	Sera Ammonia -Test - Đức	0 - 10 mg/L		
Xác định hàm lượng Nitrate	Sera Nitrat -Test - Đức	0 - 100 mg/L		
Xác định độ kiềm	Sera Kiềm - Test - Đức	0 - 250 mg/L		

2.2.3. Quan trắc tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của tôm trong hệ thống nuôi tuần hoàn

Tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của tôm được quan trắc để đánh giá hiệu quả xử lý nước của mô hình lọc và vật liệu lọc. Xác định kích cỡ bằng thước đo có độ chính xác 0,1 cm, mỗi mẫu đo ngẫu nhiên 20-30 con. Xác định trọng lượng bằng cân bán định lượng chính xác 0,1 gam, mỗi mẫu cân ngẫu nhiên 20-30 con.

- *Tốc độ tăng trưởng về trọng lượng W:*

+ Tốc độ sinh trưởng khối lượng tương đối SGR (%/ngày) của tôm được xác định theo công thức:

$$SGR = \frac{\ln(W1) - \ln(W2)}{T2 - T1} \times 100, \left(\frac{\%}{\text{ngày}} \right), \quad (1)$$

Trong đó:

W1: Trọng lượng tôm cân ở thời điểm T1 (g).

W2: Trọng lượng tôm cân ở thời điểm T2 (g).

T2 - T1: Thời gian thí nghiệm (ngày).

+ Tốc độ sinh trưởng khối lượng tuyệt đối của tôm Daily Weight Gain (DWG) được tính theo công thức:

$$DWG = \frac{W2(g) - W1(g)}{T2 - T1}, \left(\frac{g}{\text{ngày}} \right), \quad (2)$$

Trong đó:

W1(g) và W2 (g) là khối lượng tôm ở thời điểm T1, T2.

T2 - T1: Thời gian thí nghiệm (ngày).

- *Tỷ lệ sống của tôm S:*

$$S = \frac{n+i}{N} \times 100, (\%), \quad (3)$$

Trong đó:

n: Số tôm thu hoạch.

i: Số tôm thu mẫu không thả lại.

N: Số tôm thả ban đầu.

2.2.4. Phương pháp cho ăn

Tôm được cho ăn theo từng giai đoạn. Cỡ và lượng thức ăn phụ thuộc vào giai đoạn để thay đổi cho phù hợp, cụ thể:

+ Số lần cho ăn: 4 lần/ngày.

+ Thời gian cho ăn: 7 giờ 30 phút, 11 giờ, 16 giờ 30 phút và 21 giờ 30 phút.

+ Loại thức ăn: Thức ăn công nghiệp dùng cho tôm chân trắng.

- 10 ngày đầu: Sử dụng thức ăn cho tôm he Nhật Bản (Mixed Feed for *P. japonicus* – No.1) có kích cỡ hạt thức ăn nhỏ để tôm Postlarvae có thể bắt mồi.

- Từ ngày 11 đến ngày 20: Sử dụng thức ăn số 0 (Thức ăn Uni President - V910).

- Từ ngày 20 đến ngày 50: Sử dụng thức ăn số 1 (Thức ăn UP - V911).

- Từ ngày 40 đến ngày 80: Sử dụng thức ăn số 2 (Thức ăn UP - V912).

- Từ ngày 70 đến ngày 90: Sử dụng thức ăn số 3 (Thức ăn UP - V913).

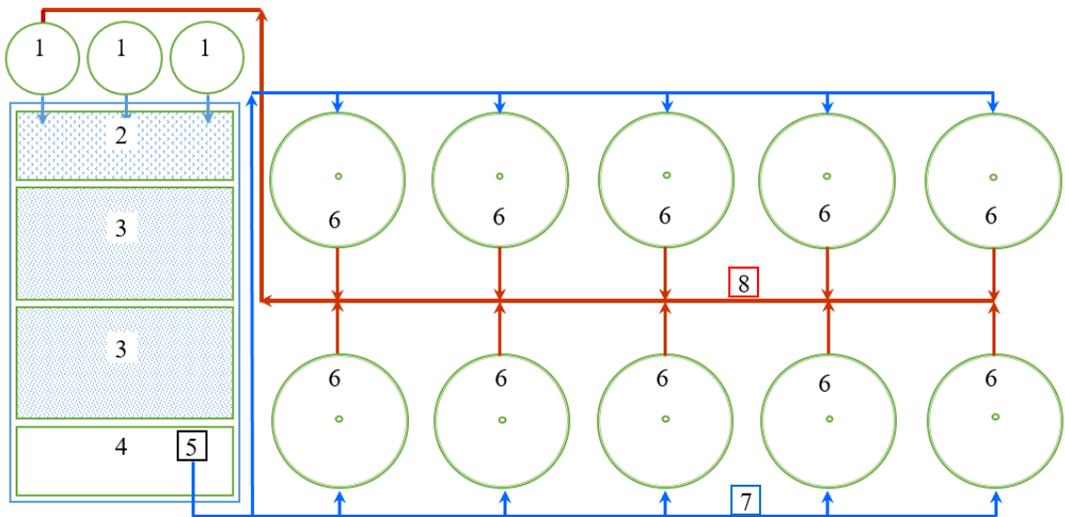
- Từ ngày 80 đến ngày 120: Sử dụng thức ăn số 4 (Thức ăn UP - V914).

+ Lượng cho ăn: Từ 3-10% trọng lượng thân/ngày, tùy giai đoạn phát triển. Cụ thể: tháng thứ nhất cho ăn 7-10% trọng lượng thân/ngày; tháng thứ hai cho ăn 5-6% trọng lượng thân/ngày; tháng thứ ba và thứ tư cho ăn 3-4% trọng lượng thân/ngày. Tuy nhiên, cần căn cứ vào lượng thức ăn thừa hay thiếu sau từng bữa và nhiệt độ nước, tình trạng sức khỏe của tôm để điều chỉnh thức ăn cho hợp lý.

+ Không cho ăn trong các trường hợp: khi nhiệt độ nước xuống dưới 22°C, khi thừa nhiều thức ăn sau khi cho ăn 120 phút hoặc khi tôm bị bệnh.

2.2.5. Phương pháp phòng trị bệnh

Phòng bệnh trước khi thả giống bằng cách xử lý nước bằng thuốc tím 5ppm, sau 24 giờ sử dụng phèn PAC 5ppm, để lắng sau 3 ngày sử dụng Hydrogen peroxid (3%) 250 ppm để khử thuốc tím dư, sau đó dùng nước vôi trong khử phèn, tăng pH (0,2kg CaO/m³). Nước sau khi đã xử lý được cấp vào hệ thống lọc sinh học, bổ sung vi sinh và chạy lọc tuần hoàn. Phòng bệnh định kỳ trong quá trình nuôi hoặc trị bệnh khi có dấu hiệu bệnh lý bằng cách trộn thuốc, vitamin, khoáng chất vào thức ăn.



Hình 1. Sơ đồ bố trí hệ thống nuôi tôm tuần hoàn khép kín.

(1) Bể lọc thô; (2) Bể lọc sinh học vật liệu hạt nhựa Kaldnes; (3) Bể lọc sinh học vật liệu san hô và rong biển; (4) Bể nước trong; (5) Máy bơm; (6) Bể nuôi tôm; (7) Hệ thống cấp nước; (8) Hệ thống thoát nước.

2.2.6. Xử lý số liệu

Các giá trị đo là trung bình của 3 lần đo, số liệu được thể hiện ở dạng Mean ± SD, trong đó: Mean là giá trị trung bình, SD là độ lệch chuẩn.

Phân tích thống kê được thực hiện bởi phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2013 để đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa của các chỉ số môi trường giữa các điều kiện nuôi khác nhau (với $p \leq 0.05$ được xem như là một sự khác biệt thống kê có ý nghĩa).

Phân tích phương sai một nhân tố Anova và kiểm định F-Test, T-Test được sử dụng để quyết định xem có sự khác biệt nào về độ tin cậy mang tính thống kê giữa các thông số đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của tôm trong hệ thống nuôi tuần hoàn khép kín và nuôi tôm thay nước định kỳ hay không.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

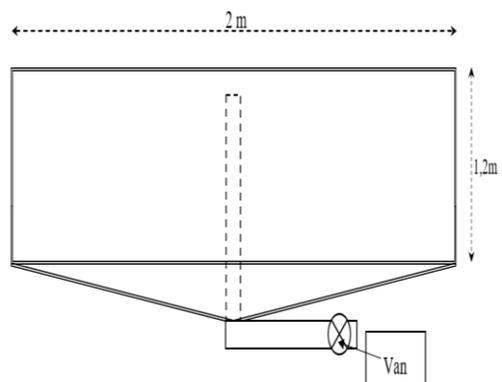
3.1. Thiết kế, lắp đặt hệ thống nuôi tôm tuần hoàn khép kín

3.1.1. Thiết kế hệ thống nuôi tôm tuần hoàn khép kín

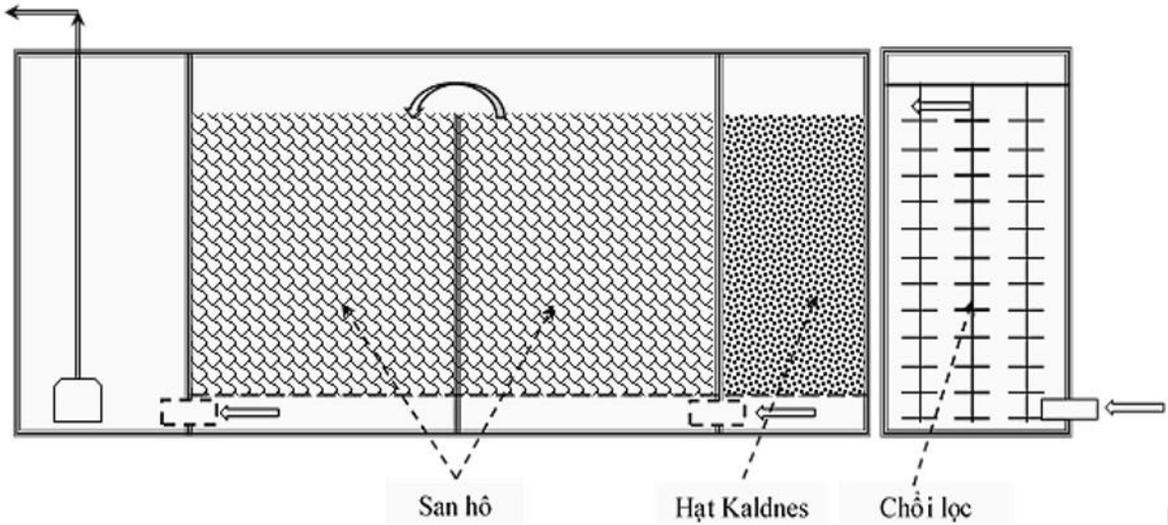
Bể nuôi tôm được thiết kế hình tròn với chất liệu composite. Đường kính của bể nuôi

là 2m, đây là kích thước bể phù hợp cho vận hành hệ thống nuôi tuần hoàn, đảm bảo lưu lượng nước cấp và thoát phù hợp. Các bể nuôi được liên kết với nhau bằng ống nhựa PVC Ø90 – 110. Mỗi bể được bố trí một van khóa nước tạo thành hệ thống tuần hoàn khép kín như trong Hình 1.

Bể nuôi trong hệ thống tuần hoàn Hình 1(6) được thiết kế như trong Hình 2 dưới đây với các kích thước như sau: đường kính bể nuôi: 2m; chiều cao bể nuôi: 1,2m; đáy bể được làm dốc về rón bể với độ dốc 15°; ống dẫn nước thải được thiết kế ở giữa rón bể, ống PVC Ø90 - 110; bề mặt bể nuôi có độ nhẵn cao để dễ dàng trong việc vệ sinh, khử trùng.



Hình 2. Mô hình bể nuôi tôm



Hình 3. Sơ đồ bố trí hệ thống lọc thô và lọc sinh học

3.1.2. Thiết kế hệ thống lọc

Hệ thống lọc là thành phần quan trọng, là trái tim của cả hệ thống nuôi tôm tuần hoàn. Hệ thống lọc quyết định chất lượng nước, do vậy quyết định sự thành bại trong nuôi tôm. Trong nghiên cứu này, hệ thống lọc được chia thành hai phần (Hình 03): hệ thống lọc thô, hệ thống lọc sinh học và các thiết bị phụ trợ. Chức năng của hệ thống lọc thô là thải loại các chất cặn bã hữu cơ ra khỏi hệ thống nuôi tuần hoàn.

Hiện nay, có nhiều phương pháp lọc thô như: dùng hệ thống bể lắng dài, lọc parabol, chổi lọc, trống lọc... Tuy nhiên, mỗi một hình thức có những ưu, nhược điểm khác nhau. Hệ thống lọc thô trong nghiên cứu này là dùng chổi lọc với khả năng loại bỏ cặn bã tốt, dễ vệ sinh và chi phí thấp hơn nhiều so với các hình thức lọc thô còn lại. Nước sau khi qua hệ thống lọc thô được đi qua lọc sinh học là hệ thống thiết bị nuôi sinh khối lớn các tập đoàn vi khuẩn có lợi (*Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Bacillus*, nấm men...) phát triển trên các vật liệu làm giá mang. Các tập đoàn vi khuẩn đó được nuôi dưỡng bằng các chất hữu cơ và dinh dưỡng có trong nước thải của hệ thống bể nuôi. Chính vì vậy, nước thải sau khi đi qua bể lọc sinh học sẽ được làm sạch và cấp trở lại các bể nuôi bởi hệ thống thiết bị hoàn lưu.

Trong Hình 3, hệ thống lọc sinh học bao gồm bể chứa, vật liệu lọc sinh học và hệ thống sục khí. Bể lọc là bể chứa vật liệu lọc sinh học và chứa nước thải đi qua bể chứa bằng hệ thống hoàn lưu. Thể tích bể lọc phải lớn hơn thể tích vật liệu lọc sinh học 30% để chứa được phần nước thải từ hệ thống bể nuôi hồi lại bể lọc khi mất điện (phần nước dâng lên khi máy bơm cấp nước liên tục cho hệ thống bể nuôi so với mực nước bể nuôi hạ thấp khi máy bơm ngừng cấp nước do mất điện). Thể tích vật liệu lọc phải đảm bảo tối thiểu bằng 1/10 tổng thể tích nước bể nuôi. Vật liệu lọc sinh học đã được sử dụng như: sứ lọc, san hô cành, jmat, hạt Kaldnes, xốp thủy tinh (glass media). Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng kết hợp hạt Kaldnes (Hình 4) và san hô cành (Hình 5).



Hình 4. Hạt nhựa Kaldnes

Các vi sinh mặt ngoài của màng sinh học bám trên vật liệu lọc là các vi khuẩn hiếu khí. Do vậy, để hiệu suất lọc sinh học đạt hiệu quả cao, cần phải cung cấp đầy đủ lượng oxy cho hệ thống lọc sinh học. Hệ thống nuôi tôm tuần hoàn của nghiên cứu này đã bố trí hệ thống sục khí trong hệ thống lọc sinh học.

3.1.3. Thiết kế hệ thống sục khí trong bể nuôi tôm

Hệ thống sục khí trong bể nuôi có vai trò hết sức quan trọng trong nuôi tôm. Lượng oxy được cung cấp đầy đủ sẽ đảm bảo giúp cho tôm bất môi và sinh trưởng tốt. Hệ thống tuần hoàn là sục khí bằng venturi - dụng cụ dùng chính dòng nước cấp vào bể nuôi để tạo oxy hòa tan trong nước (Hình 6). Venturi rất phù hợp cho mô hình nuôi tôm tuần hoàn. Dụng cụ này được gắn với đầu ống cấp nước cho bể nuôi, tạo ra dòng bọt khí có kích thước nhỏ, làm tăng khả năng hòa tan của oxy vào nước, giúp tiết kiệm năng lượng

3.1.4. Thiết kế hệ thống cấp, thoát nước

Hệ thống cấp thoát nước được thiết kế và mô tả như trong Hình 7: nước được bơm cấp từ bể chứa nước sạch theo đường ống cấp nước chính, sau đó theo các ống nhánh đi đến các bể nuôi. Đường ống cấp nước chính đảm bảo yêu cầu có đường kính đủ lớn để cung cấp nước cho toàn bộ hệ thống bể nuôi. Trong nghiên cứu này, sử dụng đường ống cấp chính là ống PVC Ø48, ống cấp nhánh PVC Ø27. Đầu ống cấp nhánh được kết nối với hệ

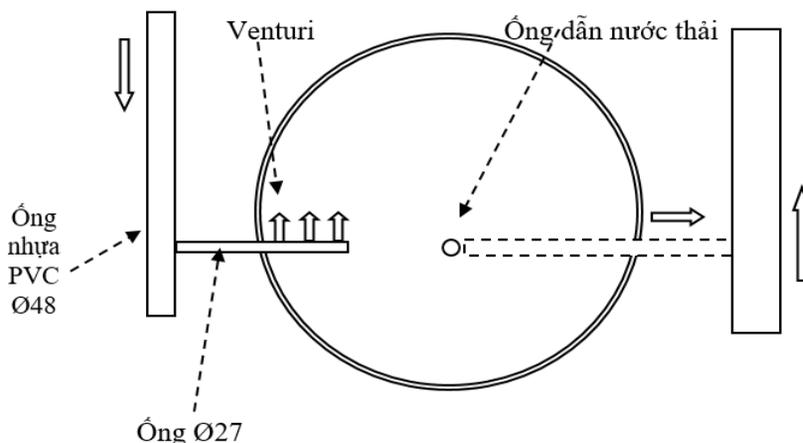
thống ống venturi. Sau khi nước vào bể nuôi, nước tuần hoàn theo ống gom phân chảy vào ống hồi và đi về bể lọc thô, ống gom phân đường kính Ø90, ống hồi chính về bể lọc đường kính Ø110.



Hình 5. San hô cảnh



Hình 6. Thiết bị sục khí Venturi



Hình 7. Hệ thống cấp, thoát nước cho bể nuôi tôm

Bảng 2. Môi trường nước trong hệ thống nuôi tôm chân trắng thương phẩm

Thông số	Nước thải TB (Min - Max)	Nước sau lọc TB (Min - Max)	Nước bể định kỳ thay nước TB (Min - Max)	Tiêu chuẩn cho phép
Nhiệt độ (°C)	28,3 (24 - 29)	28,3 (24 - 29)	28,3 (24 - 29)	18-33 (QCVN02-19:2014/BNNPTNT)
pH	7,7 (7,5 - 8,2)	7,7 (7,5 - 8,2)	7,6 (7,5 - 7,6)	7-9 (QCVN02-19:2014/BNNPTNT)
Độ mặn (ppt)	12,8 (10 - 15)	12,8 (10 - 15)	12,7 (10 - 15)	5-35 (QCVN02-19:2014/BNNPTNT)
DO (mg/L)	4,5 (4,2 - 5,2)	4,5 (4,2 - 5,2)	4,7 (4,5 - 5,2)	≥3,5 ((QCVN02-19:2014/BNNPTNT)
TAN (mg/L)	0,32 (0 - 0,5)	0,21 (0 - 0,4)	0,43 (0 - 1,0)	NH ₃ <0,3 (QCVN02-19:2014/BNNPTNT)
N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,38 (0 - 0,7)	0,12 (0 - 0,3)	0,55 (0 - 1,0)	0,5 (Burgents & nnk., 2004)
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	51,88 (10 - 80)	34,06 (10 - 50)	55,94 (10 - 90)	100 (Burgents & nnk., 2004)
Độ kiềm KH (mg CaCO ₃ /L)	109,8 (89,5 - 143,2)	109,8 (89,5 - 143,2)	104,4 (89,5 - 125,3)	60-180 (QCVN02-19:2014/BNNPTNT)

3.2. Chất lượng môi trường nước trong bể nuôi của hệ thống tuần hoàn

3.2.1. Biến động của các thông số môi trường nước

Kết quả xác định các thông số môi trường nước trong hệ thống nuôi tôm chân trắng tuần hoàn nước và định kỳ thay nước được trình bày trong Bảng 2.

Giá trị DO trong Bảng 2 cho thấy oxy hòa tan trong nước của bể nuôi luôn cao, đó là nhờ duy trì sục khí 24/24 giờ (giá trị DO đo được trong bể nuôi ở các thời điểm khác nhau trong ngày đều lớn hơn 4,5 mg/L). Kết quả cho thấy, giá trị DO trước và sau lọc biến đổi không đáng kể (Bảng 2). Giá trị DO trung bình ở các bể định kỳ thay nước cao hơn ở các bể nuôi tuần hoàn, tuy nhiên sự chênh lệch không đáng kể.

Nhiệt độ, pH, độ mặn S‰ trong bể nuôi tương đối ổn định và nằm trong giới hạn cho phép trong nuôi trồng thủy sản. Dữ liệu TAN (mg/L) từ Bảng 2 cho thấy, sau xử lý lọc, hàm lượng TAN (mg/L) trong nước giảm so với

nước thải từ 0,32 xuống 0,21 mg/L, tương đương 34,4%. So sánh với giá trị TAN 0,43 (mg/L) đo được trong bể nuôi thay nước định kỳ, cao gấp 2,05 lần so với trong nước đã lọc qua hệ thống lọc tuần hoàn. Phân tích xác suất Anova 1 nhân tố đã cho thấy, ($p < 0,05$) ảnh hưởng của hệ thống lọc lên sự biến động giá trị TAN (mg/L) trong giai đoạn nuôi tôm chân trắng thương phẩm là sự khác biệt có ý nghĩa. Kết quả này cho thấy, hệ thống lọc kết hợp với hệ vi sinh vật bổ sung đã hoạt động và tiêu hao một lượng TAN (mg/L) để sinh trưởng và làm giảm giá trị của hàm lượng TAN (mg/L).

Giá trị về dinh dưỡng khoáng và hữu cơ ở cửa vào và cửa ra của hệ thống lọc tuần hoàn rất rõ rệt. Điều này là do trên bề mặt lớp lọc có sự tồn tại của hệ các vi khuẩn cố định đạm, TAN được chuyển sang N-NO₂⁻ bởi nhóm *Nitrosomonas*, sau đó NO₂⁻ tiếp tục được chuyển hóa thành N-NO₃⁻ nhờ nhóm *Nitrobacter*. Giá trị NO₂⁻ trung bình giảm từ 0,38 mg/L xuống 0,12 mg/L do quá trình chuyển hóa TAN thành NO₃⁻ nhờ hệ vi khuẩn

nitrat hóa. Độc tố của Ammonia phụ thuộc vào pH và nhiệt độ (Lekang, 2013). Trong nghiên cứu này, nhiệt độ dao động từ 24 - 29°C, pH nằm trong khoảng 7,5 - 8,2 và hàm lượng ammonia tổng số thấp hơn nhiều mức 3,9 mg/L - là mức gây độc đối với động vật thủy sản (Økelsrud & Pearson, 2007). Như vậy, tôm chân trắng nuôi trong hệ thống tuần hoàn khép kín của thí nghiệm này không chịu ảnh hưởng bất lợi từ hàm lượng ammonia. Trong khi đó, giá trị NO_2^- trung bình trong bể nuôi thay định kỳ là 0,55 mg/L cao hơn gấp 4,5 lần so với giá trị này trong nước sau khi qua hệ thống lọc tuần hoàn.

Giá trị Nitrat trung bình trong bể nuôi thay định kỳ là 55,9 mg/L, cao hơn so với trong bể nuôi tuần hoàn và sau khi qua hệ thống lọc tương ứng là 7,3% và 39,1%. Trong bể nuôi tôm tuần hoàn, hàm lượng Nitrate trung bình là (51,9 mg/L) cao hơn nước đã qua xử lý (34,1 mg/L). Kết quả này cho thấy hệ thống lọc sinh học tuần hoàn có hiệu quả trong việc xử lý các chất dinh dưỡng khoáng và hữu cơ có trong bể nuôi tôm. Kết quả này tương tự như kết quả từ các nghiên cứu nuôi cá trong hệ lọc sinh học, hàm lượng N-NO_3^- của nước sau khi đi qua hệ lọc sinh học luôn cao hơn của nước thải ra từ bể nuôi cá (Nguyễn Vĩnh Tiến và nnk., 2013). Mặc dù không phải là yếu tố gây độc cho tôm nuôi nhưng hàm lượng Nitrate cao sẽ tác động không tốt đến sinh trưởng, phát triển của đối tượng nuôi (Nguyễn Thị Diệu Cẩm, 2017). Khi tôm tiếp xúc với nồng độ N-NO_3^- cao trong thời gian dài sẽ bị cụt râu, mang bất thường và gan tụy bị tổn thương. Cơ quan gan tụy ở tôm khi bị tổn thương làm giảm sự chuyển hóa và hấp thu dinh dưỡng, tăng trưởng tôm giảm thấp. Hàm lượng N-NO_3^- quan trắc được tương đối cao, nhất là tháng nuôi tôm thứ 3, tuy nhiên hàm lượng N-NO_3^- không vượt quá 100mg/L.

3.3. KẾT QUẢ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA TÔM CHÂN TRẮNG

3.3.1. Đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống nuôi tuần hoàn

Nuôi tôm trong 4 bể composite loại 2m³/bể, tôm (PL12 - sản xuất tại Công ty Việt Úc), mật độ nuôi được chọn là 600 con/m³,

nước được bơm tuần hoàn sử dụng bơm. Mẫu đối chứng sử dụng 4 bể composite cùng kích thước nuôi tôm với cùng mật độ tôm, tôm (PL12 - sản xuất tại Công ty Việt Úc), định kỳ thay nước 20-30%/ngày.

Sử dụng chế phẩm sinh học có chứa các loại vi khuẩn *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* và *Bacillus* sp. trong quá trình nuôi tôm, kết quả đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của tôm được trình bày trong Hình 8. Kết quả về sự sinh trưởng và phát triển của tôm thương phẩm khi thu hoạch cho thấy cỡ tôm trung bình và khối lượng tôm trung bình (g/con) trong hệ thống nuôi tuần hoàn và nuôi định kỳ thay nước không có sự khác biệt đáng kể. Tuy nhiên, sản lượng tôm nuôi trong hệ thống tuần hoàn vượt trên 2,5 lần so với nuôi trong bể thay định kỳ, cụ thể: 14,2 kg/bể nuôi tuần hoàn nước so với 5,6 kg/bể nuôi định kỳ thay nước. Nguyên nhân là do tỷ lệ sống của tôm nuôi trong bể tuần hoàn cao hơn so với nuôi trong hệ thống thay nước định kỳ là 2,5 lần, cụ thể 51,1% đối với bể nuôi tuần hoàn và 19,7% với bể thay nước định kỳ.

Kiểm định hai phương sai của hai nghiệm thức thí nghiệm hệ thống bể tuần hoàn và hệ thống thay nước định kỳ với $\alpha = 0,05$, kết quả cho thấy: $F > F$ Critical one-tail và $P (F \leq f)$ one-tail $< \alpha (0,05)$. Phân tích thống kê này cho thấy có sự khác biệt đáng kể giữa hai phương sai. Trong trường hợp mẫu nhỏ hơn 30, hai phương sai không bằng nhau. So sánh giá trị trung bình sản lượng tôm nuôi giữa hai nghiệm thức thí nghiệm ta được kết quả t Stat $> t$ Critical two-tailcrit (13,1990017 $> 2,14478668$). Sự sai khác về sản lượng trung bình ở hai nghiệm thức thí nghiệm có ý nghĩa thống kê (với độ tin cậy 95%). Trong đó, sản lượng trung bình tôm nuôi trong hệ thống bể tuần hoàn lớn hơn sản lượng trung bình tôm nuôi trong hệ thống thay nước định kỳ. Kết quả này chứng minh rằng, hệ thống tuần hoàn không thay nước không những đảm bảo sự sinh trưởng và phát triển của tôm mà còn tăng tỷ lệ sống, từ đó làm tăng sản lượng của tôm lên đáng kể so với hệ thống thay nước định kỳ. Môi trường nước trong hệ thống nuôi thay nước định kỳ thường xuyên thay đổi do quá trình thay nước, cũng như việc không có

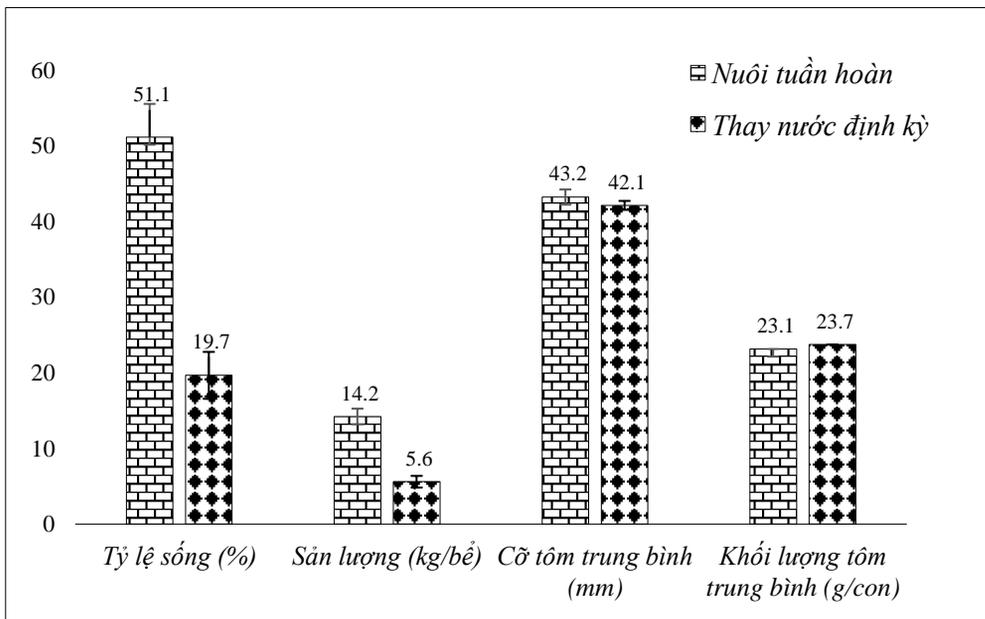
hệ thống lọc sinh học là nguyên nhân chính dẫn đến tỷ lệ sống của tôm thấp, từ đó làm giảm sản lượng nuôi. Tỷ lệ sống của tôm nuôi hơi thấp hơn kết quả nghiên cứu của Lê Quốc Việt & Trần Ngọc Hải, 2013 - nuôi tôm chân trắng trong hệ thống bể tuần hoàn (77,8%). Tuy nhiên, nghiên cứu của Lê Quốc Việt chỉ tiến hành với mật độ cao nhất là 600 con/m³ và nuôi trong 60 ngày tương đương 8 tuần; trong khi, nghiên cứu này thực hiện trong thời gian dài hơn - 14,7 tuần, đến cỡ tôm thương phẩm.

Tỷ lệ sống của tôm nuôi trong bể định kỳ thay nước đạt thấp. Một trong những nguyên nhân là do tôm nuôi mật độ cao nên nước nhanh bị ô nhiễm, hàm lượng độc tố cao đã gây ảnh hưởng đến sức khỏe tôm nuôi. Tốc độ sinh trưởng khối lượng tương đối SGR (%/ngày) của tôm nuôi trong hệ thống tuần hoàn đạt 5,96%/ngày và trong bể định kỳ thay nước đối chứng đạt 6,04%/ngày. Tốc độ sinh trưởng khối lượng tuyệt đối DWG (g/ngày) của tôm nuôi trong hệ thống tuần hoàn đạt 0,21 g/ngày và trong bể đối chứng đạt 0,23 g/ngày (Bảng 3). Kết quả cho thấy, tốc độ sinh trưởng khối lượng tương đối và tuyệt đối của tôm nuôi trong hệ thống tuần hoàn đều thấp hơn tốc độ sinh trưởng khối

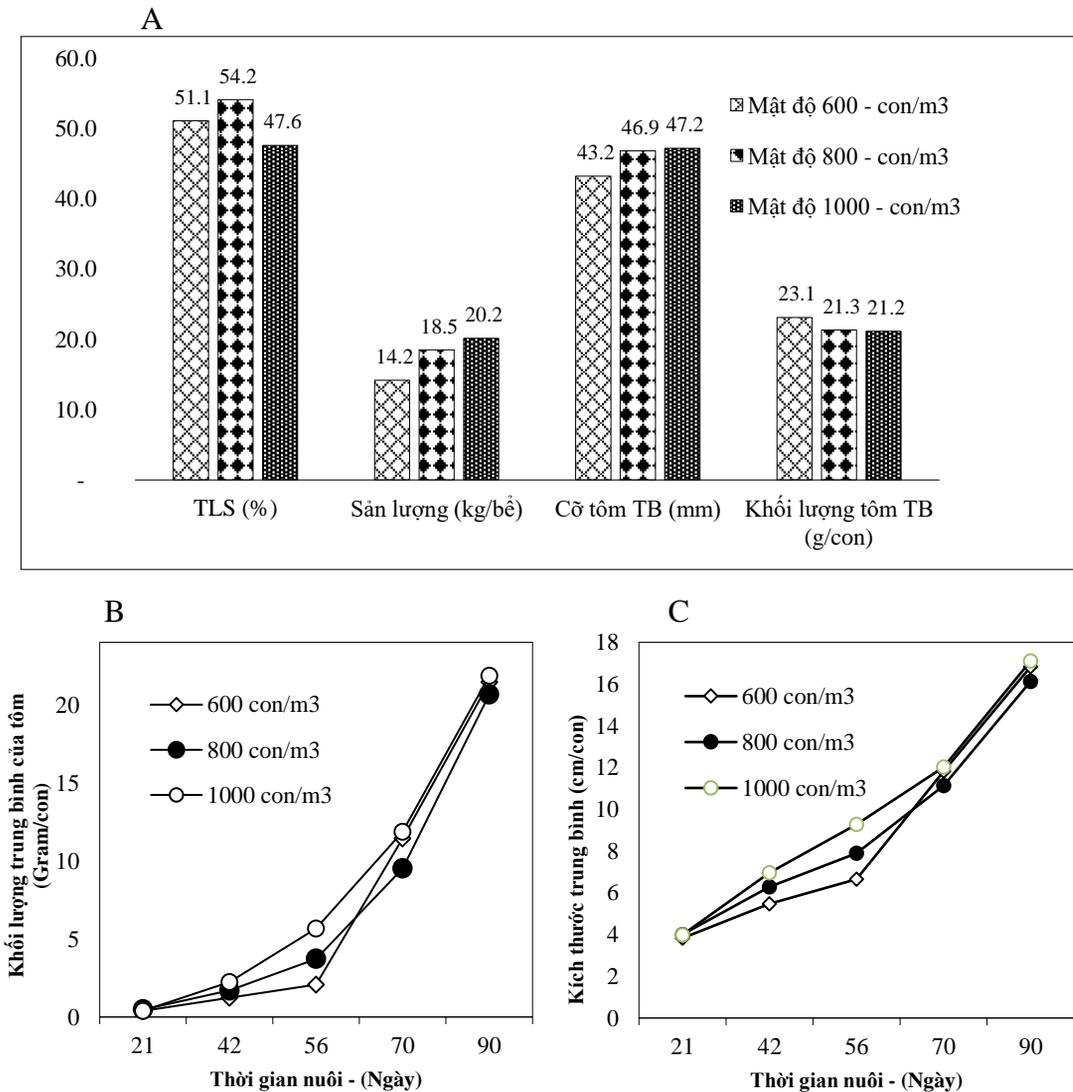
lượng tương đối và tuyệt đối của tôm nuôi trong bể thay nước định kỳ. Điều này được lý giải bởi vì tôm nuôi trong bể thay nước định kỳ có tỷ lệ sống thấp nên mật độ tôm nuôi thưa, tôm có tốc độ sinh trưởng nhanh hơn. Năng suất của tôm thu được trong bể nuôi tuần hoàn đạt 8,8 kg/m³, cao hơn 3,14 lần so với năng suất tôm thu từ bể nuôi thay nước định kỳ. Kết quả này bước đầu đánh giá được hiệu quả của hệ thống nuôi lọc tuần hoàn so với hệ thống nuôi thay nước định kỳ.

Bảng 3. Sinh trưởng của tôm chân trắng trong hệ thống tuần hoàn khép kín và hệ thống thay nước định kỳ (TB ±SD)

Thông số kiểm tra	Kết thúc thí nghiệm	Bể định kỳ thay nước
Khối lượng (g)	23,1 ± 1,58	23,7 ± 1,63
SGR (%.ngày ⁻¹)	5,96	6,04
DWG (g/ngày)	0,21	0,23
Năng suất (kg/m ³)	8,8	2,8



Hình 8. Kết quả đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của tôm



Hình 9. Ảnh hưởng của mật độ nuôi đến khả năng làm việc của hệ thống nuôi tôm tuần hoàn

(A: Ảnh hưởng của mật độ nuôi đến chỉ số sinh trưởng sau 90 ngày nuôi; B: Khối lượng trung bình của tôm theo thời gian; C: Kích thước trung bình của tôm theo thời gian)

3.3.2. Ảnh hưởng của mật độ nuôi đến sự sinh trưởng và phát triển của tôm

Nghiên cứu này chọn 3 mật độ nuôi khác nhau để thử nghiệm. Đó là: 600 PL/m³, 800 PL/m³, 1.000 PL/m³. Kết quả sự sinh trưởng và phát triển của tôm sau 3 tháng nuôi được trình bày trong Hình 9.

Tỷ lệ sống tôm nuôi trong hệ thống tuần hoàn khép kín cao nhất đạt 54,2%, tương đương tỷ lệ sống trong các hệ thống nuôi tôm

siêu thâm canh hiện nay (Hình 9A). Phân tích Anova một nhân tố giữa 3 công thức thí nghiệm 1, 2 và 3 với $\alpha = 0,05$ (có cùng môi trường nước, nhưng mật độ nuôi khác nhau) cho thấy $F > F_{crit}$ ($43,68924 > 4,256495$). Sự sai khác về sản lượng trung bình ở 3 mật độ nuôi khác nhau có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95%. Trong đó, sản lượng trung bình tôm nuôi ở mật độ 1000 con/m³ có giá trị lớn nhất đạt 20,2 kg/bể (Hình 9A). Khối lượng trung bình (Hình 9B) và kích thước trung

bình (Hình 9C) của tôm tăng mạnh từ sau thời điểm 42 ngày nuôi. Khối lượng tôm trong bể nuôi tỷ lệ thuận với mật độ nuôi, có thể nguyên nhân là do mật độ nuôi cao tôm có xu hướng ăn mạnh hơn. Tuy nhiên, đến thời điểm 70 và 90 ngày nuôi, giá trị về khối lượng trung bình và kích thước trung bình của tôm khác nhau không đáng kể. Thêm vào đó, kết quả sản lượng tôm nuôi (Hình 9A) cho thấy trong bể 1000 con/m³ cao hơn 2 mật 600 và 800, và vẫn duy trì được tỷ lệ sống, tốc độ phát triển tương đương với giá trị này ở bể nuôi 600 và 800 con/m³. Điều này chứng tỏ hệ thống lọc tuần hoàn vẫn đáp ứng được mật độ cao tới 1000 con/m³ mà không làm giảm sản lượng của tôm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đánh giá được hiệu quả của hệ thống nuôi tôm chân trắng tuần hoàn không thay nước có kết hợp với lọc sinh học với tỷ lệ vật liệu lọc so với bể lọc 10%, cho khối lượng tôm thu được đạt 21,2 g/con sau 3 tháng nuôi từ PL45. Các thông số chất lượng nước: TAN (mg/L), NO₂⁻ mg/L luôn ở dưới giới hạn cho phép, không làm tác động đến sức khỏe tôm.

Hệ thống nuôi tôm tuần hoàn nước kết hợp lọc sinh học có thể nuôi tôm ở mật độ nuôi 8.000 con/m³, cho tỷ lệ sống: 54,2%, sản lượng 18,5 kg/bể, cỡ tôm trung bình đạt 46,9 con/kg và khối lượng tôm trung bình đạt 21,3 g/con. Kết quả này mở ra cơ hội nuôi tôm chân trắng mật độ cao, không thay nước và có thể đặt ở nơi diện tích nhỏ, phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Hệ thống nuôi tôm tuần hoàn với hệ thống lọc sinh học làm việc hiệu quả đã giúp quá trình nuôi tôm đạt năng suất cao, sử dụng hiệu quả và tiết kiệm tài nguyên nước, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu của đề tài cấp cơ sở “Nuôi tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) trong

bể bằng hệ thống tuần hoàn khép kín” do Sở Khoa học và công nghệ tỉnh Quảng Ninh quản lý. Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Hạ Long đã tạo điều kiện tốt nhất về cơ sở vật chất để thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Boyd, C. E., & Tucker, C.S. (1992). *Water quality and pond soil analyse for aquaculture*. Auburn University, Alabama, 156-382.
- Burgents, J.E., Burnett, K.G., Burnet, L.E. (2004). Disease resistance of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, following dietary administration of a yeast culture food supplement. *Aquaculture*, 231, 1–8. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.09.003
- Chui, P.C., Terashimay, Y., Tay J.H., Ozaki H. (2001). *Waste water treatment and nitrogen removal using submerged filter systems*. Pergamon Press, Oxford, Royaume-Uni ETATS-UNIS.
- Davidson, J., Helwig, N., Summerfelt, S.T. (2008). Fluidized sand biofilters used to remove ammonia, biochemical oxygen demand, total coliform bacteria, and suspended solids from an intensive aquaculture effluent. *Aquacultural Engineering*, 39, 6–15. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2008.04.002.
- Đỗ Khắc Uẩn & Yeom, I.T. (2012). Ảnh hưởng của cường độ sục khí đến hiện tượng tắc màng trong hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng phương pháp sinh học kết hợp lọc. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, số 10(1), 182-189.
- Gutierrez-Wing, M.T. & Malone, R.F. (2002). Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 163-171. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2005.08.003

- Harmon, T.S. (2005). The Role of "Aquaponics" in Recirculating Aquaculture Systems. *International Journal of Recirculating Aquaculture*, 6, 13-22.
- Lê Quốc Việt & Trần Ngọc Hải. (2018). Thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trong bể với các mật độ khác nhau theo công nghệ biofloc. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, Số 54(7B), 94-101.
- Meaney, B. (2007). Operation of submerged filters. *Water and Environmental Journal*, 8(3), 327-334.
- Nguyễn Đức Cự, Nguyễn Thị Thu Hiền, Lê Quang Dũng, Nguyễn Mạnh Cường. (2005). *Áp dụng công nghệ lọc sinh học cho ương nuôi giống cá giò*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
- Nguyễn Thị Diệu Cẩm. (2017). Đánh giá hiệu quả quá trình nitrat hóa trên hệ lọc sinh học hiếu khí trong xử lý nước nuôi thủy sản có độ mặn cao. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Số 33(1), 88-94.
- Nguyễn Vĩnh Tiến, Nguyễn Chí, Lê Hoàng Phương, Võ Lê Thanh Trúc, Trần Ngọc Hải (2013). Nghiên cứu nuôi tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh trong hệ thống bể tuần hoàn. *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn*, Số (23), 75-81.
- Sandu, S.I., Boardman, G.D., Watten, B.J., Brazil, B.L. (2002). Factors influencing the nitrification efficiency of fluidized bed filter with a plastic bead medium. *Aquacultural Engineering*, 26(1), 41-59.
- Sang, V.V., Nguyen, H.H., Vuong, D.D., Thuy, V.T. Tuan, L.P., Ngoc, N.T.H., Knibb, W., Tung, V.H., Khuong, L.D. (2020). Assessing the efficiency of a recirculating fluidized bed biofilter in white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) broodstock aquaculture. *Journal of Agriculture, Food, Environment and Animal Sciences*, 1(4), 127-132. DOI: 10.47440/JAFE.2020.1419.
- Summerfelt, S.T., & Cleasby, J.L. (1996). Review of hydraulics in fluidized-bed biological filters. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 39 (3), 1161–1173.
- Summerfelt, S.T. (2006). Design and management of conventional fluidized-sand biofilters. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 275-302.
- Suzuki, T., & Yamaya, S. (2005). Removal of hydrocarbons in a rotating biological contactor with biobrum. *Process biochemistry*, 40(11), 3429-3433.
- Spellman, F.R. (2000). *Spellman's standard handbook for wastewater operators*. CRC Press. ISBN 1-56676-835-7.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. (2003). *Wastewater engineering (Treatment disposal reuse)*. Metcalf & Eddy, Inc. (4th edition ed.). McGraw-Hill Book company.
- Wang, L.K., Wu, Z., Shammas, N.K. (2009). *Biological treatment process*. Handbook of environmental engineering, Volume 8 (pp. 371-433). New Jersey, USA: Humana Press.