

CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÀ TĂNG TRƯỞNG TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*) NUÔI TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN NƯỚC QUI MÔ SẢN XUẤT

Nguyễn Như^{1*}, Trần Trọng Hoàng², Trần Trọng Huy²,

Phạm Vương Kim Phụng Hoàng³

¹Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 2; ²Công ty TNHH Thái Phát Hưng;

³Công ty TNHH Khoa học Nuôi trồng Thủy sản và Môi trường Saen.

*Tác giả liên hệ: nhut300676@yahoo.com

Nhận bài: 13/08/2022 Hoàn thành phản biện: 19/09/2022 Chấp nhận bài: 21/09/2022

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá các chỉ tiêu về chất lượng nước và tăng trưởng của tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) nuôi bằng công nghệ tuần hoàn nước (RAS) với qui mô sản xuất theo mô hình 03 giai đoạn. Chu kỳ nuôi tôm được chia thành 03 giai đoạn nuôi, mỗi giai đoạn nuôi là 30 ngày (giai đoạn 1: 1-30 ngày; giai đoạn 2: 30-60 ngày và giai đoạn 3: 60-90 ngày). Mỗi giai đoạn nuôi tôm đều ứng dụng công nghệ tuần hoàn nước (RAS) được thiết kế cơ bản bao gồm 01 bể nuôi/ương, 01 trống lọc thải rắn, 01 lọc sinh học và 01 máy bơm tuần hoàn. Kết quả cho thấy 14 chỉ tiêu về chất lượng nước được đánh giá đạt tối ưu cho tăng trưởng tôm trong điều kiện hạn chế thay nước. Tốc độ tăng trưởng của các giai đoạn nuôi là RAS giai đoạn 1 (0,1g/ngày), RAS giai đoạn 2 (0,4g/ngày), RAS giai đoạn 3 (0,4g/ngày). Tỷ lệ sống của tôm ở các giai đoạn nuôi của RAS giai đoạn 1, RAS giai đoạn 2 và RAS giai đoạn 3 tương ứng là 95,4%, 89,7% và 84,4%. Năng suất tôm nuôi của các giai đoạn nuôi RAS giai đoạn 1, RAS giai đoạn 2 và RAS giai đoạn 3 tương ứng là 1,57 kg tôm/m², 6,1kg tôm/m² và 5,7 kg tôm/m². Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) của RAS giai đoạn 1, RAS giai đoạn 2 và RAS giai đoạn 3 tương ứng là 1,0, 0,9 và 1,1. Vì thế, công nghệ RAS có thể được suy xét để ứng dụng đại trà cho nuôi tôm thẻ chân trắng bền vững tại Việt Nam.

Từ khóa: Chất lượng nước, Hệ thống tuần hoàn RAS, Mật độ cao, Tăng trưởng tôm, Tôm thẻ chân trắng

WATER QUALITY AND GROWTH PERFORMANCE OF WHITELEG SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) CULTURED IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM AT COMMERCIAL SCALE

Nguyễn Như^{1*}, Trần Trọng Hoàng², Trần Trọng Huy²,

Phạm Vương Kim Phụng Hoàng³

¹Research Institute for Aquaculture No2; ²Thai Phat Hung Co.,Ltd;

³SAEN Co.,Ltd.

ABSTRACT

The aims of this study are to evaluate water quality and growth performance of whiteleg shrimp (*L. vannamei*) cultured in recirculating aquaculture systems (RAS) at commercial scale. The culturing period was divided in three different phases in which each culturing phase was prolonged for 30 days (the first phase: day 1 - 30, the second phase: day 31 - 60 and the third phase: day 61 - 90). The components of the RAS comprised a grow-out pond, a drum-filter, a biofilter reactor and a recirculating pump. The results showed that 14 parameters of water quality were optimal for growth of shrimp with low water exchange during culture period. Growth rates of the shrimp cultured of first phase, second phase and third phase were 0.1g/day, 0.4g/day, 0.4g/day, respectively. The survival of shrimp cultured of first phase, second phase and third phase showed 95.4%, 89.7% and 84.4%, respectively. Feed conversion ratio of first phase, second phase and third phase showed 1.0, 0.9 and 1.1, respectively. Therefore, the RAS technologies could be considered as suitable system for whiteleg shrimp culture in Viet Nam at commercial scale.

Keywords: High density, Recirculating aquaculture system RAS, Shrimp growth, Water quality, Whiteleg shrimp

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, nghề nuôi tôm thẻ chân trắng đang phát triển mạnh về diện tích và sản lượng. Theo Tổng cục thủy sản (2021), diện tích nuôi tôm thẻ chiếm 121.000 ha và sản lượng đạt 642.500 tấn đã đóng góp cho ngành tôm đạt kim ngạch xuất khẩu là 3,8 tỷ USD. Sự thâm canh hóa trong nuôi tôm ngày càng diễn ra mạnh mẽ hơn. Tuy nhiên, nó cũng đã và đang gặp nhiều khó khăn như hàm lượng chất thải cao làm suy giảm chất lượng nước và bệnh dịch vì thiếu an toàn sinh học. Nguồn gốc của ô nhiễm chất lượng nước được xác định là từ nguồn thức ăn (Nhut, 2016). Tôm chỉ hấp thu nitơ (N) ~ 39%, phosphorus (P) ~ 35% của thức ăn đầu vào và thải ra môi trường N~ 61%, P~65% của thức ăn (Rios, 2013).

Trong thực tế các biện pháp quản lý chất lượng nước nuôi tôm hiện nay bao gồm: (1) thay nước nhưng không an toàn sinh học, gây ô nhiễm môi trường, lãng phí nguồn tài nguyên nước và năng suất không ổn định (Taylor và Boyd, 2003); (2) sử dụng hóa chất để duy trì chất lượng nước; (3) biện pháp kích thích vi sinh nội tại hoặc bổ sung tại trong hệ thống (bioflocs) để thực hiện các chu trình chuyển hóa các chất ô nhiễm cũng gặp nhiều khó khăn vì cần hiểu biết kiến thức sinh học (Tzachi Matzliach Samocha, 2019); (4) sử dụng công nghệ nuôi thủy sản tuần hoàn (RAS) sử dụng tổng hợp các phương pháp kiểm soát nguồn gốc chất thải bằng máy cho ăn, máy lọc thải rắn (drum filter), lọc chất thải hòa tan bằng hệ thống lọc sinh học (biofilter), khử khí và khử mầm bệnh một cách tổng hợp phối hợp nhịp nhàng (Martins và cs., 2010; Nhut, 2016; Timmons và Ebeling, 2010). RAS là một trong những giải pháp hữu hiệu trong việc cải thiện chất lượng nước, tiết kiệm

nước và đảm bảo an toàn sinh học. Nhưng nghiên cứu công nghệ RAS cho nuôi tôm thẻ chân trắng ở Việt Nam và trên thế giới không phổ biến mà chỉ dừng lại ở quy mô nhỏ. Trong thực hành ở quy mô sản xuất, ứng dụng hệ thống RAS nuôi tôm thẻ chân trắng chưa được báo cáo về chất lượng nước và tăng trưởng tôm một cách chi tiết. Trong nghiên cứu này, hệ thống RAS đã ứng dụng cho nuôi tôm thẻ chân trắng 03 giai đoạn quy mô sản xuất tại Quảng Ngãi, phù hợp với điều kiện miền Trung nhằm hạn chế thay nước gây ô nhiễm thủy vực bên ngoài, tiết kiệm diện tích và lượng nước cần cho sản xuất và sản lượng ổn định đã được đánh giá một cách chi tiết.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

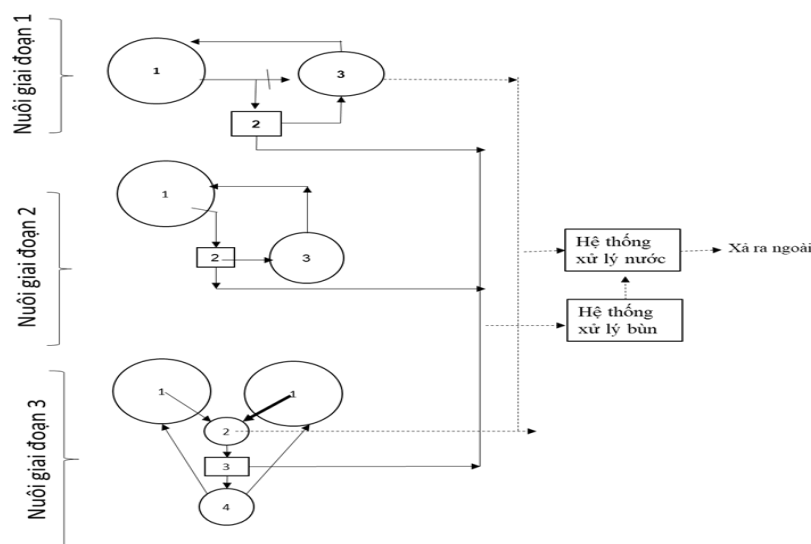
Nghiên cứu thực hiện từ năm 2020 đến 2021 tại Xã Đức Chánh, Huyện Mộ Đức tỉnh Quảng Ngãi.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Thức ăn: sử dụng thức ăn viên của công ty Uni-President khác nhau theo từng giai đoạn. RAS Giai đoạn 1 sử dụng thức ăn U900; U901; U903 có đạm tối thiểu 40%, RAS Giai đoạn 2 và RAS Giai đoạn 3 sử dụng U904 có đạm tối thiểu 39%.

Tôm thẻ chân trắng: PL₁₂ tên thương mại SIS superior mua từ Công Ty Cổ Phần Pacific Farm, tại Ninh Thuận được tuyển chọn sạch các mầm bệnh (SEMBV, IHNV, IMNV, EHP, V. *parahaemolyticus*).

Hệ thống nuôi tuần hoàn (RAS): được thiết kế dựa trên sức tải của lượng thức ăn cao nhất (ngày nuôi cuối của mỗi giai đoạn) có thành phần như Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ một cụm hệ thống tuần hoàn RAS nuôi tôm thẻ chân trắng 03 giai đoạn
 Hệ thống nuôi giai đoạn 1 gồm: (1) bể nuôi, (2) trống lọc, (3) lọc sinh học. Hệ thống nuôi giai đoạn 2 gồm: (1) bể nuôi, (2) trống lọc, (3) lọc sinh học. Hệ thống nuôi giai đoạn 3 gồm (1) bể nuôi, (2) bể chứa tạm, (3) trống lọc, (4) Lọc sinh học

RAS Giai đoạn 1 gồm: 01 bể ương khung sắt lót bạt HDPE 100 m³, 01 Trống lọc loại drumfilter- DF100 của Công ty SAEN với hiệu suất lọc 100 m³/giờ, 01 lọc sinh học với 5 m³ giá thể có diện tích đặc hiệu là 800m²/m³, 01 máy bơm chìm tuần hoàn hiệu Jebao với lưu lượng nước bơm 25 m³/giờ. **RAS Giai đoạn 2** gồm: 01 bể nuôi khung sắt lót bạt HDPE 200 m³, 01 Trống lọc loại drumfilter- DF100 của Công ty SAEN với hiệu suất lọc 100 m³/giờ, 01 lọc sinh học với 10 m³ giá thể có diện tích đặc hiệu là 800m²/m³, 02 máy bơm chìm tuần hoàn hiệu Jebao với lưu lượng nước bơm 50 m³/giờ. **RAS Giai đoạn 3** gồm: 02 bể nuôi khung sắt lót bạt HDPE 200 m³, 01 Trống lọc loại drumfilter- DF100 của Công ty SAEN với hiệu suất lọc 100 m³/giờ, 01 lọc sinh học với 20 m³ giá thể có diện tích đặc hiệu là 800m²/m³, 01 bể chứa tạm 25m³, 02 máy bơm chìm tuần hoàn hiệu Jebao với lưu lượng nước bơm 50 m³/giờ/máy.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm bao gồm 02 cụm hệ thống tuần hoàn RAS được xây dựng giống

nhau về thành phần và đặc tính kỹ thuật của từng loại trang thiết bị để nuôi tôm thẻ chân trắng. Thí nghiệm được thực hiện lặp lại 04 lần. Cụ thể nuôi tôm lặp lại bằng cách 02 lần tổ chức sản xuất của 02 cụm RAS thực hiện từ tháng 1 - 5/2021 (lần thứ 1) và tháng 5 - 10/ 2021 (lần thứ 2).

2.3.2. Hoạt động và quản lý hệ thống RAS

Chuẩn bị nước nuôi: Nước biển 25-30 ‰ được bơm từ biển đầy các hệ thống, dùng chlorine 30 mg/L để khử trùng trong 96 giờ sục khí mạnh và các chỉ tiêu chất lượng nước cơ bản cho nuôi tôm được kiểm tra đạt yêu cầu trước khi thả tôm thẻ PL₁₂ sạch các mầm bệnh.

Hoạt động và quản lý hệ thống RAS: Tất cả các hệ thống lọc sinh học của các cụm hệ thống RAS đã được kích thích vi sinh vật nitrate hóa phát triển đạt yêu cầu trước khi thả giống theo Nguyễn Nhứt và cs. (2018). Vòng tuần hoàn nước trong RAS, bắt đầu từ bể nuôi tôm nước thải tự chảy theo cơ chế chênh lệch cột nước vào trống lọc (Drumfilter DF-100 của Công ty SAEN) với mắt lưới 40µm, chất thải rắn được tách

và cô đặc tại đây và nước tiếp tục chảy về lọc sinh học để chuyển hóa ammonia thành nitrate. Máy bơm chìm đặt trong hệ thống lọc sinh học tiếp tục bơm nước sạch về bể nuôi là kết thúc một vòng tuần hoàn. Suốt quá trình thí nghiệm pH nước và độ kiềm được điều chỉnh ổn định bằng 200g NaHCO₃/kg thức ăn. Lưu tốc nước chảy trung bình là 50 m³/ngày, 100 m³/ngày và 100 m³/ngày tương ứng cho giai đoạn nuôi 1, giai đoạn nuôi 2 và giai đoạn nuôi 3.

Hệ thống sục khí: Trong mỗi bể ương (giai đoạn 1) và bể nuôi (giai đoạn 2 và 3) thiết lập hệ thống sục khí đáy 1m³ khí/m²/giờ bằng 1 m dài của ống cao su đường kính 21 mm và kết hợp với giàn quạt 10 cánh với vận tốc 120 vòng/phút, có công suất 3 HP, hoạt động liên tục 24 giờ/ngày.

Thay nước: Ở giai đoạn 1 hoàn toàn không thay nước và trung bình châm nước 2 lần (mỗi lần 4,5 m³, N = 4 đợt) bù lượng nước bốc hơi. Giai đoạn 2, trung bình thay nước 3 lần với tổng lượng nước thay 36,5 m³ và thêm nước khi bốc hơi 2 lần (trung bình mỗi lần 7,3 m³, N = 4 đợt). Giai đoạn 3, trung bình thay nước 3 lần với tổng lượng nước 62,7 m³/đợt và thêm nước khi bốc hơi 2 lần (Trung bình mỗi lần thay 16,8 m³, N = 4 đợt) trong một chu kỳ nuôi.

2.3.3. Thả giống và cho ăn

RAS giai đoạn 1 thả giống PL₁₂ với mật độ là 1.000 con/m² thời gian nuôi 30 ngày. Sử dụng lưới kéo có mắt lưới 4 mm sang qua RAS giai đoạn 2 với mật độ thả 447 con/m². Sau 30 ngày thu hoạch bằng lưới sang cho RAS giai đoạn 3 với mật độ 224 con/m². Phương pháp cho ăn bằng tay vào các thời điểm trong ngày là 6h:10h:14h:18h:22h. Lượng thức ăn theo nhu cầu của tôm và điều chỉnh thông qua sàng ăn cho phù hợp.

2.3.4. Phương pháp thu thập số liệu

Phương pháp thu và phân tích mẫu nước: Mẫu nước được thu mẫu 1 lít tại vị trí giữa bể nuôi tôm cách đáy bể 0,5m của mỗi giai đoạn nuôi. Phân tích các chỉ tiêu ammonia tổng cộng (TAN), nitrite nitrogen (NO₂-N), nitrate nitrogen (NO₃-N), N-Kjeldahl, Phốt pho tổng (TP), COD, BOB₅, độ kiềm theo (APHA, 1999). Chỉ tiêu chất lượng nước hàng ngày như pH, Oxy hòa tan, độ mặn và nhiệt độ được lấy mẫu nước cách đáy bể nuôi và đo tại chỗ bằng máy đo đầu dò đa chỉ tiêu hiệu HI98199 của Công ty HANNA.

Phương pháp lấy mẫu tôm cân khối lượng: sử dụng chài ngẫu nhiên 30 con, cân từng cá thể định kỳ 15 ngày/lần. Kích cỡ tôm thu hoạch xác định bằng lấy ngẫu nhiên 30 con cân từng cá thể.

2.4. Phương pháp tính toán và xử lý số liệu

2.4.1. Phương pháp tính toán

Tốc độ tăng trưởng tôm ($\frac{g}{con} / ngày$) = $\frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1}$. Trong đó: *w*₂: khối lượng tôm lần cân sau (g/con); *w*₁: Khối lượng tôm lần cân trước (g/con); *t*₂: chu kỳ nuôi lần cân sau (ngày); *t*₁: chu kỳ nuôi lần cân trước (ngày).

Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) = $\frac{\text{Tổng khối lượng thức ăn tiêu thụ của mỗi giai đoạn (kg)}}{\text{Tổng khối lượng tôm tăng trưởng của mỗi giai đoạn nuôi (kg)}}$

Tỷ lệ sống (%) = $100 \times \frac{\text{Tổng số lượng tôm thu hoạch (con)}}{\text{Tổng số lượng tôm thả ban đầu (con)}}$

Năng suất tôm ($\frac{kg}{m^2}$) = $\frac{\text{Tổng khối lượng tôm tại thời điểm thu hoạch (kg)}}{\text{Tổng diện tích bể nuôi (m}^2\text{)}}$

2.4.2. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu của chỉ tiêu chất lượng nước, tăng trưởng tôm nuôi được thu thập, tính toán và vẽ đồ thị các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn (SD) bằng phần mềm Excel phiên bản 16.0 của Microsoft.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng nước

Các số liệu pH, DO, độ mặn, TAN, NO₂-N, NO₃-N, H₂S, TSS, COD và BOB₅ thể hiện trong bảng 1 của các cụm hệ thống RAS cho thấy thích hợp cho sự tăng trưởng của tôm thẻ chân trắng (Tzachi Matzliach

Samocha, 2019) và vận hành hệ thống lọc sinh học (Timmons và Ebeling, 2010). Nồng độ kiềm luôn giữ cao hơn 150 ppm bằng cách bổ sung 200 NaHCO₃ để cho tối ưu cho việc chuyển hóa ammonia thành nitrate. Tỷ lệ BOB₅/COD ~ 0,5 thích ứng cho phương pháp xử lý hữu cơ bằng sinh học một cách hiệu quả. TP tích lũy trong hệ thống khá cao, nhưng không ảnh hưởng xấu đến sức khỏe tôm cũng như vi sinh vật trong hệ thống lọc sinh học. Trong thí nghiệm này không phát hiện H₂S tích lũy trong nước bởi vì hệ thống thiết kế thu thải rắn một cách liên tục và không có sự yếm khí để tạo điều kiện cho H₂S phát triển.

Bảng 1. Chất lượng nước trong hệ thống RAS của các giai đoạn nuôi tôm thẻ

Các chỉ tiêu chất lượng nước	Đơn vị đo	RAS giai đoạn 1			RAS giai đoạn 2			RAS giai đoạn 3		
		Mean	±	SD	Mean	±	SD	Mean	±	SD
pH nước	-	8,3	±	0,1	8,2	±	0,1	8,1	±	0,1
Nhiệt độ	°C	29,4	±	0,7	29,9	±	0,6	30,3	±	0,3
Oxy hòa tan (DO)	mg/L	7,5	±	0,2	7,4	±	0,2	6,8	±	0,5
Độ mặn	‰	19,7	±	7,2	21,4	±	5,8	26,8	±	3,6
Ammonia tổng cộng (TAN)	mg/L	0,4	±	0,1	0,5	±	0,0	0,5	±	0,0
Nitrite -nitrogen	mg/L	0,5	±	0,2	0,6	±	0,1	0,8	±	0,3
Nitrate-nitrogen	mg/L	34,8	±	12,2	54,1	±	6,3	64,0	±	6,6
Org-N	mg/L	12,5	±	3,3	28,3	±	21,7	58,0	±	21,3
Kiềm	CaCO ₃ mg/L	158,0	±	10,4	159,6	±	17,4	154,7	±	17,0
Phốt - pho tổng (TP)	mg/L	1,4	±	0,2	6,0	±	0,8	20,4	±	6,2
COD	O ₂ mg/L	15,3	±	2,1	19,3	±	2,3	23,8	±	6,0
BOD ₅	O ₂ mg/L	9,5	±	2,2	10,7	±	1,5	13,6	±	3,7
Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	10,3	±	2,0	14,9	±	2,8	45,9	±	12,2
H ₂ S	mg/L	0,0	±	0	0,0	±	0	0,0	±	0

Mean là giá trị trung bình và SD là độ lệch chuẩn, N=4 đợt

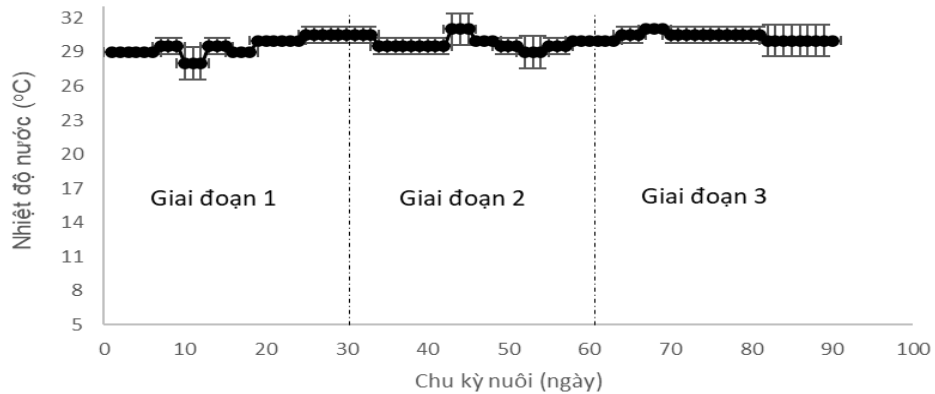
3.1.1. Biến động nhiệt độ nước

Giá trị trung bình của nhiệt độ nước trong 03 giai đoạn nuôi thể hiện dao động 27-31 °C và tương đồng nhau giữa các giai đoạn 1, 2 và 3 trong suốt quá trình nuôi (Hình 2). Ngưỡng nhiệt độ này được đánh

giá tối ưu cho sự phát triển tăng trưởng của tôm thẻ nuôi Tzachi Matzliach Samocha (2019) và vi sinh *Nitrosomonas sp* và *Nitrobacter sp* (Henze và cs., 1997). Quan trọng hơn là nhiệt độ nước được duy trì ổn định trong ngày và suốt quá trình nuôi đã tạo điều kiện cho vi sinh vật nitrate hóa hoạt

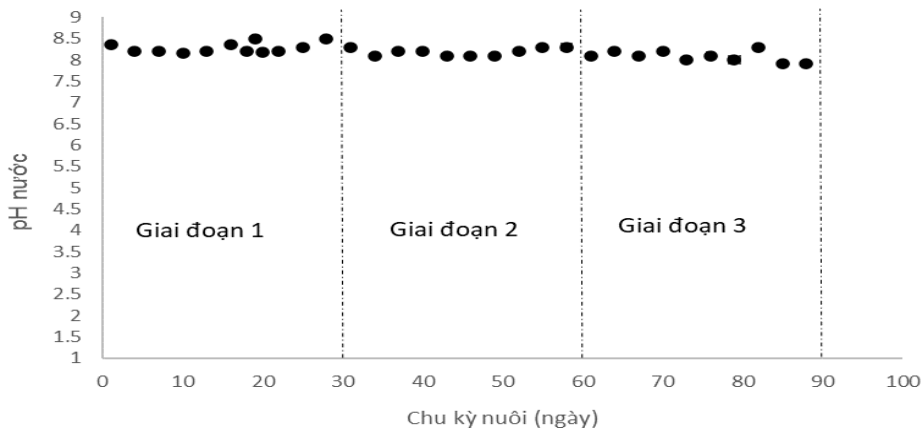
động tối ưu trong hệ thống lọc sinh học để cải thiện chất lượng nước và tái sử dụng

tuần hoàn của hệ thống RAS (Henze và cs., 1997; Timmons và Ebeling., 2010).



Hình 2. Biến động nhiệt độ trong hệ thống RAS của các giai đoạn 1, giai đoạn 2 và giai đoạn 3
Số liệu thể hiện là giá trị trung bình của 4 đợt sản xuất

3.1.2. Biến động pH nước

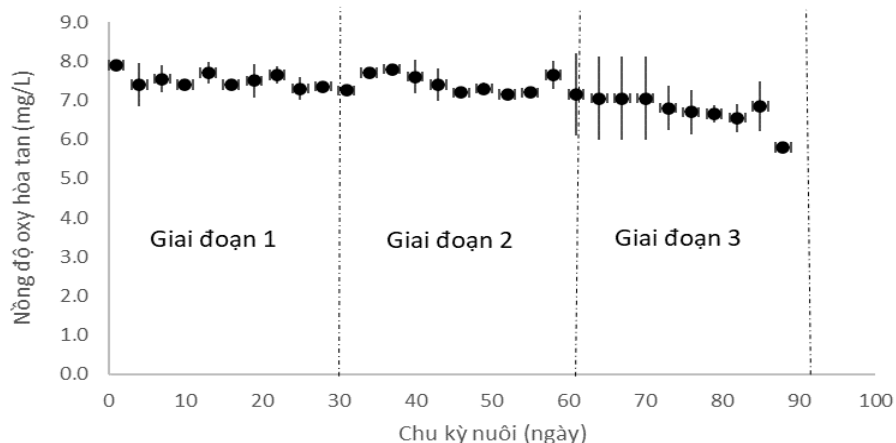


Hình 3. Biến động pH nước trong hệ thống RAS của giai đoạn 1, giai đoạn 2 và giai đoạn 3
Số liệu thể hiện là giá trị trung bình của 4 đợt sản xuất

pH nước gần như tương đồng và dao động thấp từ 7,9 – 8,5 ở các giai đoạn nuôi 1, 2 và 3 (Hình 3). Ngưỡng giá trị pH này được đánh giá thích hợp cho tôm nuôi (Tzachi Matzliach Samocha, 2019) và vi sinh nitrata hóa phát triển sinh khối trong lọc sinh học (Henze và cs., 1997). Theo lý thuyết trong hệ thống RAS, pH luôn biến động mạnh có xu thế giảm dần bởi vì tiêu tốn bicarbonate cho sự chuyển hóa ammonia thành nitrate của vi khuẩn

Nitrosomonas sp và *Nitrobacter sp* trong hệ thống lọc sinh học (Timmons và Ebeling., 2010). Tuy nhiên trong nghiên cứu này không có sự biến động và giảm pH nước là vì bổ sung 200g NaHCO₃ /kg thức ăn. Khi so sánh khối lượng NaHCO₃ thêm vào để cân bằng pH còn thấp hơn so với báo cáo của Timmons và Ebeling (2010) và Nguyễn Nhứt và cs. (2018).

3.1.3. Biến động oxy hòa tan



Hình 4. Sự biến động oxy hòa tan trong hệ thống tuần hoàn của giai đoạn 1, giai đoạn 2 và giai đoạn 3. Số liệu thể hiện là giá trị trung bình của 4 đợt sản xuất

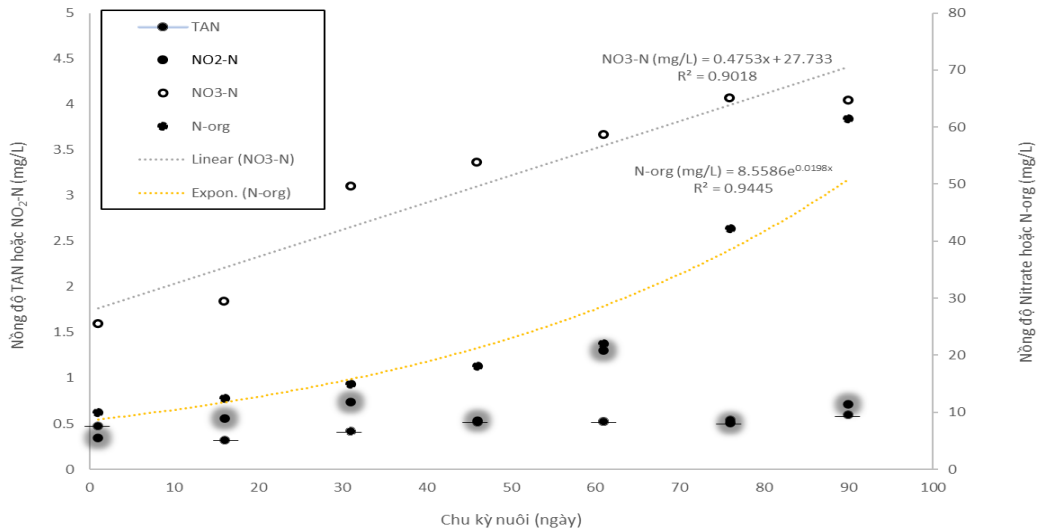
Hình 4 cho thấy xu thế nồng độ oxy hòa tan của 03 giai đoạn giảm dần. Trung bình nồng độ oxy được ghi nhận ở giai đoạn 1 (7,5 mg/L) cao hơn giai đoạn 2 (7,4 mg/L) và giai đoạn 3 (6,8 mg/L). Hàm lượng oxy hòa tan trong các hệ thống RAS luôn đạt > 90% bão hòa do sự thiết kế bằng sục khí đáy và quạt nước trong quá trình nuôi thích hợp cho tôm và vi sinh vật hấp thụ hoặc chuyển hóa ammonia phát triển sinh khối (Tzachi Matzliach Samocha, 2019). Trong giai đoạn 3 sự tiêu tốn oxy hòa tan diễn ra mạnh hơn so với các giai đoạn 1 và 2 vì tiêu thụ lượng thức ăn cao hơn và khối lượng tôm trong hệ thống nuôi cũng cao. Nhiều nghiên cứu cũng chỉ ra rằng sự tiêu tốn oxy hòa tan diễn ra trong hệ thống nuôi tương quan thuận với lượng thức ăn tiêu thụ, sinh khối tôm, vi sinh vật (trong hệ thống lọc sinh học và trong nước) và thiết bị cung cấp oxy (Timmons và Ebeling, 2010). Theo lý thuyết, để chuyển hóa 1 g ammonia thành nitrate thì cần tiêu tốn 4,57 g O₂ cho vi sinh nitrate hóa (Henze và cs., 1997). Hệ thống RAS cứ 1 kg thức ăn với hàm lượng protein 35% tiêu thụ khoảng 0,5 kg O₂ (Timmons và Ebeling, 2010).

3.1.4. Biến động hợp chất Ni-tơ

Bảng 2 và Hình 5, cho thấy TAN, NO₂-N và NO₃-N là thích hợp cho tôm nuôi trong suốt thời gian của các giai đoạn nuôi tôm (Tzachi Matzliach Samocha, 2019). Sự biến động thấp của TAN, NO₂-N và thể hiện nồng độ thấp duy trì suốt thời gian nuôi, trong khi đó xu thế NO₃-N lại tăng cao, chứng tỏ quá trình nitrate hóa diễn ra hoàn hảo nhờ thiết kế hệ thống lọc sinh học thích hợp. Theo lý thuyết của Timmons và Ebeling (2010) TAN là sản phẩm thải đầu tiên và được chuyển hóa thành NO₂-N là sản phẩm trung gian bởi vi khuẩn *Nitrosomonas sp* và sau đó chuyển thành NO₃-N bởi *Nitrobacter sp*. Sự chuyển hóa từ TAN thành NO₃-N càng nhanh thì NO₂-N tích lũy càng ít. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này còn ghi nhận ngoài sự góp mặt của nhóm vi khuẩn nitrate hóa hoạt động còn có nhóm vi khuẩn dị dưỡng tham gia bằng chứng cho thấy khi đo N-org (ni-tơ hữu cơ trong nước) cao. Thông thường N-org trong hệ thống thủy sản đa phần gồm sinh khối vi khuẩn dị dưỡng bám vào các hạt lơ lửng, tảo và mảnh vụn thức ăn thừa tạo nên. Theo quan sát thì tảo không còn hiện diện đáng kể và rất ít ăn

thừa trong hệ thống do sự quản lý thông qua sàng ăn. Đây là điểm giới hạn trong nghiên cứu này cần phải xác định mật độ tảo trong quá trình nuôi. Sự tồn tại vi khuẩn di dưỡng không thể tránh được khi kiểm tra thấy BOD cao trong nghiên cứu này. Tương tự như thế, các nghiên cứu khác cũng cho thấy trong hệ thống RAS vẫn tồn tại 20% vi

khủng dị dưỡng tham gia trong quá trình cải thiện chất lượng nước và nó cũng là một trong những tác nhân ức chế nhóm vi khuẩn hóa tự dưỡng, khi lượng hữu cơ tăng lên đáng kể và tỷ lệ Carbon / nitrogen > 9 (Henze và cs., 1997; Timmons và Ebeling., 2010).



Hình 5. Biến động TAN, nitrite-nitrogen, nitrate -nitrogen và N-org trong hệ thống tuần hoàn của giai đoạn 1, giai đoạn 2 và giai đoạn 3
Số liệu thể hiện là giá trị trung bình của 4 đợt sản xuất.

3.2. Tăng trưởng tôm nuôi

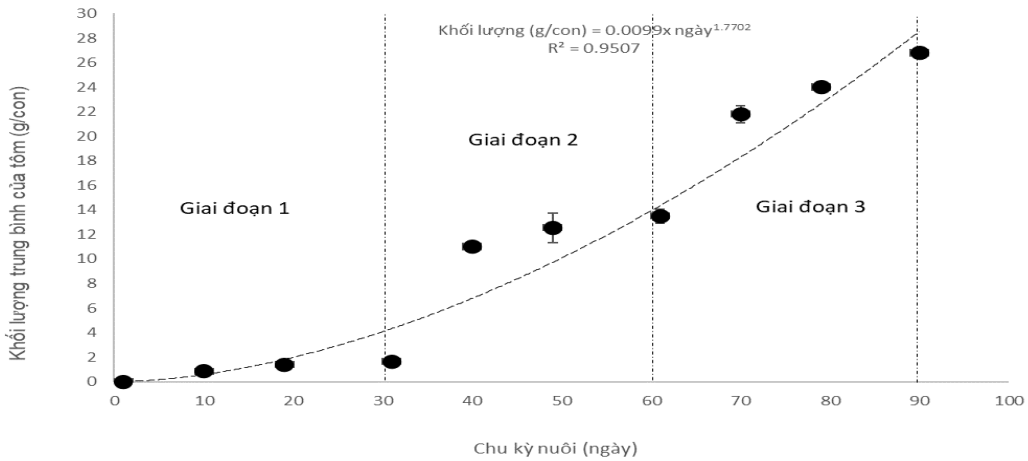
Bảng 2. Tăng trưởng, năng suất tôm nuôi trong hệ thống tuần hoàn ở các giai đoạn 1, giai đoạn 2 và giai đoạn 3

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	RAS giai đoạn 1			RAS giai đoạn 2			RAS giai đoạn 3		
		Mean	±	SD	Mean	±	SD	Mean	±	SD
Thời gian nuôi	ngày	30	±	-	30	±	-	30	±	-
Số lượng tôm ban đầu	con/hệ thống	100.00	±	-	95.40	±	1.83	89.700	±	3.39
Số lượng tôm thu hoạch	con/hệ thống	95.40	±	1,838	89.70	±	3.39	84.350	±	3.32
Mật độ nuôi ban đầu	con/m ²	1.000,0	±	-	477,0	±	9,2	224,3	±	8,5
Mật độ thu hoạch	con/m ²	954,0	±	18,4	448,5	±	17,0	210,9	±	8,3
Khối lượng tôm ban đầu	g/con	0,001	±	-	1,7	±	0,1	13,5	±	0,6
Khối lượng tôm thu hoạch	g/con	1,7	±	0,1	13,5	±	0,6	26,8	±	2,8
Tốc độ tăng trưởng tôm	g/ngày	0,1	±	0,0	0,4	±	0,0	0,4	±	0,0
Tỷ lệ sống	%	95,4	±	1,8	89,7	±	3,4	84,4	±	3,3
Tổng lượng thức ăn	kg/hệ thống	154,5	±	6,4	933,0	±	22,6	1.192,5	±	95,5
Tổng số lượng tôm thả ban đầu	kg/hệ thống	1,0	±	-	157,3	±	3,7	1.211,9	±	96,6
Tổng sản lượng tôm thu hoạch	kg/hệ thống	157,3	±	3,7	1.211,9	±	96,6	2.260,6	±	89,1
Năng suất tôm thu hoạch	kg tôm/m ²	1,57	±	0,1	6,1	±	0,5	5,7	±	0,2
Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR)	-	1,0	±	0,0	0,9	±	0,1	1,1	±	0,1

Mean là giá trị trung bình và SD là độ lệch chuẩn, N=4 đợt.

Bảng 2 cho thấy Tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, năng suất và FCR của tôm trong mỗi giai đoạn nuôi tôm của RAS được đánh giá là phát triển tối ưu. Tốc độ tăng trưởng của tôm ở các giai đoạn 1,2 và 3 đã đạt mức độ tối ưu, nó có thể liên quan đến chất lượng nước, dinh dưỡng, genetic, tổng thời gian tiêu thụ thức ăn cao và an toàn sinh học khi nuôi trong RAS đạt tối ưu. Giống tôm thả nuôi trong thí nghiệm này có tốc độ tăng

trưởng nhanh như nhà sản xuất đã khuyến cáo với thương hiệu là SIS superior có xuất xứ từ Singapore. Kết quả này cao hơn so với báo cáo của (Ray và cs., 2017; Tzachi Matzliach Samocha, 2019). Tuy nhiên, tỷ lệ sống, năng suất và tỷ lệ sống cũng tương đồng với các nghiên cứu khác khi nuôi cùng mật độ (Hargreaves, 2013; Ray và cs., 2017; Tzachi Matzliach Samocha, 2019).



Hình 6. Khối lượng trung bình của tôm theo chu kỳ nuôi trong hệ thống tuần hoàn.

Hình 6 cho thấy mối tương quan thuận giữa khối lượng tôm (g) và thời gian (ngày) đã thể hiện qua hàm số là: *Khối lượng trung bình tôm (g/con) = 0,0099 x ngày nuôi (ngày)^{1.7702}*. Việc thiết lập công thức dự đoán khối lượng tôm này mang ý nghĩa lớn trong việc xác định lượng thức ăn và phát thải trong hệ thống để thiết kế các trang thiết bị xử lý tương ứng.

4. KẾT LUẬN

4.1. Kết luận

Ứng dụng hệ thống RAS cho mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng 03 giai đoạn đã mang lại tối ưu về quản lý chất lượng nước và tăng trưởng tôm. Sự quản lý chất lượng nước bằng hệ thống lọc sinh học và trồng lọc đã cải thiện chất lượng nước đáng kể và tiếp tục tái sử dụng hạn chế thay nước trong quá trình nuôi. Tốc độ tăng trưởng của tôm và tỷ lệ sống được đánh giá là tối ưu. Năng suất nuôi tôm trong hệ thống RAS chấp nhận được và phụ thuộc vào mật độ tôm nuôi và bền vững suốt 04 đợt sản xuất.

4.2. Kiến nghị

RAS là một trong những giải pháp nuôi tôm thân thiện với môi trường và an toàn sinh học. Đây là kết quả đã chứng minh và đề nghị có thể ứng dụng vào thực tiễn sản xuất cho những vùng miền có diện tích đất

canh tác ít. Hướng nghiên cứu tiếp theo của công nghệ RAS là kết nối với internet để điều khiển tự động (IoT) và giảm giá thành đầu tư.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Quảng Ngãi đã hỗ trợ kinh phí cho chương trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Nguyễn Nhứt., Nguyễn Hồng Quân và Nguyễn Đình Hùng. (2018). Ứng dụng công nghệ tuần hoàn để nuôi cá chình Bông (*Anguilla marmorata* Quoy & Gaimard, 1824). *Mekong Fishery Journal*, (11), 77-86.

Tổng cục thủy sản. (8/1/2021). *Tôm Việt Nam 2021: Sản lượng nuôi tăng, xuất khẩu ước đạt 3,8 tỷ USD*. Khai thác từ <https://tongcucthuysan.gov.vn/vi-vn/tin>

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

APHA. (1999). *Standard methods for the examination of water and waste water*, 20th edn. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, DC.

Henze, M., Harremoës, P., la Cour Jansen., & J., Arvin, E. (1997). *Wastewater treatment - Biological and chemical processes*, Environmental Engineering. doi:10.1007/978-3-662-22605-6

Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O.,

- Blancheton, J. P., dapos; Orbcastel, E. R., & Verreth, J. A. J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43 (3), 83–93. doi:10.1016/j.aquaeng.2010.09.002
- Ray, A.J., Drury, T.H., & Cecil, A. (2017). Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional contributions estimated using stable isotopes. *Aquacultural Engineering*, 77, 9–14. DOI:10.1016/j.aquaeng.2017.02.002
- Taylor, P., & Boyd, C.E. (2003). Bottom Soil and Water Quality Management in Shrimp Ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, (13), 145–178. DOI:10.1300/J028v13n01
- Timmons, M. B., & Ebeling, J. M. (2010). *Recirculating Aquaculture, Aquaculture*. Cayuga Aqua ventures, LLC; 2nd edition. ISBN 0971264627
- Tzachi Matzliach Samocha (2019). *Sustainable biofloc systems for marine shrimp*. Charlotte Cockle, 125 London Wall, London EC2Y 5AS, United Kingdom.