

KHẢ NĂNG TĂNG TRƯỞNG VÀ CHỐNG CHỊU STRESS MÔI TRƯỜNG CỦA CÁ RÔ PHI (*Oreochromis niloticus*) VÀ ĐIỀU HỒNG (*Oreochromis* sp.) NUÔI TRONG MÔI TRƯỜNG BIOFLOC

Nguyễn Tử Minh^{1*}, Nguyễn Văn Huy¹

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Email: nguyentuminh@hueuni.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng tăng trưởng giữa hai loài cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) và cá điều hồng (*Oreochromis* sp.) trong mô hình nuôi theo công nghệ biofloc với nguồn các-bon bổ sung từ mật đường. Thí nghiệm được tiến hành trong 50 ngày với hai nghiệm thức (i) Ca_Rphi: Cá rô phi nuôi trong môi trường biofloc; (ii) Ca_Dhong: Cá điều hồng nuôi trong môi trường biofloc, mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Cá ban đầu có kích cỡ trung bình 3,9 g/con (chiều dài 5,9 cm/con) được nuôi trong bể composite (250 L/bể) với mật độ 50 con/bể (200 con/m³). Kết quả nghiên cứu cho thấy, môi trường nước ở các bể Ca_Dhong luôn duy trì chất lượng tốt hơn (biểu thị qua hàm lượng thấp hơn của TAN, NO₂-N và PO₄³⁻-P, $p < 0,05$) so với bể Ca_Rphi. Cá điều hồng thể hiện khả năng sinh trưởng tốt hơn, với khối lượng và tỷ lệ sống lần lượt đạt $40,82 \pm 4,21$ g/con và tỷ lệ sống $95,33 \pm 1,15\%$ ($p < 0,05$), so với cá rô phi ($12,51 \pm 1,34$ g/con và $91,33 \pm 2,31\%$). Floc hình thành trong bể nuôi Ca_Dhong có hàm lượng protein tổng số ($28,69 \pm 1,49\%$ DW) cao hơn so với bể nuôi Ca_Rphi ($25,61 \pm 1,30\%$ DW), $p < 0,05$. Sự cao hơn có ý nghĩa này cũng được ghi nhận đối với thành phần amino axit thiết yếu của biofloc (ngoại trừ phenylalanine, $p > 0,05$) ở nghiệm thức Ca_Dhong. Cá rô phi và điều hồng sau thu hoạch thể hiện phản ứng giống nhau trong điều kiện stress môi trường đột ngột, với các ngưỡng chịu đựng ở pH 3, độ mặn 40 ppt và nhiệt độ 10°C hoặc 40°C. Trong đó, cá điều hồng có khả năng chịu stress tốt hơn so với cá rô phi, $p < 0,05$.

Từ khóa: Cá điều hồng, cá rô phi, chống chịu stress, môi trường biofloc, sinh trưởng.

1. BẬT VẤN ĐỀ

Trong nuôi trồng thủy sản, cá rô phi được xem là loài cá nuôi có giá trị kinh tế, thương mại và dinh dưỡng quan trọng của thế kỷ 21 [1, 2]. Cá rô phi được nuôi nhiều thứ hai trên thế giới với ước tính đạt 7,3 triệu tấn vào năm 2030 [1]. Tại Việt Nam, cá rô phi hiện nay, phổ biến gồm *Oreochromis niloticus* và điều hồng (*Oreochromis* sp.), được nuôi theo các mô hình quảng canh, bán thâm canh và thâm canh [2]. Trong đó, hình thức nuôi thâm canh cung cấp sản lượng lớn ra thị trường [2, 3]. Tuy nhiên, việc phát triển các mô hình nuôi truyền thống với mật độ cao nhằm gia tăng năng suất thu hoạch đồng nghĩa với nguy cơ gây ô nhiễm môi trường nuôi ngày càng lớn [3, 4].

Nguy cơ này có thể được giảm thiểu một cách hiệu quả khi ứng dụng các công nghệ nuôi thân thiện môi trường như hệ thống tuần hoàn RAS hay biofloc... [4, 5]. Trong đó, áp dụng công nghệ biofloc trong ương nuôi cá rô phi đã được chứng minh là một giải pháp tích cực để ổn định môi trường nước, hạn chế dịch bệnh, cải thiện mức độ an toàn sinh học và nâng cao khả năng tăng trưởng của đối tượng nuôi này [3, 4]. Tính hiệu quả của công nghệ biofloc là kết quả tổng hòa của khả năng (1) loại bỏ chất ô nhiễm chứa nitơ như: NH₄⁺-N, NO₂-N... bằng cách chuyển hóa thành protein trong sinh khối vi khuẩn dị dưỡng trong cấu trúc biofloc; (2) được sử dụng làm thức ăn trực tiếp cho động vật thủy sản, từ đó gia tăng tỷ lệ

chuyển hóa protein trong thức ăn lên đến 45 - 50%; (3) ức chế các đối tượng vi khuẩn cơ hội gây bệnh như: *Vibrio* sp. trong môi trường ao nuôi [3, 5]. Kết quả nghiên cứu của Azim và Little (2008) [6] chỉ ra rằng, trong hệ thống biofloc thì cá rô phi có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn và chất lượng nước môi trường nuôi cũng tốt hơn so với hệ thống không biofloc. Guozhi và cs (2014) [7] ghi nhận cá rô phi nuôi trong môi trường biofloc có khối lượng thu hoạch cao hơn 22% và hệ số chuyển hóa thức ăn thấp hơn 18% so với cá nuôi trong hệ thống tuần hoàn hay không biofloc. Khi nuôi hai loài cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) và cá điều hồng (*Oreochromis* spp.) trong ao đất theo công nghệ biofloc (nguồn vi sinh bổ sung bên ngoài từ chế phẩm Pond Plus, Công ty Bayer, Việt Nam). Nghiên cứu của Phan và Nguyen (2023) kết luận rằng [4], sự khác biệt rõ rệt chỉ được ghi nhận đối với hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR, $p < 0,05$). Như vậy, áp dụng công nghệ biofloc ương nuôi cá rô phi nhìn chung đều đem lại kết quả ổn định môi trường nước, sinh trưởng và phát triển tốt cho đối tượng nuôi này. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có nghiên cứu so sánh hiệu quả nuôi giữa các loài cá rô phi khác nhau trong hệ thống biofloc với hệ vi sinh được gây dựng tại chỗ (từ chính trong môi trường nước ao nuôi). Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm so sánh hiệu quả áp dụng công nghệ biofloc với nguồn vi sinh tại chỗ lên khả năng tăng trưởng và chống chịu stress môi trường đột ngột của hai loài cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) và cá điều hồng (*Oreochromis* spp.).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 6 - 8/2024, tại Phòng Thí nghiệm WetLab, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trên hai loài cá nghiên cứu khác nhau nuôi trong môi trường biofloc, bao gồm cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) và cá điều hồng (*Oreochromis* spp.).

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Nước ngọt cấp vào bể composite thí nghiệm (thể tích bể tròn 300 L với thể tích làm việc 250 L)

được lấy trực tiếp từ nguồn nước máy qua túi lọc 5 μ m. Hệ thống bể thí nghiệm được cung cấp khí liên tục thông qua vòng sỏi oxy nano. Chế độ chiếu sáng được duy trì theo nhịp 12 giờ ngày/đêm bằng hệ thống đèn huỳnh quang với cường độ ánh sáng đạt 1.200 lux (Hioki FT3424 Lux Meter, Nhật Bản).

Cá rô phi vằn và điều hồng sạch bệnh được cung cấp từ Trung tâm Giống thủy sản nước ngọt cấp I Thừa Thiên Huế. Sau đó, cá được đem về nuôi dưỡng trong vòng 2 ngày tại phòng thí nghiệm trước khi bố trí vào các bể thí nghiệm. Cá tại thời điểm ban đầu nghiên cứu có khối lượng trung bình là 3,9 g/con (chiều dài trung bình 5,9 cm) với mật độ bố trí 50 con/bể (200 con/m³). Thí nghiệm được tiến hành với 2 nghiệm thức bao gồm: (i) Ca_Rphi: Cá rô phi nuôi trong môi trường biofloc và (ii) Ca_Dhong: Cá điều hồng nuôi trong môi trường biofloc. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần với thời gian nuôi tổng cộng là 50 ngày.

Cá thí nghiệm được cho ăn 3 lần/ngày (vào lúc 7 giờ 00, 14 giờ 00 và 19 giờ 00) bằng thức ăn viên dạng nổi (986, Gold Coin Feedmill, Hà Nam). Thành phần protein (31,09%) trong thức ăn (và tổng các-bon (39,27%) trong mật đường (TCVN 9294: 2012 [8]) được phân tích tại Trung tâm Công nghệ sinh học thành phố Hồ Chí Minh). Tỷ lệ C/N = 15 trong môi trường nước bể nuôi được duy trì (nhằm đảm bảo phát triển sinh khối của biofloc) bằng mật đường mía với lượng bổ sung tính dựa vào hàm lượng protein trong thức ăn và lượng thức ăn phân phối cho cá mỗi ngày [3] theo công thức sau:

Mật đường (g) = (lượng thức ăn (g) $\times$ tỷ lệ protein thức ăn (%) $\times 0,16 \times 0,75 \times$ tỷ lệ C/N) / tỷ lệ các-bon trong mật đường (%).

Lượng thức ăn hằng ngày được xác định dựa theo hướng dẫn (trên bao bì) của nhà sản xuất, với khẩu phần ăn dao động 3 - 10% khối lượng thân/ngày. Trong suốt thời gian nuôi, không thực hiện thay nước và không siphon.

2.2.1. Phương pháp theo dõi chất lượng nước

Chỉ tiêu môi trường nước và biofloc được theo dõi thường xuyên trong quá trình thí nghiệm. Các thông số nhiệt độ và pH được đo trực tiếp tại bể

nuôi. Trong khi đó, mẫu nước được thu tại vị trí giữa của bể ương nuôi và cách đáy bể 30 cm (chiều cao mức nước nuôi trong bể đạt 70 cm) bằng thiết bị lấy mẫu nước nằm ngang, sau đó lọc qua đầu lọc 0,45 µm (Whatman® Puradisc 30, Anh) trước khi

được sử dụng cho các phân tích xác định các thông số chất lượng nước còn lại. Tần suất thu mẫu và phương pháp phân tích được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp phân tích chất lượng nước trong thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Tần suất thu mẫu	Phương pháp phân tích
1	Nhiệt độ	°C	1 lần/ngày	Temp/pH meter (Adwa 112, Romania)
2	pH		1 lần/ngày	
3	TAN	mg/L	5 ngày/lần	Hanna HI733, Romania
4	NO ₂ -N	mg/L	5 ngày/lần	Hanna HI767, Romania
5	SS (Settleable solids)	ml/L	7 ngày/lần	Phễu Imhoff, Italia

2.2.2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu sinh trưởng của cá

Cá nuôi thí nghiệm được thu mẫu ngẫu nhiên (15 cá thể/nghiệm thức) định kỳ 7 ngày/lần và thấm bột nước qua giấy lọc (Whatman No1, Anh) trước khi xác định chiều dài từ điểm đầu tiên hàm dưới đến điểm cuối cùng của đuôi bằng thước đo chia vạch (mm) và khối lượng bằng cân có độ chia 0,001 g. Các chỉ tiêu về tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá được xác định theo các công thức sau [9]:

Tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối: DWG (g/ngày) = (Wt – Wo)/t;

Tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối: DLG (cm/ngày) = (Lt – Lo)/t;

Tỷ lệ sống: SR (%) = (số cá thu hoạch/số cá thả ban đầu) × 100.

Trong đó: Wt là khối lượng tại thời điểm xác định (g); Wo là khối lượng ban đầu (g); Lt là chiều dài tại thời điểm xác định (mm); Lo là chiều dài ban đầu (mm); t là thời gian nuôi (ngày).

2.2.3. Phương pháp xác định thành phần sinh hóa biofloc

Sinh khối biofloc sau khi kết thúc vụ nuôi được thu bằng túi lọc có kích thước mắt lưới đạt 5 µm cho các phân tích về thành phần protein và amino axit. Protein tổng số được phân tích theo phương pháp Kjeldahl (AOAC, 2005-981.10 [10]). Thành phần amino axit thiết yếu được phân tích bằng hệ thống sắc kí HPLC Agilent 1100 system

(Shimadzu Corp, Nhật Bản) theo quy trình tự động đã được thiết lập sẵn trên máy phân tích tại Trung tâm Công nghệ sinh học thành phố Hồ Chí Minh.

2.2.4. Phương pháp đánh giá khả năng chống chịu stress môi trường của cá

Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, khả năng chống chịu stress môi trường đột ngột của cá nuôi được đánh giá thông qua thời gian chịu đựng của chúng trong các điều kiện môi trường biến động [11]. Cụ thể, cá khỏe mạnh (5 cá thể/nghiệm thức) với đặc điểm bơi lội tốt; phản xạ ánh sáng nhanh; không bị mòn vây và đuôi; không có các tổn thương hay dấu hiệu xuất huyết trên cơ thể được lựa chọn tham gia vào thử nghiệm chống chịu các ngưỡng môi trường thay đổi về các yếu tố pH (giá trị pH được điều chỉnh và duy trì bằng dung dịch NaOH 0,01 N và HCl 0,01 N), nhiệt độ và độ mặn trong bể có thể tích làm việc 25 L. Khả năng chống chịu stress môi trường được đánh giá dựa trên giá trị thời gian được ghi nhận sau khi cá bố trí trong các thử nghiệm chống chịu stress chết hoàn toàn. Nghiệm thức đối chứng được thực hiện trên cá rô phi (ĐC_Rphi) và điều hồng (ĐC_Dhong) có cùng nguồn gốc, độ tuổi được nuôi trong môi trường không biofloc với điều kiện thí nghiệm về không gian, thời gian và khối lượng tương đương lần lượt với cá rô phi và điều hồng thí nghiệm. Tuy nhiên, số liệu về quá trình sinh trưởng phát triển của cá ở hai nghiệm thức đối chứng này không được công bố trong nghiên cứu

hiện tại vì sẽ được sử dụng cho các báo cáo khoa học kế tiếp.

2.3. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu thu thập được tính toán về giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel của Microsoft Office 2016. Sau đó, phân tích thống kê bằng kiểm định T-test cho 2 biến độc lập để tìm ra sự khác biệt giữa 2 nghiệm thức về các chỉ tiêu thí

nghiệm mức ý nghĩa $p < 0,05$. So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức trong nghiên cứu khả năng chống chịu stress môi trường được thực hiện theo phương pháp phân tích ANOVA một nhân tố, với phép thử Turkey trên SPSS 26.

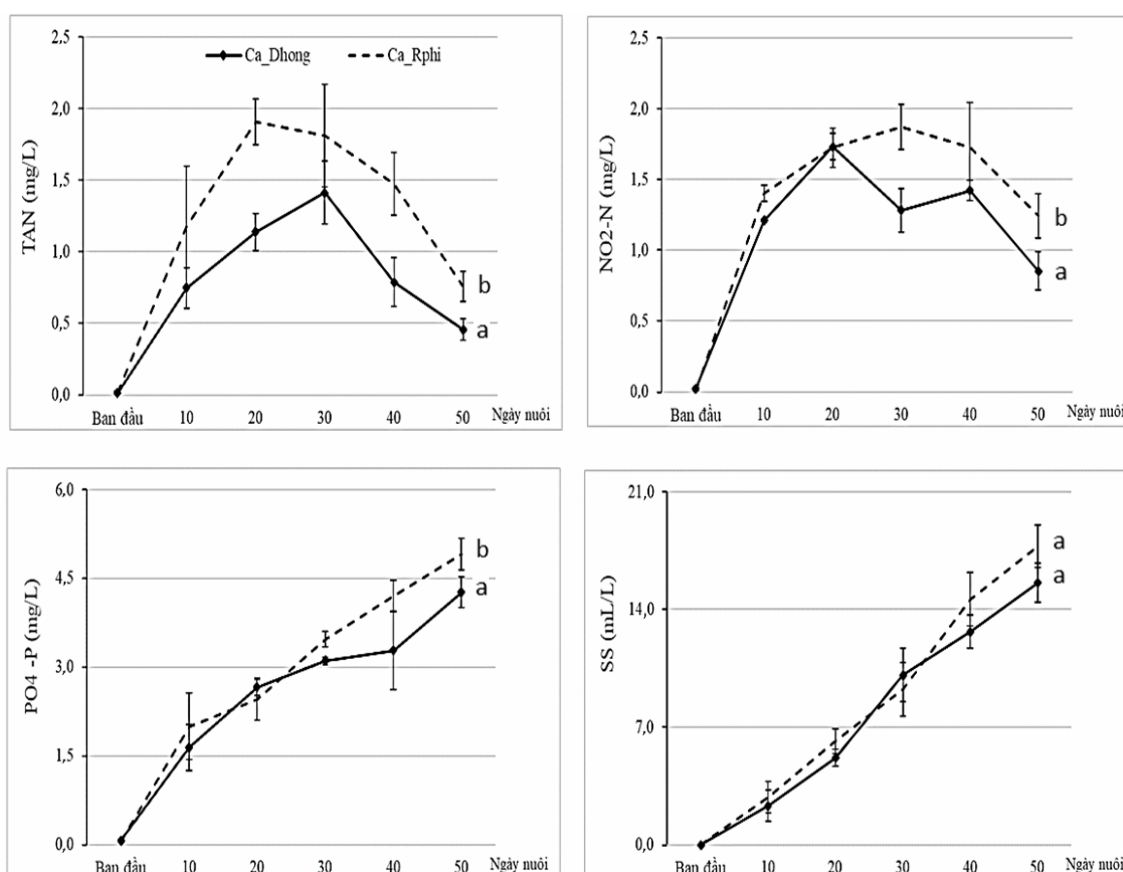
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động yếu tố môi trường nuôi

Bảng 2. Nhiệt độ và pH môi trường nước ghi nhận trong quá trình thí nghiệm

Chỉ tiêu	Nghiệm thức thí nghiệm	
	Ca_Rphi	Ca_Dhong
Nhiệt độ (°C)	$27,71 \pm 0,90^a$	$27,70 \pm 0,92^a$
	26,0 – 28,9	26,0 – 30,4
pH	$6,83 \pm 0,27^a$	$6,93 \pm 0,13^a$
	6,14 – 7,15	6,51 – 7,14

Ghi chú: Các số liệu trong bảng được biểu thị dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Số liệu trên cùng hàng có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).



Hình 1. Biến động của chất lượng nước trong các bể ương thí nghiệm

Kết quả ở bảng 2 thể hiện sự biến động của nhiệt độ nước trong suốt thời gian thí nghiệm không quá lớn, dao động trong khoảng 26 - 30°C. Sở dĩ có sự chênh lệch này là do tác động từ điều kiện thời tiết môi trường không ổn định trong suốt quá trình nuôi. Tuy nhiên, sự khác biệt về nhiệt độ môi trường nước ở hai nghiệm thức Ca_Rphi ($27,71 \pm 0,90^\circ\text{C}$) và Ca_Dhong ($27,70 \pm 0,92^\circ\text{C}$) hầu như không đáng kể (chỉ dao động 0,01%) và không có ý nghĩa về mặt thống kê ($p > 0,05$).

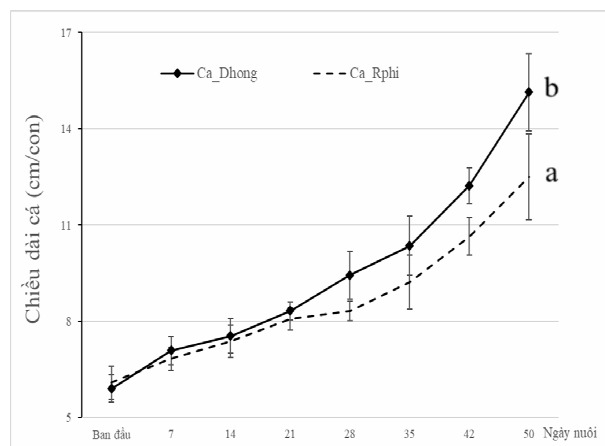
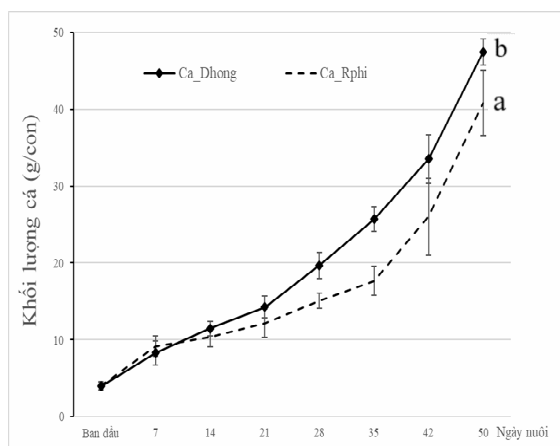
Sự dao động trong suốt quá trình nuôi cũng được ghi nhận đối với yếu tố pH, trong khoảng 6,14 - 7,15. Trong đó, giá trị pH trung bình ở nghiệm thức Ca_Rphi ($6,83 \pm 0,27$) tương đối thấp hơn so với nghiệm thức Ca_Dhong ($6,93 \pm 0,13$). Tuy nhiên, mức chênh lệch này chỉ đạt 1,3% và kết quả thống kê cho thấy, sự khác biệt này không có ý nghĩa, với $p > 0,05$.

Trong khi đó, hàm lượng tổng amonia (TAN), nitrite ($\text{NO}_2\text{-N}$), photphat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) và chất rắn lơ lửng (SS) thể hiện khuynh hướng tăng dần theo thời gian nuôi (Hình 1). Điều này được giải thích, là do sự tích lũy của các chất ô nhiễm trong môi trường nước theo lượng gia tăng thức ăn cung cấp và các hoạt động bài tiết của cá trong quá trình tăng trưởng của chúng. Cụ thể, nồng độ TAN,

$\text{NO}_2\text{-N}$ cũng như $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ở nghiệm thức Ca_Rphi ($0,76 \pm 0,10 \text{ mg/L}$, $1,24 \pm 0,16 \text{ mg/L}$ và $4,91 \pm 0,27 \text{ mg/L}$) luôn duy trì ở ngưỡng cao hơn ($p < 0,05$) so với nghiệm thức Ca_Dhong ($0,46 \pm 0,08 \text{ mg/L}$, $0,85 \pm 0,14 \text{ mg/L}$ và $4,27 \pm 0,26 \text{ mg/L}$) sau 50 ngày nuôi. Tuy nhiên, sự biến động của hàm lượng TAN, $\text{NO}_2\text{-N}$ và $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ trong suốt quá trình thí nghiệm luôn nằm trong ngưỡng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển bình thường của các loài cá rô phi.

Khuynh hướng tăng dần theo thời gian nuôi cũng được ghi nhận đối với mật độ SS ở các nghiệm thức thí nghiệm (Hình 1). Kết thúc vụ nuôi, giá trị SS của bể Ca_Rphi ($17,75 \pm 1,25 \text{ mL/L}$) được ghi nhận ở mức cao hơn so với bể Ca_Dhong ($15,58 \pm 1,16 \text{ mL/L}$). Mặc dù sự chênh lệch này dao động trong khoảng 12%, nhưng không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Đồng thời, giá trị SS luôn duy trì dưới ngưỡng 25 mL/L trong môi trường nước suốt quá trình nuôi. Như vậy, hàm lượng SS ở các bể thí nghiệm hoàn toàn thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cả hai loài cá rô phi và cá điêu hồng.

3.2. Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của cá nuôi thí nghiệm



Hình 2. Tăng trưởng khối lượng và chiều dài của cá rô trong quá trình nghiên cứu

Trong 3 tuần nuôi đầu tiên, khối lượng của cá rô phi vằn và cá điêu hồng hầu như chưa có sự khác biệt về sự tăng trưởng ở các nghiệm thức thí nghiệm (Hình 2), khối lượng cá dao động trong khoảng 3,98 - 14,26 g/con. Điều này được giải thích là do trong giai đoạn này cá tích lũy và phát

triển chủ yếu về chiều dài. Khối lượng trung bình của cá tăng dần theo thời gian nuôi và càng về sau thì sự khác nhau giữa các nghiệm thức càng thể hiện rõ rệt hơn. Sự chênh lệch về khối lượng của cá rô ở hai nghiệm thức khác nhau thể hiện sau 28 ngày nuôi trở đi. Giá trị ghi nhận tại thời điểm

kiểm tra cho thấy, cá ở nghiệm thức Ca_Rphi chỉ đạt giá trị $15,08 \pm 0,99$ g/con, thấp hơn so với khối lượng trung bình $19,68 \pm 1,68$ g/con thu được ở nghiệm thức Ca_Dhong. Sự tăng trưởng khác nhau giữa hai loài điều hồng và rô phi cũng đã được khẳng định bởi Leonard (2000) [12]. Trong đó, cá điều hồng có khả năng tăng trưởng tốt hơn qua quá trình ương nuôi. Ngoài ra, so với cá rô phi thì cá điều hồng có đặc tính sống và bắt mồi với khuynh hướng được thực hiện ở tầng nước cao hơn trong thủy vực, cụ thể là ngay dưới bề mặt nước. Điều này giúp cá điều hồng tiếp cận được với nguồn dinh dưỡng floc (“sinh khối” floc lơ lửng trong môi trường nước và “mảng bám” floc duy trì trên bề mặt nước) thường xuyên hơn trong điều kiện thí nghiệm. Từ đó, việc tiêu thụ nguồn dinh dưỡng nhiều hơn này có thể góp phần giải thích

cho khả năng tăng trưởng tốt hơn của cá điều hồng so với cá rô phi trong suốt quá trình nuôi (Hình 2, bảng 3).

Sự chênh lệch này tiếp tục được ghi nhận trong suốt quá trình nuôi tiếp theo. Tại thời điểm thu hoạch (Bảng 3), khối lượng trung bình của cá rô ở các nghiệm thức Ca_Rphi và Ca_Dhong lần lượt đạt $40,82 \pm 4,21$ g/con và $47,41 \pm 1,72$ g/con. Điều này chứng tỏ, cá điều hồng thể hiện khả năng tăng trưởng khối lượng tốt hơn cá rô phi, với mức 13,9%, trong điều kiện thí nghiệm. Đồng thời, tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối của cá ở nghiệm thức Ca_Dhong ($0,87 \pm 0,00$ g/ngày) cũng tốt hơn so với nghiệm thức Ca_Rphi ($0,74 \pm 0,01$ g/ngày). Sự sai khác ghi nhận được ở cả hai nghiệm thức có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 3. Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của cá ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chỉ tiêu	Nghiệm thức Ca_Rphi	Nghiệm thức Ca_Dhong
Khối lượng cá ban đầu (g/con)	$3,99 \pm 0,52$	$3,98 \pm 0,59$
Khối lượng cá thu hoạch (g/con)	$40,82 \pm 4,21^a$	$47,41 \pm 1,72^b$
Tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối (g/ngày)	$0,74 \pm 0,01^a$	$0,87 \pm 0,00^b$
Chiều dài cá ban đầu (cm/con)	$6,09 \pm 0,52$	$5,90 \pm 0,42$
Chiều dài cá thu hoạch (cm/con)	$12,51 \pm 1,34^b$	$15,14 \pm 1,20^a$
Tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối (cm/ngày)	$0,13 \pm 0,00^a$	$0,18 \pm 0,01^b$

Ghi chú: Các số liệu trong bảng được biểu thị dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, các số liệu trên cùng hàng có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

Kết quả theo dõi tốc độ tăng trưởng về chiều dài cũng tương tự như giá trị khối lượng cá khi tăng dần theo thời gian nuôi và có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các bể nuôi trong nghiệm thức Ca_Dhong luôn có tốc độ tăng trưởng về chiều dài lớn hơn và khi cá càng lớn thì sự khác biệt ngày càng rõ ràng hơn. Trong 35 ngày nuôi đầu tiên, chiều dài của cá chưa có sự khác biệt thống kê ($p > 0,05$) về sự tăng trưởng ở các nghiệm thức thí nghiệm, các giá trị dao động trong khoảng 5,90 - 10,36 cm/con. Trong khi đó, sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) về khối lượng cá ở hai nghiệm thức thí nghiệm đã được ghi nhận sau 28 ngày nuôi. Như vậy, so với chỉ tiêu

chiều dài thì sự tăng trưởng của cá rô phi và điều hồng có thể biểu hiện rõ ràng hơn ở chỉ tiêu khối lượng.

3.3. Tỷ lệ sống của cá nuôi thí nghiệm

Xác định tỷ lệ sống nhằm đánh giá được sự phù hợp cùng hiệu quả và khả thi của mô hình nuôi trong áp dụng thực tế. Kết quả ở bảng 4 cho thấy, tại thời điểm kết thúc vụ nuôi, cá điều hồng ở nghiệm thức Ca_Dhong có tỷ lệ sống đạt $95,33 \pm 1,15\%$. Giá trị này cao hơn (4%, $p < 0,05$) so với nghiệm thức Ca_Rphi khi tỷ lệ sống của cá chỉ đạt $91,33 \pm 2,31\%$. Điều này có thể được giải thích, là do biofloc ở nghiệm thức Ca_Dhong hoạt động hiệu quả hơn so với nghiệm thức Ca_Rphi. Từ đó, nguồn dinh dưỡng dư thừa (đóng vai trò là các

chất gây ô nhiễm môi trường) trong suốt quá trình nuôi được sử dụng/chuyển hóa cùng với sự sinh trưởng của chúng.

Nhận định này được củng cố thông qua việc luôn duy trì nồng độ thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$) của các hợp chất nitơ gây độc dưới dạng TAN và $\text{NO}_2\text{-N}$ (tác nhân có khả năng ức chế hoạt động sống của đối tượng thủy sản) trong môi trường nước ở các bể nuôi nghiệm thức Ca_Dhong. Kết quả là môi trường nuôi trở nên thuận lợi hơn cho cá sinh trưởng và phát triển, từ đó góp phần nâng tỷ lệ sống tốt hơn của cá điều hồng (nghiệm thức Ca_Dhong) so với cá rô phi (nghiệm thức Ca_Rphi). Sự chênh lệch này giữa hai nghiệm thức đạt 4,2% và có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 4. Tỷ lệ sống (%) của cá thí nghiệm tại thời điểm cuối vụ nuôi

Chỉ tiêu	Nghiệm thức thí nghiệm	
	Ca_Rphi	Ca_Dhong
Tỷ lệ sống (%)	$91,33 \pm 2,31^a$	$95,33 \pm 1,15^b$

Ghi chú: Các số liệu trong bảng được biểu thị dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, các số liệu trên cùng hàng có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

Chỉ tiêu tỷ lệ sống của cá điều hồng và rô phi trong nghiên cứu này (bảng 4) nhìn chung đạt hiệu quả tốt hơn so với các giá trị ghi nhận được công bố trên hai đối tượng nuôi này với điều kiện nuôi bình thường. Đối với cá điều hồng, theo kết quả điều tra của Trần Văn Việt (2016) [13], tỷ lệ sống trung bình của chúng khi nuôi lồng bè chỉ đạt 65,1%. Giá trị này được ghi nhận dao động

trong khoảng cao hơn, 91,1 - 97,8%, so với nghiên cứu của Trần Lê Cẩm Tú và cs (2020) ở điều kiện phòng thí nghiệm [14]. Trong khi đó, tại thời điểm thu hoạch, nghiên cứu của Trần Thị Nắng Thu và cs (2022) [15] ghi nhận được cá rô phi ương nuôi trong giai đoạn tỷ lệ sống trung bình ở mức 80,0%. Tỷ lệ sống của cá rô phi thể hiện giá trị tốt hơn (96,7%) theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Anh và cs (2017) [16], tuy nhiên trong nghiên cứu này, độ mặn của môi trường nước nuôi được duy trì ở ngưỡng 10 ppt.

3.4. Thành phần dinh dưỡng của biofloc

Trong hệ thống biofloc, ngoài tác dụng giúp cải thiện chất lượng nước chúng còn được xem là nguồn cung cấp thức ăn giàu dinh dưỡng [1, 5]. Từ đó, việc sử dụng biofloc như nguồn dinh dưỡng tại chỗ bổ sung có thể góp phần thúc đẩy tăng trưởng của các đối tượng nuôi. Kết quả ở bảng 5 cho thấy, thành phần và giá trị dinh dưỡng protein của biofloc trong hai nghiệm thức thí nghiệm thể hiện sự khác nhau, với hàm lượng tốt hơn ở nghiệm thức Ca_Dhong. Cụ thể, protein tổng số của biofloc ở nghiệm thức này vào cuối vụ nuôi đạt giá trị $28,69 \pm 1,49\%$, nhiều hơn 3,1% ($p < 0,05$) giá trị xác định được ở nghiệm thức Ca_Rphi ($25,61 \pm 1,30\%$). Quan trọng hơn, sự lớn hơn có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$) tương tự cũng được ghi nhận đối với hầu hết các loại amino axit thiết yếu (ngoại trừ phenylalanine) ở biofloc của nghiệm thức Ca_Dhong. Điều này đồng nghĩa với việc giá trị dinh dưỡng protein bổ sung từ biofloc trong môi trường bể nuôi ở nghiệm thức Ca_Dhong được xem là tốt hơn so với nghiệm thức còn lại.

Bảng 5. Thành phần hóa học của biofloc trong các bể nuôi thí nghiệm

Thành phần	Nghiệm thức thí nghiệm	
	Ca_Rphi	Ca_Dhong
Protein tổng số (% DW)	$25,61 \pm 1,30^a$	$28,69 \pm 1,49^b$
Tro (% DW)	$31,26 \pm 1,26^a$	$27,27 \pm 0,82^b$
Amino axit thiết yếu (% DW)		
Arginine	$0,18 \pm 0,06^a$	$0,32 \pm 0,09^b$

Lysine	0,35 ± 0,05 ^a	0,42 ± 0,03 ^b
Histidine	0,13 ± 0,02 ^a	0,18 ± 0,04 ^b
Threonine	0,32 ± 0,03 ^a	0,46 ± 0,04 ^b
Valine	0,19 ± 0,05 ^a	0,28 ± 0,08 ^b
Leucine	0,19 ± 0,02 ^a	0,28 ± 0,06 ^b
Isoleucine	0,28 ± 0,08 ^a	0,38 ± 0,07 ^b
Methionine	0,36 ± 0,06 ^a	0,49 ± 0,15 ^b
Phenylalanine	0,43 ± 0,07	0,42 ± 0,17
Tryptophan	0,03 ± 0,01 ^a	0,07 ± 0,01 ^b

Ghi chú: DW: Khối lượng khô. Các số liệu trong bảng được biểu thị dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn. Số liệu trên cùng hàng có chữ cái khác nhau thể hiện sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).

Đáng chú ý, so với hàm lượng các amino axit thiết yếu trong bột cá [17] (thành phần chính trong thức ăn công nghiệp) thì các giá trị thu được này từ biofloc trong điều kiện thí nghiệm là tương đối thấp. Như vậy, kết quả nghiên cứu này còn góp phần chỉ ra rằng, khả năng sử dụng biofloc như là nguồn dinh dưỡng protein chính (thay thế nguồn protein động vật trong thức ăn công nghiệp) cho các đối tượng nuôi trồng thủy sản là không thể.

Kết quả về nồng độ SS và thành phần tro có thể góp phần giải thích cho sự chênh lệch này giữa các nghiệm thức thí nghiệm. Cụ thể, với việc luôn duy trì hàm lượng SS (trong suốt quá trình nuôi) và tro (cuối vụ nuôi) thấp hơn ở nghiệm thức Ca_Dhong ($p < 0,05$), biofloc ở nghiệm thức này có khuynh hướng sinh trưởng và phát triển sinh khối mới nhiều hơn so với nghiệm thức Ca_Rphi. Hay nói cách khác, biofloc ở bể nuôi cá điều hồng có “tuổi đời” trẻ hơn so với ở bể nuôi cá rô phi. Chính điều này dẫn đến thành phần dinh dưỡng của biofloc (protein và amino axit trong nghiên cứu này) được tạo ra liên tục và duy trì với hàm lượng nhiều hơn trong môi trường nuôi ở các bể nghiệm thức Ca_Dhong. Tỷ lệ nghịch giữa hàm lượng protein và tro của biofloc cũng được ghi nhận bởi Khanjani và cs (2021) [18] khi nuôi cá rô phi

(*Oreochromis niloticus*) trong hệ thống biofloc. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, kích cỡ của biofloc càng nhỏ thì hàm lượng protein của chúng càng cao. Nhìn chung, việc hình thành biofloc có nguồn dinh dưỡng protein và amino axit thiết yếu bổ sung tại chỗ tốt hơn đã góp phần giải thích cho khả năng tăng trưởng tốt hơn (cả về khối lượng và chiều dài) của cá điều hồng so với cá rô phi sau 50 ngày nuôi trong điều kiện thí nghiệm.

3.5. Khả năng chống chịu stress môi trường đột ngột của cá thí nghiệm

Kết quả về khả năng chống chịu stress môi trường đột ngột của cá rô phi và điều hồng tại thời điểm thu hoạch cho thấy, hai loài này có phản ứng giống nhau đối với các yếu tố stress trong quá trình thử nghiệm. Cụ thể, cá rô phi và cá điều hồng đều được ghi nhận chết ở ngưỡng giá trị pH 3, nhiệt độ 10°C hoặc 40°C, độ mặn 40 ppt. Trong đó, khi không được nuôi trong môi trường biofloc, cá rô phi (nghiệm thức ĐC_Rphi) và cá điều hồng (nghiệm thức ĐC_Dhong) thể hiện sự khác nhau không có ý nghĩa ($p > 0,05$) về khả năng chống chịu stress môi trường. Điều này trái ngược lại với kết quả ghi nhận khi hai đối tượng này được nuôi trong môi trường biofloc. Bảng 6 cho thấy, cá điều hồng ở nghiệm thức Ca_Dhong có thể chịu đựng

với những biến động đột ngột về môi trường tốt hơn so với cá rô phi. Điều này biểu thị qua thời gian chết hoàn toàn của cá từ nghiệm thức Ca_Dhong luôn lâu hơn so với cá từ nghiệm thức Ca_Rphi (nghiệm thức Ca_Rphi), $p < 0,05$.

Bảng 6. Khả năng chống chịu stress môi trường đột ngột của cá sau thí nghiệm nuôi

Yếu tố gây stress	Giá trị	Thời gian chịu đựng của cá (phút)			
		Nghiệm thức ĐC_Rphi	Nghiệm thức Ca_Rphi	Nghiệm thức ĐC_Dhong	Nghiệm thức Ca_Dhong
pH	3	$5,7 \pm 1,5^a$	$14,3 \pm 4,5^b$	$6,7 \pm 2,3^a$	$24,7 \pm 3,1^c$
	6,5	-	-	-	-
	9,5	-	-	-	-
Nhiệt độ (°C)	10	$15,7 \pm 2,1^a$	$81,3 \pm 12,1^b$	$13,3 \pm 1,5^a$	$114,0 \pm 9,6^c$
	20	-	-	-	-
	40	$138,7 \pm 20,4^a$	$223,3 \pm 27,5^b$	$128,3 \pm 25,2^a$	$300,3 \pm 9,5^b$
Độ mặn (ppt)	5	-	-	-	-
	15	-	-	-	-
	30	-	-	-	-
	40	$84,7 \pm 12,7^a$	$723,3 \pm 75,1^b$	$86,0 \pm 15,1^a$	$913,3 \pm 70,2^c$

Ghi chú: “–” thể hiện việc không ghi nhận được hiện tượng cá chết hoàn toàn trong quá trình thử nghiệm. Các số liệu trong bảng được biểu thị dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Số liệu trên cùng hàng có chữ cái khác nhau thể hiện sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

Khả năng chống chịu stress môi trường tốt hơn của cá điều hồng khi nuôi trong môi trường biofloc có thể được giải thích là do việc tiếp cận với nguồn dinh dưỡng amino axit thiết yếu nhiều hơn (Bảng 5) của chúng trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển. Theo Vijayaram và cs (2024) [19], các axit amin thiết yếu có vai trò thúc đẩy hệ miễn dịch, giảm stress và gia tăng tỷ lệ sống của các loài cá như: methionine, lysine, tryptophan và arginine. Điều này phù hợp với kết quả ghi nhận ở bảng 5 khi nguồn bổ sung dinh dưỡng amino axit thiết yếu tại chỗ (biofloc) đều duy trì với hàm lượng cao hơn đáng kể ($p < 0,05$; ngoại trừ phenylalanine) ở các bể nuôi nghiệm thức Ca_Dhong so với nghiệm thức Ca_Rphi.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Cá điều hồng ghi nhận khả năng tăng trưởng về khối lượng, chiều dài và tỷ lệ sống tốt hơn ở nghiệm thức Ca_Dhong ($p < 0,05$), với các giá trị đạt được ở cuối vụ nuôi là $47,41 \pm 1,72$ g/con, $15,14 \pm 1,20$ cm/con và $95,33 \pm 1,15\%$.

Thành phần giá trị dinh dưỡng protein và amino axit thiết yếu của biofloc trong các bể nuôi của nghiệm thức Ca_Dhong có hàm lượng cao hơn đáng kể (ngoại trừ phenylalanine, $p > 0,05$) so với nghiệm thức Ca_Rphi.

Cá rô phi và cá điều hồng có ngưỡng stress môi trường gây chết như nhau, bao gồm: pH 3, nhiệt độ 10°C hoặc 40°C, độ mặn 40 ppt. Cá điều hồng có khả năng chịu đựng với những biến động đột ngột về môi trường tốt hơn so với cá rô phi.

4.2. Đề nghị

Phát triển mô hình nuôi biofloc đối với cá điều hồng (*Oreochromis* sp.) sẽ cho hiệu quả nuôi tốt hơn cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*)

Cần nghiên cứu và đánh giá sự thay đổi về các chỉ tiêu sinh lý, sinh hóa (hồng cầu, hormone...) của cá điều hồng và cá rô phi dưới các điều kiện stress môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Global Seafood Alliance (2019). GOAL 2019: Global finfish production review and forecast,

<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/goal-2019-global-finfish-production-review-and-forecast/>, accessed 12 December 2024.

2. Renuhadevi, M., I. J. M. A. Jeevagan, B. Ahilan, C. B. T. Rajagopalsamy and E. Prabu (2019). Tilapia – An excellent candidate species for world aquaculture: A review. *Annual Research & Review in Biology*, 1 - 14. <https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v31i330052>.

3. Minh, N. T (2023). Biofloc-based integrated multitrophic aquaculture - Practical application for the sustainable environmental development of the intensive shrimp industry. Ph.D. Thesis, Ghent University, Belgium.

4. Phan, L. P. and T. V. Nguyen (2023). Efficiency of intensive tilapia culture in the earthen ponds applied biofloc technology (BFT), probiotics and off-flavor control methods. *The Journal of Agriculture and Development*, 22(3), 9 - 18.

5. Pinho, S. M., J. P. Lima, L. H. David, M. G. C. Emerenciano, S. Goddek, M. C. J. Verdegem, K. J. Keesman and M. C. Portella (2021). FLOCponics: The integration of biofloc technology with plant production. *Reviews in Aquaculture*, 14(2), 647 - 675. <https://doi.org/10.1111/raq.12617>.

6. Azim, M. E and D. C. Little (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283, 29 - 35.

7. Guozhi, L., Qi, G., W. Chaohui, L. Wenchang, S. Dachuan, L. Li and T. Hongxin (2014). Growth, digestive activity, welfare and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. *Aquaculture*, 422 - 423, 1 - 7.

8. TCVN 9294:2012. (2021). Phân bón - xác định cacbon hữu cơ tổng số bằng phương pháp Walkley- Black. Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

9. Châu Tài Tảo, Nguyễn Văn Hòa và Trần Ngọc Hải (2021). Ảnh hưởng của mật độ lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của tôm càng xanh

(*Macrobrachium rosebergii*) nuôi theo công nghệ biofloc. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 4(125), 139 - 145.

10. AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. (Method No. 981.10). AOAC International (Association of Analytical Communities). Gaithersburg, Maryland 20877 - 2417, USA.

11. Sudong, X., L. Yong, W. Wenqi, R. Mayalagu, P. K. V. Kumaravel and W. Hua (2010). Influence of dietary protein levels on growth, digestibility, digestive enzyme activity and stress tolerance in white-leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), reared in high-density tank trials. *Aquaculture Research*, 41, 1845 - 1854.

12. Leonard, L. L (2000). Criteria for selecting Nile tilapia and Red tilapia for culture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama 36849 USA.

13. Trần Văn Việt (2016). Đánh giá tình hình nuôi cá điêu hồng (*Oreochromis* spp.) trong lồng bè ở sông Tiền vùng thượng nguồn tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 47b, 110 - 118.

14. Trần Lê Cẩm Tú, Trần Thị Thanh Hiền, Yutaka Haga và Trần Minh Phú (2020). Xác định tỉ lệ năng lượng (protein: lipid) tối ưu của cá điêu hồng (*Oreochromis* sp.) trong điều kiện nhiệt độ - độ mặn cao. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 56 (Số chuyên đề: Thủy sản) (1), 29 - 37.

15. Trần Thị Năng Thu, Mai Văn Tùng, Nguyễn Công Thiết, Trịnh Đình Khuyến và Đỗ Thị Ngọc Anh (2022). Nghiên cứu nuôi cá rô phi bằng đậu tằm (*Vicia faba*) tạo sản phẩm cá giòn. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 20(1), 47 - 55.

16. Nguyễn Thị Ngọc Anh, Nguyễn Thị Thúy An, Phạm Thị Tuyết Ngân và Trần Ngọc Hải (2017). Nghiên cứu sử dụng rong xanh (*Cladophora* sp.) làm nguồn thức ăn cho cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 50b, 119 - 126.

17. Gamboa-Delgado, J., G. A. Rodríguez Montes de Oca, J. C. Román Reyes, D. A.

Villarreal-Cavazos, M. Nieto-López and L. E. Cruz-Suárez (2017). Assessment of the relative contribution of dietary nitrogen from fish meal and biofloc meal to the growth of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Research*, 48(6), 2963 - 2972. <https://doi.org/10.1111/are.13129>.

18. Khanjani, M. H., M. Alizadeh and M. Sharifinia (2021). Effects of different carbon sources on water quality, biofloc quality, and

growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in a heterotrophic culture system. *Aquaculture International*, 29(1), 307 - 321. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00627-9>.

19. Vijayaram, S., Ringø, E., Zuorro, A., van Doan, H., Sun, Y. (2024). Beneficial roles of nutrients as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 9(5), 707 - 720. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.02.001>.

GROWTH PERFORMANCES AND STRESS-TOLERANT ABILITIES BETWEEN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) AND RED TILAPIA (*Oreochromis* sp.) REARED WITH BIOFLOC TECHNOLOGY

Nguyen Tu Minh¹, Nguyen Van Huy¹

¹ Faculty of Fisheries, Hue University of Agriculture and Forestry

* Email: nguyentuminh@hueuni.edu.vn

Summary

This study was conducted to determine the preferable appropriateness between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Red tilapia (*Oreochromis* sp.) for biofloc-based aquaculture systems using carbon source from sugar cane molasses. The 50 day experiment consisted of two treatments, with triplicates each, including (1) Ca_Rphi: Nile tilapia in biofloc and (2) Ca_Dhong: Red tilapia in biofloc. Piscine seeds (on average weight and length of 3.9 g and 5.9 cm) were reared in composite tanks (200 L/tank) at the stocking density of 50 fishes/tank. The experiental results illustrated better water quality, as indications of lower TAN, NO₂-N and PO₄³⁻-P levels ($p < 0.05$), in the Ca_Dhong treatment versus Ca_Rphi treatment. Red tilapia indicated superior growth performances ($p < 0.05$) in terms of weight and survival rate (40.82 ± 4.21 g/fish and $95.33 \pm 1.15\%$, respectively) to those of Nile tilapia (12.51 ± 1.34 g/fish and $91.33 \pm 2.31\%$). Biofloc formed in the Ca_Dhong tanks had a higher total protein ($28.69 \pm 1.49\%$ DW) than that in the Ca_Rphi tanks, $p < 0.05$. Significant superiority, $p < 0.05$, was also documented for the essential amino acids profile (except for phenylalanine, $p > 0.05$) of biofloc in the Ca_Dhong treatment. The harvestable Red tilapia and Nile tilapia *showed* identical tolerant capacities against the abrupt environmental stress factors, with the piscine pH, salinity, and temperature thresholds of 3, 40 ppt, and 10°C or 40°C, respectively. Red tilapia possessed the better stress-tolerant abilities ($p < 0.05$) as compared to Nile tilapia.

Keywords: Red tilapia, Nile tilapia, stress tolerance, biofloc environment, growth.

Ngày nhận bài: 01/10/2024

Ngày chuyển phản biện: 30/10/2024

Ngày thông qua phản biện: 18/2/2024

Ngày duyệt đăng: 12/3/2025