

THỬ NGHIỆM ƯƠNG CÁ CHÉP GIỐNG (*Cyprinus carpio*) BẰNG CÔNG NGHỆ BIOFLOC VỚI NGUỒN CARBON TỪ RỈ ĐƯỜNG VÀ BỘT NGÔ

Đỗ Đăng Khoa^{1*}, Nguyễn Tuấn Duy¹, Kim Văn Vạn², Thái Thanh Bình¹

¹Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thủy sản, Đình Bảng, Từ Sơn, Bắc Ninh

²Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ddkhoa@cdds.edu.vn

Ngày nhận bài: 05.04.2022

Ngày chấp nhận đăng: 15.08.2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá chất lượng môi trường, tốc độ tăng trưởng, tỉ lệ sống và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) khi ương cá chép (*Cyprinus carpio*) bằng công nghệ biofloc với nguồn carbon từ rỉ đường và bột ngô. Cá kích cỡ $33,5 \pm 1,15$ g/con được ương trong 9 bể (267 l/bể), mật độ 150 con/m³ (40 con/bể) với 3 nghiệm thức: NT1 (BFT-RĐ) và NT2 (BFT-BN) được nuôi theo công nghệ biofloc với nguồn carbon tương ứng từ rỉ đường và bột ngô với tỉ lệ C:N là 20:1, trong khi nghiệm thức đối chứng (ĐC) được nuôi thông thường và thay nước 50%/ngày. Cá được cho ăn theo nhu cầu bằng thức ăn công nghiệp hàm lượng protein 35%. Kết quả cho thấy sau 60 ngày nuôi chất lượng môi trường ở NT1 tốt hơn so với NT2 và ĐC. Ở NT1 nuôi cá chép có tỉ lệ sống ($98,33 \pm 1,44\%$) và tốc độ tăng trưởng bình quân ngày ($0,69 \pm 0,05$ g/con/ngày) là cao nhất, có hệ số chuyển hóa thức ăn FCR thấp nhất ($1,53 \pm 0,02$) và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) khi so với cá ở NT2 ($1,58 \pm 0,02$) và ĐC ($1,73 \pm 0,03$).

Từ khóa: Biofloc, cá chép, rỉ đường, bột ngô, tăng trưởng.

Experimental Rearing of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fingerlings using Biofloc Technology with Carbohydrate Source from Molasses and Corn Starch

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the water quality, growth, survival rates and feed conversion ratio (FCR) when rearing common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings by using biofloc technology (BFT) with carbohydrate source from molasses (RD) and corn starch (BN). Common carp fingerlings (33.5 ± 1.15 g/fish) were randomly stocked in 9 tanks (267 l/tank) at a density of 150 fish/m³ (40 fish/tank) with three experiments: experiment 1 (BFT-RD) and experiment 2 (BFT-BN) were reared in biofloc system with molasses and corn starch, respectively, as a carbon source with C:N ratio of 20:1, whereas the control experiment (ĐC) was reared at similar intensity without biofloc technology and exchange 50% water/day. Fish was fed on demand with 35% protein diet. The result showed that after 60 days rearing water quality in BFT-RD was maintained better than that in BFT-BN and the control. The survival rate ($98.33 \pm 1.44\%$) and average daily weight gain (0.69 ± 0.05 g/fish/day) of common carp in BFT-RD were highest in BFT-RD ($P < 0.05$) compared with the other treatments. Common carp in BFT-RD had the lowest FCR (1.53 ± 0.02) ($P < 0.05$) compared to BFT-BN (1.58 ± 0.02) and the control (1.73 ± 0.03).

Keywords: Biofloc, common carp, molasses, corn starch, growth.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá chép là đối tượng nuôi nước ngọt truyền thống của Việt Nam do chúng có đặc điểm chất lượng thịt thơm ngon, ngoại hình đẹp và có sức chống chịu bệnh tốt hơn các đối tượng nuôi khác.

Song trong tình hình ương nuôi hiện nay người nuôi gặp nhiều khó khăn do giá nguyên liệu đầu vào đặc biệt là thức ăn tăng cao, giá cá thương phẩm thấp, tỉ lệ sống và tốc độ tăng trưởng không cao, cá cũng thường mắc một số bệnh gây thiệt hại cho người nuôi đặc biệt ở giai đoạn cá

giống (Jeney & Jeney, 1995; Trương Thị Hoa & Nguyễn Ngọc Phước, 2009; Kim Văn Vạn & Nguyễn Thị Lan, 2012; Kim Văn Vạn & Nguyễn Văn Thọ, 2012; Trương Đình Hoài & cs., 2020). Do vậy, việc áp dụng các quy trình công nghệ ương nuôi mới nhằm giảm chi phí thức ăn, tăng tỉ lệ sống, sinh trưởng nhanh và thân thiện môi trường có vai trò hết sức quan trọng.

Công nghệ biofloc là kết quả của quá trình thử nghiệm và phát triển hệ thống nuôi được sục khí và khuấy đảo thường xuyên, không hoặc hạn chế thay nước. Cơ sở hình thành hệ thống này chính là các hạt flocc. Hạt flocc là khối kết dính của các loại vi khuẩn, tảo, động vật nguyên sinh, các mảnh vỡ của các phân tử hữu cơ và một số sinh vật khác. Chúng có tính chất xốp, nhẹ, đường kính từ 0,1 đến vài mm và giàu dinh dưỡng (Avnimelech & cs., 2016). Vấn đề quan trọng trong công nghệ biofloc là tạo điều kiện tối ưu để vi sinh vật dị dưỡng có lợi phát triển, hấp thụ ammonia, tạo sinh khối làm thức ăn cho vật nuôi. Vi sinh vật dị dưỡng sử dụng carbon hữu cơ được bổ sung và nguồn nitơ thải ra từ thức ăn để tổng hợp nên protein. Nếu bổ sung carbon với tỉ lệ thích hợp sẽ tăng cường quá trình chuyển hóa nitơ vô cơ thành protein trong sinh khối vi sinh vật. Carbon hữu cơ thường được bổ sung thông qua các carbohydrate như: rỉ đường, bột gạo, bột ngô, cám gạo, glycerol... (Vũ Thị Ngọc Nhung & cs., 2017). Các loại carbohydrate khác nhau sẽ ảnh hưởng tới sự hình thành hạt flocc. Tại Việt Nam đã có một số tác giả nghiên cứu bổ sung nguồn carbonhydrat khác nhau như rỉ đường, bột gạo... trong nuôi một số đối tượng như tôm thẻ chân trắng, tôm càng xanh bằng công nghệ biofloc (Vũ Thị Ngọc Nhung & cs., 2017; Trần Ngọc Hải & cs., 2019). Tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào tìm nguồn carbohydrate phù hợp trong nuôi cá chép. Trên thế giới có một số công trình thử nghiệm các nguồn carbohydrate khác nhau trong ương cá chép giống như Bakhshi & cs. (2018) đã dùng các nguồn carbohydrate từ rỉ đường, đường, bột ngô ương cá chép giống ($22,5 \pm 0,2$ g/con) kết quả sau 10 tuần thử nghiệm cho thấy các nghiệm thức nuôi theo công nghệ BFT đạt năng suất cao hơn và FCR thấp hơn so với các nghiệm thức đối chứng. Trong khi Minabi & cs. (2020) thử

nghiệm ương cá chép giống ($14,17 \pm 0,2$ g/con) bằng công nghệ biofloc từ nguồn carbohydrate từ rỉ đường ở các tỉ lệ C:N là 11:1, 15:1, 19:1 và 23:1, kết quả cho thấy các nghiệm thức BFT có tốc độ tăng trưởng cao hơn và FCR thấp hơn so với đối chứng, tốc độ tăng trưởng cao nhất và FCR thấp nhất đều ở nghiệm thức BFT có tỉ lệ C:N là 19:1. Haghparast & cs. (2020) thử nghiệm ương cá chép giống ($40,2 \pm 5,76$ g/con) bằng công nghệ biofloc với nguồn carbon từ rỉ đường ở các tỉ lệ C:N là 15:1; 20:1 và 25:1 kết quả sau 90 ngày ương cho thấy cá nuôi trong hệ thống biofloc (đặc biệt ở nghiệm thức có tỉ lệ C:N là 20:1) không chỉ cải thiện các thông số miễn dịch, tình trạng chống oxy hóa, chất lượng nước mà còn làm giảm các hiện tượng căng thẳng của cá chép. Như vậy việc nghiên cứu thử nghiệm các nguồn carbohydrate khác nhau trong ương cá chép bằng công nghệ biofloc tại Việt Nam sẽ giúp người nuôi có thêm lựa chọn về công nghệ nuôi và những khuyến cáo để người nuôi áp dụng thành công mô hình biofloc trong ương cá chép. Rỉ đường và bột ngô là những nguyên liệu sẵn có, rẻ tiền và có hàm lượng carbon cao. Nghiên cứu nhằm xác định nguồn carbohydrate phù hợp trong ương cá chép giống bằng công nghệ biofloc.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Cá chép sử dụng làm thí nghiệm được sản xuất từ cùng một đàn cá bố mẹ và có kích cỡ tương đối đồng đều ($33,5 \pm 1,15$ g/con), được nuôi thuần hóa trong bể $2,5m^3$ trong 15 ngày, cá âm tính đối với *Herpesvirus* (gây bệnh KHV), *Aeromonas* spp. và không bị nhiễm các ký sinh trùng và nấm thủy my.

Các nguồn carbon sử dụng trong nghiên cứu được mua từ cửa hàng thức ăn chăn nuôi thủy sản sau đó được phân tích hàm lượng carbon tại phòng thí nghiệm môi trường Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thủy sản với kết quả hàm lượng carbon có trong bột ngô và rỉ đường lần lượt là 43,5% và 35,6%.

Thức ăn được sử dụng trong thí nghiệm là thức ăn công nghiệp của Công ty De Heus (mã số 9002), hàm lượng protein: 35%, cỡ viên 2mm.

Nghiên cứu được thực hiện tại Trung tâm Nghiên cứu, Tư vấn và Dịch vụ Thủy sản nước ngọt, Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật và Thủy sản, Đình Bảng, Từ Sơn, Bắc Ninh - từ tháng 1/10/2021 đến 30/11/2021.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm, gây biofloc, quản lý môi trường và chăm sóc cá

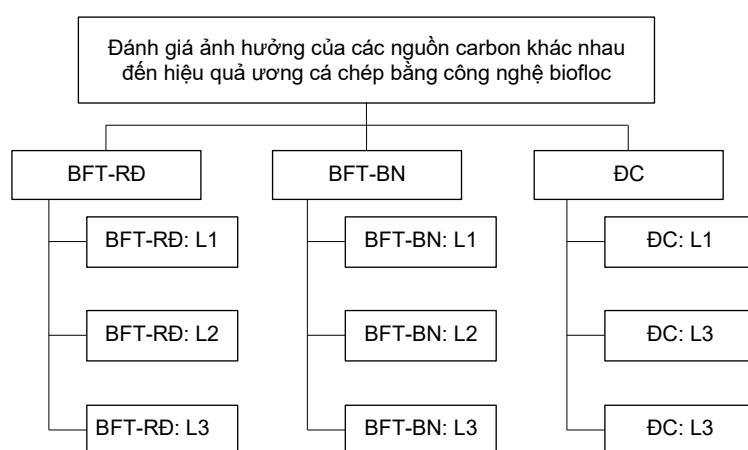
Cá chép ban đầu cỡ $33,5 \pm 1,15$ g/con được ương thử nghiệm trong 09 bể chứa 267 l/bể nước (bể thể tích 350 lít), mật độ 150 con/m³ (40 con/bể), thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần với 3 nghiệm thức (NT1: BFT-RĐ sử dụng rỉ đường, NT2: BFT-BN sử dụng bột ngô và ĐC không bổ sung rỉ đường, bột ngô), các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, nguồn nước được sử dụng cho các thí nghiệm là nước ngầm. Với nghiệm thức ĐC hàng ngày thay 50% tổng lượng nước trong bể vào buổi sáng và buổi chiều (25 %/buổi) trước khi cho cá ăn. Tóm tắt thí nghiệm được thể hiện trong hình 1.

Trước khi thả giống, nước trong các bể BFT được gây flocc theo các bước: Nước được cấp vào 6 bể, mỗi bể 267l, đo và điều chỉnh độ pH về giá trị 7-8 bằng Ca(OH)₂; độ kiềm ≥ 120 mg/l, hòa tan 3-5g đất màu, té đều, bổ sung 15g thức ăn công nghiệp dạng bột 40% protein, hòa tan phân NPK bón đến khi tổng ammonia (TAN) đạt 1 mg/l, bổ sung carbohydrate (rỉ đường hoặc bột ngô tùy

theo nghiệm thức) theo phương pháp của Serra & cs. (2015) sao cho tỉ lệ C:N là 20:1, thêm men vi sinh chứa các chủng *Bacillus* sp., sục khí liên tục nhằm duy trì hàm lượng DO $\geq 4,5$ mg/l. Hàng ngày bổ sung NPK (đến hàm lượng TAN 1 mg/l), rỉ đường/bột ngô đến khi thể tích flocc (FV) > 2 ml/l. Ngừng bón phân NPK và rỉ đường/bột ngô trước khi thả giống ít nhất 4 giờ.

Cá chép giống sau khi thả được cho ăn 2 lần/ngày vào 8 giờ và 16 giờ, việc cho cá ăn được tiến hành chậm và quan sát cẩn thận nhằm đảm bảo toàn bộ lượng thức ăn được cá tiêu thụ hết, cá được cho ăn từ 2-5% khối lượng cá/ngày. Lượng thức ăn cá sử dụng được ghi chép trong từng bữa.

Trong thời gian thí nghiệm các chỉ tiêu môi trường nhiệt độ, oxy hòa tan (DO) và pH được đo 2 lần/ngày vào lúc 6h và 14h, đối với nhiệt độ và DO được đo bằng máy HANNA HI9146; pH được đo bằng máy HANNA HI98107. TAN, thể tích biofloc được đo 1 lần/ngày, TAN được đo bằng bộ test Sera NH₄⁺/NH₃, thể tích biofloc (FV) xác định bằng cách thu 1 lít nước trong điều kiện sục khí liên tục, sau đó cho vào ống Imhoff để lắng 20 phút và xác định thể tích flocc lắng. Độ kiềm, nitrite (NO₂⁻) được đo 2 ngày/lần bằng test Sera KH và Sera NO₂⁻. Để duy trì ổn định hàm lượng oxy trong nước, trong suốt quá trình thử nghiệm các bể được sục khí 24/24h.



Ghi chú: BFT-RĐ: Công nghệ biofloc với nguồn carbon từ rỉ đường; BFT-BN: Công nghệ biofloc với nguồn carbon từ bột ngô; L: Lần lặp; ĐC: Đối chứng.

Hình 1. Thiết kế thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các nguồn carbon khác nhau trong ương cá chép bằng công nghệ biofloc

Kết quả nghiên cứu của một số tác giả Trần Ngọc Hải & cs. (2016), Haghparast & cs. (2020) cho thấy ương cá bằng công nghệ biofloc với tỉ lệ C:N là 20:1 cho tốc độ tăng trưởng cao, điều kiện môi trường tốt, các thông số miễn dịch được cải thiện hơn so với nuôi ở tỉ lệ C:N khác. Do vậy trong nghiên cứu này tỉ lệ C:N = 20:1 được lựa chọn. Đối với các nghiệm thức BFT để duy trì tỉ lệ C:N = 20:1, bột ngô/rỉ đường được định kỳ bổ sung 1 lần/ngày vào lúc 10h. Căn cứ theo phương pháp của Avnimelech & cs. (2016) và tỉ lệ % carbon có trong bột ngô/rỉ đường (%C_{BN/RD}) lượng bột ngô/rỉ đường cần bổ sung như sau:

$$N = \text{Lượng thức ăn} \times 35\% \times 15,5\% \quad (1)$$

$$C = (\text{Lượng thức ăn} \times 50\% + \text{Lượng bột ngô/Rỉ đường bổ sung} \times \%C_{\text{BN/RD}}) \quad (2)$$

Với tỉ lệ C:N = 20:1; Từ (1) và (2) tính được:

$$\text{Lượng bột ngô/rỉ đường bổ sung} = (0,585 \times \text{lượng thức ăn}) \div \%C_{\text{BN/RD}}$$

Trong đó:

N: là lượng nitơ có trong thức ăn;

C: là lượng carbon có trong thức ăn và từ lượng bột ngô/rỉ đường bổ sung;

%C_{BN/RD}: là tỉ lệ % của carbon trong bột ngô (43,5%)/rỉ đường (35,6%);

35%: là tỉ lệ % protein có trong thức ăn;

15,5%: là tỉ lệ % N có trong protein;

50% : là tỉ lệ % carbon có trong thức ăn.

Khi hàm lượng TAN trong các nghiệm thức BFT vượt quá 1 mg/l. Dựa theo phương pháp của Serra & cs. (2015), lượng bột ngô/rỉ đường và được bón như sau:

$$\text{Lượng bột ngô/rỉ đường bổ sung (g)} = [\text{TAN}] \times \text{C:N} \div \%C_{\text{BN/RD}} \times V_{\text{bể}} \div 1.000$$

Trong đó:

[TAN]: là nồng độ ammonia;

C:N: là tỉ lệ C:N = 20:1;

%C_{BN/RD}: tỉ lệ % của carbon trong bột ngô (43,5%)/rỉ đường (35,6%)

V_{bể}: thể tích nước (l) trong bể khi điều chỉnh (duy trì 267l)

1.000: hệ số chuyển đổi đơn vị từ mg sang g.

Khi thể tích floc vượt quá 30 ml/l trong các nghiệm thức BFT tiến hành xi phông đến khi thể tích floc dưới 25 ml/l và khi độ kiềm < 100 mg/l, bón dolomite đến khi độ kiềm > 120 ml/l.

2.2.2. Xác định các chỉ tiêu tăng trưởng, tỉ lệ sống

Các chỉ tiêu được xác định như sau:

- Tốc độ tăng trưởng về khối lượng WG (Weight gain):

$$WG \text{ (g/con)} = W_c - W_d$$

- Tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày về khối lượng DWG (Average daily weight gain):

$$DWG \text{ (g/con/ngày)} = (W_c - W_d)/T$$

- Tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày về khối lượng SGR (Specific growth rate in weight):

$$SGR \text{ (%/con/ngày)} = 100 \times (\ln W_c - \ln W_d)/T$$

Trong đó:

W_d: là khối lượng của cá khi bắt đầu thí nghiệm (g/con);

W_c: là khối lượng của cá sau khi thí nghiệm (g/con);

T: Số ngày nuôi.

- Tỉ lệ sống (%) = (Số cá còn lại sau thí nghiệm/số cá ban đầu) × 100.

- FCR = Tổng lượng thức ăn cho cá ăn/tăng trọng của cá.

2.3. Xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức áp dụng phương pháp ANOVA một nhân tố và phép thử DUNCAN ở mức ý nghĩa P < 0,05 sử dụng phần mềm Excel của Office 2016 và SPSS phiên bản 20.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả theo dõi môi trường

Giá trị các thông số chất lượng nước ở các nghiệm thức trong suốt quá trình thí nghiệm được trình bày ở bảng 1. Nhiệt độ nước của các nghiệm thức trong quá trình thí nghiệm có giá trị tương đồng và nằm trong khoảng phù hợp cho cá chép, nhiệt độ trung bình dao động trong khoảng

19,5-30°C (trung bình $24,18 \pm 2,82^\circ\text{C}$) với xu hướng nhiệt độ giảm dần từ lúc thí nghiệm đến khi kết thúc thí nghiệm (Hình 2a).

Giá trị pH trong suốt quá trình thí nghiệm của các nghiệm thức dao động từ 6,9-7,8, được xem là khoảng thích hợp cho nuôi cá chép. Độ pH trung bình buổi sáng biến động từ 7,21-7,71 và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$), trong khi độ pH trung bình buổi chiều biến động từ 7,22-7,62, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nghiệm thức BFT trong khi có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nghiệm thức BFT với ĐC ($P < 0,05$) (Bảng 1).

Trong quá trình thí nghiệm oxy hòa tan biến động từ 4,4-5,92 mg/l, hoàn toàn phù hợp cho cá chép sinh sống. Giá trị trung bình oxy hòa tan có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($P < 0,05$). Các nghiệm thức BFT oxy hòa tan thấp hơn so với ĐC là do oxy bị tiêu thụ từ nguồn sinh khối vi sinh trong các hạt biofloc (Bảng 1).

Cả hàm lượng oxy hòa tan và pH của các nghiệm thức thí nghiệm có độ chênh lệch không cao giữa buổi sáng và buổi chiều, điều này có thể lý giải là do môi trường nước của các nghiệm thức BFT hầu như không có sự hiện diện của tảo phù du nên quá trình quang hợp, hô hấp của tảo làm biến động oxy và độ pH trong nước là không xảy ra. Một số tác giả cũng có kết quả tương tự về độ chênh lệch pH, oxy trung bình sáng và chiều trong nước nuôi theo công nghệ

biofloc trong các nghiên cứu của mình (Lê Quốc Việt & cs., 2015; Minabi & cs., 2020).

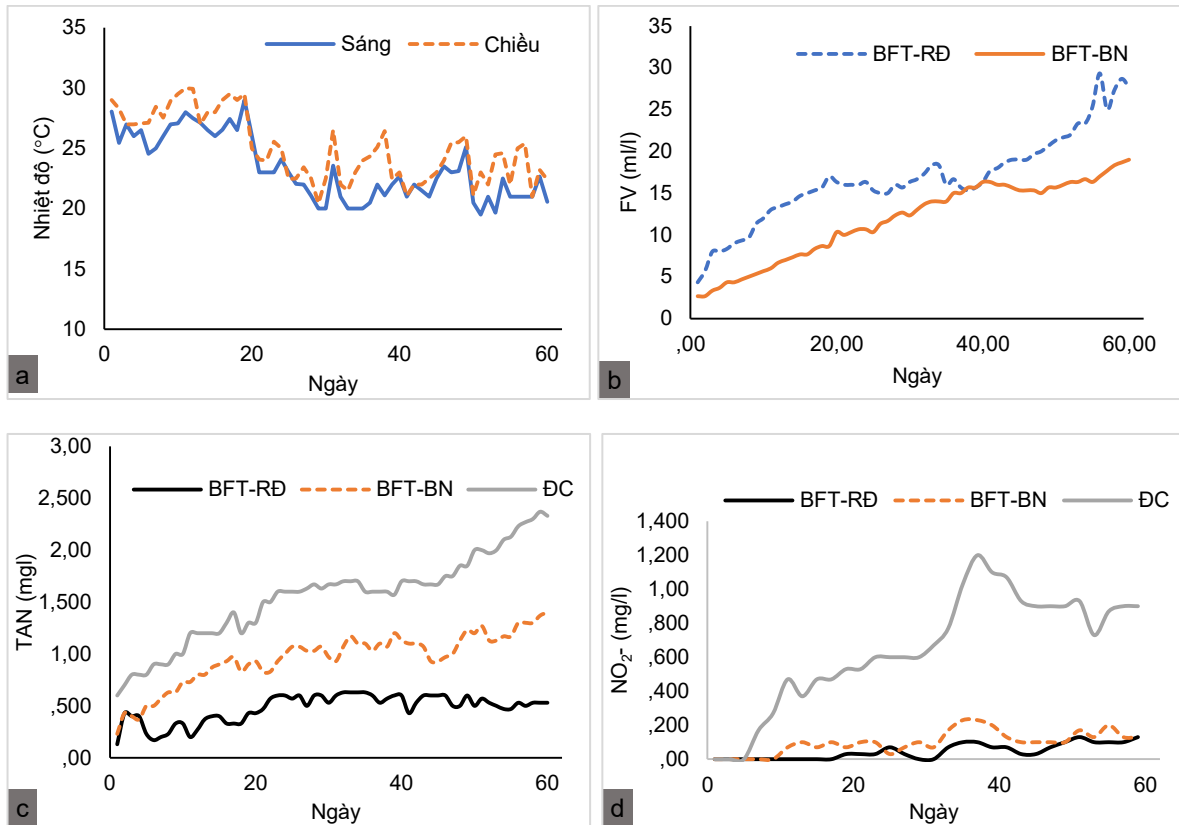
Hình 2b cho thấy hàm lượng FV trung bình của nghiệm thức BFT-RĐ và BFT-BN lần lượt biến động từ 4,3-29,3 ml/l và 2,7-19 ml/l. Hàm lượng FV của cả hai nghiệm thức BFT có xu hướng tăng dần theo thời gian thí nghiệm. Hàm lượng FV giữa các nghiệm thức có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$), trong đó FV của nghiệm thức BFT-RĐ ($16,78 \pm 5,78$ ml/l) có giá trị lớn hơn FV của nghiệm thức BFT-BN ($11,79 \pm 4,9$ ml/l). Một số nghiên cứu cũng cho kết quả FV có xu hướng tăng dần về cuối chu kỳ nuôi (Vũ Thị Ngọc Nhung & cs., 2017; Minabi & cs., 2020).

Trong quá trình thí nghiệm mặc dù nghiệm thức ĐC được thay nước 50%/ngày nhưng hàm lượng TAN vẫn cao nhất ở nghiệm thức ĐC ($1,53 \pm 0,44$ mg/l), tiếp đó là nghiệm thức BFT-BN ($0,96 \pm 0,27$ mg/l) và thấp nhất ở nghiệm thức BFT-RĐ ($0,48 \pm 0,14$ mg/l) (Bảng 1). Về biến động theo thời gian nhận thấy hàm lượng TAN tương đối ổn định ở nghiệm thức BFT-RĐ trong khi ở các nghiệm thức nghiệm thức BFT-BN và ĐC hàm lượng TAN có xu hướng tăng dần từ đầu đến cuối chu kỳ thí nghiệm (Hình 2c). Các nghiên cứu khác cũng cho kết quả rỉ đường có tác dụng làm giảm ammonia nhiều hơn khi sử dụng các nguồn carbon khác nhau cho hệ thống biofloc trong nuôi thủy sản (Serra & cs., 2015; Vũ Thị Ngọc Nhung & cs., 2017).

Bảng 1. Kết quả theo dõi các thông số môi trường trong 60 ngày thí nghiệm

Thông số	TN1 BFT-RD	TN2 BFT-BN	ĐC
Nhiệt độ sáng (°C)	$23,36 \pm 2,69$	$23,32 \pm 2,66$	$23,34 \pm 2,65$
Nhiệt độ chiều (°C)	$25,04 \pm 2,73$	$24,99 \pm 2,74$	$25,04 \pm 2,72$
pH sáng	$7,71^a \pm 0,14$	$7,63^b \pm 0,11$	$7,21^c \pm 0,11$
pH chiều	$7,62^a \pm 0,11$	$7,60^a \pm 0,14$	$7,22^b \pm 0,11$
DO sáng (mg/l)	$5,30^a \pm 0,17$	$5,43^b \pm 0,13$	$5,83^c \pm 0,12$
DO chiều (mg/l)	$5,22^a \pm 0,17$	$5,42^b \pm 0,15$	$5,92^c \pm 0,15$
FV (ml/l)	$16,74^a \pm 5,86$	$11,79^b \pm 4,9$	$0^c \pm 0$
TAN (mg/l)	$0,48^a \pm 0,14$	$0,96^b \pm 0,27$	$1,53^c \pm 0,44$
NO ₂ ⁻ (mg/l)	$0,05^a \pm 0,06$	$0,1^b \pm 0,08$	$0,65^c \pm 0,34$
Kiểm (mg/l)	$130,21^a \pm 14,1$	$136,60^a \pm 13,3$	$112,50^b \pm 11,4$

Ghi chú: Giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng hàng có mang chữ khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).



Hình 2. Biến động nhiệt độ, FV, TAN và NO₂⁻ trong quá trình thí nghiệm

Độ kiềm là thông số rất quan trọng trong công nghệ biofloc do có liên quan trực tiếp đến độ ổn định của pH và là nguồn carbon vô cơ cần thiết cho các vi sinh vật có trong các hạt biofloc (Furtado & cs., 2015). Trong nước nuôi cá, độ kiềm tổng số cần duy trì nồng độ từ 75-200 mg/l CaCO₃ (Wurts & Durborow, 1992). Để duy trì ổn định trong quá trình thí nghiệm độ kiềm ở các nghiệm thức BFT được đo 2 ngày/lần, khi độ kiềm < 125 mg/l được xử lý nâng độ kiềm bằng dolomite do vậy độ kiềm các nghiệm thức BFT được duy trì ổn định. Trung bình lần lượt là 130,31 ± 14,1 mg/l và 136,6 ± 13,3 mg/l tương ứng ở các nghiệm thức BFT-RĐ và BFT-BN. Nghiệm thức ĐC độ kiềm trung bình là 112,5 ± 11,4 mg/l (Bảng 1).

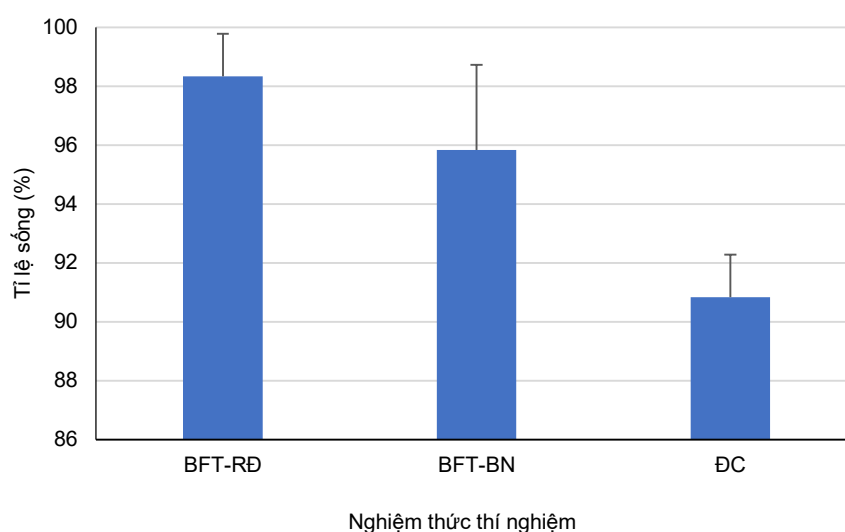
Hình 2d cho thấy hàm lượng NO₂⁻ có xu hướng tăng dần theo thời gian thí nghiệm, bắt đầu xuất hiện trong nghiệm thức ĐC từ ngày thứ 7, tiếp đến là nghiệm thức BFT-BN ngày thứ 11 trong khi nghiệm thức BFT-RĐ ngày thứ 19 mới bắt đầu xuất hiện. Hàm lượng NO₂⁻

trung bình trong các nghiệm thức có sự khác biệt về mặt thống kê ($P < 0,05$), hàm lượng NO₂⁻ thấp nhất ở nghiệm thức BFT-RĐ (0,05 ± 0,05 mg/l), tiếp đến là ở nghiệm thức BFT-BN (0,1 ± 0,08 mg/l) và cao nhất ở nghiệm thức ĐC (0,65 ± 0,34 mg/l) (Bảng 1).

3.2. Tỷ lệ sống

Sau 60 ngày nuôi cho thấy tỷ lệ sống của cá trong các nghiệm thức dao động từ 90,83-98,33% (Hình 3). Tỷ lệ sống cao nhất ở nghiệm thức BFT-RĐ (98,33 ± 1,44%), tiếp đến là nghiệm thức BFT-BN (95,83 ± 2,89%) và thấp nhất ở nghiệm thức ĐC (90,83 ± 1,44%).

Ở nghiệm thức ĐC, nước được thay 50%/ngày nhằm giảm sự gia tăng của TAN nhưng đây cũng chính là nguyên nhân làm môi trường nước biến động dẫn đến tỷ lệ sống của cá thấp. Trong khi đó cá ở các nghiệm thức BFT ít bị ảnh hưởng bởi biến động môi trường có thể là nguyên nhân dẫn đến tỷ lệ sống ở các nghiệm thức BFT cao hơn.



Hình 3. Tỉ lệ sống của cá thí nghiệm trong các nghiệm thức sau 60 ngày nuôi

Bảng 2. Tăng trưởng của cá chép trong các nghiệm thức sau 60 ngày nuôi

Chỉ tiêu	Nghiệm thức thí nghiệm		
	TN1 BFT-RĐ	TN2 BFT-BN	ĐC
W_d (g/con)	33,48 ^a ± 0,97	33,45 ^a ± 1,22	33,54 ^a ± 33,50
W_c (g/con)	74,64 ^a ± 2,90	72,83 ^b ± 2,51	67,20 ^c ± 7,46
DWG (g/con/ngày)	0,69 ^a ± 0,05	0,66 ^b ± 0,05	0,56 ^c ± 0,13
SGR (%/con/ngày)	1,34 ^a ± 0,07	1,30 ^b ± 0,06	1,15 ^c ± 0,19
WG (g/con)	41,19 ^a ± 3,20	39,43 ^b ± 2,85	33,64 ^c ± 7,62

Ghi chú: Giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng hàng có mang chữ khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Tỉ lệ sống ở hai nghiệm thức BFT trong nghiên cứu này cao hơn so với tỉ lệ sống trong nghiên cứu của Ebrahimi (2020) về ảnh hưởng của các mức protein và các nguồn carbon khác nhau đến chất lượng nước, tình trạng chống oxy hóa (antioxidant status) và tốc độ tăng trưởng của cá chép giống nuôi trong hệ thống biofloc (tỉ lệ sống 88,9-93,3%)

3.3. Tốc độ tăng trưởng

Sau 60 ngày nuôi, tốc độ tăng trưởng của cá ở các nghiệm thức được đánh giá qua các chỉ tiêu sau: Tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày về khối lượng DWG (g/con/ngày), tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày về khối lượng SGR (%/con/ngày) và khối lượng tăng thêm WG (g/con). Kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Cá thí nghiệm được lựa chọn có kích thước ban đầu tương đối đồng đều ($33,5 \pm 1,15$ g/con, Bảng 2). Sau thời gian nuôi 60 ngày bằng công nghệ biofloc (với nguồn carbon từ rỉ đường và bột ngô) và nuôi thông thường (đối chứng), khối lượng trung bình cá thể của các thí nghiệm hoàn toàn khác nhau về mặt thống kê ($P < 0,05$), dao động từ 67,2-74,64 g/con (Bảng 2). Khối lượng trung bình cá nuôi tại nghiệm thức BFT-RĐ là lớn nhất ($74,64 \pm 2,9$ g/con), tiếp đến là nghiệm thức BFT-BN ($72,83 \pm 2,59$ g/con) và thấp nhất là nghiệm thức ĐC ($67,2 \pm 7,82$ g/con).

Tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày DWG của cá ở các nghiệm thức thí nghiệm dao động từ 0,56-0,69 g/con/ngày (Bảng 2). Tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày của các thí nghiệm có sự sai khác có ý nghĩa thống kê

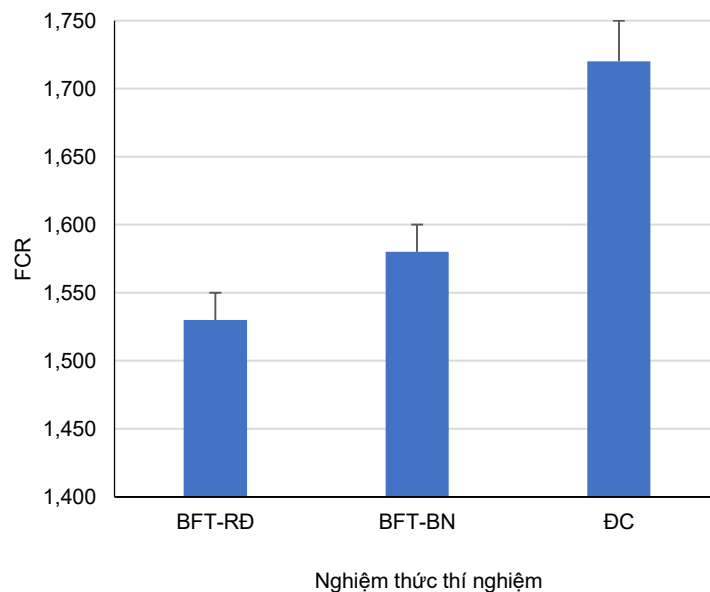
($P < 0,05$). Tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày lớn nhất ở nghiệm thức BFT-RĐ ($0,69 \pm 0,05$ g/con/ngày), tiếp đó ở nghiệm thức BFT-BN ($0,66 \pm 0,05$ g/con/ngày) và thấp nhất ở nghiệm thức ĐC ($0,56 \pm 0,13$ g/con/ngày).

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày về khối lượng SGR của cá dao động trong khoảng 1,15-1,34 %/con/ngày (Bảng 2). Tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày về khối lượng ở các thí nghiệm khác nhau có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày về khối lượng ngày lớn nhất ở nghiệm thức BFT-RĐ ($1,34 \pm 0,07$ %/con/ngày), tiếp đó lần lượt đến nghiệm thức BFT-BN ($1,30 \pm 0,07$ %/con/ngày) và thấp nhất ở nghiệm thức ĐC ($1,15 \pm 0,2$ %/con/ngày). Kết quả này cao hơn so với thí nghiệm của Bakhshi & cs. (2018) khi thử nghiệm các nguồn carbon khác nhau để ương cá chép theo công nghệ biofloc với 300 con cá giống cỡ trung bình 22,5 g/con thả trong 12 bể (70 l/bể) thời gian nuôi thử nghiệm 10 tuần cá đạt tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày ở các nghiệm thức biofloc với nguồn carbon từ rỉ đường, đường, bột ngô và đối chứng dao động từ 1,1-1,3 %/con/ngày. Tương tự, kết quả nghiên cứu này cũng cao hơn so với nghiên cứu của Najdegerami & cs. (2016) khi đánh giá tốc độ tăng trưởng của cá chép giống trong hệ thống

nuôi biofloc không thay nước với 4 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức 4 lần lặp lại trong 16 bể hình chữ nhật (30 l/bể). Cá giống cỡ 5,86 g/con được thả vào các bể mật độ 13 con/bể. Cá được cho ăn thức ăn 35% đạm, ở nghiệm thức đối chứng cá được cho ăn 3,5% khối lượng thân ngày, ở 3 nghiệm thức biofloc còn lại cá được cho ăn lần lượt ở mức 75%, 50% và 25% so với đối chứng. Kết quả cho thấy tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày chỉ đạt từ 0,45-1,2 %/con/ngày, lớn nhất ở nghiệm thức BFT 75% ($1,2 \pm 0,2$ %/con/ngày) và thấp nhất ở nghiệm thức BFT 25% ($0,45 \pm 0,1$ %/con/ngày). Sự khác biệt của nghiên cứu này so với các nghiên cứu khác có thể là do các nguyên nhân như mật độ thả, thể tích bể thí nghiệm, chế độ cho ăn là không giống nhau.

3.4. Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR)

Đây là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn của từng công nghệ nuôi hay từng loại thức ăn. Nếu cùng một loại thức ăn, công nghệ nào có FCR thấp sẽ góp phần làm giảm ô nhiễm môi trường, tăng hiệu quả kinh tế. Hệ số FCR được tính toán dựa trên khối lượng cá tăng thêm và lượng thức ăn tiêu tốn, kết quả của nghiên cứu này được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. FCR của các thí nghiệm sau 60 ngày nuôi

Thí nghiệm cho thấy FCR thấp nhất ở nghiệm thức BFT-RĐ ($1,53 \pm 0,02$), tiếp đến là BFT-BN ($1,58 \pm 0,02$) và cao nhất ở nghiệm thức ĐC ($1,73 \pm 0,03$) và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Kết quả FCR trong nghiệm cứu này cao hơn so với nghiệm cứu của Minabi & cs. (2020) khi nghiên cứu ảnh hưởng của các tỉ lệ C:N khác nhau đến chất lượng nước, tốc độ sinh trưởng cá chép giống. Với 450 cá ban đầu ($14,17 \pm 0,36g$) được nuôi 90 ngày với 5 nghiệm thức (C:N: 11:1, 15:1, 19:1, 23:1 và ĐC), mỗi nghiệm thức 3 lần lặp lại trong 15 bể (400 l/bể), cá được cho ăn 3%/ngày theo trọng lượng thân theo bằng thức ăn có độ đậm 37,8%. Kết quả sau 90 ngày nuôi FCR thấp nhất ở nghiệm thức C:N 19:1 (1,46) và cao nhất ở nghiệm thức C:N 23:1 và ĐC (1,51). Sự khác biệt này có thể do độ đậm của cám và cỡ cá trong các nghiệm cứu có sự khác nhau.

Cá chép nuôi ở các nghiệm thức BFT có hệ số FCR thấp có thể do chất lượng môi trường nước ổn định, cá hấp thụ dinh dưỡng tốt hơn và cá còn tận dụng biofloc như một nguồn thức ăn sẵn có trong nước.

Cá chép nuôi ở các nghiệm thức RĐ-BFT có chất lượng môi trường tốt hơn, tốc độ tăng trưởng cao hơn và FCR thấp hơn so với nuôi ở các nghiệm thức BN-BFT do nghiệm thức RĐ-BFT sử dụng nguồn carbohydrate từ rỉ đường có chứa glucose, fructose, sucrose (Premjet & cs., 2007) nên việc cung cấp carbon dễ tiêu thụ cho vi sinh vật dễ dàng hơn so với bột ngô vì thành phần carbon trong bột ngô chủ yếu là tinh bột, để vi sinh vật sử dụng được carbon từ tinh bột cần thời gian cho quá trình chuyển hóa thành đường đơn dẫn đến hiệu quả xử lý ammonia, hình thành floc chậm hơn so với sử dụng rỉ đường.

4. KẾT LUẬN

Nghiệm cứu này cho thấy chất lượng môi trường trong các bể biofloc tốt hơn so với nuôi thông thường và cá chép sống tốt trong môi trường biofloc.

Cá chép được ương theo công nghệ biofloc với nguồn carbon từ rỉ đường cho kết quả tỉ lệ sống, tốc độ tăng trưởng (DWG và SGR) cao hơn, chất

lượng môi trường tốt hơn trong khi FCR thấp hơn so với bột ngô và nuôi thông thường.

Cần nghiên cứu thêm ảnh hưởng của mật độ và hàm lượng protein trong thức ăn đến chất lượng môi trường, tốc độ sinh trưởng của cá chép giống (*Cyprinus carpio*) khi nuôi bằng công nghệ biofloc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Avnimelech Y., De-Schryver P., Emmereciano M., Kuhn D., Ray A. & Taw N. (2016). Biofloc technology - A practical guidebook. Technion Israel institute of technology. 259p.
- Bakhshi F., Najdegerami E.H., Manaffar R., Tukmechi A. & Farah K.R. (2018). Use of different carbon sources for the biofloc system during the grow-out culture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. Aquaculture. 484: 259-267.
- Ebrahimi A., Akrami R., Najdegerami E.H., Ghiasvand Z. & Koohsari H. (2020). Effects of different protein levels and carbon sources on water quality, antioxidant status and performance of common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles raised in biofloc based system. Aquaculture. 516: 734639.
- Furtado P.S., Poersch L.H. & Wasielesky W. (2015). The effect of different alkalinity levels on *Litopenaeus vannamei* reared with biofloc technology (BFT). Aquaculture international. 23(1): 345-358.
- Haghparsat M.M., Alishahi M., Ghorbanpour M. & Shahriari A. (2020). Evaluation of hemato-immunological parameters and stress indicators of common carp (*Cyprinus carpio*) in different C:N ratio of biofloc system. Aquaculture International. 28(6): 2191-2206.
- Jeney Z. & Jeney G. (1995). Recent achievements in studies on diseases of common carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquaculture. 129(1-4): 397-420.
- Kim Văn Vạn & Nguyễn Thị Lan (2012). Nghiên cứu dịch tể ấu trùng sán lá truyền lây trên cá chép bột, chép hương (*Cyprinus carpio*). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 21: 63-68.
- Kim Văn Vạn & Nguyễn Văn Thọ (2012). Nghiên cứu dịch tể ấu trùng sán lá truyền lây qua cá chép giống. Tạp chí Khoa học và Phát triển. 10(6): 933-939.
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Lý Văn Khánh, Trần Minh Nhứt & Tạ Văn Phương (2015). Ứng dụng biofloc nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) với mật độ khác nhau kết hợp với cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. tr. 44-52.

- Minabi K., Sourinejad I., Alizadeh M., Ghatrami E.R. & Khanjani M.H. (2020). Effects of different carbon to nitrogen ratios in the biofloc system on water quality, growth, and body composition of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture International*. 28: 1883-1898.
- Najdegerami E.H., Bakhshi F. & Lakani F.B. (2016). Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities and liver histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings in zero-water exchange system. *Fish physiology and biochemistry*. 42(2): 457-465.
- Premjet S., Premjet D. & Ohtani. Y. (2007). The effect of ingredients of sugar cane molasses on bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* ATCC 10245. *Sen'i Gakkaiishi*. 63(8): 193-199.
- Serra F.P., Gaona C.A., Furtado P.S., Poersch L.H. & Wasielesky W. (2015). Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture International*. 23(6): 1325-1339.
- Trần Ngọc Hải, Trần Văn Ghe & Cao Mỹ Án (2016). Ảnh hưởng của tỉ lệ C:N khác nhau lên tăng trưởng, tỉ lệ sống và chất lượng của cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) nuôi theo công nghệ biofloc. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. (46): 103-110.
- Trần Ngọc Hải, Châu Tài Tảo, Trần Thị Tuyết Hoa, Lý Văn Khánh, Trần Nguyễn Duy Khoa, Trần Thị Thanh Hiền & Lê Quốc Việt (2019). Nghiên cứu bổ sung nguồn carbon ở các giai đoạn khác nhau trong ương ấu trùng tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) bằng công nghệ biofloc. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 55(3): 141-148.
- Trương Đình Hoài, Đào Lê Anh, Nguyễn Thị Lan & Kim Văn Vạn (2020). Một số đặc điểm dịch tễ, bệnh lý và chẩn đoán bệnh koi herpes virus (KHV) trên cá chép nuôi tại miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 18(3): 178-187.
- Trương Thị Hoa & Nguyễn Ngọc Phước (2009). Nghiên cứu mức độ nhiễm ấu trùng sán lá song chủ (*metacercaria*) trên cá chép và cá trắm cỏ giai đoạn. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*. 55: 131-138.
- Vũ Thị Ngọc Nhung, Nguyễn Thị Loan & Tăng Minh Trí (2017). Nghiên cứu một số nguồn Carbohydrate tạo biofloc để nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*. 14(12): 149-160.
- Wurts W.A. & Durborow R.M. (1992). Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. *SRAC Publication*. 464: 1-4.