



KHẢO SÁT BIẾN ĐỘNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN NUÔI CÁ LÓC (*Channa striata*)

Phan Thị Thanh Vân¹

¹Trường Đại học An Giang, ĐHQG-HCM

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 15/08/2019

Ngày nhận kết quả bình duyệt:
02/10/2019

Ngày chấp nhận đăng:
01/2021

Title:

Study on the variation in the water quality regarding to the recirculating aquaculture system on snakehead fish (*Channa striata*)

Keywords:

Snakehead fish, Recirculating aquaculture systems, Water quality

Từ khóa:

Cá Lóc, hệ thống nuôi tuần hoàn, chất lượng nước

ABSTRACT

"Study on the variation in the water quality regarding to the recirculating aquaculture system on snakehead fish (*Channa striata*)" was arranged by 2 treatments, 3 replications. Treatment 1, the fish was fed in a recirculating culture system and the treatment 2, the fish was fed in composite tank. Density fingerling is 40 ind./100L. The experiment was conducted for 10 weeks. The results indicated that temperature, alkalinity, pH, TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ and TSS, in both treatments are within the suitable range for the growth of snakehead. SGRW and FCR in treatment 1 were higher than treatment 2 and difference was statistically significant ($P < 0.05$).

TÓM TẮT

"Khảo sát biến động chất lượng nước trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá Lóc" được bố trí bởi 2 NT, 3 lần lặp lại. NT 1, cá được nuôi trong hệ thống tuần hoàn, thể tích của hệ thống là 260 lít và NT 2, cá được nuôi bằng bể composite có thể tích 100 lít. Mật độ cá thả nuôi 40 con/100L. Thí nghiệm được thực hiện trong 10 tuần. Kết quả nghiên cứu cho thấy các thông số: nhiệt độ, độ kiềm, pH, TAN, NO₂⁻, NO₃⁻, TSS, trong cả 02 NT đều nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng của cá Lóc. Tăng trưởng và hệ số tiêu tốn thức ăn của cá ở NT 1 cao hơn NT 2 và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

1. GIỚI THIỆU

Cá Lóc đồng (*Channa striata*) là loài cá nước ngọt có kích thước lớn, thịt ngon và sinh trưởng nhanh. Trong những năm gần đây, cá Lóc là một trong những đối tượng nuôi phát triển nhanh ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Đặc biệt, đối với tỉnh An Giang, cá Lóc được chọn là một trong những đối tượng nằm trong chính sách thúc đẩy chuỗi giá trị sản phẩm thủy sản.

Hiện nay, cá Lóc có thể được nuôi trong ao, bè, trên bề mặt bạt, vèo và mang lại hiệu quả kinh tế

cao. Trong nuôi cá Lóc, người nuôi thường áp dụng biện pháp thay nước để loại chất thải ra khỏi hệ thống nuôi. Nhưng cách thay nước này sẽ gây ra nhiều nguy cơ: việc thải bỏ chất thải không được quản lý và kiểm soát chặt chẽ, trong điều kiện cơ sở hạ tầng của vùng nuôi không được quy hoạch và đảm bảo, chất thải từ vùng nuôi này sẽ theo nguồn nước cấp, đi vào các vùng nuôi khác. Để giải quyết vấn đề bảo vệ môi trường, hạn chế tác động đến hệ sinh thái, cần phải tiến hành nghiên cứu xử lý chất thải. Có như vậy, mới tạo ra

được mô hình nuôi bền vững và thân thiện với môi trường.

Hiện nay, các nước phát triển đã ứng dụng rất thành công hệ thống nuôi tuần hoàn trong sản xuất thâm canh trên các đối tượng cá nước ngọt và cá biển (Martins và cs., 2010; Emmanuelle Roque d'orbcastel, Jean-Paul Blancheton, Alain Belaud, 2009). Hệ thống này có những ưu điểm là: (i) quy trình sản xuất dựa hoàn toàn vào nhóm vi sinh vật tự nhiên nên không sử dụng hóa chất, kháng sinh vì vậy sản phẩm đạt tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm thủy sản, (ii) hạn chế được dịch bệnh, (iii) không thay nước nên không gây ô nhiễm môi trường, (iv) lượng nước sử dụng trên một đơn vị sản phẩm thấp.

Để có thể ứng dụng hệ thống tuần hoàn nước trong nuôi cá Lóc thâm canh, việc “Khảo sát biến động chất lượng nước trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá Lóc (*Channa striata*)” cần được nghiên cứu xác định.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mẫu nghiên cứu

2.1.1 Nguồn cá thí nghiệm, thức ăn:

Cá Lóc dùng thí nghiệm có kích cỡ trung bình $6,8 \pm 0,03$ g/con được mua từ các trại giống. Cá thí nghiệm khi mua về sẽ được nuôi dưỡng trong bể composite và tập cho ăn thức ăn công nghiệp, sau đó mới tiến hành đưa vào thí nghiệm. Cá bố trí thí nghiệm được chọn kích cỡ đồng đều, khỏe mạnh, không có dấu hiệu bệnh lý.

Thức ăn được sử dụng: thức ăn viên có hàm lượng đạm 40% ghi trên bao bì.

2.1.2 Nguồn nước dùng cho thí nghiệm: Sử dụng nguồn nước máy sau khi khử chlorine.

2.2 Thiết kế nghiên cứu

2.2.1 Bố trí thí nghiệm:

Cá được bố trí với mật độ 40 con/100 L, thí nghiệm có 2 NT (NT), mỗi NT được lặp lại ba lần.

NT 1: Nuôi trong 3 hệ thống tuần hoàn độc lập (260 L/hệ thống). NT 2: Nuôi trong 3 bể composite (100 L/bể).

Chế độ cho ăn: Mỗi ngày cá được cho ăn 3 lần (6h; 12h và 18h), cho ăn theo nhu cầu. Chế độ thay nước đối với NT 2 theo bảng 1:

Bảng 1. Chế độ thay nước của NT 2 (có xiphon đáy loại chất thải)

Thời gian (tuần)	Tần suất thay nước	Lượng nước thay đổi
Tuần 1 - tuần 4	2-3 ngày/lần	70%
Tuần 5 - tuần 11	2 ngày/lần	80-90%

2.2.2 Các chỉ tiêu theo dõi

Các yếu tố chất lượng nước trong thí nghiệm nuôi cá Lóc

Thu mẫu: mẫu nước được thu định kỳ 1 lần/tuần để phân tích các chỉ tiêu: pH, độ kiềm, TN, TSS, TAN, NO₂⁻, NO₃⁻. Nhiệt độ nước được kiểm tra ngày 2 lần (7h và 15h).

Bảng 2. Phương pháp phân tích mẫu

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp phân tích	Nguồn tham khảo
1	Nhiệt độ	Máy đo điện cực YSI.556 (USA)	
2	pH	Máy đo điện cực YSI.556 (USA)	
3	N-NH ₄ ⁺	Indo-phenol blue	Arnol E Greenberg, Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton., 1995
4	N-NO ₂ ⁻	Salicylate	Salicylate

5	TN	Công phá mẫu Persulfate, Salicylate	APHA <i>et al</i> , 1998
6	TSS	Lọc mẫu qua giấy lọc	Arnol <i>et al</i> , 1995

NT 2 lấy mẫu nước trước khi thay nước

Các chỉ tiêu theo dõi về tỷ lệ sống và tăng trưởng

Tỷ lệ sống SR (%) = (số cá ngày thu mẫu/số cá thả) × 100

Tốc độ tăng trưởng tương đối (%/ngày) $SGR_w = 100 \times (\ln W_f - \ln W_i)/t$

Trong đó: t (thời gian thí nghiệm); W_i , (khối lượng đầu); W_f : (khối lượng cuối).

$$\text{Hệ số thức ăn FCR} = \frac{\text{Tổng khối lượng thức ăn ăn vào (g)}}{\text{Khối lượng cá tăng trọng (g)}}$$

2.2.3 Công cụ nghiên cứu

Bể composite loại 100 lít: 03 bể (NT 2)

Hệ thống lọc tuần hoàn chuyển động bao gồm: bể nuôi 100 lít, bể lọc sinh học 70 lít (có sục khí) và

bể lắng 30 lít, bể chứa 60 lít. Tổng thể tích của hệ thống là 260 lít. Giá thể lọc được dùng trong hệ thống là Kaldnes có SSA = 800 m²/m³. Tổng diện tích bề mặt giá thể lọc (SA) của hệ thống lọc là 28,8 m².



Hình 1. Giá thể sử dụng trong thí nghiệm



Hình 2. Hệ thống lọc giá thể chuyển động dùng trong thí nghiệm

(1. Bể nuôi; 2. Bể lắng; 3. Bể chứa; 4. Bể lọc sinh học)

2.3 Phân tích số liệu

Phần mềm Excel và SPSS vẽ đồ thị và phân tích số liệu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Biến động các yếu tố môi trường

3.1.1 Nhiệt độ :

Nhiệt độ buổi sáng ở các NT dao động từ $28,7 \pm 0,02 - 28,7 \pm 0,1$ °C. Nhiệt độ buổi chiều dao động từ $29,5 \pm 0,2 - 29,5 \pm 0,3$ °C (Bảng 3). Chênh lệch nhiệt độ giữa buổi sáng và buổi chiều không lớn (khoảng 1 °C)

Bảng 3. Nhiệt độ trung bình của các NT

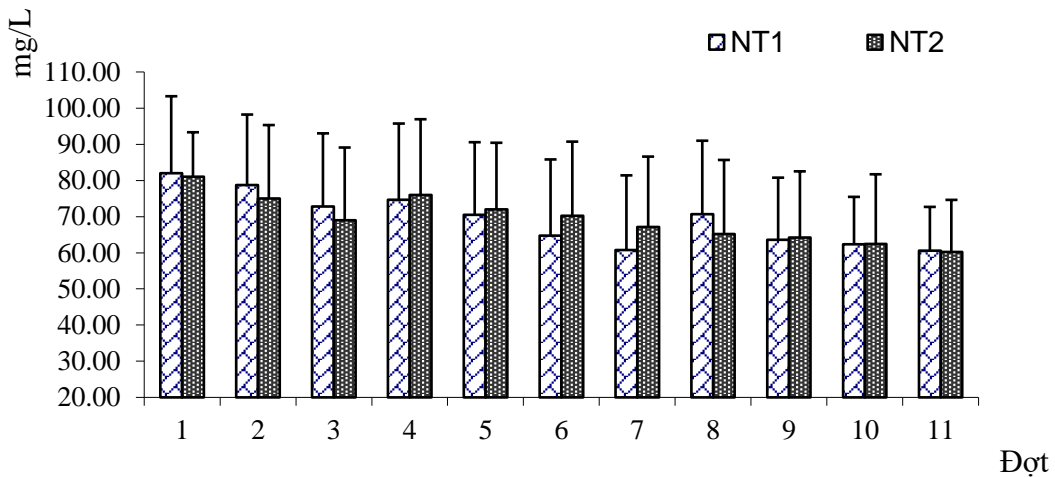
Nhiệt độ °C	NT 1	NT 2
Sáng	$28,7 \pm 0,2$	$28,7 \pm 0,1$
Chiều	$29,5 \pm 0,2$	$29,5 \pm 0,3$

Kết quả nghiên cứu của Pillay (1990) cho rằng, nhiệt độ thích hợp cho cá Lóc từ 25-35 °C và cá Lóc chịu đựng được nhiệt độ từ 15-40 °C. Như vậy, nhiệt độ của các NT trong quá trình thí nghiệm nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng của cá Lóc.

3.1.2 Độ kiềm

Hình 3 trình bày độ kiềm trung bình của các NT 1 và NT 2. Ở cả 2 NT độ kiềm có xu hướng giảm

dần, đến đợt 7 hàm lượng kiềm giảm còn 60,8 mg/L ở NT 1 và 67,1 mg/L ở NT 2, mức thấp nhất. Sau đó được bổ sung bicarbonate natri (NaHCO_3) vào hệ thống, nên đợt 8 độ kiềm của cả 2 NT đã được nâng lên, sau đó giữ mức dao động ở ngưỡng trên 60 mg/L cho tới cuối đợt. Nguyên nhân là do vi khuẩn chuyển hóa đạm của hệ thống hoạt động tốt nên đã làm giảm độ kiềm trong nước, còn ở NT 2 vi khuẩn chuyển hóa đạm ít hoạt động nên không làm giảm độ kiềm quá thấp.



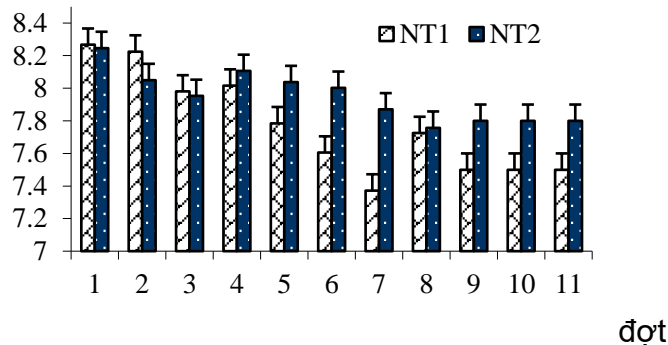
Hình 3. Biến động độ kiềm của các NT

Theo Boyd (1990), hàm lượng kiềm lớn hơn 20 mg CaCO₃/L là thích hợp cho ao nuôi nước ngọt giúp ổn định pH và tăng lượng khoáng và theo khuyến cáo của Masser P. M, J. Rakocy, và T. M. Losordo (1992) độ kiềm tổng cộng trong hệ thống tuần hoàn nên dao động từ 50 -100 mg CaCO₃/L

thì hàm lượng kiềm ở nghiên cứu này nằm trong khoảng thích hợp cho cá sinh trưởng và phát triển.

3.1.3 pH

Giá trị pH của 2 NT dao động từ 7,4 – 8,3 (NT 1), 7,5-8,3 (NT 2). pH có khuynh hướng giảm dần qua các đợt thu mẫu (Hình 4).



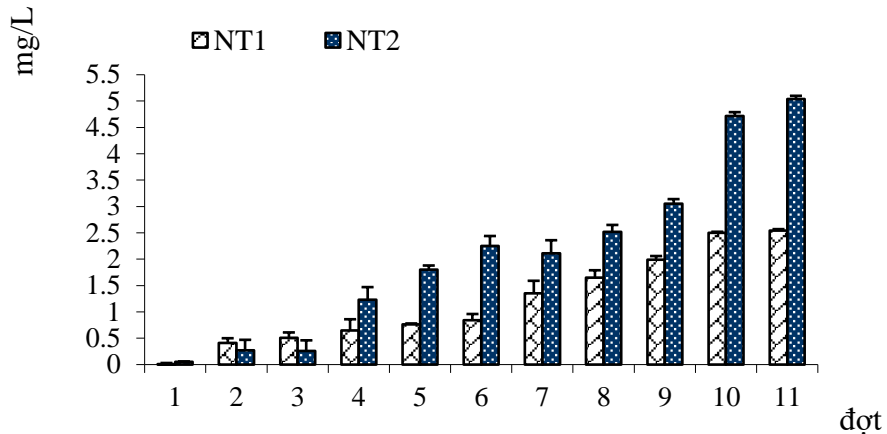
Hình 4: Biến động pH của các NT

So sánh với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Đăng Khoa (2012), khi nuôi cá lóc trong hệ thống tuần hoàn, pH biến động từ 6,4 – 8,6 thì kết quả của nghiên cứu này là hoàn toàn phù hợp. Ở NT 1, vì trong quá trình hoạt động của hệ thống lọc, vi khuẩn nitrate hóa sử dụng HCO₃ của hệ thống. Do đó, pH của hệ thống có khuynh hướng giảm. NT 2, pH đợt 1 đạt giá trị 8,3, do nước cấp ban đầu có bổ sung NaHCO₃. Theo Courtenay và James (2004), cá Lóc có thể sống trong khoảng pH thấp 4-5 và khoảng thích hợp là 6,5-8,5. Như vậy kết

quả biến động pH của các bể nuôi hoàn toàn thuận lợi cho sinh trưởng của cá.

3.1.4 Tổng đạm ammonia (TAN)

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng TAN của cả 02 NT có khuynh hướng gia tăng theo thời gian nuôi, tăng nhanh bắt đầu từ tuần thứ 5, do ảnh hưởng của thức ăn cho cá và sự bài tiết của cá tăng dần (Hình 5). Hàm lượng trung bình TAN của NT 1 dao động từ 0,01 – 2,54 mg/L , NT 2 dao động từ 0,05 – 5,04 mg/L.



Hình 5. Biến động TAN của các NT

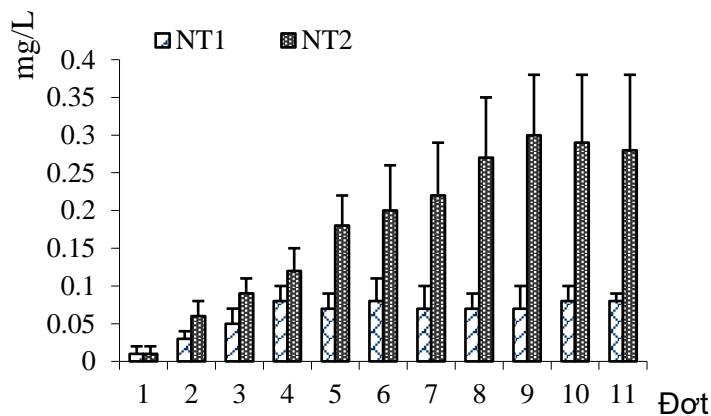
Hàm lượng TAN trong hệ thống nuôi tuần hoàn thấp hơn so với hệ thống nuôi trong bể có thay nước, điều này cho thấy chính hoạt động của vi khuẩn Nitrosomonas trong hệ thống lọc đã làm ổn định hàm lượng TAN.

Hàm lượng TAN của NT 1 trong nghiên cứu này thấp hơn so với kết quả báo cáo của Nguyễn Thị Hồng Nho (2012), khi nuôi cá tra trong hệ thống tuần hoàn, hàm lượng TAN dao động từ 0,01 – 4,15 mg/L. Điều này cho thấy, hoạt động của vi

khẩn chuyển hóa đạm trong hệ thống tuần hoàn của thí nghiệm hoạt động rất tốt. Ở NT 2, với hàm lượng TAN dao động 0,5-5,04 mg/L, tương đương với kết quả công bố của Lam Mỹ Lan và cs (2009), hàm lượng TAN trong bể nuôi dao động từ 0,25-5,2 mg/L .

3.1.5 Đạm nitrite ($N-NO_2^-$)

Hàm lượng nitrite của các NT dao động từ 0,01- 0,27 mg/L. Trung bình ở NT 1 là $0,06 \pm 0,02$ mg/L, NT 2 là $0,14 \pm 0,09$ mg/L.



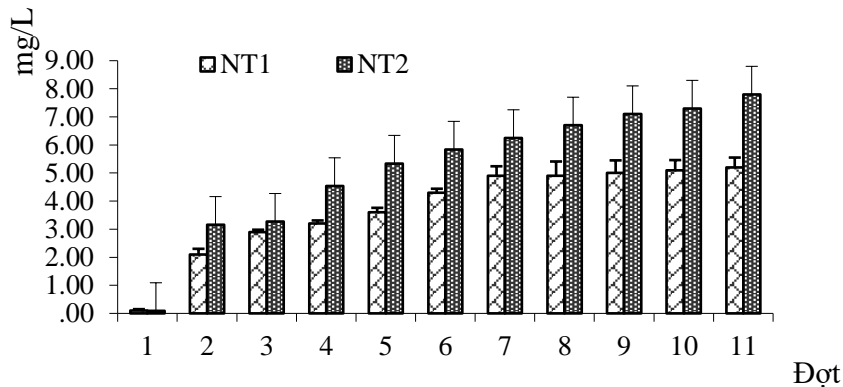
Hình 6. Biến động NO_2^- của các NT

Hình 6 cho thấy ở NT 1, 4 đợt thu mẫu đầu, hàm lượng $N-NO_2^-$ có tăng dần nhưng sau đó có khuynh hướng ổn định. Ngược lại, ở NT 2, hàm lượng $N-NO_2^-$ tăng dần và cao hơn nhiều so với NT 1, cho đến tuần 9 mới bắt đầu tăng chậm lại. Hàm lượng $N-NO_2^-$ của NT 2 đạt cao nhất ở tuần thứ 9 (0,3 mg/L). Masser và cs. (1992) cho rằng hàm lượng nitrite trong hệ thống tuần hoàn nên

duy trì thấp hơn 0,5 mg/L. Như vậy, hàm lượng $N-NO_2^-$ ở các NT, không gây ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cá.

3.1.6 Đạm nitrate ($N-NO_3^-$)

Hàm lượng $N-NO_3^-$ của 2 NT biến động trong khoảng từ 0,1 - 7,1 mg/L. Mức trung bình ở NT 1: $3,4 \pm 1,6$ mg/L , NT 2: $4,7 \pm 1,2$ mg/L.



Hình 7. Biến động NO₃⁻ của các NT

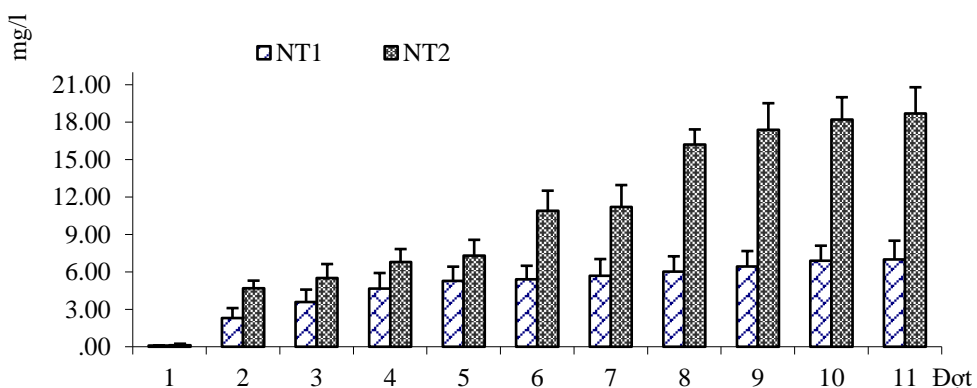
Theo Boyd (1990) nồng độ NO₃⁻ tối ưu cho sự phát triển của cá <10 mg/L. Nồng độ NO₃⁻ cao nhất ở 2 NT là 7,2 mg/L nên không ảnh hưởng đến sinh trưởng của cá nuôi.

Theo Herbert (1999) thì các hợp chất gây độc cho các đối tượng thủy sản như NH₃ và NO₂⁻ sẽ được chuyển sang dạng không độc NO₃⁻ nhờ vào quá trình nitrate hóa được thực hiện bởi các vi khuẩn nitrate hóa. Hàm lượng N-NO₃⁻ trong NT 1 tăng dần đến tuần thứ 7, sau đó ổn định, điều này chứng tỏ vi khuẩn chuyển hóa NO₂⁻ thành NO₃⁻ phát triển dần trong hệ thống và đến tuần thứ 7 đã

đi vào hoạt động ổn định. Riêng hàm lượng NO₃⁻ trong NT 2 có xu hướng tăng dần theo thời gian nuôi (Hình 7), hiện tượng này có liên quan rất lớn đến tích lũy vật chất dinh dưỡng. Trong suốt quá trình nuôi giá trị N-NO₃⁻ có xu hướng tăng dần về cuối đợt ở cả 2 NT nhưng NT 2 luôn cao hơn NT 1, do lượng vật chất hữu cơ tích lũy dần và ngày càng nhiều trong bể nuôi.

3.1.7 Tổng đạm (TN)

Hàm lượng TN trung bình ở 2 NT có sự chênh lệch lớn, ở NT 1 là 4,9±2,2 mg/L, NT 2 là 10,6±6,3 mg/L.



Hình 8. Biến động TN của các NT

Hàm lượng TN ở NT 1 tăng từ từ trong suốt thời gian nuôi, trong khi đó hàm lượng TN ở NT 2 lại tăng nhanh và luôn đạt giá trị cao hơn NT 1 (Hình 8).

3.1.8 Chất hữu cơ lơ lửng (TSS)

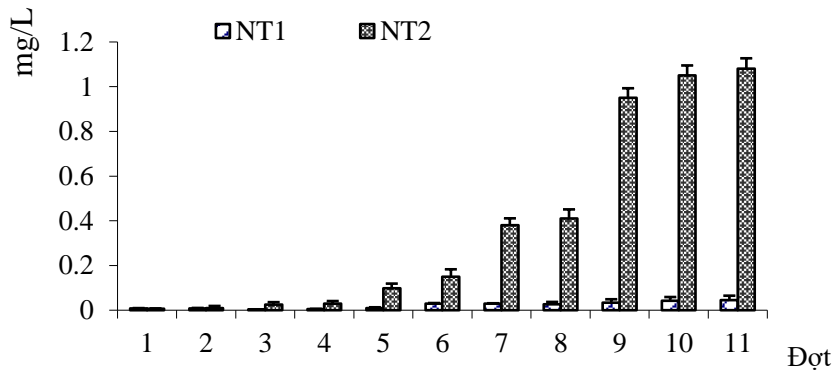
Theo FIFAC (1980) đề nghị tổng vật chất lơ lửng nên duy trì thấp hơn 15 mg/L để hệ thống tuần

hoàn hoạt động được đảm bảo, trong khi Muir (1982) cho rằng khoảng giới hạn thích hợp là từ 20 đến 40 mg/L.

Kết quả thí nghiệm cho thấy vật chất lơ lửng của NT 1 rất thấp, trung bình 0,022±0,015 mg/L. Hàm lượng này là thích hợp cho hệ thống lọc hoạt động bình thường. Kết quả này cũng chứng tỏ bể lắng

của hệ thống làm việc hiệu quả. Ngược lại, hàm lượng TSS ở NT 2 trung bình $0,38 \pm 0,44$ mg/L và có xu hướng tăng dần trong thời gian nuôi. Nguyên nhân là do lượng thức ăn cho ăn càng nhiều và lượng phân cũng như lượng vật chất hữu

cơ lơ lửng trong nước ngày càng tăng. Mặc dù hệ thống nuôi có thay nước nhưng không loại thải hết hoàn toàn các chất thải sinh ra trong quá trình nuôi.



Hình 9. Biến động TSS của các NT

3.2 Tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, FCR của cá Lóc nuôi trong hệ thống

3.2.1 Tăng trưởng của cá

Tốc độ tăng trưởng tương đối của cá ở NT 1 ($3,57 \pm 0,01$ %/ngày) cao hơn so với NT 2 ($3,39 \pm 0,01$ %/ngày) và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 3. Tăng trưởng về khối lượng của cá Lóc

NT	NT1	NT2
W_a (g/con)	$6,8 \pm 0,01^a$	$6,78 \pm 0,04^a$
W_c (g/con)	$345,83 \pm 2,42^a$	$281,36 \pm 5,82^b$
SGR (%/ngày)	$3,57 \pm 0,01^a$	$3,39 \pm 0,01^b$

Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Các giá trị thể hiện là số trung bình và độ lệch chuẩn.

Tăng trưởng của cá thí nghiệm tương đương với kết quả của Phan Thị Thanh Vân và Cao Văn Thích (2014) khi nuôi cá Lóc trong hệ thống tuần hoàn với mật độ 40 con.100L⁻¹.

3.2.2 Tỷ lệ sống, hệ số tiêu tốn thức ăn

Kết quả thí nghiệm cho thấy tỷ lệ sống của cá ở cả 02 NT rất cao (Bảng 4). Tỷ lệ sống của các NT dao động từ 97,0 - 97,3%, không có sự khác biệt thống kê ($P > 0,05$).

Tỷ lệ sống của cá trong thí nghiệm này cao hơn so với thí nghiệm của Nguyễn Đăng Khoa (2012) khi nuôi cá Lóc trong hệ thống tuần hoàn (90,04%) và tương đương với kết quả của Phan Thị Thanh Vân và Cao Văn Thích (2014) là 98,5%. Điều này có thể là do trong điều kiện thí nghiệm cá được chăm sóc và các yếu tố môi trường được kiểm soát tốt.

Bảng 4. Tỷ lệ sống, hệ số thức ăn và năng suất của cá Lóc

NT	NT1	NT2
Tỷ lệ sống	97,33±2,55 ^a	97±3,61 ^a
FCR	1,09±0,01 ^b	1,18±0,01 ^a

Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($P>0,05$). Các giá trị thể hiện là số trung bình và độ lệch chuẩn.

Hệ số tiêu tốn thức ăn có sự khác biệt giữa 02 NT ($P<0,05$), NT 1 có hệ số tiêu tốn thức ăn thấp hơn NT 2.

Kết quả này cũng phù hợp với kết quả của Phan Thị Thanh Vân và Cao Văn Thích (2014), với hệ số tiêu tốn thức ăn 1,03. Thấp hơn so với báo cáo của Đỗ Minh Chung (2010) khi nuôi cá Lóc bằng thức ăn viên thì hệ số tiêu tốn thức ăn trung bình từ 1,2 – 1,4.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1 Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu, một số kết luận được đúc kết như sau :

Biến động các yếu tố thủy lý hóa như nhiệt độ, DO, pH, TAN, NO_2^- , NO_3^- , TSS, trong cả 02 hệ thống nuôi đều nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng của cá Lóc. Tuy nhiên, trong hệ thống nuôi tuần hoàn các chỉ tiêu này ổn định hơn so với hệ thống nuôi bình thường. Điều này cho thấy hoạt động lọc của vi khuẩn trong hệ thống tốt. Từ đó cho thấy, việc nuôi cá trong hệ thống tuần hoàn mang ý nghĩa lớn về việc bảo vệ môi trường, có thể nuôi ở mật độ cao, lượng nước cần trao đổi thấp.

Tăng trưởng và hệ số tiêu tốn thức ăn của cá ở NT 1 cao hơn NT 2 và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). Trung bình tỷ lệ sống của các NT dao động từ 97,0 - 97,3%, không có sự khác biệt thống kê ($P>0,05$) giữa 2 NT.

4.2 Khuyến nghị

Cần nghiên cứu thêm về hệ thống lọc tuần hoàn với những giá thể khác nhau, để tìm ra một loại giá thể tối ưu nhất về khả năng lọc và có hiệu quả kinh tế cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Boyd, C. E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham, Alabama: Birmingham Publishing Co.
- Courtenay W. R., Jr., & D. W James. (2004). *Snakeheads (Pisces, Channidae) - A Biological Synopsis and Risk Assessment*. U.S. Reston, VA: Geological Survey.
- Đỗ Minh Chung (2010). *Phân tích chuỗi giá trị nuôi cá Lóc ở Đồng bằng Sông Cửu Long*. (Luận văn thạc sĩ không xuất bản). Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam
- FIFAC. (1980). Symposium on new developments in the utilization of heated effluent and recirculation systems for intensive aquaculture. Paper presented at the meeting of the EIFAC, Stavanger, Norway.
- Herbert, R.A. (1999). Nitrogen Cycling in Coastal Marine Ecosystems, NCBI, 23, 563-590. DOI: 10.1111/j.1574-6976.1999.tb00414.x
- Lam Mỹ Lan., Nguyễn Thanh Hiệu., & Dương Nhựt Long. (2009). *Thực nghiệm nuôi cá Lóc trong bể lót bạt tại xã Hòa An, Phụng Hiệp, Hậu Giang*. Kỷ yếu Hội nghị khoa học thủy sản toàn quốc, Đại Học Nông Lâm TP HCM.
- Martins C.I.M. , E.H. Eding., M.C.J. Verdegema., L.T.N. Heinsbroeka., O. Schneider., J.P., Blanchetond , E. Roque d'Orbecasteld & J.A.J. Verretha. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering November, 43*, 83-93.

- Masser P. M., J. Rakocy., & T. M. Losordo. (1992). Recirculating aquaculture tank production systems management of recirculating systems: Integrating Fish and Plant Culture. SRAC Publication, 454, 1-7.
- Muir, R. F. (1982). Recirculation systems in aquaculture. Muir, J.F and Robers, R. J editors), in Recent Advances in Aquaculture. London: Croom Helm and Westview Press.
- Nguyễn Đăng Khoa. (2012). *Cân bằng vật chất dinh dưỡng trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá Lóc (Channa striata)*. (Luận văn thạc sĩ không xuất bản). Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam.
- Nguyễn Thị Hồng Nho. (2012). *Cân bằng vật chất dinh dưỡng trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá tra*. (Luận văn thạc sĩ không xuất bản). Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam.
- Phan Thị Thanh Vân. & Cao Văn Thích. (2014). *Khảo sát một số yếu tố kỹ thuật trong quy trình nuôi cá Lóc thâm canh*. Đề tài NCKH cấp trường. An Giang: Trường Đại học An Giang, Việt Nam.