



ẢNH HƯỞNG MẬT ĐỘ NUÔI ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC, SINH TRƯỞNG, TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ LÓC (*CHANNA STRIATA*) NUÔI TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN

Cao Văn Thích¹, Phạm Thanh Liêm¹ và Trương Quốc Phú¹

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 10/6/2014

Ngày chấp nhận: 04/8/2014

Title:

Effects of stocking density on water quality, growth and survival of snakehead fish (*Channa striata*) cultured in recirculating system

Từ khóa:

Cá lóc, mật độ thả, hệ thống tuần hoàn, chất lượng nước

Keywords:

Snakehead, stocking density, recirculating system, water quality

ABSTRACT

The experiment was carried out in a 260-liter recirculation system. Snakehead fish (6.80 ± 0.02 g/fish) was stocked at different densities of 10, 20, 30, 40, 50 fish/100L. Fish was fed with 45% protein pellet (Grobest) for the first 3 weeks and then 40% protein pellet (Master) in the following weeks. Changes of water parameters, growth and survival of fish were observed during 110 days of experimental period. Results in the change of water quality showed that pH in all treatments ranged from 6.4 – 7.35 and tended to reduce while TAN, NO_3^- , NO_2^- increase when fish grew up. At the end of experiment, the highest TAN concentration of 5.74 and 5.72 mg/L were observed in treatments of 40 and 50 fish/100L at $p < 0.05$, respectively. NO_3^- concentration was highest (3.65 mg/L) in the treatment of 10 fish/100L; and NO_2^- ranged from 0.05 – 0.07 mg/L in all treatments, however, there was no significantly difference between the treatments. Growth of fish was significantly highest ($p < 0.05$) in treatment of 40 fish/100L. The highest survival rate (98.7%) and significantly lowest feed conversion ratio FCR (1.05) were also obtained in the treatments of 40 fish/100L. In comparison with other common culture system, snakehead culture in recirculation system had best FCR and low water exchange rate. Adding new water to the system during 110 days of culture was only 430 L and the water exchange rate was 1.65. These results that promise for a sustainable culture system in prospects able to apply to fish farms in the Mekong delta, Viet Nam.

TÓM TẮT

Ảnh hưởng mật độ nuôi đến chất lượng nước, sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá Lóc (*Channa striata*) được thực hiện trong hệ thống lọc tuần hoàn. Cá thí nghiệm ($6,80 \pm 0,02$ g/con) được thả nuôi ở 5 mật độ khác nhau là 10, 20, 30, 40, 50 con/100L. Thức ăn dùng trong thí nghiệm ở giai đoạn 3 tuần đầu là thức ăn viên chứa 45% protein, những tuần kế tiếp là thức ăn 40% protein. Thí nghiệm được thực hiện trong 11 tuần. Kết quả trong thời gian thí nghiệm, pH của các nghiệm thức dao động từ 6,4 – 7,35 và có khuynh hướng giảm dần theo thời gian nuôi. Các chỉ tiêu TAN, NO_3^- , NO_2^- có khuynh hướng tăng dần theo thời gian nuôi. Ở thời điểm thu hoạch, TAN của nghiệm thức 40 và 50 con/100L đạt mức cao nhất (5,74 và 5,72 mg/L), khác biệt này có ý nghĩa so với các nghiệm thức khác ($p < 0,05$). Hàm lượng NO_3^- cao nhất ở nghiệm thức 10 con/100L (3,65 mg/L). Tuy nhiên, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Chênh lệch hàm lượng NO_2^- giữa các nghiệm thức ở thời điểm thu hoạch không đáng kể, dao động từ 0,05 – 0,07 mg/L. Nghiệm thức nuôi mật độ 40 con/100L cho kết quả tăng trưởng tốt nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức nuôi ở các mật độ khác. Tỷ lệ sống của nghiệm thức nuôi mật độ 40 con/100L cũng cho kết quả cao nhất (98%). Tuy nhiên, sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Hệ số tiêu tốn thức ăn của cá nuôi ở mật độ 40 con/100L cho kết quả thấp nhất (1,05) so với các nghiệm thức còn lại và sự khác biệt này mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). So với các hình thức nuôi khác, hệ số tiêu tốn thức ăn của cá nuôi trong hệ thống tuần hoàn thấp hơn. Tỷ lệ nước cần cấp cho hệ thống trong thời gian nuôi chiếm tỷ lệ 1,65 trong tổng số nước cần sử dụng trong suốt thời gian nuôi. Tỷ lệ này thấp hơn rất nhiều so với các mô hình nuôi hiện có.

1 GIỚI THIỆU

Cá lóc (*Channa striata*) phân bố rộng trong tự nhiên và thường thấy ở các thủy vực nước ngọt, có thể thích nghi cao với điều kiện môi trường, tăng trưởng nhanh và thịt cá là loại thực phẩm có giá trị dinh dưỡng cao, thơm ngon, ít xương, được nhiều người ưa thích và ngày càng được nuôi nhiều ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên, nghề nuôi cá lóc hiện nay đã và đang có nhiều tồn tại như: (i) Để thu được năng suất cao, người nuôi đầu tư thật nhiều thức ăn và nuôi mật độ cao, dẫn đến một lượng lớn nước thải và bùn đáy từ nguồn thức ăn dư thừa, phân và các chất bài tiết của cá được xả vào môi trường, làm cho môi trường nuôi và nguồn nước cấp bị ô nhiễm; (ii) Các độc tố phát sinh từ quá trình phân hủy chất thải trong ao nuôi làm cho môi trường nuôi bị suy thoái, dịch bệnh xảy ra ngày nhiều, dẫn đến một lượng lớn hóa chất được sử dụng để phòng trị, lượng hóa chất này sẽ được lưu trong sản phẩm và môi trường. Theo Đỗ Minh Chung (2010) tỷ lệ sống của cá lóc là thấp, dao động từ 48,7-56,1% trong các mô hình nuôi. Do đó, để phát triển bền vững nghề nuôi đối tượng này cũng như giải quyết mâu thuẫn giữa bảo vệ nguồn lợi môi trường và hiệu quả kinh tế cho người nuôi, đòi hỏi phải tiếp tục nghiên cứu về dinh dưỡng và xây dựng các mô hình nuôi mới phù hợp. Trong đó, một vấn đề cần quan tâm hàng đầu, là việc xử lý các chất thải sinh ra từ hệ thống nuôi.

Từ những quan tâm về sự ô nhiễm chất dinh dưỡng trong nuôi trồng thủy sản và những tồn tại trong nghề nuôi cá lóc, việc xây dựng mô hình nuôi ít thay nước, giảm xả chất thải vào môi trường, tăng hiệu quả sử dụng thức ăn và tăng năng suất là cần thiết. Theo Verdegem *et al.* (2006) hệ thống nuôi thủy sản tuần hoàn nước hay hệ thống nuôi kết hợp với sản xuất nông nghiệp (sử dụng chất thải của thủy sản) là những mô hình giải quyết được các vấn đề sử dụng tài nguyên nước và giúp nghề nuôi phát triển bền vững. Để xây dựng các mô hình nuôi bền vững, thân thiện với môi trường, xu hướng hiện nay, người ta đã đẩy mạnh việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật và tăng khả năng quản lý chất lượng nước trong quá trình nuôi để giữ gìn, bảo quản và tái sử dụng trở lại thành nguồn cấp nước chính, đây là cơ sở để phát triển hệ thống nuôi tái sử dụng nước hay hệ thống lọc tuần hoàn – Recirculating Aquaculture System (RAS). Hệ thống RAS chiếm diện tích nhỏ, sử dụng ít nước hơn những hệ thống thủy sản truyền thống và có thể tạo điều kiện môi trường tốt cho các loài cá phát triển. Nó phù hợp ở những nơi khó khăn về

đất và nước, những nơi có chất lượng nước kém hay nhiệt độ ngoài vùng tối ưu của loài thủy sản hoặc đặc biệt khi cần kiểm soát dạng thái tác động đến nguồn tài nguyên nước.

Tuy nhiên, trong hệ thống nuôi tuần hoàn, vấn đề mật độ nuôi cũng sẽ ảnh hưởng đến chất lượng nước, tăng trưởng, năng suất và hiệu quả lọc của hệ thống. Vì vậy, thí nghiệm được tiến hành, nhằm tìm ra mật độ thích hợp, đáp ứng cho việc thiết kế hệ thống tuần hoàn dung để nuôi loài cá này.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 05 nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, cụ thể: 10, 20, 30, 40, 50 con/100L, mỗi nghiệm thức được lặp lại 03 lần. Trang thiết bị của hệ thống lọc tuần hoàn chuyên động bao gồm: bể nuôi thể tích 100 lít, bể lắng 30 lít, bể chứa 60 lít và bể lọc sinh học 70 lít. Giá thể lọc là giá thể Kaldnes có diện tích bề mặt (SA) = 800 m²/m³. Tổng diện tích bề mặt giá thể lọc (SA) của hệ thống lọc là 28,8 m². Cá thả ban đầu có khối lượng trung bình 6,80 ± 0,02 g/con. Thức ăn được dùng trong thí nghiệm ở giai đoạn 3 tuần đầu là thức ăn viên dành cho cá lóc con với 45% protein. Thức ăn dùng cho những tuần kế tiếp là thức ăn 40% protein.

2.2 Chăm sóc và quản lý

Cá được cho ăn ngày 3 lần (8h, 13h, 18h), cho ăn theo nhu cầu, lượng thức ăn điều chỉnh theo nhu cầu sử dụng thức ăn của cá.

Hàng ngày theo dõi và ghi nhận hoạt động bơi lội và bắt mồi của cá.

2.3 Các chỉ tiêu theo dõi

2.3.1 Chỉ tiêu chất lượng nước

Các yếu tố nhiệt độ, DO, pH, TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ được đo 7 ngày/ lần. Nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế thủy ngân, pH đo bằng máy đo pH và DO (HANA code). Các chỉ tiêu TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ được đo theo phương pháp Indo-phenol blue và Dianozium (APHA, 1995).

2.3.2 Chỉ tiêu theo dõi về tỷ lệ sống và tăng trưởng

Trước khi bố trí thí nghiệm, tiến hành cân và đo mẫu cá để xác định khối lượng và chiều dài ban đầu. Cuối đợt thí nghiệm, cân khối lượng, đo chiều dài và tính tỷ lệ sống (các nghiệm thức 10, 20, 30 con/bể đo hết số cá thả; nghiệm thức 40, 50 con/bể, đo 30 con).

Tỉ lệ sống (%) (Survival rate) = (số cá ngày thu mẫu/số cá thả) × 100

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

Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (DWG: Daily Weight Gain): $DWG (g/ngày) = (W_f - W_i) / t$

Trong đó: t (thời gian thử nghiệm); W_i, L_i (khối lượng và chiều dài đầu); W_f, L_f (khối lượng và chiều dài cuối).

2.3.3 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tính toán giá trị trung bình, độ lệch chuẩn. So sánh trung bình giữa các nghiệm thức dựa vào ANOVA thông qua phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 16.0, Ducan.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Biến động các yếu tố môi trường trong quá trình nuôi

3.1.1 Biến động nhiệt độ

Nhiệt độ buổi sáng giữa các nghiệm thức dao động từ 28,6-28,7°C. Nhiệt độ buổi chiều dao động từ 29,4-30,0°C. Chênh lệch nhiệt độ giữa buổi sáng và buổi chiều không lớn (khoảng 1°C). Theo Pillay (1990) thì nhiệt độ thích hợp cho cá lóc từ 25-35°C, cá lóc chịu đựng được nhiệt độ thấp từ 15°C và lên đến 40°C. Theo Ngô Trọng Lư (2002), nhiệt độ thích hợp cho cá lóc là 20°C-30°C.

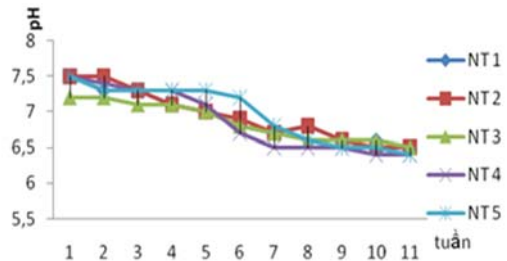
3.1.2 Biến động oxy hòa tan

Trong thời gian thí nghiệm, hệ thống thí nghiệm được sục khí liên tục nên hàm lượng oxy hòa tan luôn được duy trì > 6mg/l, với hàm lượng oxy hòa tan này sẽ giúp hoạt động của hệ vi khuẩn phát triển bình thường. Theo Water Pollution Control Federation (1983), trích bởi Hochheimer & Wheaton (1998), duy trì hàm lượng oxy hòa tan trong hệ thống lọc cao hơn 4 mg/l thì có thể bảo

đảm an toàn cho hệ thống lọc hoạt động.

3.1.3 Biến động pH

Giá trị pH trung bình của 5 nghiệm thức dao động từ 6,4-7,35. pH có khuynh hướng giảm dần qua các đợt thu mẫu (Hình 1).



Hình 1: Biến động pH của các nghiệm thức

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 nghiên cứu này cho thấy hoàn toàn phù hợp. 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 dần.

Cá lóc có khả năng chịu đựng tốt trong môi trường kiềm và axit (Pillay, 1990). Theo Courtenay and James (2004) cá lóc có thể sống trong khoảng pH thấp 4-5 và khoảng thích hợp là 6,5-8,5.

3.1.4 Biến động tổng đạm ammonia (TAN)

Kết quả phân tích hàm lượng TAN trong bể nuôi ở đợt thu mẫu cuối cùng cho thấy nồng độ TAN đạt mức cao nhất là ở nghiệm thức 4 và 5 (5,74 và 5,72 mg/L), khác biệt này có ý nghĩa so với các nghiệm thức khác (p<0,05). Chỉ có đợt thu mẫu thứ 1, khác biệt về nồng độ TAN giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê, các đợt thu còn lại, khác biệt giữa các nghiệm thức đều có ý nghĩa thống kê (Bảng 1).

Bảng 1: Biến động TAN qua các đợt thu mẫu

TAN	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
Đợt 1	0.01±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.16±0.19 ^a	0.05±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a
Đợt 2	0.31±0.03 ^c	0.40±0.02 ^b	0.47±0.01 ^a	0.46±0.02 ^a	0.48±0.01 ^a
Đợt 3	0.47±0.01 ^c	0.52±0.00 ^b	0.54±0.02 ^b	0.54±0.02 ^b	0.58±0.01 ^a
Đợt 4	0.43±0.03 ^c	0.49±0.01 ^b	0.38±0.02 ^d	0.44±0.01 ^c	0.59±0.01 ^a
Đợt 5	0.47±0.00 ^b	0.41±0.02 ^b	0.83±0.08 ^a	0.44±0.07 ^b	0.360.12 ^b
Đợt 6	0.42±0.05 ^{cb}	0.44±0.02 ^b	0.38±0.03 ^c	0.45±0.02 ^b	0.66±0.01 ^a
Đợt 7	1.24±0.36 ^c	1.43±0.13 ^{cb}	1.73±0.04 ^{ab}	1.79±0.04 ^a	1.85±0.02 ^a
Đợt 8	2.06±0.08 ^c	2.53±0.17 ^b	2.68±0.11 ^{ab}	2.82±0.03 ^a	2.80±0.03 ^a
Đợt 9	2.71±0.08 ^c	2.97±0.17 ^{bc}	3.24±0.11 ^b	3.62±0.03 ^a	3.67±0.03 ^a
Đợt 10	3.15±0.24 ^b	3.35±0.11 ^b	3.25±0.22 ^b	3.71±0.04 ^a	3.76±0.22 ^a
Đợt 11	4.20±0.31 ^d	4.76±0.11 ^c	5.17±0.17 ^b	5.74±0.11 ^a	5.72±0.06 ^a

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05)

Hàm lượng TAN cao nhất của hệ thống tương đương với kết quả thí nghiệm nuôi cá trong bể lót bạt của Lam Mỹ Lan và *ctv.* (2009), với hàm lượng NO_2^- cao nhất trong bể nuôi là 5,20 mg/L.

Ở 6 đợt thu mẫu đầu, hàm lượng TAN của các nghiệm thức chưa tăng nhiều, có thể do vi khuẩn Nitrosomonas phát triển chưa đủ nên hoạt động chuyển hóa TAN còn chậm. Từ đợt thu mẫu thứ 7 trở đi, với nhiệt độ trung bình các bể nuôi tương đối cao $>28^\circ\text{C}$, là điều kiện để quá trình amôn hóa mạnh mẽ hơn, kèm theo đó về cuối vụ do ảnh hưởng của thức ăn cho cá và sự bài tiết của cá tăng, góp phần làm cho hàm lượng TAN tăng nhanh.

Bảng 2: Biến động N-NO_2^- qua các đợt thu mẫu

NO2	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
Đợt 1	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a
Đợt 2	0.05±0.01 ^a	0.02±0.00 ^c	0.04±0.01 ^b	0.04±0.00 ^b	0.04±0.01 ^b
Đợt 3	0.02±0.01 ^b	0.04±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a
Đợt 4	0.07±0.01 ^a	0.04±0.02 ^b	0.03±0.01 ^b	0.08±0.01 ^a	0.04±0.01 ^b
Đợt 5	0.04±0.01 ^b	0.08±0.01 ^a	0.04±0.01 ^b	0.07±0.02 ^a	0.03±0.01 ^b
Đợt 6	0.05±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.05±0.05 ^a
Đợt 7	0.09±0.01 ^{cd}	0.08±0.00 ^d	0.11±0.03 ^{bc}	0.12±0.02 ^b	0.17±0.02 ^a
Đợt 8	0.08±0.01 ^c	0.07±0.01 ^c	0.10±0.02 ^{bc}	0.11±0.02 ^b	0.14±0.03 ^a
Đợt 9	0.08±0.02 ^b	0.07±0.02 ^b	0.08±0.01 ^b	0.10±0.02 ^{ab}	0.12±0.02 ^a
Đợt 10	0.09±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.07±0.02 ^a	0.09±0.02 ^a
Đợt 11	0.06±0.01 ^a	0.07±0.02 ^a	0.07±0.01 ^a	0.05±0.02 ^a	0.05±0.01 ^a

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

Kết quả thí nghiệm cho thấy, ở 5 lần thu mẫu đầu, hàm lượng N-NO_2^- tăng nhanh sau đó có khuynh hướng giảm dần. Kết quả này là do trong thời gian đầu vi khuẩn chuyển hóa NH_3 thành N-NO_2^- hoạt động mạnh làm gia tăng hàm lượng N-NO_2^- và ngược lại khi vi khuẩn chuyển hóa NO_2^- thành NO_3^- hoạt động mạnh, thì lượng N-NO_2^- trong hệ thống sẽ có khuynh hướng không tăng.

So sánh với kết quả nuôi cá lóc trong bể lót bạt có thay nước của Lam Mỹ Lan và *ctv.* (2009), hàm lượng NO_2^- trong bể nuôi dao động từ 0,01 - 0,56 mg/L, thì hàm lượng NO_2^- trong thí nghiệm này thấp hơn rất nhiều. Kết quả này cũng thấp hơn so với báo cáo của Nguyễn Đăng Khoa (2012), khi nuôi cá lóc trong hệ thống tuần hoàn, hàm lượng N-NO_2^- trung bình dao động từ 0,05 – 0,39 mg/L.

3.1.6 Biến động đạm nitrate (N-NO_3^-)

Hàm lượng N-NO_3^- vào đợt thu mẫu cuối ở các nghiệm thức dao động từ 3,33 – 3,65 mg/L. Tuy nhiên không có sự khác biệt về hàm lượng N-NO_3^- giữa các nghiệm thức ($p>0,05$). Ngoại trừ, đợt thu

3.1.5 Biến động đạm nitrite (N-NO_2^-)

Hàm lượng trung bình nitrite của các nghiệm thức dao động từ 0,00 – 0,12 mg/L. Hàm lượng N-NO_2^- trong thí nghiệm này, không ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cá. Theo Boyd (1990) thì nồng độ NO_2^- lớn hơn 0,3 mg/l làm ảnh hưởng đến cá nước ngọt. Hàm lượng N-NO_2^- ở đợt thu mẫu cuối cùng, nghiệm thức 2 và 3 là 0,07 mg/L nghiệm thức 4 và 5 là 0,05 mg/L, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p>0,05$). Hàm lượng N-NO_2^- giữa các nghiệm thức từ lần thu mẫu thứ 2 đến lần thứ 10, có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) (Bảng 2).

mẫu đầu tiên và cuối cùng, không có sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức ($p>0,05$). Các đợt thu mẫu còn lại, hàm lượng N-NO_3^- giữa các nghiệm thức đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$). Hàm lượng N-NO_3^- trong hệ thống nuôi cá lóc cao hơn rất nhiều so với N-NO_2^- (Bảng 3). Điều này cho thấy vi khuẩn chuyển hóa đạm hoạt động rất tốt trong hệ thống.

Kết quả về biến động N-NO_3^- thu được thấp hơn so với kết quả của Nguyễn Đăng Khoa (2012), hàm lượng N-NO_3^- dao động từ 0,087-9,187 mg/L ở hệ thống tuần hoàn nuôi cá lóc và Boyd, (1990) cho rằng nồng độ NO_3^- tối ưu cho sự phát triển của cá là <10 mg/L.

Biến động hàm lượng N-NO_3^- trong hệ thống nuôi có liên quan rất lớn đến tích lũy vật chất dinh dưỡng. Trong suốt quá trình nuôi hàm lượng N-NO_3^- có xu hướng tăng dần, do lượng vật chất hữu cơ tích lũy trong hệ thống có xu hướng tăng theo thời gian nuôi.

Bảng 3: Biến động N-NO₃⁻ qua các đợt thu mẫu

NO3	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
Đợt 1	0.06±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a
Đợt 2	0.18±0.01 ^b	0.21±0.01 ^b	0.20±0.01 ^b	0.20±0.01 ^b	0.29±0.02 ^a
Đợt 3	0.18±0.01 ^b	0.18±0.01 ^b	0.26±0.01 ^a	0.24±0.01 ^a	0.23±0.03 ^a
Đợt 4	0.25±0.01 ^b	0.27±0.01 ^b	0.31±0.01 ^a	0.31±0.01 ^a	0.26±0.02 ^b
Đợt 5	0.22±0.01 ^c	0.24±0.01 ^c	0.28±0.01 ^b	0.27±0.01 ^b	0.33±0.03 ^a
Đợt 6	0.31±0.02 ^a	0.31±0.01 ^a	0.31±0.02 ^a	0.28±0.02 ^a	0.30±0.01 ^a
Đợt 7	1.08±0.09 ^c	1.16±0.04 ^c	1.37±0.02 ^b	1.46±0.01 ^b	1.60±0.02 ^a
Đợt 8	1.32±0.02 ^c	1.72±0.02 ^d	2.12±0.12 ^c	2.48±0.11 ^b	2.83±0.08 ^a
Đợt 9	1.42±0.02 ^c	1.52±0.04 ^c	1.95±0.12 ^b	2.90±0.11 ^a	2.74±0.17 ^a
Đợt 10	2.14±0.11 ^{ab}	2.13±0.08 ^{ab}	1.78±0.39 ^b	2.03±0.02 ^{ab}	2.21±0.22 ^a
Đợt 11	3.65±0.17 ^a	3.33±0.04 ^a	3.55±0.44 ^a	3.61±0.35 ^a	3.51±0.22 ^a

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Nhìn chung, quá trình nitrate hóa trong hệ thống đã giúp cải thiện chất lượng nước trong bể nuôi. Điều này rất có ý nghĩa, bởi vì trong nuôi trồng thủy sản, biện pháp thay nước thường được áp dụng để cải thiện chất lượng nước.

3.2 Tăng trưởng của cá

Qua 11 tuần nuôi, kích cỡ cá đạt trung bình ở các mật độ dao động từ 276.05 ± 1.13 - 344.75 ±

2.00 g/con. Khối lượng trung bình đạt cao nhất ở nghiệm thức 4 (344.75 g/con) thấp nhất là nghiệm thức 2 (276.05 g/con), khác biệt giữa nghiệm thức 4 và các nghiệm thức khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Các nghiệm thức 1, 2, 3 khác nhau không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), nghiệm thức 5 cũng đạt khối lượng trung bình cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 4).

Bảng 4: Tăng trưởng về khối lượng của cá lóc

Nghiệm thức	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
	10 con/bể	20 con/bể	30 con/bể	40 con/bể	50 con/bể
W _d (g/con)	6,78±0,03 ^a	6,78±0,05 ^a	6,77±0,04 ^a	6,81±0,01 ^a	6,82±0,02 ^a
W _c (g/con)	276,28±0,03 ^a	276,05±1,13 ^a	279,06±1,33 ^a	344,75±2,00 ^c	316,68±2,33 ^b
WG (g)	269,51±2,58 ^a	269,27±1,07 ^a	272,29±1,30 ^a	337,95±2,02 ^c	309,87±2,35 ^b
DWG (g/ngày)	2,45±0,02 ^a	2,45±0,01 ^a	2,48±0,01 ^a	3,07±0,02 ^c	2,82±0,02 ^b
SGR (%/ngày)	3,37±0,00 ^a	3,37±0,00 ^a	3,38±0,00 ^a	3,57±0,01 ^c	3,49±0,01 ^b

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

W_a: trung bình khối lượng cá ban đầu; W_c: trung bình khối lượng cá thu hoạch

Kết quả tăng trưởng về khối lượng của cá thí nghiệm cao hơn kết quả được công bố bởi Lam Mỹ Lan và ctv. (2011) tăng trưởng về khối lượng (g/ngày) của cá lóc dao động 2,47 g, 2,83 g, 3,10 g lần lượt ở các nghiệm thức 100 con/m², 80 con/m² và 60 con/m² (tương đương với 142,8; 114,3 và 85,7 con/m³) nuôi trong bể lót bạt sau 75 ngày nuôi, với cá giống thả ban đầu trung bình 1,25 g.

Khối lượng trung bình cá lóc nuôi sau 110 ở thí nghiệm này thấp hơn so với kết quả nuôi sau 120 ngày của Tiêu Quốc Sang (2012) ở đề tài ương nuôi cá lóc thương phẩm ở các mật độ khác nhau là 517 – 648 g/con hay kết quả khảo sát của Phạm Đăng Phương (2010) tại An Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ thì kích cỡ khối lượng cá nuôi trong bể lót bạt là 688 g/con và 700 g/con sau 4 tháng nuôi. Kết quả này tương đương với kết quả của Dương Nhứt

Long (2011), ở dự án triển khai mô hình nuôi cá trong bể lót bạt ở An Giang với khối lượng trung bình cá là 383 g/con sau 120 ngày nuôi bằng thức ăn công nghiệp.

Xét về ảnh hưởng mật độ lên tăng trưởng về khối lượng của cá lóc nuôi trong hệ thống tuần hoàn cho thấy cá nuôi ở mật độ 40 con/bể cho tăng trưởng nhanh nhất. Kết quả này cũng tương tự kết quả nuôi cá lóc trong bể lót bạt của Tiêu Quốc Sang (2012) khi nuôi với 03 mật độ 100, 150, 200 con/m² (143, 214, 286 con/m³), thì mật độ 200 con/m² đạt tăng trưởng về khối lượng cao nhất.

Cá lóc là loài có tập tính sống bầy đàn, nên ở những nghiệm thức nuôi mật độ cao cá bắt mồi rất tốt, ngược lại những nghiệm thức mật độ thấp, cá bắt mồi kém. Điều này, là một trong những lý do dẫn đến các nghiệm thức nuôi mật độ 40 con/100L

và 50 con/100L, có mức tăng trưởng cao hơn những nghiệm thức khác.

3.3 Tỷ lệ sống, hệ số tiêu tốn thức ăn

Kết quả thí nghiệm cho thấy tỷ lệ sống của cá tương đối cao (Bảng 5). Trung bình tỷ lệ sống của

các nghiệm thức dao động từ 93 – 98%, cao nhất là nghiệm thức 4 với tỷ lệ sống 98,75%, thấp nhất là ở nghiệm thức 5 với tỷ lệ sống 93%. Tuy nhiên không có sự khác biệt thống kê ($p>0,05$) về tỷ lệ sống giữa các nghiệm thức.

Bảng 5: Tỷ lệ sống, hệ số thức ăn của cá lóc

Nghiệm thức	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
	10 con/bể	20 con/bể	30 con/bể	40 con/bể	50 con/bể
Tỷ lệ sống	95±7.07 ^a	97.5±3.54 ^a	93±0.0 ^a	98.75±1.77 ^a	93±4.24 ^a
FCR	1.12±0.00 ^c	1.13±0.01 ^c	1.12±0.01 ^{bc}	1.05±0.00 ^a	1.11±0.00 ^b

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

Tỷ lệ tiêu tốn thức ăn có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p<0,05$), thấp nhất là ở nghiệm thức 4 và cao nhất là ở nghiệm thức 2.

Khi nuôi trong hệ thống tuần hoàn, chúng ta kiểm soát được các yếu tố môi trường trong bể nuôi, tạo ra môi trường ổn định, giúp cho cá sinh trưởng, phát triển tốt. Bằng cách duy trì tối ưu các chỉ tiêu môi trường, nhờ bộ lọc sinh học trong hệ thống, sẽ giúp cá tiêu hóa thức ăn tốt hơn, giảm stress, thức ăn ít bị lãng phí, hệ số tiêu hóa thức ăn của cá sẽ thấp. Cá ở nghiệm thức 4, 5 do bắt môi tốt, tỷ lệ hao hụt thức ăn thấp, dẫn đến hệ số thức ăn của nghiệm thức thấp hơn các nghiệm thức còn lại. Ngoài ra, do duy trì được chất lượng nước tốt, nên có thể tăng mật độ nuôi, điều này sẽ làm tăng năng suất cá nuôi, giảm diện tích nuôi. Đây là vấn đề rất có ý nghĩa cho việc tổ chức nuôi thủy sản bền vững hiện nay, trong điều kiện cần phải bảo đảm chất lượng nguồn nước thải và tiết kiệm nước trong quá trình nuôi.

3.4 Lượng nước sử dụng

Trong thời gian thí nghiệm, nước ở bể lắng được thay hằng tuần (30 lít/lần). Lượng nước cần cấp cho mỗi hệ thống sau 11 tuần nuôi là 430 lít (chiếm 1,65 trong tổng số nước cần sử dụng trong suốt thời gian nuôi).

Chính quá trình nitrate hóa trong hệ thống đã giúp cải thiện chất lượng nước trong bể nuôi. Điều này rất có ý nghĩa, bởi vì trong nuôi trồng thủy sản, biện pháp thay nước thường được áp dụng để cải thiện chất lượng nước.

Khi nghiên cứu về đặc điểm phân bố và khả năng thích nghi của cá lóc, hầu hết các nhà khoa học đều kết luận cá lóc là loài cá có khả năng chịu đựng được điều kiện môi trường khắc nghiệt, chúng có thể sống được ở điều kiện môi trường

oxy bằng 0, nhưng trong điều kiện như vậy chúng tăng trưởng rất chậm. Muốn cá tăng trưởng tốt, thực tế trong thời gian nuôi, người nuôi cần phải thay nước. Kết quả của Lam Mỹ Lan và *ctv.* (2009), khi nuôi trong bể lót bạt, lượng nước cần thay sau 120 ngày nuôi là 51,3 m³/m³ nước cá nuôi. Báo cáo của Tiêu Quốc Sang (2012), khi nuôi cá lóc trong bể lót bạt, lượng nước cần thay trong 4 tháng nuôi là 43 m³/m³ nước cá nuôi. So với các kết quả này, thì rõ ràng mô hình nuôi cá, tôm trong hệ thống lọc tuần hoàn đã tiết kiệm được một lượng nước rất lớn. Việc hạn chế được nước thải ra môi trường có ý nghĩa rất lớn đến vấn đề ô nhiễm môi trường, một vấn nạn của nghề nuôi thủy sản hiện nay. Ngoài ra, việc hạn chế thay nước sẽ giúp tiết kiệm được chi phí, nhất là ở những nơi khan hiếm nguồn nước.

4 KẾT LUẬN

Biến động các yếu tố môi trường như nhiệt độ, DO, pH, TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ trong hệ thống nuôi tuần hoàn đều nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng của cá lóc, điều này cho thấy hoạt động lọc của vi khuẩn trong hệ thống tốt. Các chỉ tiêu TAN, NO₃⁻, NO₂⁻ có khuynh hướng tăng dần theo thời gian nuôi. Hàm lượng TAN giữa các nghiệm thức có sự khác biệt thống kê ($p<0,05$) vào đợt thu mẫu cuối. Trong khi hàm lượng NO₃⁻, NO₂⁻ giữa các nghiệm thức, lại không có sự khác biệt ($p>0,05$) vào đợt thu mẫu cuối.

Nghiệm thức nuôi mật độ 40 con/100L cho kết quả tốt nhất về tỷ lệ sống, tăng trưởng, FCR so với nghiệm thức nuôi ở các mật độ khác.

Tỷ lệ nước cần cấp cho hệ thống trong thời gian nuôi chiếm tỷ lệ 1,65 trong tổng số nước cần sử dụng trong suốt thời gian nuôi. Tỷ lệ này thấp hơn rất nhiều so với các mô hình nuôi khác (nuôi trong bể bạt, nuôi ao,...).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, AWWA, WEF, 1995. Standard method for the examination of water and wastewater (19 th Edidtion). WashingtonDC, American Public Health Association (APHA).
2. Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama. 482p.
3. Courtenay W. R., Jr., and D. W James, 2004. Snakeheads (Pisces, Channidae) - A Biological Synopsis and Risk Assessment. U.S. Geological Survey Circular 1251, 143pp.
4. Đỗ Minh Chung, 2010. Phân tích chuỗi giá trị nuôi cá lóc ở Đồng bằng sông Cửu Long. Luận văn cao học, chuyên ngành Nuôi trồng Thủy sản. Đại Học Cần Thơ.
5. Hochheimer, J. N and F Wheaton, 1998. Biological filters: Trickling and RBC design. The second international conference on recirculating aquaculture (pages 291-317).
6. Lam Mỹ Lan, Nguyễn Thanh Hiệu và Dương Nhật Long, 2011. Nuôi cá lóc (*Channa sp.*) trong bể lót bạt tại tỉnh Hậu Giang. Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Thủy sản lần 4: 395-404. Trường Đại học Cần Thơ.
7. Lam Mỹ Lan, Nguyễn Thanh Hiệu và Dương Nhật 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, tr 502.
8. Nguyễn Đăng Khoa, 2012. Cân bằng vật chất dinh dưỡng trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá lóc (*Channa striata*). Luận văn thạc sĩ năm 2012. Khoa Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
9. Ngô Trọng Lư, 2002. Kỹ thuật nuôi cá quả, cá chình, chạch, bống bớp, lươn. Nhà xuất bản Hà Nội, 110 trang.
10. Tiêu Quốc Sang, 2012. Ương và nuôi cá lóc (*Channa striata*) thương phẩm ở các mật độ khác nhau. Luận văn thạc sĩ năm 2012. Khoa Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
11. Verdegem, M.C.J., R.H. Bosma and J.A.J. Verreth, 2006. Reducing water use for animal production through aquaculture. Water resource development, 22(1): 101-113.