



ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BIOFLOC ĐỂ NUÔI CÁ RÔ PHI (*Oreochromis niloticus*) Ở CÁC ĐỘ MẶN KHÁC NHAU

Lê Quốc Việt, Trần Văn Ghe, Cao Mỹ Ân và Trần Ngọc Hải

Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 25/03/2016

Ngày chấp nhận: 26/10/2016

Title:

Applying biofloc techniques to culture tilapia at different salinities

Từ khóa:

Cá phi, *Oreochromis niloticus*, biofloc và độ mặn

Keywords:

Tilapia, *Oreochromis niloticus*, biofloc and salinities

ABSTRACT

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ biofloc trong nuôi cá rô phi ở các độ mặn khác nhau nhằm xác định độ mặn và hệ thống nuôi thích hợp cho sự sinh trưởng của cá. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với các độ mặn khác nhau (0, 5, 10, 15 và 20‰) kết hợp với biofloc (có bổ sung carbohydrate với tỉ lệ C:N là 20:1) và không biofloc, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Cá được bố trí là rô phi đơn tính có khối lượng và chiều dài trung bình là 1,38 g và 4,4 cm được bố trí nuôi trong bể composite 0,5 m³ với mật độ 40 con/m³. Sau 7 tháng nuôi các yếu tố môi trường nước như nhiệt độ, pH, TAN và nitrite đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá nuôi. Bên cạnh đó, hàm lượng TAN trong các nghiệm thức biofloc thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa so với không biofloc. Cá nuôi ở độ mặn 10, 15 và 20 ppt và kết hợp biofloc thì tăng trưởng nhanh hơn (289,8 – 312,7g; 1,37 – 1,48 g/ngày và 2,55 – 2,58 %/ngày) và khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tương tự, hệ số FCR của cá nuôi ở độ mặn 10, 15 và 20 ppt có biofloc cũng thấp hơn (1,29 – 1,35) so với các nghiệm thức khác. Tỷ lệ sống của cá khi nuôi trong hệ thống có biofloc đạt 81,33% và cao hơn so với không áp dụng biofloc (73,0%).

TÓM TẮT

Applying biofloc techniques in rearing tilapia at different salinities was done in order to determine the appropriate salinities and culture systems for the better growth performance. The experiment was conducted with completely randomized design comprising five salinities (0, 5, 10, 15 and 20 ppt) combined with biofloc (adding carbohydrates at a ratio of C:N = 20:1) and without biofloc. Each treatment was triplicated. The mono-sex tilapia (1.38 g and 4.4cm) were stocked in composite tanks (0.5 m³) at the density of 40 fish/m³. After 7 months of culture, the environmental parameters such as temperature, pH, TAN and nitrite were in the suitable range for fish development. Besides, TAN levels in the biofloc applied treatments were significantly lower than those in treatments without biofloc ($p < 0.05$). The fish growth performance (289.8 – 312.7g; 1.37 – 1.48 g/day and 2.55 – 2.58 %/day) in treatment applied biofloc at salinity of 10, 15, 20 ppt were significantly higher than those in other treatments ($p < 0.05$). Similarly, FCR (1.29 – 1.35) in biofloc treatments at salinity of 10, 15, 20 ppt were significantly lower than other treatments. The average survival rates of tilapia in biofloc applied treatments were higher (81.33%) and significant difference ($p < 0.05$) from treatments without biofloc (73.0%).

Trích dẫn: Lê Quốc Việt, Trần Văn Ghe, Cao Mỹ Ân và Trần Ngọc Hải, 2016. Ứng dụng công nghệ biofloc để nuôi cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) ở các độ mặn khác nhau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 46b: 80-86.

1 GIỚI THIỆU

Cá rô phi là loài rộng muối và cá được nuôi phổ biến ở nhiều quốc gia trên thế giới như Trung Quốc, Indonesia, Thái Lan,... (Abu *et al.*, 2005). Theo Tổng cục Thủy sản (2014), kế hoạch phân đầu đến năm 2020, diện tích nuôi cá rô phi cả nước đạt 25.000 ha với sản lượng 200.000 tấn, trong đó sản lượng đủ tiêu chuẩn xuất khẩu 100.000 tấn. Khi diện tích nuôi và sản lượng tăng thì khả năng gây ô nhiễm môi trường ngày càng cao, do đó việc nghiên cứu ảnh hưởng các tác nhân sinh học là xu hướng tích cực góp phần ổn định môi trường và hạn chế dịch bệnh trong ao nuôi. Công nghệ biofloc là một giải pháp công nghệ sinh học mới góp phần phát triển ngành nuôi trồng thủy sản theo hướng bền vững, an toàn sinh học và thân thiện với môi trường nhờ những khả năng vượt trội sau đây: (1) Loại bỏ ammonia tự do trong nước ao nuôi bằng cách chuyển hóa thành protein trong sinh khối vi khuẩn dị dưỡng trong các biofloc, (2) Động vật thủy sản nuôi sử dụng biofloc làm thức ăn, do vậy tỷ lệ chuyển hóa protein trong thức ăn được tăng lên đến 45 – 50%, (3) Nâng cao mức độ an toàn sinh học và giảm rủi ro do bệnh (Avnimelech, 1993; Avnimelech *et al.*, 1994; Chamberlain and Hopkins, 1994; Hopkins *et al.*, 1993). Theo Azim and Little (2008), nuôi cá rô phi trong biofloc thì tốc độ tăng trưởng của cá nhanh hơn và chất lượng môi trường nước cũng tốt hơn so với không biofloc. Tương tự, Guozhi *et al* (2014) cho rằng khi nuôi cá rô phi trong hệ thống biofloc thì khối lượng cá 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. Ngoài ra, cá rô phi được nuôi ở độ mặn từ 7,5 – 22,5 ‰ cho kết quả tăng trưởng nhanh hơn và hệ số chuyển hóa thức ăn thấp hơn so với nuôi ở độ mặn thấp hay nước ngọt (Abu *et al.*, 2005). Từ những thông tin trên cho thấy việc nuôi cá phi trong hệ thống biofloc hay trong môi trường nước lợ đều đạt kết quả tốt, tuy nhiên chưa có nghiên cứu ảnh hưởng của sự kết hợp biofloc với các độ mặn khác nhau lên tăng trưởng của cá rô phi. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định độ mặn và hệ thống nuôi thích hợp cho sự sinh trưởng, nâng cao năng suất và giảm hệ số chuyển hóa thức ăn.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương pháp bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện tại Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ từ tháng 4-11/2015. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với các độ mặn khác nhau (0, 5, 10, 15 và 20‰) kết hợp với biofloc (có bổ sung carbohydrate với tỉ lệ

C:N=20:1) và không biofloc, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Bể thí nghiệm có thể tích 0,5 m³, cá dùng trong nghiên cứu là cá rô phi đơn tính có nguồn từ Viện Nuôi trồng Thủy sản II và cá được thuần hóa độ mặn đúng theo độ mặn của các nghiệm thức trước khi bố trí thí nghiệm. Cá có khối lượng trung bình khi bố trí là 1,38±0,36 g/con (chiều dài tổng 4,40±0,37 cm) và mật độ bố trí là 20 con/bể (40 con/m³). Thời gian thí nghiệm là 7 tháng.

Chăm sóc và quản lý: sử dụng thức ăn viên dạng nổi hiệu CJ với hàm lượng protein từ 28 – 35% và được cho ăn với lượng 1,5 – 7% khối lượng thân/ngày. Trong 30 ngày đầu cá được cho ăn 4 lần/ngày (6^h00, 10^h00, 14^h00 và 18^h00) và sau đó cho ăn 3 lần/ngày (6^h30, 11^h30 và 16^h30). Định kỳ thay nước 30 ngày/lần, mỗi lần thay 30% lượng nước trong bể nuôi.

Nguồn carbohydrate được bổ sung để tạo biofloc có nguồn từ bột gạo. Bột gạo được xác định hàm lượng carbohydrate và hàm lượng đạm tại Trung tâm Kỹ thuật và Ứng dụng Công nghệ Cần Thơ với kết quả lần lượt là 73,4% và 0,26%. Lượng bột gạo cần bón ở từng bể được xác định dựa trên tổng lượng thức ăn cho cá ăn trong 3 ngày và được bón 3 ngày/lần. Trước khi bón, bột gạo khuấy đều với nước 40°C theo tỷ lệ 1 bột gạo: 3 nước và được ủ kín trong 48 giờ.

2.2 Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định

Các yếu tố thủy lý hóa gồm: Nhiệt độ, pH được đo 7 ngày/lần và được đo 2 lần/ngày (7:00 và 14:00). Nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế và pH được đo bằng máy hiệu HANA. Hàm lượng nitrite và TAN xác định 15 ngày/lần bằng test hiệu SERA.

Các chỉ tiêu về biofloc: thu mẫu xác định 30 ngày/lần, (i) xác định kích cỡ hạt biofloc bằng cách đo chiều dài và chiều rộng ngẫu nhiên 30 hạt biofloc/bể bằng trắc vi thị kính; (ii) thể tích biofloc (FVI) được xác định bằng cách đong 1L nước mẫu vào dụng cụ thu biofloc, để lắng 20 phút sau rồi đọc thể tích biofloc lắng.

Tăng trưởng của cá được xác định 30 ngày/lần bằng cách thu ngẫu nhiên 10 con/bể, sau đó cân khối lượng từng cá thể để xác định các chỉ tiêu sau:

– Tăng trưởng theo ngày về khối lượng:
 $DWG (g/ngày) = (W_2 - W_1) / T$

– Tốc độ tăng trưởng đặc biệt về khối lượng:
 $SGR (\%/ngày) = 100 * (\ln W_2 - \ln W_1) / T$

(Trong đó: W₁: khối lượng cá ban đầu (g); W₂: khối lượng cá lúc thu mẫu (g) và T: Số ngày nuôi)

Tỷ lệ sống của cá và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) được xác định sau 7 tháng nuôi. Tỷ lệ sống (%) = (số cá thu hoạch/số cá bố trí) x 100 và hệ số FCR bằng 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 các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel, so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức theo phương pháp phân tích ANOVA hai nhân tố thông qua phần mềm SPSS 16.0 ở mức $\alpha = 0,05$ hoặc khác biệt $p < 0,05$.

Bảng 1: Nhiệt độ và pH ở các nghiệm thức trong quá trình thí nghiệm

Độ mặn (%)	Nhiệt độ (°C)		pH		
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	
Không có Biofloc	0	27,4±0,01	29,1±0,02	7,1±0,07	7,2±0,08
	5	27,5±0,06	29,1±0,04	7,3±0,17	7,3±0,03
	10	27,4±0,13	29,0±0,03	7,2±0,14	7,3±0,19
	15	27,4±0,04	29,1±0,07	6,9±0,18	7,0±0,17
	20	27,5±0,04	29,1±0,10	7,0±0,05	7,1±0,09
Biofloc	0	27,4±0,01	29,1±0,08	7,5±0,07	7,6±0,07
	5	27,5±0,08	29,1±0,07	7,3±0,10	7,4±0,17
	10	27,4±0,05	29,0±0,03	7,2±0,24	7,3±0,26
	15	27,5±0,04	29,1±0,01	7,2±0,30	7,3±0,36
	20	27,5±0,05	29,1±0,03	7,0±0,06	7,2±0,03

Các giá trị được trình bày ở Bảng 1 cho thấy, pH của các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm trung bình dao động từ 6,9 – 7,6 (buổi sáng dao động từ 6,9 – 7,5 và chiều 7,0 – 7,6) và sự biến động pH trong ngày ở từng nghiệm thức dao động từ 0,1 – 0,2. Theo Boyd (1998), khoảng pH thích hợp cho sự phát triển của động vật thủy sản là từ 6,5-9,0 và khoảng dao động trong ngày phải nhỏ hơn 0,5.

Tóm lại, nhiệt độ và pH trong thời gian thí nghiệm ở các nghiệm thức đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá nuôi.

3.1.2 Hàm lượng TAN và Nitrit

Hàm lượng TAN ở các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm trung bình dao động từ 0,69 – 1,90 mg/L (Bảng 2) và giữa các nghiệm thức khác biệt có nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Trong đó, thấp nhất là ở nghiệm thức biofloc 20‰ (0,69 mg/L) và cao nhất cũng ở nghiệm thức không biofloc 20‰ (1,90mg/L). Nhìn chung, ở các nghiệm thức có biofloc thì hàm lượng TAN thấp (0,69 – 0,94 mg/L) hơn so với các nghiệm thức không biofloc (0,98 – 1,90 mg/L). Hàm lượng TAN là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ sống, sinh trưởng của cá nuôi và hàm lượng thích hợp cho sự phát triển của cá nuôi từ 0,6-2,0 mg/L (Boyd, 1990). Do đó, hàm lượng TAN trong thời gian thí

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Yếu tố thủy lý hóa

3.1.1 Nhiệt độ và pH

Nhiệt độ trung bình của các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm dao động từ 27,4-29,1°C (Bảng 1). Nhiệt độ trung bình của các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm không có sự khác biệt, trung bình buổi sáng dao động từ 27,4 – 2,75°C và buổi chiều 29,0 – 29,1 °C. Theo Elsherif and Elfeky (2009), khoảng nhiệt độ tối ưu cho sự phát triển của cá rô phi là 25 – 30°C.

nghiệm có thể đảm bảo cho sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cá.

Bảng 2: Hàm lượng TAN (mg/L) ở các nghiệm thức trong quá trình thí nghiệm (Nhân tố độ mặn và biofloc có sự tương tác, với $p = 0,00$)

Độ mặn (%)	Không biofloc	Biofloc
0	1,87±0,96 ^c	0,92±0,33 ^{ab}
5	0,98±0,26 ^{ab}	0,86±0,22 ^{ab}
10	1,18±0,24 ^b	0,97±0,06 ^{ab}
15	1,77±0,12 ^c	0,94±0,17 ^{ab}
20	1,90±0,20 ^c	0,69±0,15 ^a

Các ký tự thường (a, b, c,...) trong bảng giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Hàm lượng nitrit của các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm được trình bày ở Bảng 3. Ở các nghiệm thức không biofloc hàm lượng nitrit dao động từ 1,31 – 1,88 mg/L, cao nhất ở nghiệm thức 10‰ (1,88 mg/L) và thấp nhất ở nghiệm thức 5‰ (1,31 mg/L). Đối với các nghiệm thức biofloc hàm lượng nitrit dao động từ 0,52- 1,23 mg/L, cao nhất ở nghiệm thức 20‰ (1,23 mg/L) và thấp nhất là ở nghiệm thức 0‰ (0,52 mg/L). Nhìn chung, hàm lượng nitrit trung bình ở các nghiệm thức biofloc luôn thấp hơn ở các nghiệm thức không biofloc và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Khi bổ sung nguồn carbon vào ao nuôi vi khuẩn sẽ phát

triển, tích lũy và hấp thụ nitơ chuyển hóa thành protein của vi sinh vật (Avnimelech, 1999), khi nitơ được hấp thụ bởi vi khuẩn, vi sinh vật sẽ làm giảm nồng độ amoni nhanh hơn là quá trình nitrat hóa (Hargreaves, 2006) từ đó cũng cho thấy rằng với kết quả nghiên cứu trên là phù hợp. Theo Boyd (1998), hàm lượng nitrite cho phép trong ao nuôi thủy sản không vượt quá 10 mg/L (tốt nhất nhỏ hơn 2 mg/L). Cá rô phi có khả năng chịu đựng hàm lượng nitrit cao hơn các loài cá khác, ngưỡng gây chết là 6 mg/L trở lên (Losordo *et al.*, 1998). Sự hiện diện của nitrit trong môi trường nước lợ (có ion Cl⁻) nên ít gây độc cho cá hơn môi trường nước ngọt (Kroupova *et al.*, 2005).

Bảng 3: Hàm lượng nitrit ở các nghiệm thức trong quá trình thí nghiệm (Nhân tố độ mặn và biofloc không có sự tương tác, với p = 0,32)

Độ mặn (%)	Không biofloc	Biofloc	TB±std
0	1,52±0,10	0,52±0,20	1,02±0,57 ^A
5	1,31±0,17	1,02±0,17	1,16±0,22 ^{AB}
10	1,88±0,54	1,04±0,27	1,46±0,60 ^B
15	1,76±0,50	1,03±0,36	1,40±0,56 ^{AB}
20	1,79±0,19	1,23±0,13	1,51±0,34 ^B
TB±std	1,65±0,37 ^b	0,97±0,32 ^a	

Các ký tự in hoa (A, B, C,...) trong cùng một cột giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05). Các ký tự thường (a, b, c,...) trong cùng một hàng giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05)

Tóm lại: các yếu tố môi trường nước như nhiệt độ, pH, TAN và nitrit trong thời gian thí nghiệm đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá nuôi.

3.2 Kích cỡ và thể tích biofloc

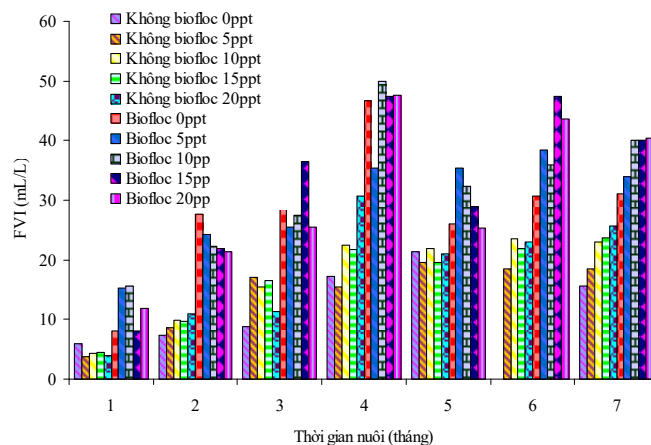
Qua khảo sát cho thấy, kích cỡ hạt biofloc trung bình ở các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm dao động từ 0,25 – 0,46 mm (chiều dài) và chiều

rộng dao động từ 0,15 – 0,22 mm (Bảng 4). Trong đó, trung bình chiều rộng hạt biofloc ở các nghiệm thức không biofloc dao động từ 0,15 – 0,18 mm và chiều dài tương ứng là 0,25 – 0,41 mm. Ở các nghiệm thức biofloc thì các hạt biofloc có kích cỡ tương đối lớn hơn, chiều rộng từ 0,18 – 0,22 mm và chiều dài dao động từ 0,37 – 0,46 mm.

Hình 1 cho thấy, thể tích biofloc ở các nghiệm thức trong thời gian nuôi dao động từ 2,3 – 51 mL/L, trong đó ở các nghiệm thức không bổ sung carbohydrat thì FVI dao động từ 2,6-45 và các nghiệm thức có bổ sung carbohydrat (có biofloc) dao động từ 2,3-51 mL/L. Nhìn chung, FVI ở các nghiệm thức biofloc luôn cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở từng đợt thu mẫu so với các nghiệm thức không biofloc. Sự khác biệt đó có thể là do ở nghiệm thức biofloc có bổ sung carbohydrate nên giúp cho vi khuẩn phát triển nhiều hơn và dẫn đến thể tích cao hơn. Theo Amnimelech (2012), FVI thích hợp cho ao nuôi thủy sản áp dụng công nghệ này nằm trong khoảng 15-50 mL/L. Kết quả thí nghiệm cho thấy thể tích biofloc của thí nghiệm phù hợp cho sự phát triển của cá nuôi.

Bảng 4: Trung bình chiều dài và chiều rộng của hạt biofloc ở các nghiệm thức

Biofloc	Độ mặn (%)	Chiều dài (mm)	Chiều rộng (mm)
Không	0	0,35±0,04	0,17±0,01
	5	0,25±0,07	0,15±0,02
	10	0,29±0,02	0,15±0,02
	15	0,36±0,06	0,15±0,01
	20	0,41±0,07	0,18±0,01
Có	0	0,46±0,02	0,21±0,01
	5	0,40±0,06	0,20±0,03
	10	0,41±0,05	0,22±0,01
	15	0,37±0,08	0,18±0,04
	20	0,44±0,05	0,21±0,01

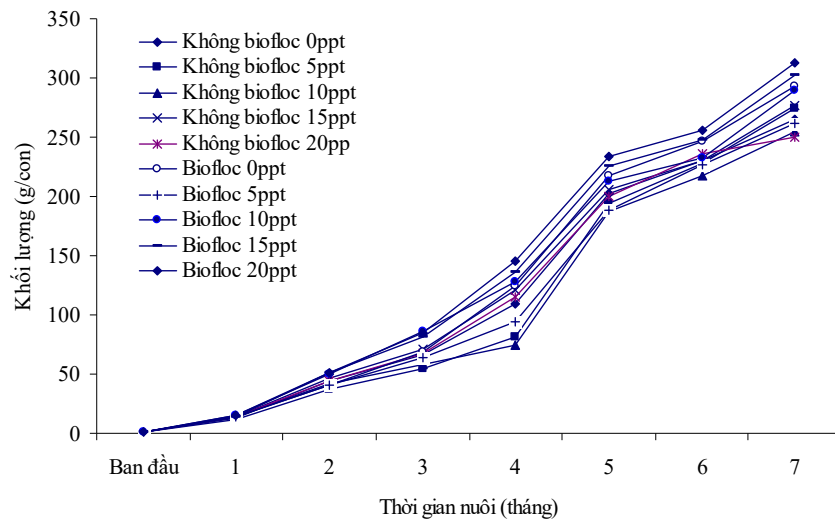


Hình 1: Thể tích biofloc của các nghiệm thức trong thời gian nuôi

3.3 Tăng trưởng của cá sau 7 tháng nuôi

Khối lượng cá ở các nghiệm thức sau 7 tháng nuôi dao động từ 242,9 – 323,5 g, trong đó ở các nghiệm thức không biofloc dao động 242,9-280,5 g và các nghiệm thức biofloc dao động từ 256,7-323,5 g và các nghiệm thức sai khác nhau có ý nghĩa thống (Hình 2). Kết quả còn thể hiện, trong thời gian 1 tháng đầu cá tăng trưởng tương đối chậm, từ tháng thứ 3 trở đi cá tăng trưởng nhanh

hơn. Tuy nhiên, càng gần về cuối thí nghiệm thì sự khác biệt về tăng trọng ngày càng rõ, sau 7 tháng nuôi cá có khối lượng nhỏ nhất là ở nghiệm thức không biofloc 20‰ (250,5 g) và cao nhất ở nghiệm thức biofloc 20‰ (312,7 g). Theo Pruginin *et al.*, (1990) khi nuôi cá rô phi trong môi trường nước lợ thì tốc độ tăng trưởng nhanh hơn so với nước ngọt. Villegas (1990), cũng cho rằng cá rô phi tăng trưởng tốt trong môi trường nước lợ nhưng tăng trưởng chậm hơn ở độ mặn 25 – 32 ‰.



Hình 2: Khối lượng của cá trong 7 tháng nuôi

Tốc độ tăng trưởng về khối lượng của cá ở các nghiệm thức dao động từ 1,19 – 1,48 g/ngày (2,48 – 2,58 %/ngày) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Nhìn chung, ở các nghiệm thức không biofloc dao động từ 1,19-1,30 g/ngày (2,48-2,52%/ngày) và thấp hơn các nghiệm thức biofloc (1,24-1,48 g/ngày; 2,50- 2,58 %/ngày) có ý nghĩa thống kê. Trong đó, ở nghiệm thức 20‰ kết hợp với biofloc cá có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất nhưng khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức 0; 10 và 15‰. Kết quả nghiên cứu này có cùng khuyh hướng với nghiên cứu của Chowdhury *et al.* (2006) khi nuôi cá rô phi vằn ở mật độ 20 con/m² với độ mặn 15‰ thì cá tăng trưởng tốt hơn độ mặn 25‰. Khi nuôi cá rô phi được nuôi ở độ mặn từ 7,5 – 22,5‰ cho kết quả tăng trưởng nhanh hơn và hệ số chuyển hóa thức ăn thấp hơn so với nuôi ở độ mặn thấp hay nước ngọt (Abu *et al.*, 2005). Theo Nguyễn Thị Ngọc Anh (2014), nuôi cá phi ở độ mặn 5‰ thì tốc độ tăng trưởng của cá sau 2 tháng nuôi đạt cao nhất chỉ 0,22 g/ngày (3,24 %/ngày) và thấp hơn kết quả nghiên cứu này (có sự kết hợp giữa độ mặn và biofloc).

Bảng 5: Tốc độ tăng trưởng của cá ở các nghiệm thức sau 7 tháng nuôi (Nhân tố độ mặn và biofloc có sự tương tác, với $p = 0,00$)

	Độ mặn (%)	DWG (g/ngày)	SGR (%/ngày)
Không biofloc	0	1,25±0,070 ^{abc}	2,50±0,027 ^{abc}
	5	1,30±0,012 ^{bcd}	2,52±0,004 ^{bcd}
	10	1,21±0,057 ^{ab}	2,48±0,022 ^{ab}
	15	1,31±0,030 ^{cd}	2,52±0,011 ^{cd}
	20	1,19±0,036 ^a	2,48±0,015 ^a
Biofloc	0	1,37±0,097 ^{def}	2,55±0,033 ^{def}
	5	1,24±0,040 ^{abc}	2,50±0,015 ^{abc}
	10	1,37±0,057 ^{def}	2,55±0,020 ^{def}
	15	1,43±0,046 ^{ef}	2,56±0,0152 ^{ef}
	20	1,48±0,060 ^f	2,58±0,020 ^f

Các ký tự (a, b, c, ...) trong cùng một cột giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

3.4 Tỷ lệ sống của cá sau 7 tháng nuôi

Tỷ lệ sống của cá sau 7 tháng nuôi trung bình ở các nghiệm thức dao động từ 68,33 – 85,00%, sự tương tác giữa nhân tố độ mặn và biofloc không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Khi xét theo nhân tố biofloc, tỷ lệ sống của cá ở các nghiệm thức không

biofloc dao động từ 68,33%-78,33% (trung bình chung 73,0%), các nghiệm thức biofloc dao động từ 76,33- 85,0% (trung bình chung 81,33%) và giữa chúng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, khi xét chung về yếu tố mặn thì trung bình tỷ lệ sống ở các độ mặn khác nhau sai khác không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Theo Nguyễn Thị Ngọc Anh (2014), tỷ lệ sống của cá rô phi sau 2 tháng nuôi đạt cao nhất là 85,6%. Nguyễn Tiến Hóa (2012) về ứng dụng công nghệ biofloc trong nuôi thâm canh cá rô phi thương phẩm thì tỉ lệ sống đạt từ 94-95,33%. Kết quả của thí nghiệm này đạt từ 68,33%-85% là phù hợp do thời gian nuôi dài hơn (7 tháng).

Bảng 6: Tỷ lệ sống của cá sau 7 tháng nuôi (Nhân tố độ mặn và biofloc không có sự tương tác, với $p = 0,17$)

Độ mặn (%)	Không Biofloc	Biofloc	TB±std
0	78,33±2,89	83,33±2,89	80,83±3,76 ^A
5	75,00±8,66	76,67±2,89	75,83±5,85 ^A
10	68,33±2,89	85,00±0,00	76,67±9,31 ^A
15	71,67±7,64	83,33±2,89	77,50±8,22 ^A
20	71,67±7,64	76,33±7,64	75,00±7,75 ^A
TB±std	73,00±4,81 ^a	81,33±4,81 ^b	

Các ký tự in hoa (A, B, C,...) trong cùng một cột giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Các ký tự thường (a, b, c,...) trong cùng một hàng giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

3.5 Hệ số thức ăn

Hệ số thức ăn của cá sau 7 tháng nuôi ở các nghiệm thức dao động từ 1,29 – 1,77; trong đó ở các nghiệm thức có biofloc thì FCR dao động từ 1,29-1,41 và các nghiệm thức không biofloc thì FCR dao động từ 1,51-1,77 (Bảng 7). Kết quả đã thể hiện, khi nuôi cá rô phi trong hệ thống biofloc thì trung bình hệ số thức ăn của cá thấp hơn (1,34) và khác biệt có nghĩa thống kê so với hệ thống không biofloc (1,62). Theo Nguyễn Tiến Hóa (2012), hệ số thức ăn của cá rô phi nuôi trong hệ thống biofloc dao động từ 1,2-1,6. Khi nuôi cá rô phi ở độ mặn 5‰ bằng thức ăn viên thì FCR là 1,35 (Nguyễn Thị Ngọc Anh, 2014). Guozhi *et al.*, (2014) kết luận rằng khi nuôi cá rô phi trong hệ thống biofloc thì khối lượng cá 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.

Tóm lại, khi nuôi cá rô phi ở độ mặn 5, 10, 15 và 20‰ kết hợp với biofloc thì có FCR thấp (1,29 – 1,35).

Bảng 7: Hệ số thức ăn (FCR) của cá sau 7 tháng nuôi (Nhân tố độ mặn và biofloc không có sự tương tác, với $p = 0,57$)

Độ mặn (%)	Không biofloc	Biofloc	TB ± std
0	1,77±0,12	1,41±0,04	1,59±0,21 ^A
5	1,54±0,10	1,35±0,26	1,45±0,20 ^A
10	1,51±0,15	1,35±0,10	1,43±0,14 ^A
15	1,64±0,09	1,29±0,05	1,47±0,20 ^A
20	1,65±0,130	1,31±0,20	1,48±0,24 ^A
TB±std	1,62±0,14 ^b	1,34±0,14 ^a	

Các ký tự in hoa (A, B, C,...) trong cùng một cột giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Các ký tự thường (a, b, c,...) trong cùng một hàng giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

– Việc ứng dụng công nghệ biofloc trong nuôi cá rô phi đã cải thiện được chất lượng nước, đặc biệt là hàm lượng TAN và nitrit thấp hơn so với không ứng dụng biofloc.

– Cá rô phi có thể nuôi trong môi trường nước có độ mặn 10 – 20‰ và kết hợp với biofloc thì cá tăng trưởng nhanh, đạt tỷ lệ sống cao và hệ số FCR thấp không khác biệt so với độ mặn 0‰.

4.2 Đề xuất

– Triển khai ứng dụng nuôi cá rô phi trong vùng nước mặn đến 20‰ và kết hợp với biofloc, nhằm đánh giá hiệu quả của mô hình nuôi.

– Cần nghiên cứu ứng dụng công nghệ biofloc với các tỷ lệ C:N khác nhau, nhằm xác định tỷ lệ thích hợp trong nuôi cá rô phi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abu Hena Md. Mostofa Kamal, Graham C. Mair., 2005. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, Volume 247, Issues 1–4, 30 June 2005, Pages 189-201.
- Avnimelech Y., Kochva, M., Diab, S., (1994). Development of controlled intensive aquaculture system with a limited water adchange anh adjusted carbon to nitrogen ratio. *Israel Journal of Aquaculture- Bamidgeh*, 46.: 119-131.
- Avnimelech, Y, 1993. Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. *World Aquaculture*, 34, : 19- 21
- Avnimelech, Y, 2012. *Biofloc technology A Practical Guide Book*, 2nd Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 173pp

- Avnimelech, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176: 227 – 235.
- Azim, M.E and Little, D.C., 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Volume 283, Issues 1–4, 1 October 2008, Pages 29-35.
- Boyd, C.E., 1998. Pond water aeration system *Aquaculture Engineering* 18, 9-40
- Boyd, C.E., 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, 482pp
- Chamberlain, G.W. and Hopkins, J.S. 1994. Reducing water use and feed cost in intensive ponds. *World Aquaculture* 25 (3): 29-32.
- Chowdhury, K., Yi, Y., Lin, C. & El-haroun, E. 2006. Effect of salinity on carrying capacity of adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in recirculating systems. *Aquaculture Research*, 37, 1627-1635.
- Elsherif, M.S and Elfeky, A.M.I., 2009. Performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fingerling. II. Influence of different water temperatures. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11, 301 – 305.
- Guozhi Luo, Qi Gao, Chaohui Wang, Wenchang Liu, Dachuan Sun, Li Li, Hongxin Tan. 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*, Volumes 422–423, Pages 1-7.
- Hargreaves, J.A., 2006. Hargreaves, Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture, *Aquac. Eng.* 34 (2006), pp. 344–363.
- Hopkins, S.J., Hamilton, R.D., Aandifer, P.A., Browdy, C. L., 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budget of intensive shrimp ponds *Journal of the World Aquaculture Society*, 24, 304-320.
- Kroupova, H., Machava, J and Svobadava, Z. 2005. Nitrite influence on fish: a review. *Vet. Med. Czech* 50, 461 – 471.
- Nguyễn Thị Ngọc Anh, 2014. Nghiên cứu khả năng sử dụng rong bún (*Enteromorpha* spp.) làm thức ăn cho cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. số 12/2014. trang 85-91.
- Nguyễn Tiến Hóa, 2012. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ biofloc (cân bằng Nitơ Carbon) trong nuôi thâm canh cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) thương phẩm. Luận văn thạc sĩ. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. 66 trang.
- Pruginin, Y., Fishelson, L and Koren, A. Intensive tilapia farming in brackishwater from an Israeli desert aquifer. *Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 1990. The WorldFish Center*, 16-20.
- Tổng cục Thủy sản, 2014. Hội thảo bàn giải pháp phát triển sản xuất, tiêu thụ cá rô phi và tôm càng xanh. www.tongcuc.thuysan.gov.vn, truy cập ngày 12/12/2014.
- Villegas, C. 1990. Evaluation of the salinity tolerance of *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus* and their hybrids. *Aquaculture*, 85, 281-292.