

TẢI LƯỢNG Ô NHIỄM TRONG NƯỚC THẢI AO NUÔI CÁ LÓC (*Channa striata*) TẠI HUYỆN TRÀ ÔN, TỈNH VĨNH LONG

Nguyễn Thanh Giao*, Đoàn Minh Sang

Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ: ntgiao@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 31.08.2020

Ngày chấp nhận đăng: 30.10.2020

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá chất lượng nước trong hoạt động nuôi cá lóc tại huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long thông qua các chỉ tiêu gây ô nhiễm trong nước thải như pH, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng nitơ (TN), tổng photpho (TP). Mẫu nước được thu tại các ao nuôi cá lóc với ba mật độ nuôi là 60 con/m², 80 con/m², và 100 con/m², từ lúc bắt đầu nuôi đến khi thu hoạch. Kết quả nghiên cứu chất lượng nước ao nuôi cá lóc cho thấy nhiệt độ ổn định, pH trong nước ao nuôi có tính axit nhẹ. Hàm lượng oxy hòa tan rất thấp. Trung bình giá trị nồng độ BOD (12,9-32,7 mg/l), COD (35,9-70,34 mg/l), tổng nitơ (7-15,05 mg/l), tổng photpho (0,597-2,458 mg/l) tăng trong suốt thời gian nuôi và ở cao hơn ở mật độ nuôi càng cao. Ở ao nuôi có mật độ 100 con/m² nồng độ BOD và COD ở tháng thứ tư vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Kết quả tính toán cho thấy tải lượng BOD, COD, TN và TP lần lượt là 2,16-3,86; 5,13-6,93; 1,21-1,66; 0,213-0,296 kg/m²/vụ. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng các chất hữu cơ và dinh dưỡng khá cao trong nước thải ao nuôi cá lóc do đó cần xử lý trước khi thải ra môi trường.

Từ khóa: Cá lóc, chất hữu cơ, nước thải, tải lượng ô nhiễm, Trà Ôn - Vĩnh Long.

Pollutant Loads in Snakehead (*Channa striata*) Cultivating Ponds

ABSTRACT

The study was conducted to assess water quality in snakehead fish farms in Tra On district, Vinh Long province using wastewater quality parameters such as pH, temperature, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total nitrogen (TN), and total phosphorus (TP). Water samples were collected in snakehead fish ponds with three stocking densities of 60 fish/m², 80 fish/m², and 100 fish/m², from the start of the culture time to harvest. The results showed that temperature was stable, pH in the pond water was slightly acidic. The dissolved oxygen was very low. The mean concentrations of BOD (12.9-32.7 mg/l), COD (35.9-70.34 mg/l), total nitrogen (7.0 -15.05 mg/l), total phosphorus (0.59-2.46 mg/l) increased during the culture period and was enhanced at higher stocking densities. In a pond with a density of 100 fish/m², concentrations of BOD and COD in the fourth month exceeded QCVN 08-MT: 2015/BTNMT. The calculation results showed that the loads of BOD, COD, TN and TP were 2.16-3.86; 5.13-6.93; 1.21-1.66; 0.213-0,296 kg/m²/season, respectively. The study results showed that the concentrations of organic matter and nutrients were relatively high in snakehead fish pond wastewater, so it needs to be treated before being discharged into the environment.

Keywords: Organic matters, pollutant load, Snakehead fish, Tra On, Vinh Long, wastewater.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vĩnh Long là tỉnh nằm giữa sông Tiền và sông Hậu, ở trung tâm khu vực ĐBSCL, Vĩnh Long có diện tích tự nhiên 152.017,6ha, chiếm 0,4% diện tích cả nước, dân số là 1,14 triệu

người, chiếm 1,3% dân số cả nước. Với đặc điểm được sự cung cấp nước và phù sa từ hai con sông lớn là sông Tiền và sông Hậu, khí hậu trong vùng nhiệt đới gió mùa, Vĩnh Long trở thành tỉnh tiềm năng nông nghiệp của vùng, đối tượng canh tác chính là cây lúa và cây ăn quả. Tuy

nhiên, theo quy hoạch của tỉnh về nuôi trồng thủy sản, đến năm 2020 diện tích nuôi trồng thủy sản của tỉnh sẽ tăng lên 945ha. Nằm trong vùng quy hoạch của tỉnh, ấp Mái Dầm, xã Phú Thành, huyện Trà Ôn, từ vùng sản xuất cây ăn trái là chủ yếu đã và đang chuyển sang nuôi trồng thủy sản. Theo đó, diện tích nuôi trồng thủy sản tăng lên ô ạt, nhiều hộ gia đình đã phá vườn, chặt cây để chuyển sang đào ao thả cá, mô hình nuôi cá lóc được đa số hộ dân ở đây lựa chọn. Với đặc điểm của cồn, xung quanh là sông nước, ấp Mái Dầm có một mặt giáp với sông Hậu, mặt còn lại được bao quanh bởi nhiều kênh rạch nhỏ, nước thải từ ao nuôi cá lóc được người dân thải trực tiếp ra các con rạch. Thành phần của nước thải nuôi cá lóc chứa rất nhiều chất hữu cơ, nếu lượng hữu cơ phân hủy trong nước quá nhiều vượt quá khả năng tự làm sạch của nước sẽ làm cho nguồn nước bị ô nhiễm dẫn đến những tác động đến sức khỏe con người, dịch bệnh và phá hủy hệ sinh thái (Nguyễn Văn Triều & cs., 1999). Tác động môi trường của nước thải ao nuôi cá đang được chú trọng nghiên cứu, tuy nhiên nghiên cứu chỉ tập trung chủ yếu ở đối tượng nuôi là cá tra và tôm, những đối tượng có giá trị kinh tế cao và chỉ tập trung nghiên cứu ở những cơ sở lớn (Trịnh Ngọc Tuấn, 2005). Trong khi đó, việc nuôi trồng thủy sản nhỏ lẻ như nuôi cá lóc của các hộ gia đình ngày càng nhiều, vẫn được rất ít nghiên cứu quan tâm. Mô hình nuôi cá lóc đã và đang giúp cho người dân địa phương cải thiện kinh tế, nên có nhiều mô hình được thực hiện. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tính chất môi trường nước thải ao nuôi và tính toán tải lượng chất ô nhiễm từ ao nuôi thải ra môi trường để cung cấp thông tin khoa học làm cơ sở quản lý chất lượng môi trường nước tại khu vực nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu và phân tích mẫu nước

Tại địa phương nghiên cứu, các hộ dân thường nuôi với mật độ từ 60-100 con/m². Do đó, nghiên cứu đã tiến hành khảo sát 3 ao nuôi cá lóc với tổng diện tích 997m². Ao 1 với diện tích 247m², mật độ 60 con/m² (Hình 1a). Tổng lượng thức ăn từ lúc thả nuôi đến khi thu hoạch là 6,7 tấn. Ao 2 có diện tích ao là 500m², mật độ là 80 con/m² (Hình 1b), tổng lượng thức ăn sử dụng là 17 tấn. Ao 3 có diện tích 250m², mật độ nuôi là 100 con/m² (Hình 1c), tổng lượng thức ăn đã sử dụng là 10 tấn. Thời gian nuôi của mỗi ao nuôi là 135 ngày tính từ lúc thả cá xuống ao nuôi cho đến khi thu hoạch. Thức ăn dùng cho ao nuôi là loại thức ăn chuyên dùng cho cá lóc 7.574 của Cargill, ở tháng đầu tiên sau khi thả cá, tiến hành cho ăn 4 lần/ngày, ở những tháng còn lại đến khi thu hoạch tiến hành cho ăn 2 lần/ngày. Nguồn nước cung cấp cho ao nuôi là từ các kênh rạch lân cận, thay nước theo thủy triều. Ở tháng nuôi đầu tiên, thay nước mỗi ngày 1 lần, từ tháng thứ hai đến khi thu hoạch cá thay nước mỗi ngày 2 lần. Thêm vào đó, do ao tại khu vực nghiên cứu ở cấp độ nông hộ (nhỏ lẻ), chưa thực hiện ở quy mô trang trại do đó nước thải chưa được xử lý theo quy định.

Mẫu được thu tại Ao 1, Ao 2, Ao 3 trong khoảng thời gian từ 8-10h sáng với tần suất 1 lần/tháng, liên tục trong 4 tháng. Các chỉ tiêu pH, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO) được đo tại hiện trường. Các chỉ tiêu BOD, COD, TN và TP được thu và chứa trong chai nhựa 2 L, trữ lạnh 4°C, vận chuyển và phân tích tại Phòng Thí nghiệm Độc học Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ bằng các phương pháp chuẩn (APHA, 1998).



Hình 1. Ao nuôi 1 (a) Ao nuôi 2 (b) và Ao nuôi 3 (c)



Hình 2. Bản đồ vị trí các ao

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng nước

Chỉ tiêu	Đơn vị	Mô tả phương pháp phân tích	Số hiệu TCVN
pH	-	Đo bằng máy đo tại hiện trường	
Nhiệt độ	°C	Đo bằng máy đo tại hiện trường	
DO	mg/l	Đo bằng máy đo tại hiện trường	
BOD	mg/l	Xác định bằng phương pháp OxiTop (OxiTop@IS12)	TCVN 6001-2:2008 (ISO 5815-2:2003)
COD	mg/l	Phá mẫu bằng dung dịch ($K_2Cr_2O_7$) và chuẩn độ bằng dung dịch FAS 0.1N	TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989)
TP	mg/l	Phương pháp đo phổ dùng amoni molipdat, ascorbic acid, sau khi đã vô cơ mẫu bằng $K_2S_2O_8$	TCVN 6202:1996
TN	mg/l	Phương pháp phân hủy và chưng cất Kjeldahl	TCVN 6624:1-2000; TCVN 6624:2-2000

Sự khác biệt về trung bình nồng độ chất ô nhiễm giữa các ao nuôi và theo thời gian nuôi được tiến hành bằng phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA) sử dụng phần mềm thống kê IBM SPSS statistics for Windows, Version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA), phép thử Duncan ở mức ý nghĩa 5%.

2.2. Tính tải lượng chất ô nhiễm

Chất lượng nước ao nuôi sau khi phân tích được so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT quy định về chất lượng nước mặt và QCVN 38:2011/BTNMT quy định về chất lượng mặt bảo vệ đời sống thủy sinh. Bên cạnh đó, việc tính toán tải lượng chất ô nhiễm trong ao nuôi cũng đã được thực hiện.

Công thức tính tải lượng ô nhiễm trong ao nuôi thâm canh cá lóc của nghiên cứu này được

tính toán dựa trên các công thức được thực hiện bởi Bùi Thị Nga & Đoàn Bá Nghiệp (2009), công thức tính toán như sau:

$$M (g) = (C_i - C_i') \times V_i \times D_i \times F_i$$

Trong đó:

M (g): lượng hữu cơ trong nước ao nuôi thải ra sông, rạch (g); i (tháng), i = 1, 2, 3 và 4;

C_i : nồng độ các chất ô nhiễm có trong nước ao nuôi tại thời điểm thu mẫu của tháng thứ i (mg/l);

C_i' : nồng độ các chất ô nhiễm trong nước sông, rạch tại thời điểm bơm nước vô ao của tháng thứ i (mg/l);

V_i : thể tích nước trong ao (m^3) thải ra sông, rạch trong đợt thu mẫu của tháng thứ i. Trong đó, các tháng có lượng nước thải ra/lần có giá trị được trình bày trong bảng 2;

Bảng 2. Thể tích nước thải ra sông tại các thời điểm nuôi

Thời gian nuôi	1	2	3	4
60 con/m ²	129,675	166,725	174,135	166,725
80 con/m ²	247,5	307,5	306,5	345
100 con/m ²	112,5	157,5	168,75	176,25

Bảng 3. Biến động nhiệt độ trong nước ao nuôi cá lóc và nước cấp

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	28,83 ± 0,167	29,33 ± 0,33	29,4 ± 0,208	30,03 ± 0,033
	80 con/m ²	29,17 ± 0,167	30,17 ± 0,167	30,2 ± 0,153	29,63 ± 0,186
	100 con/m ²	28,17 ± 0,167	29,67 ± 0,088	28,83 ± 0,167	29,07 ± 0,067
Nước cấp	60 con/m ²	28	29,3	28,9	29
	80 con/m ²	28,5	29	29	28,5
	100 con/m ²	27,5	29	28,1	28,5

D_i: số ngày thay nước trong ao nuôi của tháng thứ i – 1 đến i (30 ngày);

F_i: số lần thay nước trong một ngày (tháng thứ 1 là 1 lần, tháng thứ 2-4 là 2 lần)

3. KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng môi trường nước ao nuôi cá lóc

3.1.1. Nhiệt độ và pH trong ao nuôi cá lóc

Nhiệt độ nước trong suốt vụ nuôi không chênh lệch nhiều, dao động từ 28,8-30,2°C (Bảng 3). Qua kết quả khảo sát, nhiệt độ của nước thải các ao nuôi phụ thuộc vào sự chiếu sáng của mặt trời làm cho nhiệt độ của ao nuôi tăng lên. Ở ao nuôi có mật độ 100 con/m² do có che chắn ánh sáng trong suốt thời gian nuôi nên nhiệt độ luôn thấp hơn so với các ao nuôi còn lại.

Việc đánh giá chất lượng nước được so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT bởi người dân trong khu vực nghiên cứu sử dụng nước kênh, rạch để sinh hoạt, canh tác nông nghiệp và các hoạt động tương đương khác. Mặt khác để có thể đánh giá/kiểm soát sự phù hợp và an toàn đối với thủy sinh vật trong ao, chất lượng nước còn

được so sánh với QCVN 38:2011/BTNMT. Giá trị pH trong nước ao ở các mật độ khác nhau không thay đổi đáng kể theo thời gian và dao động từ 6,51-6,73, nằm trong giới hạn quy định của QCVN 08-MT:2015/BTNMT và QCVN 38:2011/BTNMT. Ngoài ra, giá trị pH có sự dao động nhẹ giữa chất lượng nước cấp (dao động từ 6,7-7,1) và nước ao nuôi. Giá trị pH cho thấy môi trường nước ở các ao nuôi có tính axit nhẹ do quá trình nitrate hóa (Trương Quốc Phú, 2005). Bên cạnh đó, một số nghiên cứu trước đây cũng đã báo cáo rằng khoảng giá trị chịu đựng của đa số các loài cá dao động từ 5-9 (Nguyễn Văn Bé, 1995) và đối với cá lóc pH dao động từ 6-8 (Dương Nhật Long, 2003), do đó chất lượng nước tại 3 ao nuôi đều phù hợp cho sự phát triển của cá.

3.1.2. Oxy hòa tan, nhu cầu oxy sinh hóa và nhu cầu oxy hóa học trong nước ao nuôi cá lóc

Nồng độ DO trong nước kênh, rạch từ lần thu ở tháng thứ nhất đến tháng thứ tư có giá trị dao động lần lượt là: 3-3,7 mg/l, 2,7-3,2 mg/l, 2-3,56 mg/l, 2,7-3,5 mg/l. So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT quy định nồng độ DO trong nước dùng cho mục đích đảm bảo đời sống thủy

sinh vật là ≥ 5 mg/l thì tất các đợt thu mẫu đều có nồng độ DO không đạt yêu cầu trước khi được đưa vào ao. Nồng độ oxy hòa tan (DO) trong suốt thời gian nuôi rất thấp, dao động từ 0,23-0,93 mg/l (Bảng 5); thấp hơn đáng kể so với giá trị quy định trong cả hai quy chuẩn. Điều này cho thấy nước trong ao nuôi ô nhiễm hữu cơ nặng dẫn đến những tác động tiêu cực đến thủy sinh vật trong ao nuôi, có thể làm kéo dài quá trình tiêu hóa (Lefevre & cs., 2012). Nguyên nhân có thể do trong ao lượng chất hữu cơ từ

thức ăn dư thừa và chất thải cá lớn, oxy trong nước được dùng cho việc oxy hóa các hợp chất hữu cơ này, ngoài ra trong quá trình nuôi cá trong ao hô hấp cũng tiêu thụ oxy trong ao làm nồng độ DO trong ao giảm mạnh. Thêm vào đó, hàm lượng oxy hòa tan phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá lớn hơn 3 mg/l; chính vì vậy, việc cung cấp oxy trong quá trình nuôi là rất cần thiết. Theo báo cáo của Đỗ Thị Thanh Hương & Bayley (2013) cho thấy hiệu quả tốt của việc sục khí vào ao nuôi.

Bảng 4. Biến động pH trong nước ao nuôi cá lóc

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	6,59 ± 0,01	6,6 ± 0,003	6,6 ± 0,003	6,61 ± 0,013
	80 con/m ²	6,52 ± 0,015	6,73 ± 0,021	6,53 ± 0,021	6,51 ± 0,013
	100 con/m ²	6,71 ± 0,013	6,71 ± 0,009	6,64 ± 0,019	6,56 ± 0,03
Nước cấp	60 con/m ²	6,8	6,8	7	6,9
	80 con/m ²	6,9	6,8	6,9	6,7
	100 con/m ²	7	6,9	7,1	6,8

Bảng 5. Biến động nồng độ DO trong nước ao nuôi cá lóc

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	0,66 ± 0,03	0,53 ± 0,012	0,62 ± 0,015	0,33 ± 0,012
	80 con/m ²	0,87 ± 0,02	0,93 ± 0,037	0,69 ± 0,019	0,54 ± 0,01
	100 con/m ²	0,37 ± 0,015	0,36 ± 0,021	0,32 ± 0,009	0,23 ± 0,015
Nước cấp	60 con/m ²	3	3,2	2	2,7
	80 con/m ²	3,7	3	2,9	3,5
	100 con/m ²	3,4	2,7	3,56	3,4

Bảng 6. Biến động nồng độ BOD (mg/l) trong nước ao nuôi cá lóc và nước cấp

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	12,9 ^{ax} ± 0,115	14,3 ^{bx} ± 0,153	19,2 ^{cx} ± 0,115	21 ^{dx} ± 0,208
	80 con/m ²	15,7 ^{ay} ± 0,029	19,8 ^{by} ± 0,153	22 ^{cy} ± 0,145	23,4 ^{dy} ± 0,084
	100 con/m ²	18,7 ^{az} ± 0,058	26,7 ^{bz} ± 0,379	30,5 ^{sz} ± 0,451	32,7 ^{dz} ± 0,115
Nước cấp	60 con/m ²	5,8	6	4,1	3,4
	80 con/m ²	4,1	6,9	2,5	1,5
	100 con/m ²	6,6	6	5,6	2,7

Ghi chú: Các hàng có cùng kí tự a, b, c, d thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%; các cột có cùng kí tự x, y, z thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%.

Nồng độ BOD trong các ao nuôi khá cao và được ghi nhận có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) trong cả 3 mật độ nuôi. Giá trị nồng độ BOD dao động từ 12,9-32,7 mg/l, trong từng mật độ nuôi nồng độ BOD tăng từ tháng nuôi thứ nhất đến tháng nuôi thứ tư và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) (Bảng 6). Nồng độ BOD trong nguồn nước cấp được ghi nhận vẫn còn phù hợp cho mục đích bảo đảm đời sống thủy sinh (1,5-6,9 mg/l). Tuy nhiên, trung bình nồng độ BOD ở các ao nuôi trong cả vụ là 21,44 mg/l, so với QCVN 08-MT:2015/BTNMT, nồng độ BOD vượt giới hạn cho phép xả thải ra ngoài các kênh/rạch.

Kết nghiên cứu cho thấy giá trị nồng độ COD ở mỗi tháng nuôi khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$), nồng độ COD có xu hướng tăng trong suốt thời gian nuôi. Nồng độ COD trong nước ao nuôi có khoảng dao động từ 35,9-70,34 mg/l, trung bình của một vụ nuôi khoảng 50,5 mg/l; nồng độ này cao hơn rất nhiều so với nguồn nước cung cấp vào ao (Bảng 6). Trong đó, giá trị nồng độ thấp nhất là 35,9 mg/l ở tháng đầu tiên của ao nuôi có mật độ 60 con/m², giá trị nồng độ cao nhất là 70,34 mg/l ở tháng cuối cùng của ao nuôi có mật độ 100 con/m² (Bảng 7). Bên cạnh đó, nồng độ COD thích hợp cho các ao nuôi dao động từ 15-30 mg/l, giới hạn cho phép là từ 15-40 mg/l (Lê Như Xuân & Phạm Minh Thành, 1994); do đó, chất lượng nước trong ao nuôi vẫn còn phù hợp cho sự phát triển của cá vào tháng đầu tiên và tháng thứ 2 của ao có mật độ 60 con/m². Tuy nhiên, so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT, chất lượng nước ở cả ba ao đều không đạt quy chuẩn; do đó cần có biện pháp xử lý và quản lý nồng độ này trong cả quá trình nuôi. Các nghiên cứu trước đó cũng cho thấy rằng mật độ nuôi càng tăng thì COD càng cao về cuối vụ do sự tích tụ thức ăn (Bùi Thị Nga & Đoàn Bá Nghiệp, 2009). Có thể giải thích là mật độ nuôi càng lớn thì lượng thức ăn trên đơn vị diện tích ao cũng lớn, làm tăng lượng thức ăn dư thừa trong ao cùng với chất thải của cá cũng sẽ nhiều khi mật độ nuôi lớn hơn. Những chất này hòa tan trong nước sẽ làm tăng nồng độ các chất hữu cơ trong nước, dẫn đến sự

tăng lên của nồng độ COD. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Dương Nhật Long & cs. (2014) khẩu phần ăn của cá lóc dao động từ 5-7% trọng lượng cá/ngày. Theo Nguyễn Văn Bé (1995) nước có nồng độ COD lớn hơn 30 mg/l thì đã bị ô nhiễm hữu cơ. Với tất cả các giá trị nồng độ COD đều lớn hơn 30 mg/l, nước thải ao nuôi cá lóc thuộc loại nước ô nhiễm hữu cơ.

3.1.3. Tổng nitơ và tổng photpho trong ao nuôi cá lóc

Nồng độ tổng nitơ trong các ao nuôi dao động từ 7-15,05 mg/l, trung bình là 9,79 mg/l; cao hơn đáng kể so với nồng độ tổng nitơ được ghi nhận trong nguồn nước cấp vào ao. Điều này có thể là do việc tích lũy lượng thức ăn dư thừa. Nồng độ tổng nitơ cao nhất là 15,05 mg/l ở ao nuôi thứ ba (100 con/m²) và giá trị này được xác định vào thời gian gần thu hoạch cá. Nồng độ tổng nitơ thấp nhất ở ao nuôi thứ hai (80 con/m²) với giá trị là 7 mg/l, giá trị nồng độ này được xác định ở khoảng thời gian tháng đầu tiên sau khi thả cá. So với nghiên cứu của Bùi Thị Nga & Đoàn Bá Nghiệp (2009) về cá trê vàng thì khoảng dao động nồng độ tổng nitơ là gần bằng nhau, nồng độ tổng nitơ trong ao nuôi cá trê vàng thâm canh dao động từ 7,05-12,83 mg/l. Nồng độ tổng nitơ khác biệt có ý nghĩa giữa các mật độ nuôi từ tháng nuôi thứ hai đến khi thu hoạch cá. Ở mật độ 100 con/m² luôn có nồng độ tổng nitơ cao nhất. Ở tháng nuôi thứ nhất, nồng độ tổng nitơ ở 3 mật độ là không khác biệt ($P > 0,05$), do ở tháng đầu cá còn nhỏ, lượng thức ăn và chất thải của cá còn ít, mức độ chênh lệch giữa các mật độ chưa cao nên nồng độ tổng nitơ giữa 3 mật độ vẫn chưa khác biệt.

Nồng độ tổng photpho ở các ao nuôi dao động từ 0,597-2,46 mg/l, trung bình nồng độ tổng photpho trong cả vụ nuôi ở các ao nuôi là 1,47 mg/l. Giá trị nồng độ tổng photpho cao nhất ở ao có mật độ nuôi thứ ba (100 con/m²) được xác định ở tháng thứ tư của vụ nuôi với giá trị nồng độ là 2,46 mg/l. Kết quả phân tích nguồn nước cấp cho thấy, tại tất cả các ao nuôi và thời gian nuôi đều cho nồng độ photpho thấp hơn so với nước ao; điều này có thể được giải thích bởi sự tồn lưu của các quá trình chuyển hóa thức ăn.

Bảng 7. Biến động nồng độ COD (mg/l) trong nước ao nuôi cá lóc

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	35,9 ^{ax} ± 0,02	39,17 ^{bx} ± 0,04	48,64 ^{cx} ± 0,16	60,9 ^{dx} ± 0,05
	80 con/m ²	37,5 ^{ay} ± 0,18	41,86 ^{by} ± 0,3	57,6 ^{cy} ± 0,17	65,68 ^{dy} ± 0,59
	100 con/m ²	40,52 ^{az} ± 0,11	43,39 ^{bz} ± 0,27	64,64 ^{cz} ± 0,17	70,34 ^{dz} ± 0,04
Nước cấp	60 con/m ²	8,69	1,9	18,72	17,19
	80 con/m ²	5,54	11,78	12,8	16,98
	100 con/m ²	9,97	14,82	15,28	16,14

Ghi chú: Các hàng có cùng kí tự a, b, c, d thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%; các cột có cùng kí tự x, y, z thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%.

Bảng 8. Biến động nồng độ tổng nitơ trong nước ao nuôi cá lóc và nước cấp

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	7,5 ^{ax} ± 0,02	8,10 ^{bx} ± 0,02	8,65 ^{cx} ± 0,04	9,85 ^{dx} ± 0,05
	80 con/m ²	7,0 ^{ax} ± 0,08	8,30 ^{by} ± 0,03	9,10 ^{cy} ± 0,03	10,75 ^{dy} ± 0,07
	100 con/m ²	8,5 ^{ax} ± 0,02	10,7 ^{bz} ± 0,03	14,0 ^{cz} ± 0,13	15,05 ^{dz} ± 0,06
Nước cấp	60 con/m ²	1,3	1	1,4	1,4
	80 con/m ²	1	0,9	1,05	0,7
	100 con/m ²	2,5	2,9	2,45	2,2

Ghi chú: Các hàng có cùng kí tự a, b, c, d thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%; các cột có cùng kí tự x, y, z thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%.

Bảng 9. Biến động nồng độ tổng photpho trong nước ao nuôi cá lóc và nước cấp

	Mật độ	Thời gian nuôi (tháng)			
		1	2	3	4
Nước ao	60 con/m ²	0,657 ^{ax} ± 0,002	1,217 ^{bx} ± 0,003	1,71 ^{cx} ± 0,013	1,84 ^{dx} ± 0,006
	80 con/m ²	0,597 ^{ay} ± 0,007	1,236 ^{by} ± 0,002	1,462 ^{cy} ± 0,003	2,156 ^{dy} ± 0,004
	100 con/m ²	0,67 ^{ax} ± 0,002	1,308 ^{bz} ± 0,007	2,372 ^{cz} ± 0,003	2,46 ^{dz} ± 0,002
Nước cấp	60 con/m ²	0,24	0,289	0,161	0,143
	80 con/m ²	0,16	0,289	0,148	0,208
	100 con/m ²	0,166	0,191	0,112	0,117

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong hàng có cùng kí tự a, b, c, d thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%; các cột có cùng kí tự x, y, z thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê 5%.

Nồng độ tổng photpho trong vụ nuôi chỉ riêng ở tháng thứ nhất ở ao nuôi có mật độ 60 con/m² và 100 con/m² là khác biệt không có ý nghĩa ($P > 0,05$) (Bảng 9). Ở các tháng còn lại, nồng độ tổng photpho đều khác biệt có ý nghĩa ở các mật độ nuôi, nồng độ tổng photpho tăng dần theo mật độ nuôi và cao nhất ở mật độ

100 con/m². Từ kết quả nghiên cứu về nồng độ tổng photpho trong một vụ nuôi cá lóc thâm canh ở nghiên cứu này, so sánh với ao nuôi cá trê vàng thâm canh (Bùi Thị Nga & Đoàn Bá Nghiệp, 2009) có thể thấy ở hai mô hình này nồng độ tổng photpho đều tăng theo thời gian nuôi và mật độ nuôi. Ngoài ra, theo nghiên cứu của Nguyễn

Phan Nhân (2011) đối với ao nuôi cá tra thâm canh thì nồng độ tổng photpho dao động từ 0,19-6,03 mg/l, nồng độ tổng photpho ở ao nuôi cá tra thâm canh ở thời gian cuối vụ nuôi cao hơn ở ao nuôi cá trê vàng thâm canh và cá lóc thâm canh. Nguyên nhân là do thời gian nuôi của cá tra là 6 tháng trong khi đó ở ao nuôi cá trê vàng là 4 tháng và ao nuôi cá lóc là 4,5 tháng.

3.2. Tải lượng chất ô nhiễm từ ao nuôi cá lóc

3.2.1. Tải lượng BOD và COD

Nước sau khi nuôi được thải ra trên cùng một kênh rạch, do đó nghiên cứu đã tính tổng tải lượng ở cả 3 ao nuôi tại từng tháng khảo sát. Bên cạnh đó, để có thể phản ánh được tổng lượng chất ô nhiễm thải ra trên một vụ nuôi, việc tính toán tổng lượng chất thải tại từng mật độ nuôi cũng đã được thực hiện. Kết quả tính toán cho thấy tải lượng BOD từ các ao nuôi thải ra kênh, rạch dao động từ 2,16-3,86 kg/m²/vụ (Bảng 10). Đánh giá lượng BOD tạo ra trong suốt thời gian một vụ nuôi có thể thấy lượng BOD tăng từ tháng thứ nhất đến khi thu hoạch, tỷ lệ tăng lượng BOD là 9,19 lần khi so sánh tháng nuôi thứ nhất đến tháng nuôi thứ tư. Khi xét về sự thay đổi của lượng BOD theo mật độ thấy được rằng lượng BOD thải ra môi trường cao nhất là 3,86 kg/m² ở mật độ nuôi 100 con/m², thấp nhất là 2,16 kg/m² ở mật độ nuôi là 60 con/m². Từ đó cho thấy cũng như các thông số thể hiện chất hữu cơ và dinh dưỡng khác, lượng BOD thải ra kênh, rạch phụ thuộc rất lớn vào thời gian nuôi và mật độ nuôi. Trong quản lý chất lượng nước, BOD được sử dụng để đánh giá khả năng tự làm sạch của nước, một môi trường có BOD quá thấp sẽ là môi trường nghèo dinh dưỡng, tuy nhiên khi BOD quá cao sẽ dẫn đến việc vượt quá khả năng tự làm sạch của nước, làm cho môi trường nước bị ô nhiễm hữu cơ, ảnh hưởng đến môi trường nước và đời sống của các sinh vật trong kênh, rạch. Vì vậy, khi xả thải nước thải ao nuôi ra kênh rạch cần chú ý xử lý để lượng BOD khi thải ra môi trường kênh, rạch không vượt quá khả năng tự làm sạch.

Tải lượng COD ở cả 3 ao nuôi tại từng tháng, dao động từ 154,59-1420 kg/vụ, trung bình mỗi mét vuông ao nuôi ở đây thải ra môi trường từ 5,13-6,93 kg (Bảng 11). Xét về mật độ thả cá ở các ao nuôi thấy được rằng mật độ cá 100 con/m² có có lượng thải hữu cơ lớn hơn so với ao có mật độ 60 con/m² và 80 con/m² lần lượt là: 1,8 kg/m² và 0,66 kg/m². Qua đây có thể cho thấy rằng nuôi cá mật độ càng cao thì lượng COD thải ra môi trường càng lớn. Lượng COD thải ra kênh, rạch từ các ao nuôi cá lóc thâm canh phụ thuộc vào thời gian nuôi và mật độ nuôi, thời gian nuôi càng lớn và mật độ nuôi càng cao thì lượng COD thải ra sông, rạch. Cần lựa chọn phương pháp nuôi cân đối giữa mật độ và thời gian nuôi để giảm tối đa lượng COD thải ra kênh, rạch.

3.2.2. Tải lượng TN và TP

Kết quả nghiên cứu chỉ ra trong 1 chu kỳ nuôi cá lóc thâm canh với diện tích nghiên cứu là 997m², lượng nitơ thải ra môi trường sông, rạch từ trong 1 chu kỳ nuôi từ diện tích trên là 1354,06kg và mỗi mét vuông của ao nuôi sẽ thải ra môi trường từ 1,205-1,659kg. Chi tiết về lượng nitơ trong 1 chu kỳ nuôi ở các ao nuôi được thể hiện qua bảng 12. Trong 1 vụ nuôi lượng nitơ thải ra môi trường kênh rạch được xác định cao nhất ở mật độ nuôi số 3 (100 con/m²) với giá trị là 1,659 kg/m²/vụ cao hơn mật độ 1 (60 con/m²) và mật độ 3 (80 con/m²) lần lượt là 0,454 và 0,376 kg/m²/vụ. Qua đó cho thấy lượng nitơ thải ra các kênh, rạch từ các ao nuôi cá lóc thâm canh phụ thuộc vào thời gian nuôi và mật độ nuôi. Với một diện tích không nhiều (997m²) sau một vụ nuôi tạo ra một lượng lớn nitơ là 1345,06kg, lượng nitơ này khi ra môi trường sẽ làm ô nhiễm hữu cơ và hiện tượng phú dưỡng hóa cho sông, rạch. Tuy nhiên, nếu có cách thu và tận dụng hợp lý lượng nitơ trên thì sẽ giảm được việc gây ô nhiễm kênh rạch và có thể tận dụng nitơ cho sản xuất nông nghiệp.

Tổng photpho thải ra các kênh rạch sau bốn tháng nuôi ở các ao với mật độ 60 con/m², 80 con/m², 100 con/m² lần lượt là 0,2128, 0,2148 và 0,2963 kg/m². Lượng photpho thải ra kênh rạch

trên một mét vuông là cao nhất ở mật độ 100 con/m² và thấp nhất ở mật độ 60 con/m². Xét về quá trình nuôi của các ao nuôi cá lóc, lượng photpho tăng từ đầu vụ cho đến khi thu hoạch. Ở tháng thứ nhất tổng lượng photpho ở các ao chỉ là 6,56 kg thì ở tháng thứ tư đã tăng lên 123,01kg, tăng 18,75 lần. Kết quả khảo sát các ao nuôi cá lóc thâm canh trong một vụ nuôi

có lượng photpho từ ao thải trực tiếp ra sông rạch dao động từ 0,213-0,296 kg/m². Với diện tích khảo sát là 997m² mỗi một vụ nuôi thải ra môi trường kênh, rạch là 233,97kg (Bảng 13). Vì vậy, cần có những nghiên cứu, biện pháp sử dụng photpho trong nước thải ao nuôi để hạn chế ô nhiễm kênh rạch và tận dụng được nguồn dinh dưỡng cho sản xuất.

Bảng 10. Tải lượng BOD thải ra kênh, rạch trong vụ nuôi

Mật độ	Tổng khối lượng thải theo thời gian nuôi (kg)					Tổng diện tích nuôi (m ²)	Lượng thải (kg/m ² /vụ)
	1	2	3	4	Tổng		
60 con/m ²	27,62	83	157,77	264,1	532,49	247	2,16
80 con/m ²	86,13	238	359,78	680	1363,91	500	2,73
100 con/m ²	40,84	196,6	252,1	475,9	965,44	250	3,86
Tổng	154,59	517,6	769,65	1420	2861,84	997	

Bảng 11. Tải lượng COD thải ra kênh, rạch trong vụ nuôi

Mật độ	Tổng khối lượng thải theo thời gian nuôi (kg)					Tổng diện tích nuôi (m ²)	Lượng thải (kg/m ²)
	1	2	3	4	Tổng		
60 con/m ²	105,85	192,77	312,61	655,88	1267,11	247	5,13
80 con/m ²	237,3	554,98	832,46	1512,14	3136,88	500	6,27
100 con/m ²	103,11	269,99	499,77	859,75	1732,62	250	6,93
Tổng	446,26	1017,74	1644,84	3027,77	6163,61	997	

Bảng 12. Tải lượng tổng nitơ thải ra kênh, rạch trong vụ nuôi

Mật độ	Tổng khối lượng thải theo thời gian nuôi (kg)					Tổng diện tích nuôi (m ²)	Lượng thải (kg/m ² /vụ)
	1	2	3	4	Tổng		
60 con/m ²	24,12	71,02	75,75	126,79	297,68	247	1,205
80 con/m ²	44,55	136,53	148,52	312,05	641,65	500	1,283
100 con/m ²	20,25	73,71	116,94	203,83	414,73	250	1,659
Tổng	88,92	281,26	341,21	642,67	1354,06	997	

Bảng 13. Tổng lượng photpho (TP) thải ra kênh, rạch trong vụ nuôi

Mật độ	Tổng khối lượng thải theo thời gian nuôi (kg)					Tổng diện tích nuôi (m ²)	Lượng thải (kg/m ²)
	1	2	3	4	Tổng		
60 con/m ²	1,62	9,28	16,18	25,46	52,54	247	0,2128
80 con/m ²	3,24	19,46	24,24	60,42	107,36	500	0,2148
100 con/m ²	1,7	12,36	22,88	37,13	74,07	250	0,2963
Tổng	6,56	41,1	63,3	123,01	233,97	997	

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chất lượng nước ao nuôi cá lóc cho thấy nhiệt độ ổn định, pH trong nước ao nuôi có tính axit nhẹ. Hàm lượng oxy hòa tan rất thấp. Trung bình giá trị nồng độ BOD (12,9-32,7 mg/l), COD (35,9-70,34 mg/l), tổng nitơ (7-15,05 mg/l), tổng photpho (0,597-2,458 mg/l) tăng trong suốt thời gian nuôi và ở cao hơn ở mật độ nuôi càng cao. Ở ao nuôi có mật độ 100 con/m² giá trị nồng độ BOD (32,7 mg/l) và COD (70,3) ở tháng thứ tư đều không đạt tiêu chuẩn xả thải vào kênh, rạch nhằm mục đích bảo vệ đời sống thủy sinh theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Tải lượng COD, BOD, tổng nitơ và tổng photpho thải ra kênh, rạch lần lượt là 5,13; 2,16; 1,205; 0,2128 kg/m²/vụ (mật độ nuôi 60 con/m²); 6,27; 2,73; 1,283; 0,21475 kg/m²/vụ (ở mật độ nuôi 80 con/m²) và 6,93; 3,86; 1,659; 0,29631 kg/m²/vụ (ở mật độ nuôi 100 con/m²). Từ kết quả tính toán này, nghiên cứu có thể khuyến cáo nuôi cá lóc ở mật độ 60 con/m² và cần phải xử lý nước thải đạt yêu cầu trước khi thải ra môi trường. Nếu nuôi ở mật độ quá cao có thể dẫn đến năng suất và chất lượng thấp, chất lượng môi trường nước không đáp ứng đủ điều kiện cho cá phát triển. Nghiên cứu cách tận dụng lượng Ni tơ, photpho có trong nước thải và đánh giá chất lượng bùn thải ao nuôi để phục vụ cây trồng đồng thời hạn chế ô nhiễm môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

APHA (1998). American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th edition, Washington DC, USA.

Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011). Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh (QCVN 38:2011/BTNMT).

Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt (QCVN 08-MT:2015/BTNMT).

Bùi Thị Nga & Đoàn Bá Nghiệp (2009). Đánh giá mức độ ô nhiễm của mô hình nuôi thâm canh cá trê vàng lai tại xã giai xuân, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ. 12: 42-50.

Dương Nhựt Long, Nguyễn Anh Tuấn và Lam Mỹ Lan, 2014. Giáo trình Kỹ thuật nuôi nước ngọt. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ, thành phố Cần Thơ. 211tr.

Đỗ Thị Thanh Hương & Bayley M. (2013). Tăng cường oxy cho ao nuôi có mang lại lợi ích cho các loài cá hô hấp khí trời. Vietfish. 165.

Lefevre S., Huong D.T.T., Wang T., Phuong N.T. & Bayley M. (2011). Hypoxia tolerance and partitioning of bimodal respiration in the striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). Comp Biochem Phys A. 158:207-214.

Lê Như Xuân & Phạm Minh Thành (1994). Giáo trình Kỹ thuật nuôi cá nước ngọt. Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường An Giang.

Nguyễn Phan Nhân (2011). Đánh giá tải lượng ô nhiễm COD, tổng đạm, tổng lân của ao nuôi thâm canh cá tra tại phường Thới An, quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc sĩ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên. Trường Đại học Cần Thơ.

Nguyễn Văn Bé (1995). Giáo trình thủy hóa. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ, thành phố Cần Thơ.

Nguyễn Văn Triều, Lê Sơn Trang, Dương Nhựt Long (1999). Kỹ thuật sinh sản cá lóc đen. Tuyển tập công trình nghiên cứu khoa học. Bộ Giáo dục và Đào tạo.

Trịnh Ngọc Tuấn (2005). Nghiên cứu hiện trạng khai thác, NTTS ở Việt Nam và đề xuất phương pháp xử lý nước thải. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1.

Trương Quốc Phú (2005). Quản lý chất lượng nước nuôi trồng thủy sản. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. tr. 26, 28, 37, 47, 58, 97.