



CÂN BẰNG VẬT CHẤT DINH DƯỠNG TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN NUÔI CÁ TRÊ VÀNG (*Clarias macrocephalus*)

Nguyễn Thị Hồng Nho^{1*}, Trương Quốc Phú² và Phạm Thanh Liêm²

¹Khoa Kỹ thuật - Công nghệ, Trường Đại học Đồng Tháp

²Khoa Thủy Sản, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Hồng Nho (email: nguyenthihongnho1985@gmail.com)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 18/02/2020

Ngày duyệt đăng: 23/04/2020

Title:

Nutrients mass balance in recirculating aquaculture system for grow-out bighead catfish (*Clarias macrocephalus*)

Từ khóa:

Cân bằng dinh dưỡng, chất thải, *Clarias macrocephalus*, hệ thống nuôi tuần hoàn nước, tích lũy

Keywords:

Nutrient balance, waste production, *Clarias macrocephalus*, recirculating aquaculture system, accumulation

ABSTRACT

The study was carried out with bighead catfish (*Clarias macrocephalus*) reared in a recirculating aquaculture system (RAS) that consisting of 100-L culture tank, 30-L swirl separator, 60-L sump tank and 70-L moving bed biofilm reactor. Four different sizes (10 g, 30 g, 70 g and 100 g) of fish was stocked at density of 100 fish/tank then fed to ad libitum rate by floating pellets (41% crude protein) for 15 days. In the total of feed supply, retention in fish accounted by 25.4-32.7% in dry matter (DM) and 28.6-42.7% in nitrogen (N); waste production by fecal loss made up 8.8-23.1% of DM and 14.7-40.0% of N; and non-fecal loss accounting for 12.8-15.3% of DM and 36.7-38.4% of N. The remaining was consumed by bacteria and lost by evaporation and seepage. Results also revealed that to produce 1 kg of fish, it was necessary to provide 780.6-1,033.7 g DM containing of 48.5-64.3 g N. Of which, nutrient accumulation in fish was 255.2-262.3 g DM and 20.0-21.1 g N; released in waste production of 525.4-771.5 g DM and 27.5-44.3 g N.

TÓM TẮT

Nghiên cứu nuôi cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) được thực hiện trong hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn (RAS) gồm bể nuôi 100 L, bể lắng 30 L, bể chứa nước 60 L và bể lọc sinh học 70 L. Cá có bốn kích cỡ khác nhau (10 g, 30 g, 70 g và 100 g) được nuôi với mật độ 100 con/bể và cho ăn thức ăn viên nổi (41% protein) trong 15 ngày. Trong tổng lượng thức ăn cung cấp, cá tích lũy 25,4-32,7% vật chất khô (DM) và 28,6-42,7% nitơ (N); chất thải dạng phân là 8,8-23,1% DM và 14,7-40,0% N; 12,8-15,3% DM và 36,7-38,4% N được thải ở dạng hòa tan. Phần còn lại được tích lũy trong sinh khối vi khuẩn và thất thoát do rò rỉ, bay hơi. Kết quả cho thấy để sản xuất 1 kg cá, cần cung cấp 780,6-1.033,7 g DM (chứa 48,5-64,3 g N). Trong đó, cá tích lũy 255,2-262,3 g DM (chứa 20,0-21,1 g N); lượng chất thải là 525,4-771,5 g DM (chứa 27,5-44,3 g N).

Trích dẫn: Nguyễn Thị Hồng Nho, Trương Quốc Phú và Phạm Thanh Liêm, 2020. Cân bằng vật chất dinh dưỡng trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Thủy sản)(2): 21-28.

1 GIỚI THIỆU

Cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) là loài đặc trưng cho khu hệ cá hạ lưu sông Mê-Kông và khu vực Đông Nam Á. Các loài cá trê nói chung đều có tính chịu đựng cao với môi trường khắc nghiệt, nơi có hàm lượng oxy thấp, chỉ cần da có độ ẩm nhất định cá có thể sống trên cạn được vài ngày nhờ có cơ quan hô hấp khí trời gọi là “hoa khê” (Ngô Trọng Lư, 2007). Trong những năm gần đây, mô hình nuôi thâm canh cá trê vàng đã và đang được phát triển rộng rãi. Tuy nhiên, hiện trạng ô nhiễm môi trường từ quá trình nuôi và tính bền vững của mô hình nuôi thâm canh là vấn đề cần xem xét.

Hiện nay, các nước phát triển đã ứng dụng rất thành công hệ thống tuần hoàn trong sản xuất thâm canh các đối tượng cá nước ngọt và cá biển (Roque d’orbcastel *et al.*, 2009, Martins *et al.*, 2010). Ở Việt Nam, RAS được áp dụng phổ biến trong các trại sản xuất giống tôm càng xanh (Nguyễn Thanh Phương và *ctv.*, 2003) và đang được phát triển cho các mô hình ương nuôi cá tra, cá lóc, cá trê vàng (Nho *et al.*, 2012; Cao Văn Thích và *ctv.*, 2014; Nguyễn Thị Hồng Nho và *ctv.*, 2018). Những lợi ích của RAS gồm: giảm lượng nước tiêu thụ, cho phép nuôi cá quy mô lớn với một lượng nước nhỏ và chất thải ít hoặc không gây ô nhiễm, giúp cho việc quản lý chất thải và tái sử dụng chất dinh dưỡng, quản lý dịch bệnh tốt hơn (Tal *et al.*, 2009) và kiểm soát ô nhiễm sinh học (không có sự thất thoát cá nuôi ra ngoài tự nhiên) (Zohar *et al.*, 2005). Hoạt động của RAS trong điều kiện nuôi được kiểm soát tốt góp phần đáng kể vào hiệu quả sử dụng thức ăn, do đó làm giảm lượng thức ăn tồn dư trong môi trường nuôi thủy sản. Với những tiến bộ và lợi ích mang lại, mô hình nuôi cá trê vàng sử dụng thức ăn công

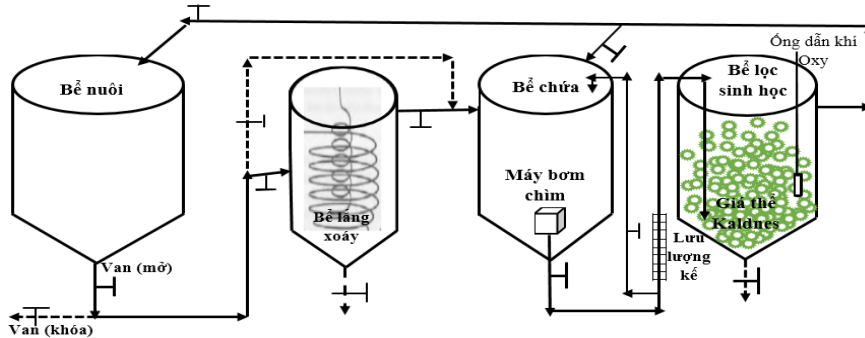
nghiệp trong RAS là một giải pháp mới nâng cao tỷ lệ sống, năng suất và hiệu quả kinh tế; góp phần giải quyết các vấn đề về môi trường và vệ sinh an toàn thực phẩm. Để mô hình mới này được áp dụng rộng rãi và mang tính thực tiễn cao, các yếu tố đầu vào và đầu ra của RAS cần được nghiên cứu xác định để tính toán sự phân bố của các vật chất dinh dưỡng trong RAS, từ đó làm cơ sở cho việc thiết kế và vận hành RAS nuôi cá trê vàng. Vì vậy, nghiên cứu cân bằng vật chất dinh dưỡng trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng (*C. macrocephalus*) được thực hiện.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Bố trí thí nghiệm

2.1.1 Hệ thống thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong hệ thống nuôi tuần hoàn nước với mật độ nuôi 100 con/100 L, 4 nghiệm thức (NT) cá có trọng lượng khác nhau gồm NT1: cá có trọng lượng trung bình 10 g/con, NT2: cá có trọng lượng trung bình 30 g/con, NT3: cá có trọng lượng trung bình 70 g/con và NT4: cá có trọng lượng trung bình 100 g/con, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, và thời gian thí nghiệm là 15 ngày. Cấu phần của hệ thống tuần hoàn nuôi bao gồm: bể nuôi có thể tích 100 L, bể lắng 30 L, bể chứa 70 L và bể lọc sinh học giá thể chuyên động 70 L. Bể lọc sinh học sử dụng giá thể nhựa RK-Plast (có diện tích riêng bề mặt 750 m²/m³) với tổng diện tích bề mặt giá thể là 30 m² (40 L giá thể). Hệ thống tuần hoàn được vận hành trước khi bố trí thí nghiệm 15 ngày để tạo dòng vi khuẩn nitrate hóa trong hệ thống lọc sinh học. Cá được cho ăn 2 lần/ngày bằng thức ăn công nghiệp có 41% protein. NaHCO₃ được bổ sung khi pH giảm để duy trì pH trong khoảng 7,5–8,5.



Hình 1: Hệ thống tuần hoàn thí nghiệm

2.1.2 Thu mẫu

Các yếu tố đầu vào: nước cấp, cá giống, thức ăn, mẫu nước đầu vào được thu trước lúc bố trí thí nghiệm, thu ngẫu nhiên 30 con/bể để cân khối lượng

và đo chiều dài từng con. Lượng thức ăn cho ăn được ghi nhận hằng ngày. Các yếu tố đầu ra: phân cá, cá thu hoạch, vật chất lơ lửng, nước, vi sinh vật, thất thoát. Sau 15 ngày cá thu hoạch, phân được thu

phân tích và tổng mẫu nước được thu hoạch tại bể nuôi, bể lắng, bể chứa và bể lọc, riêng mẫu phân được thu liên tục mỗi ngày và trữ lạnh để phân tích. Phân cá được thu bằng phương pháp lắng tại bể lắng. Cá chết của các nghiệm thức được cân khối lượng và cộng vào khối lượng tổng của cá thu hoạch.

Trong thời gian thí nghiệm, các chỉ tiêu môi trường như: nhiệt độ, pH, oxy hòa tan (DO), CO₂, độ kiềm, tổng đạm a-môn (TAN), N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, tổng vật chất lơ lửng (TSS) được phân tích.

2.2 Các chỉ tiêu theo dõi trong quá trình nuôi

Các yếu tố nhiệt độ, DO, CO₂, TAN, độ kiềm, TSS, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻ và TN được đo ở bể nuôi vào

đầu và cuối thí nghiệm. pH được đo 1 tuần/lần. Nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế thủy ngân. pH đo bằng thiết bị đo pH cầm tay hiệu HANA. Các chỉ tiêu môi trường nước còn lại được thu và phân tích theo APHA et al. (1995).

Các chỉ tiêu phân tích mẫu cá, mẫu phân, mẫu thức ăn gồm: nitơ (N) và vật chất khô (DM). Tổng vật chất dinh dưỡng trong thức ăn cho cá ăn được chuyển hóa ở các dạng: tích lũy trong cơ thể cá giúp cá sinh trưởng và phát triển, một phần được thải ra ngoài qua phân và nước tiểu, một phần được vi khuẩn sử dụng và bay hơi. Các chỉ tiêu N và DM được phân tích theo APHA et al. (1995).

Bảng 1: Các yếu tố đầu vào, đầu ra và công thức tính

Chỉ tiêu	Công thức tính	
	N	DM
Đầu vào		
Nước cấp	$N_1 = TN \times V$	TS
Cá giống	$N_2 = TN \times W$	$DM_C = W - M$
Thức ăn	$N_3 = TN \times W$	$DM_{TA} = W - M$
Tổng đầu vào	$\Sigma N_v = N_1 + N_2 + N_3$	$\Sigma DM = TS + DM_C + DM_{TA}$
Đầu ra		
Phân cá	$N_4 = TN \times W$	$DM_P = W - M$
Cá thu hoạch	$N_5 = TN \times W$	$DM_{CTH} = W - M$
Vật chất lơ lửng	$N_6 = TN \times TSS$	TSS
Nước	$N_7 = TN \times V$	TDS
Vi sinh vật	$N_8 = TAN_{\text{chuyển hóa}} \times 0.02$	$DM_{vsv} = N_8 \times m_{vsv} / m_N$
Thất thoát	$N_9 = \Sigma N_v (N_4 + N_5 + N_6 + N_7 + N_8)$	$DM_{TT} = \Sigma DM - (DM_P + DM_{CTH} + TSS + TDS + DM_{vsv})$
Tổng đầu ra	$\Sigma N_r = N_4 + N_5 + N_6 + N_7 + N_8 + N_9$	$\Sigma DM_r = DM_P + DM_{CTH} + TSS + TDS + DM_{vsv} + DM_{TT}$

Trong đó: M: ẩm độ; TS: Tổng chất rắn; TSS: tổng chất rắn lơ lửng; TDS: Tổng chất rắn hòa tan; W: khối lượng; V: thể tích; m: khối lượng phân tử. TN là tổng đạm; DM_C: vật chất khô của cá giống; DM_{TA}: vật chất khô của thức ăn; DM_P: vật chất khô của phân cá; DM_{CTH}: vật chất khô của cá thu hoạch; DM_{vsv}: vật chất khô của vi khuẩn nitrate hóa; DM_{TT}: vật chất khô thất thoát.

2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tính trung bình ± độ lệch chuẩn. Sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức được phân tích bằng ANOVA một nhân tố, với phép kiểm định Duncan sử dụng phần mềm SPSS 20.0 khi p < 0,05.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Chất lượng nước trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng

Trong quá trình thí nghiệm, hệ thống nuôi được

sục khí liên tục nên hàm lượng oxy hòa tan luôn được duy trì > 3 mg/L; hàm lượng oxy này sẽ giúp hoạt động của vi khuẩn phát triển bình thường. Bên cạnh đó, hàm lượng CO₂ cũng giảm bớt một phần nhờ quá trình sục khí. Độ pH và độ kiềm có xu hướng giảm. Hàm lượng TAN, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻ tăng dần về cuối vụ nuôi. Tuy nhiên các chỉ tiêu chất lượng nước vẫn còn nằm trong khoảng thích hợp cho cá sinh trưởng và phát triển (Bảng 2).

Bảng 2: Chất lượng nước đầu vào và đầu ra của hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng

Chỉ tiêu	pH	DO (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	Độ kiềm (mg/L)	TAN (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
Nước đầu vào							
NT1	8,23	6,80	2,05	127,67	0,03	0,06	0,27
NT2	8,23	6,83	1,76	131,17	0,02	0,11	0,29
NT3	8,20	6,83	1,76	125,00	0,04	0,14	0,33
NT4	8,27	6,75	1,76	131,67	0,05	0,18	0,33
Nước đầu ra							
NT1	7,27	5,12	9,24	92,17	0,26	0,10	6,21
NT2	7,10	4,29	8,51	84,17	0,45	0,16	7,55
NT3	7,03	3,71	8,21	78,67	0,73	0,25	8,20
NT4	7,00	3,63	8,80	70,17	0,92	0,21	8,53

3.2 Đạm (N) và vật chất khô (DM) đầu vào và đầu ra trong hệ thống tuần hoàn

Lượng đạm và vật chất khô đầu vào của các nghiệm thức được cung cấp chủ yếu từ nguồn thức ăn và cá giống, lượng đạm và vật chất khô trong nước cấp đầu vào là thấp nhất (Bảng 3). Lượng đạm và vật chất khô đầu vào được cung cấp từ thức ăn cho hệ thống thí nghiệm tăng dần theo kích cỡ cá thí nghiệm, tuy nhiên về tỷ lệ phần trăm của đạm cung cấp từ thức ăn so với tổng lượng đạm cung cấp đầu vào của hệ thống lại giảm. Nguyên nhân là do ở các giai đoạn khác nhau, nhu cầu lượng thức ăn cũng khác nhau, cá càng lớn lượng thức ăn cung cấp theo

trọng lượng thân càng giảm, điều này giải thích tại sao tỷ lệ phần trăm đạm cung cấp từ thức ăn lại giảm dần theo thứ tự từ NT1, NT2, NT 3 và NT4. Điều này cũng phù hợp với báo cáo của Nguyễn Thanh Phương và *ctv.* (2009) và Dương Nhật Long và *ctv.* (2004), khẩu phần ăn của cá tra thay đổi theo kích cỡ cá, cá càng nhỏ, khẩu phần ăn cao hơn khi cá lớn. Cá dưới 200g/con thì cho ăn từ 8-10% và giảm dần khẩu phần ăn theo sự gia tăng kích thước, còn khoảng 1,5-3% khi cá đạt kích cỡ 0,7-1,2kg/con. Theo Pillay and Kutty (2005), khẩu phần ăn của cá chép Mỹ cũng giảm theo khối lượng cơ thể, từ 4-5% trọng lượng/ngày ở cá giai đoạn nhỏ trong hai tháng đầu, sau đó giảm còn 3%.

Bảng 3: Đạm (N) và vật chất khô (DM) đầu vào của thí nghiệm

Chỉ tiêu	Nghiệm thức				
	NT1	NT2	NT3	NT4	
Nước cấp	N (g)	6,52±0,11 ^a	6,69±0,07 ^a	7,48±0,08 ^b	8,41±0,11 ^c
	%	6,73±0,12	4,38±0,11	3,07±0,06	2,76±0,06
	DM (g)	34,55±0,73 ^a	36,04±0,46 ^a	38,82±0,58 ^b	41,89±0,82 ^c
	%	2,47±0,08	1,68±0,03	1,16±0,03	1,00±0,03
Cá giống	N (g)	20,27±0,29 ^a	62,80±0,79 ^b	143,51±0,39 ^c	200,97±0,38 ^d
	%	20,90±0,65	41,12±0,55	58,96±0,22	65,89±0,14
	DM (g)	238,38±2,95 ^a	767,81±12,01 ^b	1814,00±4,05 ^c	2604,13±8,00 ^d
	%	17,10±0,51	35,84±0,63	54,34±0,22	62,25±0,18
Thức ăn	N (g)	70,17±0,65 ^a	83,25±0,13 ^b	92,43±0,34 ^c	95,62±0,20 ^d
	%	72,37±0,66	54,50±0,44	37,97±0,24	31,35±0,15
	DM (g)	1128,07±10,47 ^a	1338,30±2,05 ^b	1485,93±5,40 ^c	1537,23±3,22 ^d
	%	80,52±0,47	62,47±0,62	44,50±0,25	36,75±0,21
Tổng đầu vào	N (g)	96,96±0,39 ^a	152,73±0,74 ^b	243,42±0,11 ^c	305,00±0,24 ^d
	%	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
	DM (g)	1400,99±8,42 ^a	2142,15±12,32 ^b	3339,01±3,61 ^c	4183,26±5,97 ^d
	%	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00

(Các giá trị trong cùng một hàng có cùng chỉ tiêu (N hoặc DM) có các ký tự giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$))

Ở đầu ra, lượng đạm trong cá thu hoạch ở các NT1, NT2, NT3 và NT4 lần lượt là 51,78±1,08%, 60,53±0,53%, 71,50±0,54% và 74,86±0,19% (Bảng

4). Lượng đạm đầu ra của hệ thống (khi thu hoạch) thu được chủ yếu từ nguồn cá thu hoạch và nước đầu ra (14,79-33,65%). Lượng đạm trong phân cá chiếm

lượng khá cao (9,07-12,40%), lượng đạm chứa trong vật chất lơ lửng và sinh khối vi khuẩn là rất thấp, chiếm một lượng không đáng kể ($\leq 1\%$). Lượng đạm

thất thoát trong cả 4 nghiệm thức chiếm 0,99-3,61% tổng đạm của hệ thống khi thu hoạch (Bảng 4).

Bảng 4: Đạm (N) và vật chất khô (DM) đầu ra của thí nghiệm

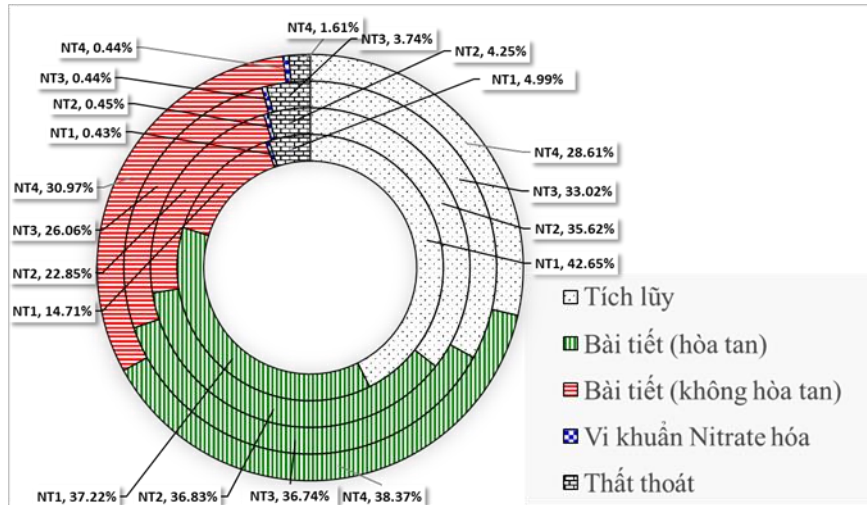
Chỉ tiêu	Nghiệm thức				
		NT1	NT2	NT3	NT4
Phân cá	N (g)	10,27±0,14 ^a	18,98±0,28 ^b	23,95±0,58 ^c	27,67±0,33 ^d
	%	10,59±0,31	12,40±0,43	9,84±0,42	9,07±0,18
	DM (g)	95,25±0,94 ^a	181,01±1,90 ^b	238,29±4,30 ^c	280,96±2,41 ^d
	%	6,80±0,15	8,45±0,24	7,14±0,23	6,72±0,08
Cá thu hoạch	N (g)	50,21±0,81 ^a	92,545±0,88 ^b	174,04±0,73 ^c	228,32±0,30 ^d
	%	51,78±1,08	60,53±0,53	71,50±0,54	74,86±0,19
	DM (g)	607,65±10,24 ^a	1153,03±8,65 ^b	2213,04±5,73 ^c	2994,32±3,55 ^d
	%	43,37±0,83	53,83±0,24	66,28±0,30	71,58±0,16
Vật chất lơ lửng	N (g)	0,046±0,001 ^a	0,078±0,001 ^b	0,127±0,002 ^c	0,458±0,002 ^d
	%	0,047±0,002	0,051±0,001	0,052±0,001	0,150±0,001
	DM (g)	3,883±0,101 ^a	5,533±0,142 ^a	7,550±0,087 ^b	24,600±1,085 ^c
	%	0,277±0,010	0,258±0,009	0,226±0,005	0,558±0,046
Nước thu hoạch	N (g)	32,63±0,17 ^a	37,35±0,37 ^b	41,44±0,50 ^c	45,10±0,16 ^d
	%	33,65±0,52	24,46±0,25	17,02±0,34	14,79±0,11
	DM (g)	197,55±3,49 ^a	209,28±3,19 ^a	228,47±7,27 ^b	277,27±6,19 ^c
	%	14,10±0,54	9,77±0,21	6,84±0,38	6,63±0,24
Vi khuẩn Nitrate hóa	N (g)	0,305±0,000 ^a	0,373±0,004 ^b	0,407±0,005 ^c	0,419±0,003 ^d
	%	0,314±0,002	0,244±0,003	0,167±0,003	0,138±0,002
	DM (g)	2,458±0,000 ^a	3,013±0,036 ^b	3,286±0,039 ^c	3,386±0,022 ^d
	%	0,175±0,002	0,141±0,002	0,098±0,002	0,081±0,001
Thất thoát	N (g)	3,50±0,19 ^a	3,53±0,18 ^a	3,46±0,20 ^a	3,02±0,06 ^a
	%	3,61±0,36	2,31±0,22	1,42±0,14	0,99±0,03
	DM (g)	494,20±3,94 ^a	590,28±6,22 ^b	648,37±11,04 ^c	634,39±3,35 ^c
	%	35,28±0,54	27,56±0,39	19,42±0,55	15,16±0,18
Tổng đầu ra	N (g)	96,96±0,39 ^a	152,73±0,74 ^b	243,42±0,11 ^c	305,00±0,24 ^d
	%	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
	DM (g)	1400,99±8,42 ^a	2142,15±12,32 ^b	3339,01±3,61 ^c	4183,26±5,97 ^d
	%	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00

(Các giá trị trong cùng một hàng có các ký tự giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$))

3.3 Tích lũy đạm (N) và vật chất khô (DM) trong hệ thống tuần hoàn khi thu hoạch

Từ lượng đạm và vật chất khô cung cấp cho hệ thống nuôi, tính được lượng đạm và vật chất khô tích

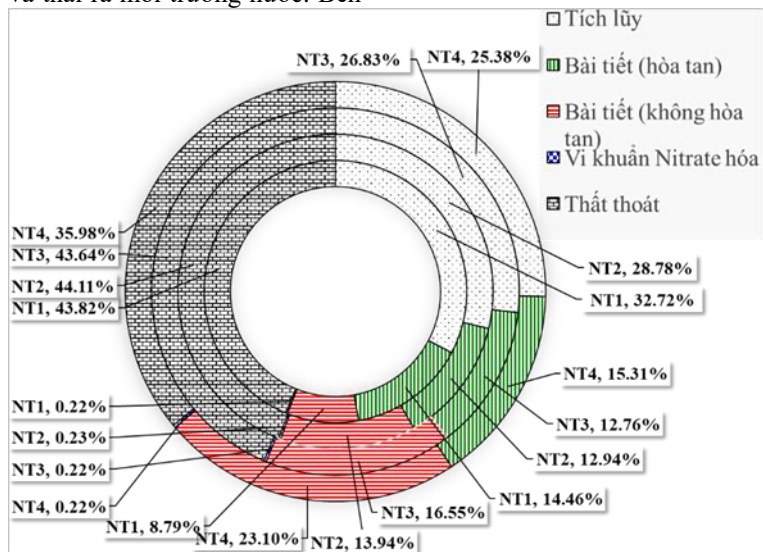
lũy trong cá, lượng đạm và vật chất khô tích lũy trong nước, tích lũy trong phân và lượng thất thoát (Hình 2 và Hình 3).



Hình 2: Lượng đạm (N) tích lũy trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng

Lượng đạm cung cấp từ thức ăn được cá tích lũy 28,61-42,65% và bài tiết dạng hòa tan là 36,74-38,37%, bài tiết dạng không hòa tan là 14,71-30,97% và thất thoát (rò rỉ, bay hơi) 1,61-4,99%. Theo Phu and Thich (2008), trong lượng thức ăn cho cá tra chỉ có 32,6% vật chất khô, 42,7% nitrogen được chuyển hóa thành sản phẩm, phần còn lại được thải loại dưới dạng thức ăn dư thừa thối rữa lắng đọng dưới đáy ao và thải ra môi trường nước. Bên

cạnh đó, Gross *et al.* (2000) cho rằng lượng nitơ của thức ăn (28% đạm) cho cá nheo (*Ictalurus punctatus*) trong mô hình nuôi ao cá tích lũy là 31,5%. Cá trê vàng trong thí nghiệm cân bằng này có sự tích lũy nitơ cao hơn so với mức trung bình. Do cá nuôi trong hệ thống có kích cỡ nhỏ và lượng thức ăn có hàm lượng đạm cao nên nitơ được tích lũy nhiều.



Hình 3: Lượng vật chất khô (DM) tích lũy trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng

Lượng vật chất khô cung cấp từ thức ăn được cá tích lũy khoảng 25,38-32,72%. Lượng vật chất khô thải dạng hòa tan là 12,76-15,31% và DM thải dạng rắn khoảng 8,79-23,10%. Lượng DM thất thoát (rò rỉ, bay hơi, các nhóm vi khuẩn trong hệ thống nuôi sử dụng để phát triển sinh khối) là 35,98-44,11%.

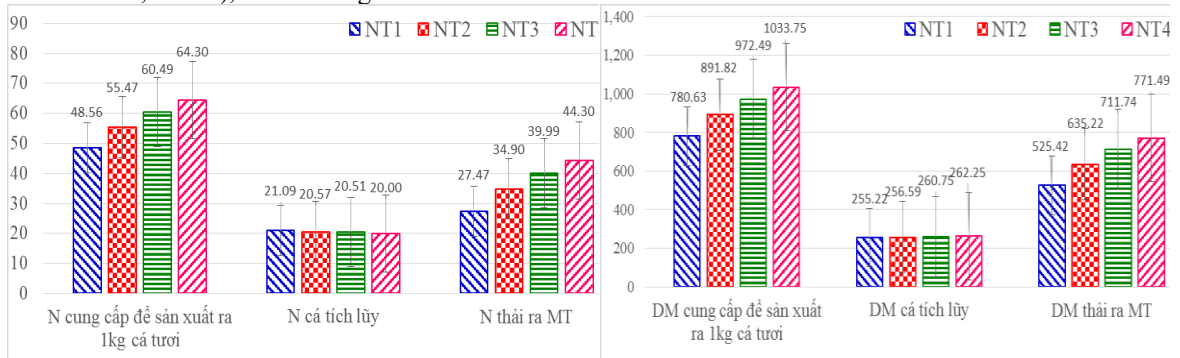
Như đã trình bày phần các yếu tố đầu vào và đầu ra trong hệ thống còn có nhóm vi khuẩn thực hiện quá trình nitrate hóa. Nhóm vi khuẩn này cũng sử dụng vật chất khô (nguồn cacbon) để phát triển sinh khối.

Hình 2 và Hình 3 cho thấy cá càng lớn lượng N và DM hấp thu và tích lũy càng thấp và lượng chất

thải càng cao. Theo Lê Đức Ngoan và ctv. (2009), hiệu suất tích lũy protein bị ảnh hưởng bởi một số nhân tố nội sinh và ngoại sinh, bao gồm lượng thức ăn ăn vào, mức protein và năng lượng thức ăn, mức amino acid, giá trị sinh học của amino acid, giai đoạn sinh trưởng và tốc độ điều chỉnh về mật di truyền của protein thoái biến. Các nghiên cứu trên cá nheo Mỹ cho thấy cá có trọng lượng càng lớn, khả năng tiêu hóa protein càng giảm, cụ thể cá có trọng lượng 34 g tiêu hóa 28,8% (Garling and Wilson, 1976), cá 266 g tiêu hóa 27%

(Mangalik, 1986), cá trên 500 g tiêu hóa 22,2% protein (Page and Andrews, 1973).

Như vậy, dựa vào tỷ lệ đạm và vật chất khô tích lũy trong cơ thể cá và thất thoát có thể tính được để sản xuất ra 1 kg cá trê vàng, cần cung cấp 780,63-1033,75 g DM (có chứa 48,46-64,30 g N), cá tích lũy 255,22-262,25 g DM (có chứa 20,00-21,09 g N), lượng chất thải là 525,42-771,49 g DM (có chứa 27,47-44,30 g N) (Hình 4).



Hình 4: Phân bố đạm (N) và vật chất khô (DM) khi sản xuất ra 1 kg cá trê vàng (Tính trên vật chất khô)

Hình 4 cho thấy lượng đạm (N) và vật chất khô (DM) cung cấp để sản xuất ra 1kg cá và lượng N và DM thải ra môi trường tăng từ NT1 đến NT2, NT3 và NT4, lượng N được cá tích lũy lại giảm dần từ NT1 đến NT2, NT3 và NT4.

Như vậy, cá trê vàng chỉ có thể tích lũy được khoảng 31-43% protein và có khoảng 56-68% lượng protein thải ra môi trường. Điều này cho thấy khi nuôi ở các ao truyền thống, sẽ có lượng chất thải rất lớn thải ra bên ngoài gây ô nhiễm môi trường tự nhiên. Tuy nhiên, khi nuôi trong hệ thống tuần hoàn, nhờ hệ vi khuẩn Nitrate hóa giúp chuyển hóa TAN thành NO₃⁻ là dạng không độc cho tôm, cá sẽ giúp người nuôi tiết kiệm được lượng nước sử dụng và giảm ô nhiễm môi trường. Hoạt động của các nhóm vi khuẩn Nitrate hóa trong hệ thống lọc sinh học ở thí nghiệm này là rất tốt, thể hiện qua hiệu suất chuyển hóa TAN khá cao, dao động từ 90,57-96,22% (Bảng 5).

Bảng 5: Hiệu suất chuyển hóa TAN trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng

	NT1	NT2	NT3	NT4
Hiệu suất chuyển hóa TAN (%)	96,22	94,52	92,15	90,57

4 KẾT LUẬN

Lượng vật chất khô (DM) và nitơ (N) trung bình cung cấp từ thức ăn được tích lũy trong cá là 25,38-32,72% và 28,61-42,65%. Cá bài tiết DM và N dưới dạng hòa tan là 12,76-15,31% và 36,74-38,37%. Cá

thải DM và N qua phân là 8,79-23,10% và 14,71-30,97%. DM và N tích lũy trong sinh khối vi khuẩn nitrate hóa là 0,22-0,23% và 0,43-0,45%. Lượng DM và N thất thoát do rò rỉ và bay hơi là 35,98-44,11% và 1,61-4,99%.

Để sản xuất ra 1 kg cá trê vàng, cần cung cấp 780,63-1033,75g DM (có chứa 48,46-64,30g N), cá tích lũy 255,22-262,25g DM (có chứa 20,00-21,09 N), lượng chất thải là 525,42-771,49g DM (có chứa 27,47-44,30g N).

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA (American Public Health Association), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation, 1995. Standard method for the examination of water and wastewater (19th Edition). Washington DC
- Cao Văn Thích, Phạm Thanh Liêm và Trương Quốc Phú, 2014. 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.

- Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề Thủy sản. 2: 79-85.
- Garling, D.L. and Wilson, R.P., 1976. Optimum dietary protein to energy ratios for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. The Journal of Nutrition. 106:1368–1375.
- Gross, A., Boyd, C.E. and Wood, C.W., 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. Aquacultural Engineering. 24:1-14.
- Lê Đức Ngoan, Vũ Duy Giảng và Ngô Hữu Toàn, 2009. Giáo trình Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. 203 trang.
- Dương Nhựt Long, Nguyễn Anh Tuấn và Lê Sơn Trang, 2004. Nuôi cá tra thương phẩm trong ao đất vùng ĐBSCL. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2: 65-75.
- Mangalik, A. 1986. Dietary energy requirements for channel catfish. Ph.D. Dissertation. Auburn University, Auburn, Alabama.
- Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., et al., 2010. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. Aquacultural Engineering. 43: 83-93.
- Ngô Trọng Lư, 2007. Nuôi trồng một số đối tượng thủy hải sản có giá trị kinh tế. Trong: Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Hồng Minh, Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Xuân Lý và Đỗ Văn Khương (chủ biên). Bách khoa thủy sản. Nhà xuất bản Nông Nghiệp Hà Nội. 370-371.
- Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải và Dương Nhựt Long, 2009. Giáo trình nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần thơ, 131 trang.
- Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, Trần Thị Thanh Hiền và Marcy N. Wilder, 2003. Nguyên lý và kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*). Nhà xuất bản Nông nghiệp, 127 trang.
- Nho, N.T.H., Liem, P.T. and Phu, T.Q., 2012. Nutrients mass balance in recirculation system for nursing striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). In: Sharing knowledge for sustainable aquaculture and fisheries in the South-East Asia. Proceedings of the International Fisheries Symposium-IFS 2012, 06-08th December 2012, held at Can Tho City, Vietnam. Agriculture Publishing House, pp. 212-216.
- Nguyễn Thị Hồng Nho, Huỳnh Thị Kim Hồng và Phạm Thanh Liêm, 2018. Ảnh hưởng của mật độ nuôi lên chất lượng nước, tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) trong hệ thống tuần hoàn. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54: 108-114.
- Page, J.W. and Andrews, J.W., 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). The Journal of Nutrition. 103:1339-1346.
- Pillay, T.V.R and Kutty, M.N., 2005. Aquaculture principles and practices (Second Edition). Blackwell Publishing, 624p.
- Roque d'orbcastel, E., Blancheton, J.P. and Belaud, A., 2009. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Model Farm recirculating system: Comparison with a flow through system. Aquacultural Engineering. 40:135-143.
- Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R. and Zohar, Y., 2009. Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. Aquaculture. 286:28–35.
- Phu, T.Q. and Thich, C.V., 2008. Nutrient mass balance in striped catfish (*pangasianodon hypophthalmus*) ponds. In Catfish aquaculture in Asia. Handbook & Abstracts, December 5-7th, 2008, Can Tho university, Viet Nam. p 108.
- Zohar, Y., Tal, Y., Schreier, H.J., Steven, C.R., Stubblefield, J.D. and Place, A.R., 2005. Commercially feasible urban recirculating aquaculture: addressing the marine sector. In: Costa-Pierce, B. (Ed.), Desbonnet, A., Edwards, P. and Baker, D. Urban Aquaculture. CABI Publishing, Cambridge, MA, pp. 159-171.