

ĐÁNH GIÁ ĐẠM TRONG HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI AO NUÔI CÁ TRA THÂM CANH

Lâm Thị Mỹ Nhiên¹, Nguyễn Hồng Khoa¹, Hans Bix² và Ngô Thụy Diễm Trang¹

¹Bộ môn Khoa học Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học, Đại học Aarhus - Đan Mạch

Thông tin chung:

Ngày nhận: 08/10/2012

Ngày chấp nhận: 25/03/2013

Title:

Evaluation of nitrogen in waste water treatment system of intensive catfish culture

Từ khóa:

Cá Tra, đất ngập nước kiến tạo, đạ m, hệ số chuyển hóa thức ăn, chất lượng nước

Keywords:

Pangasianodon hypophthalmus, constructed wetlands, nitrogen, FCR, water quality

ABSTRACT

The objectives in this work were to investigate the real time concentration of nitrogen in constructed wetlands with subsurface horizontal and vertical flow in treatment of close-recirculated intensive catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) culture. *Typha orientalis* were planted in the systems, and the system of controls were unplanted. The inlet water (water from the fish tank) and outlet water of treatment systems was collected during 15 weeks to monitor the concentration of NO_2-N , NO_3-N , NH_4-N , and TKN over time. The results showed that concentrations of nitrogenous compounds were lower in the planted subsurface horizontal wetlands as compared to the others. In addition, NO_3-N and NO_2-N levels were increased over time in the vertical flow systems that might affect the growth of fish. Remarkably, this research was the close-recirculated system, thus can reduce pollution discharge and increase water use efficient that contribute to reduce environmental pollution.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát diễn biến đạ m trong hệ thống đất ngập nước thiết kế dòng chảy ngầ m ngang và ngầ m dọc trong việc xử lý nước bể nuôi cá Tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thầ m canh tuầ n hoàn kín. Thực vật đượ c trồng trong hệ thống là Bồn bồn (*Typha orientalis*), và hệ thống đố i chứng không trồng cây. Nước đầ u vào (hay nước từ bể cá) và nước đầ u ra của hệ thống xử lý đượ c thu trong 15 tuầ n để theo đõi diễn biến nồng độ NO_2-N , NO_3-N , NH_4-N , và TKN. Nhìn chung, nồng độ đạ m trong nước của hệ thống chảy ngầ m ngang (ĐNN NN) có trồng cây đều thấ p hơn 3 hệ thống còn lại. Ngoài ra, hệ thống chảy ngầ m đứ ng có nồng độ NO_2-N và NO_3-N khá cao và tăng dần theo thời gian, có thể ảnh hưởng đến sinh trưởng của cá. Điều đặ c biệt ở nghiên cứu này là hệ thống tuầ n hoàn kín nên hạn chế đượ c việc xả nước thắ i ra ngoài môi trường và tăng hiệu quả sử dụng nước góp phần giảm ô nhiễm môi trường.

1 GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, cá Tra, Basa là những loài thủy sản chủ lực đượ c nuôi khá phổ biến ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long

(ĐBSCL). Thực tế đã cho thấy nuôi cá theo hình thức thầ m canh đã có tác động rất lớn đến môi trường do thức ăn dư thừa, chất thắ i dạng phân và chất bài tiết bị tích tụ lại trong nước và

nền đáy. Theo Dương Công Chính và Đồng An Thụy (2008) để sản xuất 1 tấn cá cần đến 1,6 tấn thức ăn. Các nghiên cứu đã ghi nhận với diện tích ao nuôi 5.600 ha, sản lượng cá ước tính đạt 1,5 triệu tấn thì lượng chất thải ra môi trường khoảng 1 triệu tấn trong đó có 900 ngàn tấn chất hữu cơ, 29 ngàn tấn N và 9,5 ngàn tấn P (tính trên vật chất khô), khoảng 250 - 300 triệu m³ nước thải và 8 - 9 triệu tấn bùn thải (Trương Quốc Phú, 2007). Chất thải ao cá ở dạng vật chất hữu cơ, vật chất dạng hạt và vật chất lơ lửng (Trương Quốc Phú, 2008). Dưới hoạt động của vi sinh vật và các quá trình phân huỷ, chất thải hữu cơ chuyển thành các dạng vô cơ như đạm amoni, nitrate, photphat... đã kích thích sự phát triển của tảo dẫn đến hiện tượng nở hoa trong ao. Thêm vào đó, các độc tố phát sinh từ quá trình phân huỷ chất thải trong khi nuôi và sự tàn lụi của tảo làm cho môi trường nuôi nhanh chóng bị suy thoái, các đối tượng nuôi dễ bị stress và chết do mắc bệnh, thiếu oxy hay tăng độc tính của các chất chuyển hoá. Trong thực tế, lượng chất thải này hầu hết được bơm trực tiếp ra sông hay kênh rạch do các hộ nuôi chưa có phương án xử lý. Trên thế giới, đã có một số nghiên cứu về xử lý chất thải từ ao nuôi cá tra đồng thời tận dụng dinh dưỡng với nhiều mục đích. Hệ thống xử lý bằng đất ngập nước (ĐNN) kết hợp với nuôi trồng thủy sản tuần hoàn đã được nghiên cứu ở ĐBSCL với kết quả khả thi trong xử lý đạm (Trang, 2009; Lê Minh Long, 2011). Tuy nhiên, tác giả chưa

nghiên cứu nhiều về diễn biến các dạng đạm trong các loại hình ĐNN khác nhau. Hơn nữa, theo Vymazal (2007), mỗi loại hình ĐNN khác nhau có ưu và nhược điểm riêng về cơ chế loại bỏ dinh dưỡng, đặc biệt là cơ chế loại bỏ đạm. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm hiểu về diễn biến nồng độ các dạng đạm trên hai loại hình ĐNN chảy ngầm theo phương ngang và phương thẳng đứng theo thời gian.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

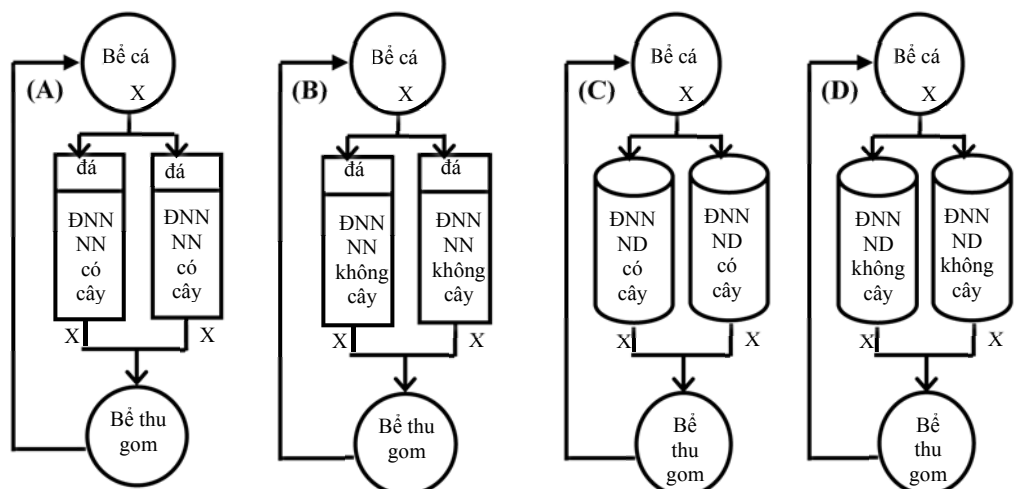
2.1 Bố trí thí nghiệm

Bốn hệ thống ĐNN chảy ngầm theo phương ngang (NN) và bốn hệ thống ĐNN chảy ngầm theo phương dọc (ND) đã được thiết kế và vận hành trên 6 tháng bởi Lê Minh Long (2011) và Nguyễn Thị Thảo Nguyên (2011). Tuy nhiên, có một số chỉnh sửa trong hệ thống để giảm bớt những hạn chế gặp phải trong thí nghiệm cũ như: học đầu vào bể ngầm ngang được đổ đá (Ø10-20mm) chiều cao ngang với mặt chất nền (20cm) (hạn chế hiện tượng tảo nở hoa ở học đầu vào), và bố trí lại mỗi hệ thống xử lý nước thải gồm một bể cá điều phối vào hai bể ĐNN cùng loại hình (Hình 1) có trồng cây và nghiệm thức không trồng cây được xem là đối chứng (để xác định rõ khả năng xử lý của mỗi loại hình ĐNN). Mỗi hệ thống xử lý được bố trí 2 lần lặp lại để xử lý nước thải bể nuôi cá Tra thâm canh tuần hoàn kín.

2.2 Thiết kế hệ thống xử lý

Mỗi hệ thống xử lý bao gồm: (1) Bể cá Tra

Hình 1: Sơ đồ bố trí hệ thống chảy ngầm ngang có trồng cây (A), ngầm ngang không trồng cây (B), ngầm dọc có trồng cây (C), và ngầm dọc không trồng cây (D)



(Ghi chú: x là vị trí thu mẫu)

(thể tích nước nuôi 1 m³): mật độ nuôi là 110 con/m³, trọng lượng cá ban đầu trung bình 1,6 kg (cho cá ăn 3% trọng lượng cá ban đầu bằng thức ăn viên nổi 25% N (2 lần/ngày), sau đó cho ăn dựa theo nhu cầu ăn của cá); (2) hai bể ĐNN (tương ứng với 1 lần lặp lại của mỗi loại hình ĐNN); và (3) bể thu gom có gắn máy bơm chìm và phao nổi để bơm nước tuần hoàn lại bể cá (Hình 1).

Có hai loại hình ĐNN kiến tạo được nghiên cứu: (1) Bể ĐNN chảy ngầm ngang (200 cm dài x 70 cm ngang x 30 cm cao): ở đầu vào mỗi bể sẽ được ngăn 1 hộc dài khoảng 30cm và được đổ đá (Ø10-20 mm) cao bằng với mặt chất nền, lớp chất nền dày 20cm (khoảng 190L) là vỏ sò (Ø2-5 mm), mực nước luôn giữ thấp hơn mặt chất nền 5 cm; (2) Bể ĐNN chảy ngầm dọc (đường kính 80 cm, cao 70 cm) có lượng chất nền khoảng 190 L và hệ thống phân phối nước được thiết kế trên bề mặt. Thực vật được trồng trong hệ thống là Bồn bồn (*Typha orientalis*).

2.3 Vận hành hệ thống

Nước thải từ bể cá được bơm tới hai bể ĐNN cùng của một loại hệ thống, nước đầu ra của các bể này được tập trung lại ở một bể thu gom và bơm trở lại bể cá một cách tự động nhờ máy bơm thả chìm kết nối với phao điện (Hình 1). Các hệ thống hoạt động nhờ bộ hẹn giờ, đối với hệ thống NN (được cài đặt 13 phút bơm, 26 phút nghỉ) với tốc độ bơm là

3.840 mL/phút, hệ thống chảy ngầm dọc (được cài đặt 50 phút nghỉ, 200 giây bơm), tốc độ nước từ bể cá là 22.400 mL/phút. Tốc độ nước được điều chỉnh bằng các van để đảm bảo đạt 200% lưu lượng nước trong bể cá được xử lý và tuần hoàn trong 1 ngày đêm (Trang, 2009).

2.4 Thu mẫu và phân tích chất lượng nước

Mẫu nước được thu trong bể cá và vị trí đầu ra của các hệ thống có trồng cây và không trồng cây với tần suất thu mẫu tại tháng đầu tiên là mỗi tuần/lần, 3 tháng sau với tần suất 2 tuần/lần. Các vị trí thu mẫu được đánh dấu x trong hình 1. Các chỉ tiêu pH, EC, DO và nhiệt độ được đo ngay tại khu thí nghiệm. Các chỉ tiêu còn lại như: NO₂-N (đạm nitrite), NO₃-N (đạm nitrate), NH₄-N (đạm amôn), và TKN (tổng đạm Kjeldahl) được phân tích theo quy trình tiêu chuẩn đánh giá nước và nước thải (APHA et al., 1998).

2.5 Phân tích và xử lý số liệu

Tất cả số liệu chất lượng nước được thu thập, phân tích thống kê, so sánh kết quả trung bình giữa nghiệm thức dựa vào phần mềm Excel và phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XV (StatPoint, Inc., USA).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Chất lượng nước trước khi xử lý

Nhìn chung, nồng độ các thông số chất lượng

Bảng 1: Các chỉ tiêu lý, hóa của nước bể nuôi cá trước khi xử lý của các hệ thống

Thông số	Đơn vị	Nghiệm thức				Thông tư 45/2010/TT-BNNPTNT*	QCVN 38:2011/BT NMT**
		Ngâm ngang		Ngâm dọc			
		Trồng cây	Không trồng cây	Trồng cây	Không trồng cây		
DO	mg/L	2,9	2,4	2,5	2,0	≥ 2	≥ 4
pH	-	7,0	7,0	7,1	7,1	7-9	6,5-8,5
EC	µS/cm	210	211	212	217	-	-
Nhiệt độ	°C	25,6	25,5	25,4	25,3	-	-
NO ₂ -N	mg/L	0,05	0,05	0,08	0,04	-	0,02
NO ₃ -N	mg/L	0,53	0,45	0,64	0,44	-	5
NH ₄ -N	mg/L	3,8	3,4	3,4	3,4	-	1
NH ₃ ***	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	≤0,3	-
TKN	mg/L	9,5	10,9	10,2	9,5	-	-

Ghi chú: - *: Thông tư 45/2010/TT-BNNPTNT: Quy định điều kiện cơ sở, vùng nuôi cá tra thâm canh đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm; Phụ lục 1- Yêu cầu chất lượng ao nuôi cá Tra

- **: QCVN 38/2011/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh

- ***: NH₃ được chuyển đổi theo công thức của Masser et al. (1999)

nước trong các bể nuôi cá (Bảng 1) sau một tuần thả cá đều nằm trong giới hạn cho phép của Phụ lục 1 (yêu cầu chất lượng nước ao nuôi cá tra - Thông tư số 45/2010/TT-BNNPTNT) và quy chuẩn số 38/2011/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh), ngoại trừ nồng độ đạm nitrite (NO₂-N) và đạm amôn (NH₄-N) đã vượt mức cho phép của quy chuẩn số 38/2011/BTNMT. Do đó, sự kết hợp hệ thống xử lý nước nuôi cá với bể nuôi cá trong quá trình canh tác trước khi xả thải ra môi trường ngoài là cần thiết.

3.2 Các thông số DO, pH, EC, và nhiệt độ

Sau 15 tuần thí nghiệm, nồng độ oxy hòa tan (DO) trung bình của các bể cá (Bảng 2) được cải thiện hơn so với chất lượng nước trước khi xử lý (Bảng 1). Không có sự khác biệt về nồng độ DO giữa các bể cá (đầu vào) ($p > 0,05$;

Bảng 2), nhưng sau khi qua các hệ thống ĐNN thì có sự thay đổi về nồng độ DO trong nước ($p < 0,05$). Đối với hệ thống NN nồng độ DO đầu ra thấp hơn DO đầu vào, nhưng đối với hệ thống ngâm dọc (ND) thì ngược lại (Bảng 2). Do hệ thống ND được thiết kế giống như một bể lọc trọng lực, nước thải được cung cấp gián đoạn (khô-ướt), tạo điều kiện cải thiện oxy trong nước đầu ra (Vymazal, 2007). Thêm vào đó kích cỡ vỏ sò được sử dụng trong chất nền có độ rỗng cao (55%). Đồng thời, hệ thống ND được thiết kế có ống thông khí từ trên xuống đáy nên lượng oxy cung cấp nhiều hơn từ không khí vào chất nền dẫn đến đầu ra DO của hệ thống ND cao hơn đầu vào. Nồng độ DO đầu ra của hệ thống ngâm ngang không cây (NNKC) có giá trị trung bình thấp nhất. Tuy nhiên giá trị DO trong nước các bể nuôi cá đều nằm trong ngưỡng cho phép yêu cầu chất lượng nước nuôi cá Tra (TT45/2010-BNNPTNT).

Bảng 2: Giá trị trung bình DO, pH, EC, và nhiệt độ trong nước đầu vào và đầu ra của các hệ thống

Thông số	Đơn vị	Vị trí	Nghiệm thức			
			Ngâm ngang		Ngâm dọc	
			Trồng cây	Không trồng cây	Trồng cây	Không trồng cây
DO	mg/L	Đầu vào	4,1 ± 0,2	3,5 ± 0,3	3,5 ± 0,2	3,6 ± 0,2
		Đầu ra	3,4 ± 0,1 ^b	2,9 ± 0,1 ^c	5,5 ± 0,1 ^a	5,6 ± 0,1 ^a
pH	-	Đầu vào	7,1 ± 0,1 ^b	7,3 ± 0,1 ^{ab}	7,3 ± 0,1 ^a	7,3 ± 0,1 ^a
		Đầu ra	7,2 ± 0,1 ^b	7,4 ± 0,1 ^a	7,3 ± 0,0 ^{ab}	7,4 ± 0,0 ^a
EC	µS/cm	Đầu vào	446,9 ± 43,5	584,2 ± 83,8	918,1 ± 198,9	810,8 ± 146,6
		Đầu ra	477,3 ± 27,5 ^c	629,4 ± 55,1 ^{bc}	997,4 ± 139,1 ^a	876,6 ± 99,0 ^{ab}
Nhiệt độ	°C	Đầu vào	28,3 ± 0,5	28,3 ± 0,5	28,3 ± 0,5	28,3 ± 0,5
		Đầu ra	28,6 ± 0,3	28,6 ± 0,3	28,6 ± 0,4	28,7 ± 0,3

Ghi chú: Số liệu được trình bày là giá trị trung bình ± sai số chuẩn, đối với đầu vào n=10, đầu ra n=9

Những giá trị trong cùng một hàng có ký tự ^{a, b, c} giống nhau thì không khác biệt nhau về mặt thống kê ($p > 0,05$; dựa vào kiểm định Tukey)

Giá trị pH trong nước đầu ra sau khi qua các hệ thống xử lý tăng một ít so với nước đầu vào (Bảng 2). Ở hệ thống ngâm ngang có cây (NNCC) có giá trị pH thấp ở cả đầu vào và đầu ra, có thể do các phản ứng phân hủy hiếm khí diễn ra trong hệ thống NNCC đã phóng thích ion H⁺. Tuy nhiên, pH vẫn nằm trong khoảng cho phép của TT45/2010-BNNPTNT về chất lượng nước nuôi cá Tra thâm canh (pH: 6,5 - 9).

Giống như DO, không có sự khác biệt về giá trị EC trong nước bể nuôi cá giữa các hệ thống xử lý ($p > 0,05$), tuy nhiên có sự khác biệt đối với EC trong nước đầu ra (Bảng 2). Hệ thống

ND có giá trị EC cao hơn hệ thống NN, có thể là do quá trình nitrate hóa diễn ra mạnh hơn trong hệ thống ND tạo ra nhiều ion NO₃⁻ (Bảng 3) làm cho EC trong nước cao hơn (Trang, 2009). Giữa các hệ thống, cây Bòn bòn trong hệ thống NN tái sinh và tăng trưởng tốt hơn ở hệ thống ND nên cây hấp thu các chất dinh dưỡng hòa tan trong nước thải như NH₄⁺, NO₃⁻ tạo sinh khối nhiều hơn, do đó cũng góp phần làm giá trị EC ở đầu ra của hệ thống NNCC thấp. Tổng sinh khối khô của Bòn bòn (g/m²) trên hệ thống NN và ND lần lượt là 2.190 g/m² và 198 g/m².

Nhiệt độ bình quân qua các đợt thu mẫu dao động từ 25,3-30,9°C (Bảng 2), kết quả này tương đương với nghiên cứu của Lê Hồng Y (2011) khảo sát nhiệt độ nước ao nuôi cá Tra ở ĐBSCL. Theo Boyd (1998) thì khoảng nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển của cá nhiệt đới là 28-32 °C, riêng cá Tra có khả năng chịu đựng nhiệt độ từ 16,7 °C đến 40,8 °C (Dương Thúy Yên, 2003). Do hệ thống vận hành liên tục, nước được bơm và tuần hoàn nhanh, nên không có sự khác biệt về nhiệt độ của nước đầu vào và đầu ra giữa các hệ thống xử lý ($p > 0,05$).

3.3 Diễn biến nồng độ đạm trong hệ thống

Cơ chế loại bỏ đạm trong hệ thống ĐNN kiến tạo bao gồm quá trình nitrate hóa, khử

nitrate, thực vật hấp thu, và các cơ chế lý hóa như kết tủa, bay hơi NH₃, trao đổi ion... (Kadlec & Knight, 1996). Tuy nhiên, ở hệ thống NN quá trình kỵ khí đóng vai trò quan trọng trong khi đó thì quá trình hiếu khí bị giới hạn do việc thiếu oxy nên không phù hợp cho quá trình nitrate hóa (Brix, 1990; Vymazal & Kropfelona, 2008; Trang, 2009). Điều này lý giải cho kết quả của nồng độ NO₂-N và NO₃-N trong hệ thống NN luôn thấp hơn hệ thống ND ($p < 0,001$; Bảng 3). Do hệ thống ND theo thiết kế và chế độ bơm nạp nước tạo môi trường hiếu khí nên không khí được khuếch tán dễ dàng vào trong chất nền dẫn đến quá trình nitrate hóa chiếm ưu thế (Vymazal, 2007).

Bảng 3: Giá trị trung bình NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N và TKN trong nước đầu vào và đầu ra của các hệ thống

Thông số	Đơn vị	Vị trí	Nghiệm thức			
			Ngâm ngang		Ngâm dọc	
			Trồng cây	Không trồng cây	Trồng cây	Không trồng cây
NO ₂ -N	mg/L	Đầu vào	0,22 ± 0,06 ^b	0,13 ± 0,03 ^b	1,50 ± 0,41 ^a	0,97 ± 0,19 ^{ab}
		Đầu ra	0,03 ± 0,00 ^c	0,07 ± 0,01 ^c	1,24 ± 0,21 ^a	0,79 ± 0,10 ^b
NO ₃ -N	mg/L	Đầu vào	1,31 ± 0,32 ^b	1,20 ± 0,41 ^b	60,39 ± 14,61 ^a	53,72 ± 12,57 ^a
		Đầu ra	0,94 ± 0,23 ^b	0,94 ± 0,21 ^b	68,05 ± 9,94 ^a	63,01 ± 9,35 ^a
NH ₄ -N	mg/L	Đầu vào	1,13 ± 0,35	2,52 ± 1,0	1,88 ± 0,33	1,79 ± 0,34
		Đầu ra	0,18 ± 0,07 ^b	1,95 ± 0,74 ^a	1,11 ± 0,15 ^{ab}	0,89 ± 0,12 ^{ab}
TKN	mg/L	Đầu vào	3,39 ± 1,25	6,28 ± 1,57	4,48 ± 1,08	4,90 ± 1,0
		Đầu ra	1,36 ± 0,31 ^b	4,14 ± 0,94 ^a	2,59 ± 0,371 ^{ab}	2,28 ± 0,32 ^{ab}

Ghi chú: Số liệu được trình bày là giá trị trung bình ± sai số chuẩn, đối với đầu vào n=10, đầu ra n=9

Những giá trị trong cùng một hàng có ký tự ^{a, b, c} giống nhau thì không khác biệt nhau về mặt thống kê ($p > 0,05$; dựa vào kiểm định Tukey)

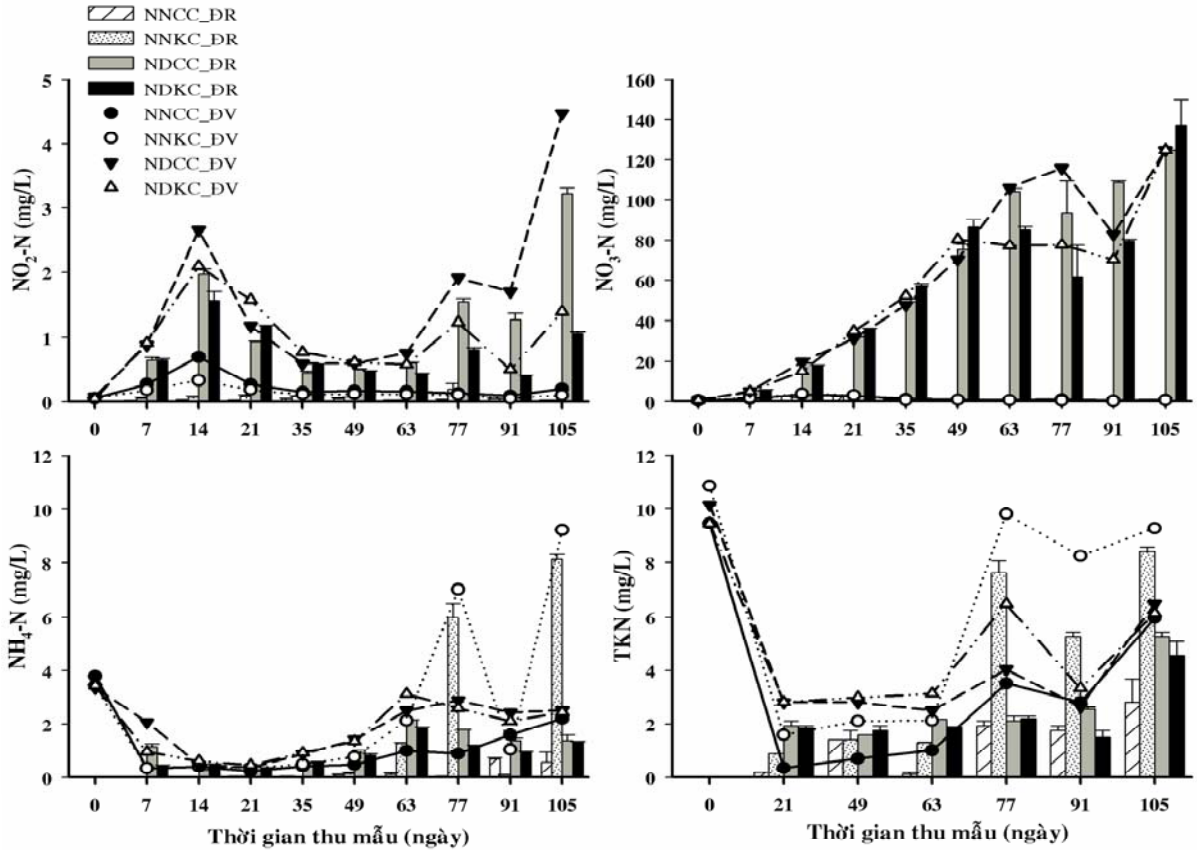
Nồng độ NO₂-N có xu hướng tăng theo thời gian (Hình 2a) ở đầu ra của hệ thống ND. Nồng độ NO₂-N dao động trong khoảng 0,6 - 3,3 mg/L và 0,6- 1,7 mg/L lần lượt ở hệ thống ND có cây và ND không cây, trong khi đó ở 2 hệ thống NN nồng độ NO₂-N dao động rất ít từ 0,01 đến 0,34 mg/L. Tương tự như diễn biến của NO₂-N, thì NO₃-N cũng có xu hướng tăng dần theo thời gian (Hình 2b). Ở hệ thống ND có cây NO₃-N dao động từ 5,2 đến 124,8 mg/L và không cây là 5,6- 150,02 mg/L. Diễn biến trên ngược lại với nồng độ NO₃-N trong hệ thống NN, có xu hướng giảm dần do NO₃-N bị khử trong điều kiện yếm khí.

Nhìn chung diễn biến nồng độ NO₂-N và NO₃-N trong nước đầu ra ở tất cả các bể xử lý có xu hướng giống với chất lượng nước đầu vào

tương ứng (Hình 2), do nước được bơm tuần hoàn kín liên tục. Có sự tích lũy NO₂-N và NO₃-N trong hệ thống ND theo thời gian (Hình 2a và 2b), điều này có thể gây ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá. Theo Schimittou (2004), ngưỡng nitrite sẽ gây độc cho cá là 0,1 mg/L và gây hiện tượng máu nâu khi nồng độ khoảng 0,5 mg/L. Kết quả cho thấy nồng độ NO₂-N trung bình ở hệ thống ND luôn >0,5 mg/L, và >3 mg/L ở hệ thống ngâm dọc có cây (NDCC) vào tuần cuối thí nghiệm gây ảnh hưởng đến cá, cá bị stress và cá chết trong thời điểm này được ghi nhận. Bên cạnh đó, theo Boyd (1998) thì giá trị NO₃-N thích hợp cho các ao nuôi thủy sản là < 10 mg/L. nồng độ NO₃-N được ghi nhận trong hệ thống ND vượt gấp 6 lần ngưỡng thích hợp, do đó bên cạnh áp lực từ NO₂-N, thì sự tích lũy NO₃-N trong hệ thống ND cũng không

thích hợp cho sự phát triển của cá. Tóm lại, nồng độ $\text{NO}_2\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$ trong nước bể cá của

hệ thống NN thích hợp cho cá Tra hơn ở hệ thống ND.



Hình 2: Diễn biến các thông số $\text{NO}_2\text{-N}$ (a), $\text{NO}_3\text{-N}$ (b), $\text{NH}_4\text{-N}$ (c) và TKN (d) của các hệ thống

Ghi chú: - ĐV: đầu vào; - ĐR: đầu ra;
 - NNCC: hệ thống ngâm ngang có cây; - NNKC: hệ thống ngâm ngang không cây;
 - NDCC: hệ thống ngâm dọc có cây; - NDKC: hệ thống ngâm dọc không cây.

Nhìn chung, nồng độ đạm amôn ($\text{NH}_4\text{-N}$) và đạm tổng (TKN) trong nước bể cá (đầu vào) và nước đầu ra đều có xu hướng chung là tăng dần về cuối thí nghiệm (Hình 2c và 2d). Do sự tích lũy thức ăn dư thừa, phân cá, dẫn đến nồng độ chất hữu cơ và $\text{NH}_4\text{-N}$ tăng trong nước nuôi cá (Kiracofe, 2000).

Chỉ có sự khác biệt về nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ và TKN đầu ra giữa hệ thống NN có trồng cây và hệ thống NN không trồng cây ($p < 0,05$; Bảng 3). Điều này cho thấy cây Bồn bồn góp phần quan trọng trong quá trình loại bỏ $\text{NH}_4\text{-N}$ và TKN ra khỏi nước thải qua cơ chế hấp thụ tạo sinh khối. Tại hệ thống NN không trồng cây, trong 5 đợt thu mẫu đầu (49 ngày) có nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ và TKN tăng rất chậm, hầu như có

xu hướng giống như hệ thống NN có trồng cây nhưng từ đợt thu mẫu thứ 6 trở về sau thì nồng độ N tăng mạnh, do giai đoạn đầu tảo phát triển nhiều nên quá trình hấp thụ N chiếm ưu thế nhưng sau đó tảo chết, đã phóng thích N lại môi trường nước làm tăng nồng độ N trong nước đầu ra của hệ thống NN không trồng cây. Đối với hệ thống ND, nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ trong hệ thống khá ổn định, duy trì trong khoảng 1-2 mg/L trong 15 tuần vận hành hệ thống. Điều này cho thấy trong hệ thống ND quá trình nitrate hóa xảy ra mạnh đã hạn chế được sự tích lũy $\text{NH}_4\text{-N}$ và TKN trong nước (Hình 2c và 2d).

Nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ có mối quan hệ mật thiết với NH_3 là một dạng độc tố của thủy sinh vật. Lượng NH_3 (độc tố) trong nước được ước tính

dựa vào nồng độ NH₄-N, giá trị nhiệt độ và pH (Masser *et al.*, 1999) tại thời điểm thu mẫu cuối cùng là 0,2 và 0,05 mg/L tương ứng trong nước bể cá của hệ thống chảy NNKC và 3 hệ thống còn lại. Do đó nồng độ NH₃ trong nước sau khi xử lý của các hệ thống nghiên cứu nằm trong giới hạn cho phép cho sự phát triển của cá Tra theo thông tư 45/2010-BNNPTNT ($\leq 0,3$ mg/L). Điều này cho thấy việc sử dụng hệ thống ĐNN kiến tạo trong xử lý nước ao nuôi cá tuần hoàn mang tính khả thi, đặc biệt là hệ thống NNCC.

3.4 Nồng độ tổng đạm tích lũy trong hệ thống

Nồng độ tổng đạm (TN) trong nước ao nuôi cá Tra qua nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) đều tăng về cuối thí nghiệm (Bảng 4). Sự gia tăng này liên quan đến sự tích lũy các vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi, mặc dù nước trong ao được thay thường xuyên. Tuy nhiên, có sự gia tăng nồng độ TN vào cuối tháng thứ 4 trong ao nuôi cá so với đầu vụ là 1,6 - 2 lần. Trong khi ở nghiên cứu hiện tại, nước ao nuôi hoàn toàn không thay mới, nhưng ở hệ thống NN không có sự tích lũy TN sau 4 tháng nghiên cứu. Bên cạnh đó, có sự gia tăng nồng độ TN ở hệ thống ND do sự tích lũy NO₃-N trong bể nuôi cá vào cuối vụ (Bảng 3). Qua đó cho thấy, hệ thống NN giúp cải thiện chất lượng nước ao nuôi trong điều kiện tuần hoàn không thay nước.

Bảng 4: Nồng độ tổng đạm trong nước ao cá Tra ở đầu vụ và cuối vụ

		TN (mg/L)		Tỉ lệ (lần)
		Đầu vụ	Cuối vụ*	
Nghiên cứu hiện tại	NNCC	10,02	7,03	1:0,7
	NNKC	11,35	9,87	1:0,9
	NDCC	10,87	135,76	1:12,5
	NDKC	9,93	132,32	1:13,3
Ao nuôi**	Ao thứ 1	5,9	12,19	1:2,1
	Ao thứ 2	4,5	9,2	1:2,0
	Ao thứ 3	6,39	9,90	1:1,6

Ghi chú: - *: Cuối vụ vào cuối tháng thứ 4; **: Nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008)

- NNCC: hệ thống ngầm ngang có cây; - NNKC: hệ thống ngầm ngang không cây;

- NDCC: hệ thống ngầm dọc có cây; - NDKC: hệ thống ngầm dọc không cây.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

– Hệ thống ngầm dọc giúp cải thiện điều kiện oxy trong nước nuôi bể cá, tuy nhiên nồng độ NO₂-N và NO₃-N có xu hướng tăng dần theo thời gian, và ở cuối thí nghiệm đều nằm trong ngưỡng gây hại cho cá. Riêng nồng độ NO₂-N và NO₃-N ít biến động theo thời gian trong hệ thống ĐNN chảy ngầm ngang.

– Có xu hướng tích lũy NH₄-N và TKN theo thời gian, do hệ thống không thay nước. Tuy nhiên, nồng độ NH₄-N và TKN đầu ra của hệ thống NN có trồng cây luôn duy trì ở mức thấp hơn các hệ thống còn lại. Đặc biệt, nồng độ NH₃ trong các hệ thống không vượt ngưỡng cho phép yêu cầu chất lượng nước nuôi cá Tra.

– Điều đáng lưu ý là trong suốt quá trình nuôi không cần thay nước mới, nhưng cá vẫn sinh trưởng tốt. Do đó việc sử dụng hệ thống ĐNN kiến tạo giúp tăng hiệu quả sử dụng nước, không xả thải chất ô nhiễm, góp phần làm giảm ô nhiễm môi trường.

4.2 Đề xuất

– Có thể ứng dụng hệ thống đất ngập nước ngầm ngang để loại bỏ đạm trong nước thải ao nuôi cá Tra thâm canh. Tuy nhiên cần nghiên cứu thêm ở quy mô lớn ngoài thực tế để có đánh giá và kết luận rõ ràng.

– Đề phát huy tối đa hiệu suất xử lý đạm của nước thải ao nuôi cá Tra, nên thiết kế hệ thống đa cấp, kết hợp 2 loại hệ thống ngầm ngang và ngầm dọc nhằm tối ưu hóa các quá trình loại bỏ đạm.

LỜI CẢM ƠN

Dự án này được hỗ trợ kinh phí từ dự án PhysCAM, chính phủ Đan Mạch tài trợ. Tác giả chân thành cảm ơn Bộ môn Khoa học Môi trường đã nhiệt tình hỗ trợ phòng thí nghiệm, giúp chúng tôi hoàn thành tốt kết quả nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Control Federation (WCF), 1998. Standard

- methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. Washington D.C., USA.
2. Brix H., 1990. Gas exchange through the soil atmosphere interface and through dead culms of *Phragmites australis* in the constructed wetlands receiving domestic sewage. *Water Res.* 1990, 24, 377 – 389;
 3. Boy, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Research and Development series No. 43, August 1998, Alabama, 37pp.
 4. Dương Công Chinh và Đồng An Thủy, 2008. Phát triển nuôi cá Tra ở ĐBSCL và các vấn đề môi trường cần giải quyết, Trung tâm Nghiên cứu Môi trường & XLN, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. Truy cập 26/08/2010 từ trang web <http://www.wrd.gov.vn/Noi-dung/Phat-trien-nuoi-ca-tra-o-DBSCL-va-cac-van-de-moi-truong-can-giai-quyet/29796.news>.
 5. Dương Thủy Yên, 2003. Khảo sát một số tính trạng, hình thái, sinh trưởng và sinh lý của cá Basa (*P. bocourti*), cá Tra (*P. hypophthalmus*) và con lai của chúng. Luận văn Thạc sĩ Khoa Thủy sản. Đại học Cần Thơ.
 6. Kadlec, R.H., and R.L. Knight, 1996. Treatment Wetlands, CRC Press, Boca Raton, USA.
 7. Kiracofe, B.D., 2000. Performance evaluation of the town of Monterey wastewater treatment plant utilizing subsurface flow constructed wetlands. Master Thesis, Polytechnic Institute and State University.
 8. Lê Hồng Y, 2011. Nghiên cứu động thái đạm vô cơ trong ao và độc tính của tổng đạm Amôn (TAN) lên cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) cỡ giống. Luận văn thạc sĩ Khoa học Môi trường. Đại học Cần Thơ.
 9. Lê Minh Long, 2011. Đánh giá Đánh giá khả năng xử lý đạm trong nước bề nuôi cá Tra thâm canh bằng hệ thống ĐNN kiến tạo. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường. Đại học Cần Thơ.
 10. Masser, M.P., Rakocy, J., and Losordo, T.M., 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Management of Recirculating Systems. SRAC Publication No. 452. Southern Regional Aquaculture Center. Texas A & M University, Texas, USA.
 11. Nguyễn Thị Thảo Nguyên, 2011. Đánh giá khả năng xử lý lân của nước thải bể nuôi cá tra thâm canh bằng hệ thống đất ngập nước kiến tạo. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường. Đại học Cần Thơ.
 12. Schmittou H.R., 2004. Principles and practices of high density fish culture in low volume cages. Auburn, Alabama, USA.
 13. Trang, N.T.D., 2009. Plants as bioengineers: treatment of polluted waters in the tropics. Doctoral Thesis, Aarhus University, Denmark.
 14. Trương Quốc Phú, 2007. Chất lượng nước và bùn đáy ao nuôi cá tra thâm canh. Báo cáo hội thảo: Bảo vệ môi trường trong nuôi trồng và chế biến thủy sản trong thời kỳ hội nhập. Bộ Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn, ngày 27 – 28/12/2007.
 15. Trương Quốc Phú, 2008. Nghiên cứu hàm lượng dinh dưỡng, độc chất và vi sinh vật của lớp bùn đáy ao nuôi cá Tra thâm canh và sử dụng cho sản xuất nông nghiệp, Khoa Thủy sản, Đại học Cần Thơ.
 16. Vymazal J. & Kropfelova L., 2008. Wastewater treatment in the constructed wetlands with horizontal sub-surface flow, Springer Dordrecht.
 17. Vymazal, V., 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands, *Science of the Total Environment* (380): 48–65.