



VAI TRÒ CỦA BỒN BỒN TRONG HỆ THỐNG ĐẤT NGẬP NƯỚC KIẾN TẠO XỬ LÝ NƯỚC THẢI AO NUÔI CÁ TRA THÂM CANH TUẦN HOÀN KÍN

Lâm Thị Mỹ Nhiên¹ và Ngô Thụy Diễm Trang²

¹ Phòng Tài nguyên và Môi trường thành phố Sóc Trăng, tỉnh Sóc Trăng

² Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 23/05/2013

Ngày chấp nhận: 24/12/2013

Title:

The role of *Typha orientalis* in constructed wetlands for treatment close-recirculated intensive catfish culture

Từ khóa:

Bồn bôn, cá Tra, đất ngập nước kiến tạo, đạm, lân, xử lý bằng thực vật

Keywords:

Typha orientalis L., *Pangasianodon hypophthalmus*, constructed wetlands, nitrogen, phosphorus, phytoremediation

ABSTRACT

The purpose of the study was to evaluate treatment performance of vegetated and unvegetated horizontal sub-surface flow in constructed wetlands in purifying intensive catfish wastewater. The re-growth ability of *Typha orientalis* L., its biomass and nutrient uptake were determined in this study. The treatment systems were operated with recirculation rate of 200% of fish tank volume per day. Excessive nutrients of discharged water from fish tank were purified in the wetlands and re-circulated back to the original tank. Nitrogen and phosphorus concentration were in a suitable range for normal catfish growth during the culture period of 4 months without any water-exchanged. Remarkably, *T. orientalis* helped to further remove about 17%N and 34%P from wastewater via vegetative uptake. In addition, algae growth and clogging were observed solely in the unplanted wetlands. The results indicated that *T. orientalis* played an important role in nutrient removal and in improving wetlands condition by time.

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả xử lý của hệ thống đất ngập nước kiến tạo chầy ngầm ngang có trồng cây và không trồng cây trong việc làm sạch nước thải nuôi cá Tra thâm canh. Khả năng tái sinh, sinh khối và hấp thu dinh dưỡng của Bồn bôn (*Typha orientalis* L.) được đánh giá trong nghiên cứu này. Các hệ thống xử lý được vận hành với tốc độ tuần hoàn là 200% thể tích nước trong bể cá mỗi ngày. Dinh dưỡng thừa trong nước bể nuôi cá sẽ được làm sạch tại hệ thống đất ngập nước kiến tạo và sau đó được bơm trở lại bể cá. Nồng độ đạm và lân trong nước bể cá vẫn đảm bảo sự phát triển bình thường cho cá Tra trong suốt 4 tháng nuôi không thay nước. Đặc biệt, Bồn bôn đã góp phần loại bỏ 17%N và 33,8%P từ nước thải thông qua quá trình hấp thu vào sinh khối thực vật. Ngoài ra, hiện tượng tảo phát triển và chất nền bị nghẽn chỉ ghi nhận trên hệ thống không trồng cây. Kết quả cho thấy, Bồn bôn đóng vai trò quan trọng trong việc loại bỏ chất dinh dưỡng và cải thiện điều kiện hệ thống xử lý theo thời gian.

1 GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những vùng nuôi

thủy sản lớn nhất ở Việt Nam và cá Tra được xem là loài được nuôi chủ lực. Mô hình nuôi cá Tra thâm canh tại đây đã tăng nhanh chóng cả về diện

tích và mật độ nuôi. Tuy nhiên, thực tế đã cho thấy nuôi cá theo hình thức thâm canh đã có tác động rất lớn đến môi trường do thức ăn dư thừa, chất thải dạng phân và chất bài tiết bị tích tụ lại trong nước và nền đáy. Lượng nước từ các ao nuôi được thay thường xuyên và tăng dần theo thời gian thu hoạch và thể tích nước thay trong ao khoảng từ 30-100%. 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 nước thải (Trang, 2009; Konnerup *et al.*, 2011). Một trong những thành phần góp phần làm tăng hiệu quả xử lý cho hệ thống ĐNN là thực vật trồng trong hệ thống. Thực vật trong hệ thống ĐNN đóng vai trò rất lớn, chúng có khả năng giải phóng oxy và vận chuyển oxy vào vùng rễ cây thúc đẩy phân hủy hiếu khí và nitrate hóa. Bên cạnh đó, rễ của chúng còn làm giá bám cho các vi sinh vật tạo màng sinh học để tăng cường cho các quá trình chuyển hóa nitơ, hấp thu các chất dinh dưỡng (Brix, 2003). Do đó, việc lựa chọn thực vật phù hợp là tiêu chí quan trọng nhằm làm tăng thành công cho quá trình xử lý của các hệ thống ĐNN. Theo nghiên cứu của Trang (2002) khẳng định rằng cây Bồn bồn (*Typha sp.*) được xem là thực vật có tiềm năng trong xử lý nước thải chăn nuôi và là loài cỏ tươi được gia súc thích ăn nhất trong 5 loài cây được nghiên cứu. Do đó, cây Bồn bồn được sử dụng trong nghiên cứu hiện tại để đánh giá khả năng xử lý đạm, lân trong nước thải bể nuôi cá Tra thâm canh của hệ thống ĐNN ngập ngang. Khả năng tái sinh, sinh khối và hấp thu dinh dưỡng của Bồn bồn (*Typha orientalis L.*) được khảo sát nhằm đánh giá vai trò của Bồn bồn trong hệ thống xử lý.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Bố trí thí nghiệm

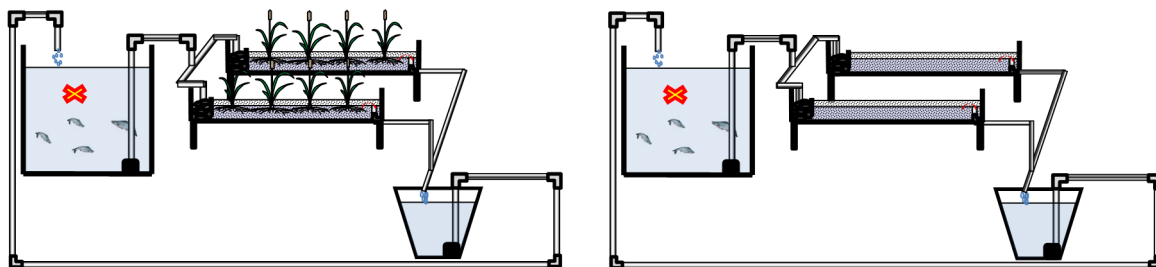
Bồn hệ thống đất ngập nước (ĐNN) chảy ngầm theo phương ngang đã được thiết kế và vận hành trên 6 tháng từ các thí nghiệm trước (Lê Minh Long, 2011; Nguyễn Thị Thảo Nguyên, 2011). Tuy nhiên có một số chỉnh sửa trong hệ thống để giảm bớt những hạn chế gặp phải trong thí nghiệm cũ như: học đầu vào bể ngập 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 vai trò của thực vật trong quá trình xử lý). 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 (thể tích nước nuôi 1m³): mật độ nuôi là 110 con/m³, trọng lượng cá ban đầu trung bình 1,6kg (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 (trong ứng lần lặp lại); và (3) bể thu gom có gắn máy bơm chìm và phao nổi để bơm nước tuần hoàn lại bể cá (Hình 1).

Hệ thống ĐNN kiến tạo thiết kế với dòng chảy ngầm theo phương ngang (200cm dài x 70 cm ngang x 30 cm cao). Ở đầu vào mỗi bể sẽ được ngăn 1 học dài khoảng 30cm và được đổ đá (Ø10-20 mm) cao bằng với mặt chất nền, lớp chất nền dày 20 cm (khoảng 190L) là vỏ sò (Ø2-5mm), mực nước luôn giữ thấp hơn mặt chất nền 5cm.

Cây Bồn bồn trong hệ thống: đã được thu hoạch phần thân (chừa lại 30 cm) khi kết thúc thí nghiệm trước. Trong nghiên cứu này, khả năng tái sinh, tốc độ tăng trưởng và hấp thu dinh dưỡng của Bồn bồn được theo dõi.



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

Ghi chú: x là vị trí thu mẫu

2.3 Vận hành hệ thống

Nước thải từ một 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 và được cài đặt 13 phút bơm, 26 phút nghỉ với tốc độ bơm là 3.840 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 và phân tích mẫu

– Chất lượng nước: Mẫu nước được thu trong bể cá và đầu ra của các hệ thống ĐNN. Trong bể cá mẫu nước được thu ở nhiều vị trí và nhiều tầng khác nhau, sau đó trộn đều và lấy mẫu đại diện. Riêng mẫu nước tại đầu ra của các hệ thống ĐNN được thu trực tiếp qua ống đầu ra. Tần suất thu

mẫu tại tháng đầu tiên là mỗi tuần/lần, 3 tháng sau với tần suất 2 tuần/lần. Nồng độ TKN (tổng đạm Kjeldahl, NO₂-N (đạm nitrite), NO₃-N (đạm nitrate) và TP (tổng lân) trong nước được phân tích theo quy trình tiêu chuẩn đánh giá nước và nước thải (APHA *et al.*, 1998).

– Thực vật: Trước khi bắt đầu thí nghiệm, thực vật trên hệ thống được cắt bỏ phần thân phía trên chất nền, nhưng để chiều cao còn lại khoảng 30 cm tính từ bề mặt chất nền. Vào tháng thứ 3 sau khi bắt đầu nghiên cứu, tiến hành thu hoạch thực vật trên hệ thống do cây bắt đầu ngừng tăng trưởng và có biểu hiện lão hóa (cây ra hoa, lá già). Ở thời điểm này, cây cũng được thu hoạch tất cả phần thân và để lại chiều cao khoảng 30 cm. Sau đó tiếp tục theo dõi tăng trưởng của cây đến khi kết thúc thí nghiệm (ngày thứ 105). Sinh khối và hàm lượng đạm, lân trong cây được thu và phân tích vào thời điểm bắt đầu và kết thúc thí nghiệm. Phương pháp phân tích mẫu thực vật được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích mẫu thực vật

Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp
Sinh khối tươi	g	Cân
Sinh khối khô	g	Sấy ở nhiệt độ 105°C đến khi trọng lượng không đổi
N tổng số	%N	Chung cất Kjeldahl
P tổng số	%P	Phương pháp acid ascorbic, so màu

2.5 Phân tích và xử lý số liệu

Tất cả số liệu về chất lượng nước, hàm lượng đạm, lân trong thực vật 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 trong bể cá

Trước khi vận hành hệ thống, các thông số về chất lượng nước ban đầu của các bể cá (được xem là đầu vào của các hệ thống xử lý tương ứng) được thu và phân tích nhằm đánh giá chất lượng nước ban đầu (Đầu vụ).

Bảng 2: Nồng độ của TN, TP trong nước khi bắt đầu và kết thúc thí nghiệm của hai hệ thống ĐNN có trồng cây và không cây

	TN (mg/L)		Tỉ lệ	TP (mg/L)		Tỉ lệ
	Đầu vụ	Cuối vụ*		Đầu vụ	Cuối vụ*	
HT ĐNN có cây	10,0	7,0	1:0,7	0,6	9,2	1:15,1
HT ĐNN không cây	11,4	9,9	1:0,9	1,0	11,4	1:11,5
Ao thứ 1**	5,9	12,2	1:2,1	1,2	0,5	1:0,4
Ao thứ 2**	4,5	9,2	1:2,0	0,8	0,9	1:1,1
Ao thứ 3**	6,4	9,9	1:1,6	1,0	0,7	1:0,7

Ghi chú: - HT: hệ thống

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

Nồng độ tổng đạm (TN) bao gồm tổng nồng độ TKN, NO₂-N và NO₃-N được trình bày trong Bảng 2. Kết quả cho thấy sau khi thả cá được 7 ngày thì nồng độ TN, TP của các bể cá trong nghiên cứu này đã có dấu hiệu ô nhiễm. Sau đó, hệ thống xử lý bắt đầu được vận hành và sau gần 4 tháng nghiên

cứ cho thấy nồng độ TN có xu hướng giảm so với ban đầu mặc dù nước trong bể cá hoàn toàn không thay mới. Trong khi ở nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) cho thấy nồng độ TN đều tăng về cuối vụ ở cả 3 ao, tăng từ 1,6-2 lần. Sự gia tăng này liên quan đến sự tích lũy các vật chất dinh dưỡng

trong ao nuôi, mặc dù ngoài thực tiễn nước trong ao được thay thường xuyên đặc biệt vào cuối vụ.

Đối với nồng độ tổng lân (TP) thì trong nghiên cứu hiện tại cho thấy có sự tích lũy sau 4 tháng nghiên cứu, trong khi đó trong nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) hầu như lượng TP không có sự tích lũy trong ao. Như đã phân tích phần trên, nước và bùn đáy trong ao nuôi thủy sản ngoài thực tế được thay thường xuyên, qua đó làm giảm nồng độ TP đáng kể. Nhưng trong hệ thống của nghiên cứu hiện tại, nước hoàn toàn không được thay mới nên có sự tích lũy TP trong nước bề cá do thức ăn thừa, phân cá và xác bã thực vật, tảo. Thông thường lân trong ao nuôi không là yếu tố gây độc cho cá, nhưng nồng độ lân cao gây ra hiện tượng tảo nở hoa trong nước nếu không được xử lý và xả thải ra kênh rạch (Konnerup *et al.*, 2011). Tuy nhiên, đây là hệ thống tuần hoàn nước (không xả thải ra ngoài môi trường), do đó hạn chế được phần nào hiện tượng phú dưỡng hóa ở nguồn nước mặt.

Qua 4 tháng nghiên cứu, cá trong cả hai hệ thống đều phát triển bình thường với tỉ lệ sống ở hệ

Bảng 3: Sự cân bằng lượng đạm và lân trong các hệ thống

		Đạm (g/bể)		Lân (g/bể)	
		HT có cây	HT không cây	HT có cây	HT không cây
Đầu vào	Thức ăn*	410,1	410,1	105,8	105,8
	Cá**	36,7	36,7	23,5	23,5
	Nước	10,0	11,4	0,6	1,0
Tổng đầu vào		456,8	458,2	129,9	130,3
Đầu ra	Cá**	192,9	189,4	55,3	54,3
	Nước	7,0	9,9	9,2	11,4
Tổng đầu ra		199,9	199,3	64,5	65,7
Lượng mất đi		256,9	258,9	65,4	64,6
% mất đi		56,2	56,5	50,3	49,6

Ghi chú: - HT: hệ thống

Kết quả cho thấy lượng đạm mất đi của hai loại hệ thống gần như giống nhau (Bảng 3). Tuy nhiên bản chất loại bỏ N thì khác nhau, trong hệ thống không cây thì lượng đạm mất đi chủ yếu được giữ lại trong chất nền, trong khi ở hệ thống có cây một phần lượng đạm mất đi sẽ được thực vật hấp thu, và phần lớn sẽ được giữ lại trong hệ thống bởi chất nền và rễ cây. Thực tế quan sát, chất nền trong hệ thống không cây theo thời gian đã bị nghẽn do chất rắn trong nước thải và xác tảo tích lũy ngày càng nhiều.

Không giống như đạm, lân không có thành phần khí nên chu trình lân được xem là chu trình kín (Lê Anh Tuấn *et al.*, 2009). Theo Kadlec & Knight (1996) cho rằng, quá trình chính loại bỏ lân

trong ĐNN là các quá trình kết tủa, hấp phụ, hấp thu của thực vật và vi sinh vật. Như đã giải thích ở phần trên thì ở hệ thống có cây, thực vật góp phần vào việc loại bỏ lân qua quá trình hấp thu tạo sinh khối (hấp thu 33,8% lượng lân mất đi), còn đối với các hệ thống không cây thì lân chủ yếu được giữ lại trong chất nền.

3.2 Sự cân bằng dinh dưỡng trong các hệ thống

Trong suốt thời gian thí nghiệm, nguồn đạm (N), lân (P) được cung cấp đầu vào cho các hệ thống chủ yếu qua nguồn thức ăn của cá, trong thịt cá và trong nước bể nuôi ban đầu (đầu vào), bỏ qua thành phần đạm và lân trong nước máy thêm vào do quá trình bốc thoát hơi nước (vì nồng độ TN, TP trong nước máy rất ít). Dựa theo kết quả phân tích nồng độ N và P trong thức ăn (Trang, 2009) và trong thịt cá (Cao Văn Thích, 2008) để tính sự cân bằng dinh dưỡng đạm, lân trong các hệ thống (Bảng 3).

trong ĐNN là các quá trình kết tủa, hấp phụ, hấp thu của thực vật và vi sinh vật. Như đã giải thích ở phần trên thì ở hệ thống có cây, thực vật góp phần vào việc loại bỏ lân qua quá trình hấp thu tạo sinh khối (hấp thu 33,8% lượng lân mất đi), còn đối với các hệ thống không cây thì lân chủ yếu được giữ lại trong chất nền.

3.3 Vai trò của thực vật trong hệ thống

Thực vật đóng vai trò quan trọng trong hệ thống ĐNN, nó sử dụng chất dinh dưỡng trong ĐNN để tạo sinh khối và làm giá bám cho các vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ (Kadlec & Knight, 1996; Brix, 2003). Thực vật trong hệ thống hiện tại được sử dụng từ nguồn cây tái sinh từ nghiên cứu trước (Lê Minh Long, 2011; Nguyễn Thị Thảo

Nguyễn, 2011). Trước khi tiến hành thí nghiệm, thực vật được cắt bỏ phần thân trên, chỉ để lại khoảng 30 cm phần thân tính từ bề mặt chất nền. Sau gần 3 tháng thí nghiệm, cây Bồn bồn được thu hoạch phần thân (chừa khoảng 30 cm phần thân tính từ mặt chất nền) nhằm làm tăng khả năng xử lý của hệ thống. Bởi vì nếu cây trồng không được thu hoạch thì phần lớn các chất dinh dưỡng đã được đưa vào mô thực vật sẽ trả lại vào hệ thống thông qua quá trình phân hủy (Brix, 2003).

Bảng 4: Tốc độ tăng trưởng sinh khối tươi (g/m².ngày) của cây Bồn bồn trên hệ thống ngầm ngang theo thời gian

	Thời gian (ngày)				Trung bình
	0	53	79	105	
Tốc độ tăng trưởng	0	173,8 ^a ± 17,0	7,5 ^b ± 6,2	64,1 ^b ± 9,5	81,8 ± 31,3

Ghi chú: Số liệu được trình bày trung bình ± sai số chuẩn, n=2

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

Bồn bồn trong hệ thống có khả năng hấp thu chất dinh dưỡng trong nước thải nuôi cá để tạo sinh khối, kết quả cho thấy Bồn bồn đã góp phần trong việc loại bỏ 17%N và 33,8%P. Khả năng loại bỏ đạm của Bồn bồn trong hệ thống này tương đương với nghiên cứu của Van de Steen *et al.* (1998), ghi nhận bèo cám giúp loại bỏ 18%N trong tổng lượng đạm đầu vào. Trong nghiên cứu xử lý nước thải bê nuôi cá rô phi thâm canh tuần hoàn bằng hệ thống ĐNN trồng xà lách, rau muống và cây huệ nước, Trang & Brix (2012) đã ghi nhận được ba loài cây trồng này chỉ giúp loại bỏ 6%N và 7%P trong tổng lượng đầu vào.

Bảng 5: Hàm lượng đạm và lân trung bình trong cây Bồn bồn

	Đạm (gN/m ²)	Lân (gP/m ²)
Ban đầu	5,8 ± 0,5	3,0 ± 0,2
Kết thúc	24,1 ± 0,4	12,3 ± 0,2
Lượng tăng thêm	18,3 ± 0,8	9,3 ± 0,4

Khả năng hấp thu N và P của Bồn bồn ở hệ thống trồng cây là 0,17 gN/m².ngày và 0,09 gP/m².ngày. Kết quả này thấp hơn về khả năng hấp thu đạm (0,38 gN/m².ngày) nhưng tương đương về khả năng hấp thu lân (0,098 gP/m².ngày) trong ghi nhận của Konnerup *et al.* (2011) sử dụng cây Huệ nước trồng trong hệ thống ĐNN ngầm ngang xử lý nước thải ao nuôi cá rô phi bán thâm canh tuần hoàn kín.

Qua đó cho thấy, mặc dù lượng đạm, lân mất đi của cả hai hệ thống tương đương nhau nhưng ở hệ thống ngầm ngang có trồng cây thì các hàm lượng dinh dưỡng này đã được tích lũy trong Bồn bồn và

Trong nghiên cứu này sinh khối của cây Bồn bồn được tính là phần thân (tính từ bề mặt chất nền). Cây Bồn bồn có tốc độ tăng trưởng sinh khối cao nhất trong hai tháng đầu thí nghiệm. Tuy nhiên, nguồn cây Bồn bồn của hệ thống được sử dụng từ nguồn cây tái sinh của thí nghiệm trước nên tốc độ tăng trưởng sinh khối tươi đã giảm nhiều trên cùng hệ thống (238,6 g/m².ngày theo Lê Minh Long, 2011).

sẽ được loại bỏ hoàn toàn ra khỏi hệ thống thông qua quá trình thu hoạch thực vật. Trong khi đó ở hệ thống không trồng cây, phần lớn hàm lượng chất dinh dưỡng được giữ lại trong chất nền và lượng tảo trên bề mặt chất nền. Ngoài ra, qua quan sát thực tế cho thấy lớp chất nền có biểu hiện bị nghẽn dòng chảy theo thời gian do cặn bã hữu cơ và xác tảo phân hủy. Trong khi bộ rễ Bồn bồn ở hệ thống có trồng cây giúp tạo lỗ hổng trong chất nền, nên không có hiện tượng chảy tràn bề mặt. Do đó, ở hệ thống ngầm ngang không trồng cây nếu vận hành lâu dài sẽ dẫn đến hiện tượng chất dinh dưỡng trả lại cho hệ thống, do không được loại bỏ hoàn toàn.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

- Nồng độ đạm trong bể cá không tích lũy theo thời gian trong cả hai hệ thống, tuy nhiên có sự tích lũy lân ở cuối thí nghiệm.

- Bồn bồn giúp loại bỏ 17%N và 33,8%P trong tổng lượng đầu vào và khả năng hấp thu N và P của Bồn bồn ở hệ thống trồng cây là khoảng 0,17 gN/m².ngày và 0,09 gP/m².ngày.

- Trong suốt quá trình nuôi không cần thay nước mới, nhưng chất lượng nước vẫn nằm trong giới hạn cho phép để nuôi cá Tra, đặc biệt có sự kết hợp hệ thống đất ngập nước ngầm ngang có trồng Bồn bồn.

4.2 Đề xuất

- Có thể ứng dụng hệ thống đất ngập nước ngầm ngang để xử lý đạm trong nước ao nuôi cá Tra, đặc biệt kết hợp việc trồng Bồn bồn trong hệ

thống. Tuy nhiên, cần nghiên cứu ở quy mô ngoài thực tế để có kết luận rõ ràng hơn.

– Từ kết quả nghiên cứu cho thấy cần thu hoạch Bồn bùn mỗi 2 tháng để tăng hiệu suất xử lý của hệ thống và là biện pháp loại bỏ hắc đạm, lân ra khỏi hệ thống.

– Nghiên cứu thêm loại chất nền có khả năng hấp phụ lân hiệu quả trong thời gian dài.

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. (2003), “Plants used in constructed wetlands and their function”, *1st International seminar on The use of aquatic macrophytes for wastewater treatment in constructed wetlands May 8-10, 2003*, Portugal.
3. Cao Văn Thích (2008), *Chất lượng nước và tích lũy vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi cá Tra (Pangasius hypophthalmus Sauvage, 1878) thâm canh ở quận Ô Môn, Thành phố Cần Thơ*, Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
4. Kadlec, R.H., and R.L. Knight (1996), *Treatment Wetlands*, CRC Press, Boca Raton, USA.
5. Konnerup D., N.T.D. Trang, H. Brix (2011), “Treatment of fishpond water by recirculating horizontal and vertical flow constructed wetlands in the tropics”, *Aquaculture*, (313), 57–64.
6. Lê Anh Tuấn, Lê Hoàng Việt, G. Wyseure (2009), *Đất ngập nước kiến tạo*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Thành phố Hồ Chí Minh: 84 trang.
7. Lê Minh Long (2011), *Đánh giá khả năng xử lý đạm trong nước bể nuôi cá Tra thâm canh bằng hệ thống ĐNN kiến tạo*. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường. Trường Đại học Cần Thơ.
8. Nguyễn Thị Thảo Nguyên (2011), *Đánh giá khả năng xử lý lân trong nước bể nuôi cá Tra thâm canh bằng hệ thống ĐNN kiến tạo*. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường. Trường Đại học Cần Thơ.
9. Trang N.T.D., J.B. Liang, Liao, X.D., Yaziz, M.I. (2002), *Growth and nutritive value of some tropical plant species grown in cattle wastewater*, In Proceeding of Malaysian Science and Technology Congress, 12th-14th December 2002, Kuching, Sarawak, Malaysia, BR 15.
10. Trang, N.T.D. (2009), *Plants as bioengineers: treatment of polluted waters in the tropics*. Doctoral Thesis, Aarhus University, Denmark.
11. Trang, N.T.D., and Brix, H. (2012), Use of planted biofilters in integrated recirculating aquaculture-hydroponics systems in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture Research*. In press.
12. Van de Steen, P., Brenner, A., Oron, G. (1998), An integrated duckweed and algae pond system for nitrogen removal and renovation, *Water Science and Technology* 38, 335-343.