

KHẢ NĂNG HẤP THU ĐẠM, LÂN TỪ NƯỚC THẢI AO NUÔI CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) THÂM CANH CỦA CÂY LÚA

Đặng Quốc Cường¹, Trương Thị Nga² và Nguyễn Thị Kim Dung³

¹ Công ty Cổ phần BVTV Delta, Cần Thơ

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

³ Phòng Tài nguyên và Môi trường, huyện Mang Thít, Vĩnh Long

Thông tin chung:

Ngày nhận: 21/03/2015

Ngày chấp nhận: 17/08/2015

Title:

Amelioration of nitrogen, phosphorus from wastewater of intensive fish ponds by rice fields

Từ khóa:

Cá tra, nước thải, thâm canh, dinh dưỡng

Keywords:

Pangasianodon hypophthalmus, wastewater, intensive farming, nutrients

ABSTRACT

The study “Amelioration of nitrogen, phosphorus pollution by rice fields from wastewater of intensive catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) ponds” were developed to enhance recycling nutrients in wastewater from fish ponds for rice irrigation and reducing inorganic fertilizer application. The experiments were carried out in farmer’s rice fields with four treatments, including: (1) wastewater on the bare soil; (2) wastewater without applying fertilizers; (3) wastewater in combination of NPK fertilizers (60N – 40P₂O₅ – 40K₂O); and, (4) wastewater in combination with NPK fertilizers (90N – 60P₂O₅ – 60K₂O). The results showed that using wastewater from fish ponds for irrigating rice field reduced nutrients effectively in all treatments. The highest total Kjeldahl nitrogen (TKN) and total phosphorus (TP) concentrations removed in the treatment No. (2) were 10.14 mg/L and 2.88 mg/L, respectively and the lowest could be found in the treatment No. (4) where the removal concentrations were 7.75 mg/L and 1.99 mg/L, respectively. The lowest removal efficiency of TKN was 45.99% in seeding and the highest efficiency was recorded in fruiting (72.33%). Similarly, the highest treating performance of TP was 70.92% in fruiting and lowest in seeding (37.23%). Besides, the use of wastewater from fish ponds for irrigating rice fields could reduce at least one third the amount of fertilizer applied but still maintaining the yield of rice.

TÓM TẮT

Nghiên cứu “Khả năng hấp thu đạm, lân từ nước thải ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh của cây lúa” được thực hiện trong vụ lúa Đông Xuân tại huyện Vĩnh Thạnh – Cần Thơ nhằm nghiên cứu tính khả thi của việc tận dụng dinh dưỡng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa, hạn chế việc sử dụng phân hóa học trên ruộng. Thí nghiệm được bố trí trên ruộng lúa của nông dân tại khu vực nghiên cứu gồm bốn (4) nghiệm thức: (1) nước thải + đất ruộng không trồng lúa, (2) nước thải + đất ruộng có trồng lúa và không bón phân, (3) nước thải + bón phân NPK (60N – 40P₂O₅ – 40K₂O), (4) nước thải + bón phân NPK (90N – 60P₂O₅ – 60K₂O). Kết quả nghiên cứu cho thấy: Tổng nitơ Kjeldahl (TKN) và tổng lân (TP) được xử lý cao nhất ở nghiệm thức (2) lần lượt là 10,14 mg/L và 2,88 mg/L và thấp nhất ở nghiệm thức (4) là 7,75 mg/L và 1,99 mg/L. Trong các giai đoạn sinh trưởng, hiệu suất xử lý thấp nhất ở giai đoạn cây mạ đạt 45,99% (TKN) và 37,23% (TP) và cao nhất ở giai đoạn cây lúa vào hạt đạt 72,33% (TKN) và 70,92% (TP). Bên cạnh đó, khi sử dụng nước ao nuôi cá tra thâm canh để tưới cho cánh đồng lúa có thể giảm ít nhất 1/3 lượng phân bón sử dụng trên đồng ruộng mà vẫn duy trì năng suất lúa.

1 GIỚI THIỆU

Nước thải từ các ao cá tra là nguồn gây ô nhiễm và sự phú dưỡng hoá do hàm lượng những chất dinh dưỡng như đạm và lân vượt khỏi sức tải của môi trường ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt trong khu vực.

Việc sử dụng nguồn nước thải từ nuôi thủy sản để tưới cho lúa có thể giúp giảm ô nhiễm môi trường nước mặt, giảm lượng phân hóa học sử dụng trên đồng ruộng. Đặc biệt trong nước thải từ các ao nuôi cá tra thâm canh có các dưỡng chất cần thiết cho quá trình phát triển của cây lúa. Từ đó có thể tăng lợi nhuận cho nông dân, đồng thời góp phần phát triển nền nông nghiệp bền vững bên cạnh việc bảo vệ môi trường.

Nghiên cứu “Khả năng hấp thu đạm, lân của cây lúa từ nước thải ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh” được thực hiện với mục đích tận dụng lại nguồn dưỡng chất có trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để cung cấp cho quá trình sinh trưởng và phát triển của cây lúa.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên trên ruộng lúa canh tác của nông dân, trong vụ lúa Đông Xuân tại huyện Vĩnh Thạnh – Cần Thơ. Sử dụng nước thải ao nuôi thâm canh cá tra để tưới ruộng lúa tương ứng với ao cá ở tuổi tháng thứ 4, 5, 6. Khoảng cách từ ruộng lúa đến ao nuôi cá tra là 30 m. Thí nghiệm gồm có 4 nghiệm thức và mỗi nghiệm thức thực hiện 3 lần lặp lại như sau:

– *Nghiệm thức 1:* Sử dụng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên đất ruộng (không trồng lúa).

– *Nghiệm thức 2:* Sử dụng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên ruộng lúa (có trồng lúa và không sử dụng phân bón)

– *Nghiệm thức 3:* Sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên ruộng lúa và bón phân NPK (60N – 40P₂O₅ – 40K₂O).

– *Nghiệm thức 4:* Sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên ruộng lúa và bón phân NPK (90N – 60P₂O₅ – 60K₂O).

Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, mỗi lặp lại là một ô thí nghiệm trên đồng ruộng diện tích 25 m². Bờ xung quanh các ô thí nghiệm được phủ bằng nilông để tránh rò rỉ nước giữa các ô và thất thoát nước từ ô thí nghiệm ra bên ngoài. Nước thải tưới vào các ô thí nghiệm được dẫn trực tiếp từ ao

nuôi thâm canh cá tra. Độ ngập sâu của các lô thí nghiệm trong tuần lễ đầu là 0,3-0,5 cm, giai đoạn lúa từ 20-45 ngày mực nước là 1-3 cm và giai đoạn 60-70 ngày giữ mực nước là 3-4 cm.

Các nghiệm thức được bón phân hóa học tương ứng với quy trình canh tác của nông dân tại nơi nghiên cứu. Bón phân 3 đợt tương ứng vào các ngày 14, 25, 45 ngày sau sạ. Đợt 1 và đợt 2 bón 100 kg DAP và 110 kg urê cho 1 ha (10.000 m²). Đợt 3 bón 30 kg DAP và 100 kg KCl cho 1 ha (10.000 m²). Đối với nghiệm thức 2 thì bón 2/3 Urê, 1/2 phân DAP và phân kali so với nghiệm thức 1. Đối với nghiệm thức 3 thì không bón phân. Nghiệm thức 4 chỉ tưới nước thải ao nuôi cá tra thâm canh lên đất ruộng.

Giống lúa sử dụng để bố trí thí nghiệm là giống Jasmine có giai đoạn sinh trưởng 105 ngày. Mật độ sạ lan 20kg/1.000m². Khi lúa được 3 - 4 lá (10 ngày) thì bắt đầu cho nước thải từ ao cá tra vào theo điều kiện từng nghiệm thức. Nước thải tưới vào ruộng được thực hiện 9 lần/vụ, sau 4 ngày xả nước ra nhưng vẫn giữ cho đất trên ruộng luôn ẩm và sau khoảng 7 ngày lại tiếp tục cho nước vào, lặp lại đến khi thu hoạch.

Thu mẫu nước vào buổi sáng từ 08 giờ đến 10 giờ trên ô thí nghiệm sau khi nước thải ao nuôi cá tra được lưu lại 4 ngày trên ruộng lúa và mực nước còn đủ để có thể thu mẫu. Thu mẫu lúa đồng thời với thu mẫu nước ở giai đoạn cây lúa 25 ngày, 65 ngày và 95 ngày. Mẫu hạt lúa được thu vào buổi chiều lúc 13 giờ đến 15 giờ vào giai đoạn lúa chín 105 ngày.

Mẫu nước được thu trong chai nhựa 1 lít, trữ lạnh phân tích các chỉ tiêu tổng nitơ Kjeldahl (TKN), đạm nitrat (NO₃⁻), đạm ammonium (NH₄⁺), tổng lân (TP). Mẫu cây lúa và hạt lúa phân tích các chỉ tiêu: N tổng số, Lân tổng số, Kali tổng số theo phương pháp được mô tả trong “Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 2005”. Mẫu được vận chuyển về phòng thí nghiệm khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ.

Số liệu sau khi thu thập được tính thống kê và vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel và phần mềm thống kê IBM SPSS 20.0 để so sánh sai khác trung bình của các nghiệm thức (LSD<0.05).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi tưới cho ruộng lúa, nước ao nuôi cá tra có giá trị tổng nitơ Kjeldahl (TKN), đạm ammonium (NH₄⁺), đạm nitrat (NO₃⁻), tổng lân (TP) giảm rõ

rệt giữa trước tưới và sau tưới sau khi lưu lại 4 ngày trên ruộng. Sự chênh lệch về nồng độ TKN giữa nước trước tưới và nước sau tưới ở tất cả các nghiệm thức (Bảng 1) cho thấy rằng: khi nước thải đi qua cánh đồng lúa, một phần chất hữu cơ đã

được các vi sinh vật hiếu khí phân hủy để tổng hợp nên tế bào vi khuẩn mới (Lê Hoàng Việt, 2002). Đồng thời, một phần đạm hữu cơ cũng đã được các vi sinh vật đất khoáng hóa thành các dạng ion hòa tan (NH_4^+ và NO_3^-) và được cây lúa hấp thụ.

Bảng 1: Hàm lượng TKN (mg/L) của nước thải trước khi tưới và sau khi tưới ở tất cả các nghiệm thức sau 4 ngày

Tuổi cá	Giai đoạn	Không trồng lúa		Trồng lúa			
		Nước thải	NT1	NT2	NT3	NT4	
4 tháng	Cây mạ	12,37 ^a ±0,2	7,35 ^b ±0,93	6,40 ^{bc} ±0,53	6,18 ^c ±0,40	6,42 ^{bc} ±0,53	
5 tháng	Làm đồng	14,54 ^a ±0,19	7,39 ^b ±0,35	6,99 ^b ±0,22	5,46 ^d ±0,34	6,27 ^c ±0,08	
6 tháng	Vào hạt	18,40 ^a ±0,17	7,33 ^b ±0,18	5,20 ^c ±0,11	3,24 ^c ±0,05	4,60 ^d ±0,40	

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan)

Nước thải: Hàm lượng TKN (mg/L) của nước thải trước khi tưới; NT1, 2, 3, 4: Hàm lượng TKN (mg/L) của nước thải sau khi qua các ô thí nghiệm 4 ngày

NT1: Tưới nước thải lên đất, NT2: Nước thải tưới lúa không bón phân NPK, NT3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, NT4: Nước thải + Bón phân NPK

3.1 Hàm lượng đạm và lân trong nước thải được hấp thu sau khi qua cánh đồng lúa 4 ngày của từng nghiệm thức

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong từng

nghiệm thức, hàm lượng đạm lân giảm cao nhất là ở nghiệm thức 3 (nước thải + bón phân NPK 60N – 40P₂O₅ – 40K₂O) và thấp nhất là ở nghiệm thức 1 (nước thải tưới lên đất ruộng không trồng lúa) (Bảng 2).

Bảng 2: Hàm lượng đạm lân trong nước thải được hấp thu sau khi qua cánh đồng lúa trong từng nghiệm thức

Giai đoạn	Nghiệm thức	NH_4^+ (mg/L)	NO_3^- (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
Cây mạ	NT1	0,99 ^a ±0,04	0,01 ^a ±0,00	5,02 ^a ±0,93	0,55 ^a ±0,06
	NT2	1,15 ^b ±0,09	0,02 ^{ab} ±0,00	5,60 ^a ±0,53	0,79 ^b ±0,06
	NT3	1,57 ^c ±0,08	0,03 ^c ±0,00	6,18 ^a ±0,40	1,14 ^d ±0,13
	NT4	1,26 ^b ±0,06	0,03 ^{bc} ±0,00	5,95 ^a ±0,53	0,95 ^c ±0,05
Làm đồng	NT1	1,36 ^a ±0,15	0,04 ^a ±0,00	7,15 ^a ±0,35	1,73 ^a ±0,03
	NT2	1,53 ^{ab} ±0,05	0,05 ^b ±0,00	7,55 ^a ±0,22	2,03 ^b ±0,05
	NT3	2,29 ^c ±0,34	0,06 ^c ±0,00	9,08 ^c ±0,34	2,59 ^d ±0,07
	NT4	1,82 ^b ±0,12	0,05 ^b ±0,01	8,27 ^b ±0,08	2,34 ^c ±0,04
Vào hạt	NT1	3,34 ^a ±0,05	0,04 ^a ±0,01	11,07 ^a ±0,18	3,69 ^a ±0,06
	NT2	3,99 ^b ±0,12	0,07 ^b ±0,02	13,20 ^b ±0,11	4,29 ^b ±0,06
	NT3	5,62 ^d ±0,13	0,12 ^c ±0,01	15,16 ^d ±0,05	4,91 ^d ±0,11
	NT4	4,61 ^c ±0,09	0,06 ^b ±0,01	13,80 ^c ±0,40	4,48 ^c ±0,12

Ghi chú: Trong cùng một cột, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan)

NT1: Tưới nước thải lên đất, NT2: Nước thải tưới lúa không bón phân NPK, NT3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, NT4: Nước thải + Bón phân NPK

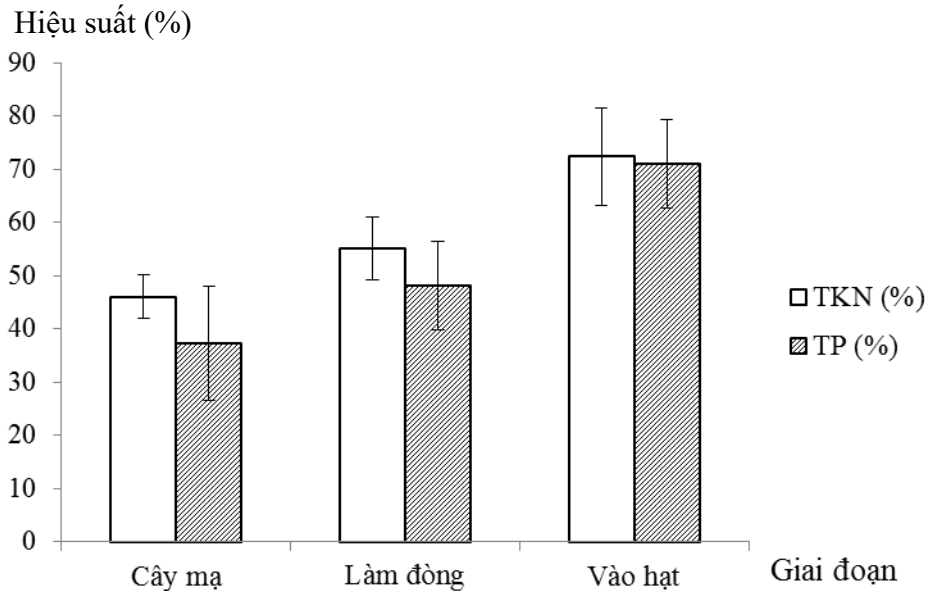
Ở nghiệm thức 1, khả năng hấp thu đạm và lân đạt thấp nhất dao động từ 5,02 ± 0,93 mg/L – 11,07 ± 0,18 mg/L (TKN) và 0,55 ± 0,06 mg/L – 3,69±0,06 mg/L (TP). Nguyên nhân có thể là do trong nghiệm thức này không có sự hấp thu đạm và lân của cây lúa so với các nghiệm thức khác. Ở nghiệm thức 3 giảm 1/3 lượng phân bón, khả năng hấp thu đạm và lân cao nhất dao động từ 6,18

± 0,40 mg/L - 15,16 ± 0,05 mg/L đối với hàm lượng TKN và 1,14 ± 0,13 - 4,91 ± 0,11 mg/L đối với hàm lượng TP. Do bón giảm phân hóa học nên không có sự dư thừa đạm, lân, cây lúa sẽ sử dụng nguồn dinh dưỡng từ nước ao một cách hiệu quả để sinh trưởng và phát triển. Vì vậy, khi sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới cho lúa có thể tiết kiệm được 1/3 lượng phân bón sử dụng cho ruộng lúa.

3.2 Hiệu suất trung bình loại bỏ đạm, lân theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa ở các nghiệm thức

Tùy vào giai đoạn phát triển khác nhau của cây lúa, hàm lượng dinh dưỡng là yếu tố rất cần thiết đối với việc hình thành bộ rễ, phát triển chiều cao, đẻ nhánh, ra hoa... đặc biệt là tỉ lệ hạt chắc. Yêu cầu đạm của cây lúa thay đổi theo thời gian sinh

trưởng: Cần nhiều đạm trong thời kỳ đẻ nhánh, nhất là thời kỳ đẻ nhánh cực đại; kết thúc thời kỳ phân hóa đồng hầu như cây lúa đã hút >80% tổng lượng đạm cho cả chu kỳ sinh trưởng. Cây lúa hút lân trong suốt thời kỳ sinh trưởng từ nảy mầm đến trổ. Tuy vậy, lượng lân cần cho cây lúa trong giai đoạn đầu rất thấp (Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, 2012).



Hình 1: Trung bình hiệu suất làm giảm đạm, lân của các nghiệm thức theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa

Qua Hình 1 cho thấy trung bình hiệu suất loại bỏ TKN ở các nghiệm thức thấp nhất ở giai đoạn cây mạ đạt 45,99%, cao nhất ở giai đoạn cây lúa vào hạt đạt 72,33%. Trung bình hiệu suất loại bỏ TP ở các nghiệm thức đạt 37,23% ở giai đoạn cây mạ và đạt 70,91% ở giai đoạn cây lúa vào hạt.

Nồng độ các chất ô nhiễm giảm theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây lúa, giai đoạn cây lúa vào hạt được xem là khoảng thời gian có hiệu suất xử lý đạm, lân tốt hơn ở giai đoạn cây mạ và làm đồng. Điều này có thể là do cây lúa càng lớn hấp thu các chất dinh dưỡng để gia tăng sinh khối, nuôi hạt lúa và góp phần làm giảm hàm lượng đạm, lân trong nước thải.

3.3 Sự tích lũy đạm lân trong thân cây lúa (% trong sinh khối khô)

Hàm lượng đạm lân trong thân cây lúa theo thời gian được trình bày ở Bảng 3. Kết quả thống kê cho thấy, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức trong từng giai đoạn phát triển của cây lúa.

Bảng 3: Đạm và lân tổng số trong thân cây lúa (%)

Giai đoạn	Nghiệm thức	Đạm tổng số (%)	Lân tổng số (%P ₂ O ₅)
Cây mạ	NT 2	2,46±0,32	0,99±0,11
	NT 3	2,52±0,47	1,01±0,15
	NT 4	2,60±0,50	1,07±0,03
Làm đồng	NT 2	1,31±0,11	0,61±0,03
	NT 3	1,36±0,05	0,68±0,05
	NT 4	1,39±0,08	0,70±0,05
Vào hạt	NT 2	0,93±0,09	0,54±0,06
	NT 3	0,95±0,12	0,64±0,06
	NT 4	1,01±0,03	0,67±0,07

Ghi chú: NT2: Nước thải tươi lúa không bón phân NPK, NT3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, NT4: Nước thải + Bón phân NPK

Qua Bảng 3 cho thấy hàm lượng tổng đạm của thân cây lúa dao động thấp nhất từ 0,93±0,09% ở nghiệm thức không bón phân NPK và cao nhất ở

nghiệm thức bón phân NPK là $2,60 \pm 0,50\%$. Mặt khác, ở nghiệm thức bón giảm phân NPK, hàm lượng đạm tổng dao động từ $0,95 \pm 0,12\%$ đến $2,52 \pm 0,47\%$ và nghiệm thức không bón phân NPK dao động từ $1,01 \pm 0,03\%$ đến $2,60 \pm 0,50\%$ thì cây lúa vẫn phát triển trong môi trường nước thải ao nuôi thâm canh cá tra, nhưng lá không xanh và mướt như ở nghiệm thức bón phân NPK. Qua kết quả cho thấy hàm lượng đạm tích lũy trong thân cây lúa thấp nhất vào giai đoạn cây mạ và cao nhất ở giai đoạn cây lúa vào hạt. Theo nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Đệ (2008) cây lúa có thể hấp thu và sử dụng cả hai dạng đạm nitrate (NO_3^-) và (NH_4^+) mà chủ yếu là đạm NH_4^+ . Khi cây lúa sinh trưởng và phát triển trong môi trường nước thải ao nuôi cá tra thâm canh, cây lúa sẽ hấp thu các chất dinh dưỡng đạm, lân trong môi trường nước thải ao nuôi và trong đất để cung cấp chất dinh dưỡng cho cây sinh trưởng, phát triển và nuôi hạt. Do đó, nồng độ các chất dinh dưỡng trong nước thải ngày càng giảm thông qua sự làm giảm nồng độ amonium, nitrate và tổng đạm.

Hàm lượng lân (P_2O_5) trong thân cây lúa dao động thấp nhất từ $0,54 \pm 0,06\%$ đến $0,99 \pm 0,11\%$ ở nghiệm thức không bón phân NPK. Khi cây lúa vào hạt thì hàm lượng lân trong cây giảm $0,45\%$ so với cây lúa ở giai đoạn mạ. Hàm lượng lân (P_2O_5) trong cây dao động từ $0,67 \pm 0,07\%$ đến $1,07 \pm 0,03\%$ ở nghiệm thức bón phân NPK. Hàm lượng lân (P_2O_5) trong cây lúa thấp nhất ở giai đoạn cây lúa vào hạt và cao nhất ở giai đoạn cây mạ. Kết quả phân tích ở nghiệm thức bón giảm phân NPK thì hàm lượng dinh dưỡng lân tổng trong thân cây lúa dao động từ $0,64 \pm 0,06\%$ đến $1,01 \pm 0,15\%$ giảm $0,37\%$. Khi lúa trổ, khoảng 37-83% chất lân được chuyển lên bông (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008).

4 KẾT LUẬN

Cây lúa có khả năng hấp thu đạm, lân trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để gia tăng sinh khối, việc thu hoạch sinh khối đồng nghĩa với việc lấy đi đạm và lân hòa tan trong nước thải và làm sạch nước thải. Hiệu suất loại bỏ đạm, lân luôn tăng theo thời gian sinh trưởng và phát triển của lúa; cao nhất ở giai đoạn cây lúa vào hạt là 72,33% hàm lượng TKN; 70,92% hàm lượng TP và thấp

nhất ở giai đoạn cây mạ đạt 45,99% hàm lượng TKN; 37,23% hàm lượng TP. Như vậy, hàm lượng đạm, lân có trong nước thải ao nuôi cá tra được hấp thu sau khi qua cánh đồng lúa. Điều này góp phần giảm chi phí sử dụng phân bón giúp nâng cao lợi nhuận cho nông dân. Đây là mô hình có hiệu quả về mặt kinh tế lẫn môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Văn Phụng và ctv, 2010. Tưới lúa bằng nước thải để làm giảm ô nhiễm môi trường do sản xuất cá da trơn ở Đồng bằng sông Cửu Long. Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng. Trường Đại học Cần Thơ.
2. Cao Văn Thích, 2008. Biến đổi chất lượng nước và tích lũy vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi cá tra thâm canh. Luận văn tốt nghiệp cao học ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
3. Châu Thị Đa, Ken Phillips, Thái Huỳnh Phương Lan, 2012. Một số vấn đề về môi trường và những cơ hội cho giáo dục đại học liên quan đến việc sử dụng nguồn nước từ các trang trại nuôi cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) ở Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam.
4. De Datta, S.K., I.R.P. Fillery and E.T. Craswell, 1983. Result from recent studies on nitrogen fertilizer efficiency in wetland rice, Outlook Agric (12), pp. 125-134.
5. Lê Hoàng Việt, 2002. Phương pháp xử lý nước thải. Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên. Trường Đại học Cần Thơ. 306 trang.
6. Nguyễn Ngọc Đệ, 2008. Giáo trình cây lúa. Viện Nghiên cứu Phát triển Đồng bằng sông Cửu Long. Trường Đại học Cần Thơ.
7. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 2005. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation.
8. Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, 2012. Hướng dẫn quản lý dinh dưỡng cho cây lúa tùy theo đặc trưng ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp.