ẢNH HƯỞNG ĐỘ SÂU NGẬP ĐẾN KHẢ NĂNG HẤP THU ĐẠM LÂN CỦA BỒN BỒN (*Typha orientalis*) VÀ NĂN TƯỢNG (*Scirpus littoralis*)

Lâm Thị Như Mơ[1], Võ Chí Linh[1], Ngô Thụy Diễm Trang[1]

TÓM TẮT

Thí nghiệm được bố trí trong điều kiện nhà lưới theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 2 nhân tố: (1) loài cây (Bồn bồn (*Typha orientalis* C. Presl) và Năn tượng (*Scirpus littoralis* Schrab.) và không cây; (2) mức nước (15, 30, 45 cm) với 3 lần lặp lại nhằm xác định khả năng chịu ngập của 2 loài cây này. Nước thải từ bể nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng được sử dụng làm nước dinh dưỡng cho cây. Mẫu nước được thu để đánh giá nồng độ đạm, lân trong nước bổ sung vào và nước sau xử lý mỗi 2 tuần 1 lần. Kết quả ghi nhận độ sâu ngập ảnh hưởng đến sinh trưởng, sinh khối và khả năng hấp thu đạm, lân của cả 2 loài cây nghiên cứu. Sinh khối cây càng giảm khi mức nước sâu ngập càng cao, với tổng sinh khối khô cả cây Bồn bồn và Năn tượng đạt tương ứng 10,6-36,6 g/cây và 6,5-19,9 g/cây. Ở mức nước sâu ngập càng cao hàm lượng N, P tích lũy trong mô cây càng cao, trung bình hàm lượng N, P được cây hấp thu chiếm 0,6% N và 0,2% P. Từ đó góp phần làm giảm lượng N, P trong tổng lượng N, P thêm vào là 65,4 - 80,6% N và 76,4 - 81,0% P.

Từ khóa: *Bồn bồn, đạm, lân, Năn tượng, nước thải thủy sản, sinh khối, tôm thẻ chân trắng.*

1. GIỚI THIỆU

Với mô hình nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng (TTCT) ngày càng tăng thì vấn đề nguồn nước cung cấp và nguồn nước thải ra của ao nuôi trở thành vấn đề đáng quan tâm. Trong nước thải ao nuôi tôm thường tích lũy nhiều đạm (N), lân (P) do thức ăn dư thừa, chất thải của tôm,... Theo Võ Nam Sơn *và ctv.* [1] thì N chuyển hóa từ thức ăn sang N trong tôm TCT nuôi là 20,6% và P là 12,5%. Điều này cho thấy nguồn N, P tích lũy trong nước thải ao nuôi tôm TCT là rất lớn. Nguồn N, P này khi thải ra môi trường dễ gây ra hiện tượng phú dưỡng hóa gây hại cho các loài thủy sinh và làm ô nhiễm môi trường. Do đó, cần làm giảm lượng N, P này trước khi xả thải ra môi trường.

Việc sử dụng thực vật trong xử lý chất ô nhiễm và đạm, lân trong nước thải nuôi TTCT là biện pháp sinh thái có lợi, có chi phí thấp đã được nghiên cứu thành công trong những năm gần dây [2]. Cây Bồn bồn (*Typha orientalis*) được sử dụng thành công trong xử lý nước thải bể nuôi thâm canh TTCT [2, 3]. Cây Năn tượng (*Scirpus littoralis*) cũng được Trần Định Huấn [4] và Lâm Ngọc Bửu *và ctv.* [5] đánh giá cao về khả năng sử dụng của nó trong việc xử lý đạm, lân trong nước thải từ ao nuôi tôm sú và tôm TCT. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên chỉ đánh giá khả năng xử lý của Bồn bồn và Năn tượng trong cùng một mức nước. Trong khi đó Bồn bồn và Năn tượng cũng là hai loài thực vật ngập nước, với Bồn bồn có khả năng chịu ngập sâu đến 1 m [6] và Năn tượng có khả năng chịu ngập sâu 0,5 m [7]. Tuy nhiên, có ít thông tin về khả năng chịu ngập liên quan đến sinh trưởng và khả năng xử lý chất ô nhiễm trong nước thải ao nuôi thâm canh tôm TCT của hai loài cây này. Do đó, đề tài này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng thích nghi và xử lý nước thải nuôi tôm TCT của Bồn bồn và Năn tượng ở các mức nước khác nhau nhằm làm cơ sở cho việc lựa chọn loài cây thích nghi điều kiện mặn và sâu ngập để trồng kết hợp trong ao tôm kết hợp trồng cỏ, hay là loài cây thay thế cho cây lúa trong mô hình tôm-lúa trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

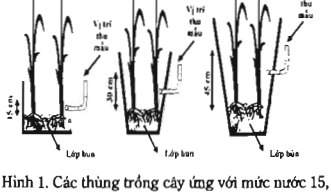
Thí nghiệm được bố trí trong điều kiện nhà lưới theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 2 nhân tố và 3 lần lặp lại. Nhân tố thứ 1 là loài cây gồm 2 loài: Bồn bồn (*Typha orientalis* C. Presl) và Năn tượng (*Scirpus littoralis* Schrab.) là những loài cây dễ tìm ở vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và nghiệm thức không cây được xem là đối chứng. Nhân tố thứ 2 là mức nước gồm 3 mức: 15, 30 và 45 cm (Hình 1).

• Cơ sở chọn 3 mức nước 15, 30 và 45 cm: Theo Bendoricchio et al. [8] về thông số kỹ thuật thiết kế

[1] Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ
Email: ntdtrang@ctu.edu.vn

hệ thống đất ngập nước chảy mặt có độ sâu ngập khoảng 10 - 50 cm. Bên cạnh đó theo quan sát ở điều kiện thực tế, hai loài cây Bồn bồn và Năn tượng được trồng trong ao tôm ở các khu vực thu cây có độ sâu mức nước khoảng 50 cm. Theo Miao and Zou [9] cây Hương bồ đài hoa dài (*Typha domingensis*) có tỷ lệ cây chết khoảng 50% và sinh khối giảm khi trồng ở mức nước 60 cm. Qua đó, thí nghiệm xem xét chọn 3 mức nước 15, 30 và 45 cm để so sánh, đánh giá ảnh hưởng của mức nước đến hai loài cây và việc lựa chọn mức nước cao nhất 45 cm giúp mô phỏng gần với điều kiện thực tế.

Cây được thu thập từ các vuông tôm ở Bạc Liêu, Kiên Giang... Cây được chọn thí nghiệm là những cây con có độ đồng đều về kích thước và sinh khối, khỏe mạnh, được rửa sạch đất ở bộ rễ, sau đó được trồng trong các thùng nhựa có lớp bùn đáy (16 kg/thùng, độ ẩm 23,8%) được thu từ các ao lắng của hộ nuôi thâm canh tôm TCT (mục đích mô phỏng mô hình ao lắng ngoài thực tế). Nước thải trồng cây được lấy từ các bể nuôi thâm canh tôm TCT (mật độ nuôi 400 con/1 m^3, với độ mặn 10‰) *sau khi xác định nồng độ N, P* được bổ sung vào các nghiệm thức 2 tuần/1 lần sau mỗi đợt thu mẫu nước. Cây được thuần dưỡng 2 tháng để chúng có thời gian thích nghi, phục hồi sức sống trước khi tiến hành ghi nhận các chỉ tiêu theo dõi. Sử dụng nước máy đã cho bay clo trong thời gian dưỡng cây 2 tháng, sau đó bổ sung nước thải từ các bể nuôi tôm TCT với độ mặn 5‰ trong 1 tuần (10 L/thùng) và tăng lên 10‰ trong 1 tuần kế tiếp đến mức nước quy định.



Hình 1. Các thùng trồng cây ứng với mức nước 15, 30 và 45 cm

Mô tả hệ thống thí nghiệm: Thùng nhựa sử dụng có dung tích chứa là 50 L, 45 L và 120 L (Hình 1). Tương ứng các mức nước 15, 30 và 45 cm cao hơn lớp bùn thì thể tích nước tương ứng lần lượt là 25 L, 30 L, 80 L và số cây trồng tương ứng là 3, 3 và 7 cây/thùng (tương ứng mật độ trồng 15 cây/m^2 [2]). Trong mỗi thùng gắn 1 van nằm giữa cột nước của từng nghiệm thức mức nước tương ứng với 15, 30 và 45 cm là 7,5, 15 và 22,5 cm để thu mẫu nước đầu ra (Hình 1).

2.2. Sinh khối và hàm lượng đạm lân trong cây

Cây được thu hoạch sau 71 ngày và được rửa sạch bằng nước máy trước khi xác định sinh khối tươi thân, rễ; sau đó sấy ở nhiệt độ 60°C đến khi khối lượng không đổi để xác định sinh khối khô. Mẫu cây sau khi sấy dùng để phân tích hàm lượng N, P trong thân, rễ cây [10]. Các công thức tính toán như sau: Lượng N, P cây tích lũy (g/cây) = sinh khối khô thân, rễ x hàm lượng N, P (%) (trong thân, rễ tương ứng) (1). Tổng lượng N, P trong thùng (g/thùng) = tổng sinh khối khô thân, rễ trong thùng x lượng N, P cây hấp thu được (2).

2.3. Phương pháp thu và phân tích mẫu nước

Mẫu nước được thu từ các van 2 tuần 1 lần, tổng cộng có 6 đợt thu mẫu. Số đợt thu mẫu được quyết định dựa vào chu kỳ sinh trưởng của cây Bồn bồn *[11]. Các chỉ tiêu đạm tổng (TKN,* phương pháp Kjeldahl) và lân tổng (TP, phương pháp Acid ascorbic (Công phá bằng H_2SO_4 - $HClO_4$) [10]) được phân tích tại Phòng thí nghiệm Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu các lần lặp lại của từng chỉ tiêu được thống kê và tính toán bằng phần mềm Excel. Sử dụng phần mềm Statgraphic Centurion XVI (StatPoint, Inc., USA) để phân tích phương sai hai nhân tố (Two-way ANOVA) và một nhân tố (One-way ANOVA) cho số liệu chất lượng nước và hàm lượng đạm, lân (TKN, TP) trong nước, trong cây giữa các nghiệm thức. So sánh trung bình giữa 9 nghiệm thức dựa vào kiểm định Tukey ở mức ý nghĩa 5%. Sử dụng phần mềm Sigmaplot 12.0 (San Jose, California, USA) để vẽ biểu đồ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sinh khối của Bồn bồn và Năn tượng

Sinh khối khô thân, rễ của cây Bồn bồn và Năn tượng khi bắt đầu thí nghiệm không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức và giữa 2 loài cây ($p>0,05$, bảng 1). Tuy nhiên, sinh khối khô thân và rễ của 2 loài cây nghiên cứu này khi thu hoạch đều bị ảnh hưởng bởi mức nước ($p<0,05$, bảng 1), hay nói cách khác sinh khối càng giảm khi mức nước sâu ngập càng cao.

Giữa 2 loài cây, Bồn bồn tạo sinh khối khô thân luôn cao hơn so với cây Năn tượng, ngoại trừ ở mức nước 45 cm (Hình 2). Riêng sinh khối khô rễ của cây Bồn bồn và Năn tượng tương đương nhau trong cùng 1 mức nước (p>0,05), nhưng ở mức 15 và 30 cm Bồn bồn có sinh khối khô rễ cao hơn cây Năn tượng trồng ở mức 45 cm (p<0,05, bảng 1), dẫn đến tỷ lệ sinh khối khô thân/rễ của 2 loài cây là tương đương (p>0,05, bảng 1).

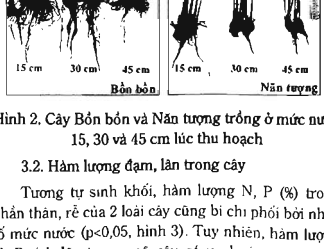
Bảng 1. Sinh khối khô (SKK) thân, rễ của cây Bồn bồn và Năn tượng lúc bắt đầu và thu hoạch ở các mức nước 15, 30 và 45 cm

Nghiệm thức		Bắt đầu		Thu hoạch		
Loài cây	Mức nước (cm)	SSK thân (g/cây)	SSK rễ (g/cây)	SSK thân (g/cây)	SSK rễ (g/cây)	Tỷ lệ SSK thân/rễ
Bồn bồn	15	3,0±1,0	2,0±0,7	13,7±2,4^{ab}	16,2±5,9^{a}	0,9±0,2
	30	4,8±2,5	3,2±1,2	19,6±4,3^{a}	16,4±4,5^{a}	1,3±0,5
	45	1,8±1,3	1,6±0,9	4,2±4,3^{c}	6,4±4,5^{ab}	0,5±0,3
Năn tượng	15	2,1±1,2	1,9±1,4	8,2±0,6^{bc}	11,7±2,1^{ab}	0,7±0,1
	30	2,7±0,4	2,7±0,5	8,2±1,4^{bc}	7,2±1,7^{ab}	1,2±0,3
	45	1,8±1,4	1,8±0,6	3,0±1,9^{c}	3,5±0,5^{b}	0,9±0,7
	P-values	*0,160^{ns}*	*0,336^{ns}*	*0,0001****	*0,004***	*0,296^{ns}*

Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3); *: p<0,01; ***: p<0,001; ^{ns}: p>0,05

^{a,b,c}: khác kỳ tự trong cùng 1 cột là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5% dựa trên kiểm định Tukey

Nguyễn Phương Ngọc Đoan [12] có ghi nhận Bồn bồn trồng trên hệ thống đất ngập nước (ĐNN) chảy mặt có mức nước ngập 10 cm xử lý nước thải bể nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng (độ mặn 10‰) tuần hoàn kín, cây cho sinh khối khô thân, rễ tương ứng 2,2 g/cây và 2,1 g/cây trong thời gian nghiên cứu 89 ngày. Kết quả sinh khối này thấp hơn so với ghi nhận trong nghiên cứu hiện tại khoảng 7 lần khi so với mức nước gần tương đương là 15 cm (Bảng 1). Sự khác biệt về sinh khối cây giữa 2 nghiên cứu này có thể là do nồng độ tổng N và tổng P trong nước thải bể tôm, trung bình 5,6 và 11,7 mg/L [12], có nồng độ N thấp hơn so với thí nghiệm hiện tại (nồng độ N, P trung bình trong nước thải đầu vào tương ứng 7,46 và 7,89 mg/L). Ngoài ra, thời gian tồn lưu nước trên bề trồng cây của Nguyễn Phương Ngọc Đoan [12] chỉ có 3 giờ trong khi thí nghiệm hiện tại thời gian lưu nước 84 ngày, do đó, cây ít có nhiều thời gian tiếp xúc với nước thải để hấp thu dinh dưỡng vì vậy sinh khối cây cao hơn. Theo Stottmeister *et al.* [13] thời gian tồn lưu nước là khoảng thời gian mà các chất gây ô nhiễm tiếp xúc với chất nền và thân rễ của thực vật, được biết đến như một yếu tố kiểm soát quan trọng trong việc xác định hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm. Ngoài ra, thời gian tồn lưu nước ảnh hưởng rất lớn đến thành phần sinh học của sinh vật, quá trình sinh học và sự chuyển hóa các chất gây ô nhiễm trong ĐNN [14]. Do đó, bên cạnh nồng độ N, P có trong môi trường nước, thì thời gian tồn lưu nước ngắn cũng ảnh hưởng đến sinh khối cây dẫn đến hiệu suất xử lý N, P của hệ thống ĐNN giảm, minh chứng trong nghiên cứu của Nguyễn Phương Ngọc Đoan [12] chỉ đạt khoảng 14% và 17%, thấp hơn so với thí nghiệm hiện tại đạt 26%-63% và 36%-86% (Bảng 2).

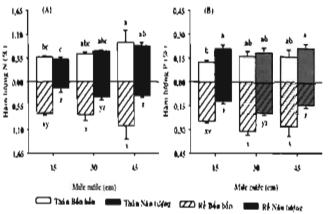


Hình 2. Cây Bồn bồn và Năn tượng trồng ở mức nước 15, 30 và 45 cm lúc thu hoạch

3.2. Hàm lượng đạm, lân trong cây

Tương tự sinh khối, hàm lượng N, P (%) trong phần thân, rễ của 2 loài cây cũng bị chi phối bởi nhân tố mức nước (p<0,05, hình 3). Tuy nhiên, hàm lượng N, P tích lũy trong mô cây có xu hướng ngược lại sinh khối thân, rễ (Bảng 1), ở mức nước sâu ngập

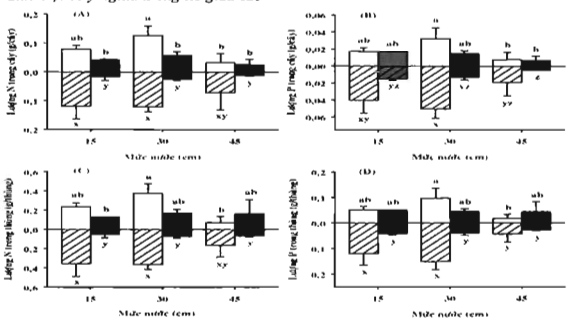
càng cao hàm lượng N, P trong mô cây càng cao với hàm lượng N, P được cây hấp thu chiếm 0,6% N và 0,2% P (p<0,05, hình 3).



Hình 3. Ảnh hưởng của mức nước lên hàm lượng N (A) và P (B) trong thân rễ cây Bồn bồn và Năn tượng (%)

Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3); ^{a,b,c}*: khác ký tự là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức về hàm lượng N, P trong thân và* ^{x,y,z} *là trong rễ ở mức ý nghĩa 5% (kiểm định Tukey)*

Trong các mức nước 15, 30, 45 cm có thể tích nước tương ứng là 25, 30, 80 L/thùng (với nồng độ N, P trong nước là 7,46 và 7,89 mg/L), tổng lượng N và P có trong từng nghiệm thức tương ứng là 0,19, 0,22, 0,60 g N/thùng và 0,20, 0,24, 0,63 g P/thùng. Điều này minh chứng 2 loài cây nghiên cứu có tiềm năng trong hấp thu N, P trong môi trường nước ô nhiễm. Giữa 2 loài cây nghuên cứu, hàm lượng N trong thân là tương đương nhau (p<0,05, hình 3A), nhưng hàm lượng N, P tích lũy trong rễ ở Năn tượng thấp hơn so với cây Bồn bồn. Có thể thấy rõ hơn hàm lượng N, P tích lũy trong rễ cây không bị ảnh hưởng nhiều bởi nhân tố mức nước mà ảnh hưởng chính bởi nhân tố loài cây, được minh chứng qua sinh khối và hình thái rễ giữa 2 loài cây nghiên cứu (Hình 2).



Hình 4. Ảnh hưởng của mức nước lên lượng N (A) và P (B) trong thân, rễ cây và lượng N, P trong thùng (C, D) trồng cây Bồn bồn và Năn tượng

Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3); ^{a,b,c}*: khác ký tự là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức về lượng N, P trong thân và* ^{x,y,z} *là trong rễ ở mức ý nghĩa 5% (kiểm định Tukey)*

3.3. Lượng đạm, lân cây hấp thu

Lượng N, P trong thân, rễ (g/cây) của cây hấp thu được và lượng N, P trong từng nghiệm thức (g/thùng) được trình bày trong hình 4. Nhân tố loài cây và mức nước đều ảnh hưởng lên lượng N, P cây hấp thu. Do lượng N, P trong thân, rễ (g/cây) của cây hấp thu được tính toán dựa trên sinh khối khô (Bảng 1) và hàm lượng N, P (Hình 3) trong bộ phận thân rễ và sinh khối là yếu tố chi phối chính, vì vậy kết quả lượng N, P cây tích lũy được phần thân và rễ cây Bồn bồn (0,12 g N/cây và 0,04 g P/cây) (Hình 4A) có xu hướng bị ảnh hưởng bởi độ sâu ngập tương tự như sinh khối (Bảng 1). Giữa 2 loài cây nghiên cứu rễ Bồn bồn hấp thu N, P (0,1 g N/cây và 0,04 g P/cây) luôn cao hơn rễ cây Năn tương (0,02 g N/cây và 0,01 g P/cây) (p<0,05, hình 4), ngoại trừ ở mức nước 45 cm, riêng khả năng hấp thu N, P của phần thân 2 loài cây này tương đương nhau.

3.4. Hiệu suất xử lý đạm, lân

Hiệu suất xử lý (%) được tính toán dựa vào sự khác biệt nồng độ N, P trong nước đầu vào và nước đầu ra trong mỗi đợt thu mẫu. Hiệu suất xử lý N, P biến động không có xu hướng theo thời gian thu mẫu và có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p<0,05$, bảng 2), ngoại trừ đợt 2 và 5 cho xử lý N không khác biệt ($p>0,05$, bảng 2). Nhìn chung, nồng độ tổng N trong môi trường nước giảm đi sau mỗi đợt thu mẫu thấp hơn nồng độ P và thậm chí trong đợt 4 nồng độ N trong nước đầu ra cao hơn đầu vào dẫn đến hiệu suất xử lý âm (Bảng 2). Tuy Bồn bồn và Năn tượng được biết đến là hai loài thực vật ngập nước, với Bồn bồn có khả năng chịu ngập sâu đến 1 m [6] và Năn tượng có khả năng chịu ngập sâu 0,5 m [7], nhưng cả 2 loài cây đều có dấu hiệu stress trong điều kiện ngập nước trong thí nghiệm hiện tại (Hình 2). Cây Bồn bồn ở mức 45 cm có dấu hiệu vàng và héo lá ở đợt thu mẫu thứ 3 thậm chí một số cây chết đi vào đợt thu mẫu thứ 5 (tức tuần thứ 10 sau khi ngập nước). Điều này được thể hiện rõ ở kết quả sinh khối giảm ở mức 45 cm, đặc biệt cây Bồn bồn ($p<0,05$, bảng 1 & hình 2). Hiệu suất xử lý N, P trung bình có xu hướng giảm khi mức nước ngập càng cao và giảm rõ rệt ở mức nước 45 cm ($p<0,05$, bảng 2). Trong cùng 1 mức nước hiệu suất xử lý N, P không có sự khác biệt giữa nghiệm thức có cây và không cây và không khác nhau giữa 2 loài cây ($p>0,05$, bảng 2). Điều này được giải thích do trong các thùng không trồng cây tảo sinh trưởng và phát triển rất nhiều, góp phần trong hấp thu N, P trong nước. Ngoài ra, các lá cây bị vàng chết trong điều kiện ngập nước không được loại bỏ khỏi thùng trồng cây trong suốt thời gian nghiên cứu, bị thối rữa đã trả lại N, P vào môi trường nước.

Ngoài nguồn N, P trong nước thải, bùn đáy ao sử dụng trong các thùng thí nghiệm cũng cung cấp thêm N, P cho cây. Bùn đầu vào có lượng N, P lần lượt là 51,6 và 8,8 g/thùng, cao hơn bùn khi kết thúc thí nghiệm (16,0 g N/thùng và 1,8 g P/thùng) (số liệu không trình bày), dẫn đến hiệu suất xử lý N, P trong bùn giữa các nghiệm thức dao động 65,2% - 80,4% N và 77,6% - 80,4% P.

Bảng 2. Hiệu suất xử lý đạm, lân (%) của nghiệm thức không cây (KC), Bồn bồn (BB) và Năn tượng (NT) qua từng đợt thu mẫu ở các mức nước 15, 30 và 45 cm

Nghiệm thức	Đợt thu mẫu (n=3)						Trung bình (N=18)
	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3	Đợt 4	Đợt 5	Đợt 6	
Đạm							
KC 15	$75,7\pm8,0^{bc}$	$45,0\pm29,8^{a}$	$35.5\pm25,7^{ab}$	$35,8\pm24,9^{a}$	$57,3\pm32,9^{a}$	$72.6\pm9,9^{a}$	$53,6\pm3,1^{abc}$
KC30	$78,5\pm6,0^{abc}$	$10,0\pm49,2^{a}$	$49.9\pm11,8^{ab}$	$47,9\pm13,8^{a}$	$36,9\pm21,0^{a}$	$72,1\pm8,0^{a}$	$49,2\pm14,5^{abcd}$
KC45	$85,6\pm1,0^{ab}$	$8,1\pm9,6^{a}$	$24,5\pm37,1^{a}$	$33,9\pm18,7^{a}$	$22,0\pm24,6^{a}$	$48,2\pm4,0^{ab}$	$37,0\pm3,4^{cde}$
BB15	$79,9\pm1,8^{abc}$	$61,6\pm18,4^{a}$	$63,6\pm18,1^{ab}$	$34.8\pm24,0^{a}$	$68,6\pm11,1^{a}$	$75,2\pm9,3^{a}$	$63,9\pm5,3^{ab}$
BB30	$76.9\pm4,3^{bc}$	$29,8\pm14.1^{a}$	$78,6\pm13,9^{ab}$	-80.7 ± 14.7^{b}	$91,8\pm7,6^{a}$	$59,1\pm14,9^{a}$	$42,6\pm2,2^{bcde}$
BB45	$69.1\pm3,8^{c}$	$58,1\pm5,4^{a}$	$53,6\pm15,8^{ab}$	$-30,0\pm38,9^{ab}$	$44,3\pm33,5^{a}$	$11,2\pm3,9^{c}$	$34,4\pm6,4^{de}$
Lân							
KC15	$89,1\pm4,8^{a}$	$75,2\pm9,7^{cd}$	$88.6\pm5,3^{bc}$	$85,5\pm5,9^{a}$	$89.7\pm4,1^{d}$	$85,4\pm4,9^{a}$	$85,6\pm5,1^{a}$
KC30	$82,5\pm4,8^{ab}$	$34,9\pm32,2^{a}$	76.6 ± 16.1^{abc}	$57,0\pm4,0^{bc}$	$78,4\pm9,4^{cd}$	$66,5\pm8,4^{bcd}$	$66,0\pm9,2^{bc}$
KC45	$47.8\pm3,8^{c}$	$18,8\pm34,4^{a}$	$67,4\pm10,4^{abc}$	$39,1\pm12,4^{c}$	$53,2\pm14,5^{ab}$	$63,3\pm3,6^{cd}$	$48,3\pm7,6^{de}$
BB15	$82,7\pm4,6^{ab}$	$84.1\pm5,4^{d}$	$93,5\pm0,9^{c}$	$73,6\pm14,2^{ab}$	$92,0\pm2,7^{d}$	$81,3\pm3,5^{ab}$	$84,5\pm3,1^{a}$
BB30	$69,6\pm3,1^{b}$	$77,7\pm5,3^{cd}$	$86,8\pm4,7^{bc}$	$63,3\pm5,5^{abc}$	$87.2\pm5,2^{d}$	$71,1\pm5,8^{abcd}$	$76,0\pm2,7^{ab}$
BB45	$24,8\pm5,6^{d}$	54.8 ± 10.2^{abc}	$52,6\pm23,9^{a}$	$10,1\pm4,1^{d}$	$35,2\pm10,7^{a}$	$38,5\pm3,1^{c}$	$36,0\pm6,6^{e}$
NT15	$82,6\pm4,5^{ab}$	$82,5\pm7,2^{d}$	$91,4\pm2,3^{bc}$	$75,8\pm12,9^{ab}$	$92,1\pm2,9^{d}$	$76,7\pm6,3^{abc}$	$83,5\pm5,0^{a}$
NT30	$69,6\pm7,6^{b}$	$73,3\pm5,7^{bcd}$	$84,3\pm4,1^{bc}$	$62,3\pm7,4^{abc}$	$85,8\pm2,7^{d}$	$72,1\pm1,4^{abcd}$	$74,6\pm1,8^{ab}$
NT45	$32,5\pm12,7^{cd}$	$47,5\pm6,7^{ab}$	$65,8\pm7,2^{ab}$	$46,0\pm12,5^{c}$	$65,7\pm4,7^{bc}$	$59,4\pm6,5^{d}$	$52,8\pm4,1^{cd}$
P-values	$0,0000^{***}$	$0,0000^{***}$	$0,0008^{***}$	$0,0000^{***}$	$0,0000^{***}$	$0,0000^{***}$	$0,0000^{***}$

*Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3); *: p<0,01; **: p<0,001; ns: p>0,05*

a,b,c,de,: khác ký tự trong cùng 1 cột là khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5% dựa trên kiểm định Tukey

Tóm lại, điều kiện sâu ngập ở mức 15-30 cm trong thời gian 71 ngày phù hợp nhất cho sinh trưởng và khả năng hấp thu N, P của cây Bồn Bồn và Năn tượng. Theo kiến nghị của Trang et al. [15] để tăng hiệu quả quá trình hấp thu N, P trong nước thải của thực vật thì nên thu hoạch sinh khối cây khỏi hệ thống xử lý. Đối với cây Bồn bồn khoảng thời gian 2 tháng sau khi trồng trên hệ thống xử lý có thể cắt ngang để lại gốc cho cây tái sinh, đây cũng là cách làm tăng hiệu suất xử lý đạm, lân của hệ thống đất ngập nước kiến tạo [11]. Phần sinh khối thân cây Bồn bồn là cỏ ưa thích cho gia súc [15], riêng phần sinh khối Năn tượng làm nguyên liệu sản xuất hàng thủ công mỹ nghệ có giá trị xuất khẩu [16].

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong hai loài thực vật nghiên cứu, cây Bồn bồn có khả năng sinh trưởng và tạo sinh khối cao ở mức nước 30 cm, trong khi Năn tượng không giảm sinh khối khi mức nước ngập sâu lên đến 45 cm. Tổng sinh khối cả cây Bồn bồn và Năn tượng đạt tương ứng 10,6-36,6 g/cây và 6,5-19,9 g/cây. Ở mức nước sâu ngập càng cao hàm lượng N, P tích lũy trong mô cây càng cao. Hàm lượng N, P được cây hấp thu chiếm 0,6% N và 0,2% P. Từ đó góp phần làm giảm lượng N, P trong tổng lương N, P thêm vào là 65,4% - 80,6% N và 76,4% - 81,0% P.

Khi sử dụng hệ thống đất ngập nước chảy mặt trồng cây Bồn bồn và Năn tượng xử lý nước thải nuôi tôm thẻ chân trắng cần thiết kế mức nước 30 cm trong hệ thống để cây sinh trưởng, phát triển, hấp thu đạm, lân tốt góp phần loại bỏ đạm, lân trong nước thải hiệu quả hơn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí từ đề tài cấp Bộ B2016-TCT-10ĐT. 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. Võ Nam Sơn, Trương Tấn Nguyên & Nguyễn Thanh Phương (2014). So sánh đặc điểm kỹ thuật và chất lượng môi trường giữa ao nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng thâm canh tại tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học – Trường Đại học Cần Thơ. Thủy sản* 2, 70-78.

2. Doan, N. P. N., Mo, L. T. N, & Trang, N. T. D. (2016). Dynamics of nitrogen in intensive whiteleg shrimp (*Litppenaeus vannamei*) tank culture integrated with hybrid constructed wetlands. *Can Tho University Journal of Science* (in English), 2, 77-83. DOI: 10.22144/ctu.jen.2016.010.

3. Lin, Y. F., S. R. Jing, D. Y. Lee, Y. F. Chang, Y. M. Chen & Shih, K. C. (2005). Performance of a constructed wetland treating intensive shrimp aquaculture wastewater under high hydraulic loading rate. *Environ. Pollut.*, 134, 411-421. DOI: 10.1016/j.envpol.2004.09.015.

4. Trần Đình Huấn (2009). Đánh giá khả năng lọc sinh học của Năn tượng (*Scirpus littoralis*) trong hệ thống nuôi tôm sú. Luận văn tốt nghiệp đại học ngành Nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.

5. Lâm Ngọc Bửu, Trần Ngọc Hải, Đỗ Thị Thanh Hương & Nguyễn Thanh Phương (2010). Khả năng sử dụng cây Năn tượng (*Scirpus littorialis*) xử lý dinh dưỡng nước thải từ nuôi tôm. *Tạp chí Khoa học - Đại học Cần Thơ*, 14b, 56 – 65.

6. Băng Tâm (2015). Cây Bồn bồn – Đặc sản đất Cà Mau. Truy cập từ http://vanhoamientay.com/am-thuc/cay-bon-bon-dac-san-dat-ca-mau/. Truy cập ngày 13/02/2018.

7. Thủy sản Việt Nam (2015). Cây Hến biển – Biện pháp phục hồi môi trường ao nuôi tôm. Truy cập từ http://www.aquatec.vn/blog/cay-hen-bien-bien-phap-phuc-hoi-moi-truong-ao-nuoi-tom-625/?hl=vi. Truy cập ngày 13/02/2018.

8. Bendoricchio, G., Cin, L. D., & Persson, J. (2000). Guidelines for free water surface wetland design. *EcoSys Bd*, 8: 51-91.

9. Miao, S. L. and Zou, C. B. (2012). Effects of inundation on growth and nutrient allocation of six major macrophytes in the Florida Everglades. *Ecological Engineering*, 42: 10-18.

10. APHA, AWWA, & WEF. (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (20th. ed.). American Public Health Association. Washington DC, USA.

11. Lâm Thị Mỹ Nhiên và Ngô Thụy Diễm Trang (2013). Vai trò của Bồn bồn trong hệ thống ĐNN kiến tạo xử lý nước thải ao nuôi cá tra thâm canh tuần hoàn kín. *Tạp chí Khoa học - Đại học Cần Thơ*, 29, 31 – 36.

12. Nguyễn Phương Ngọc Đoan (2015). Diễn biến môi trường nước trong hệ thống bể nuôi thâm canh tôm TCT kết hợp ĐNN kiến tạo trồng cây Bần bón (*Typha orientalis*) quy mô phòng thí nghiệm. Luận văn tốt nghiệp cao học ngành Khoa học môi trường, Đại học Cần Thơ.

13. Stottmeister, U., A. Wießner, P. Kuschk, U. Kappelmeyer, M. Kästner, O. Bederski & Moormann, H. (2003). Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. *Biotechnol. Adv.*, 22, 93-117.

14. Ranieri, E., A. Gorgoglione & Solimeno, A. (2013). A comparison between model and experimental hydraulic performances in a pilot-scale horizontal subsurface flow constructed wetland. *Ecol. Eng.*, 60, 45-49.

15. Trang, N. T. D., Liang, J. B., Liao, X. D., and Ismail, M. Y. (2003). Potential of using constructed wetlands for production of animal feed. *In Proceeding 25th Malaysia Society of Animal Production (MSAP) Annual Conference*, 1st-3rd August 2003, Melaka, Malaysia, pp. 129-130.

16. Phạm Quốc Nam (2010). Nghiên cứu sử dụng cây cỏ Nàn tượng (*Scripus littoralis* Schrab) để xử lý nước thải đầu ra ở Khu công nghiệp Tân Bình đạt loại A QCVN 24:2009. Luận văn tốt nghiệp đại học. Đại học Kỹ thuật Công nghệ.

THE EFFECT OF WATERLOGGING ON NITROGEN AND PHOSPHORUS UPTAKE CAPACITY OF *Typha orientalis* AND *Scirpus littoralis*

Lam Thi Nhu Mo, Vo Chi Linh, Ngo Thuy Diem Trang

Summary

The study was conducted in the greenhouse with a completely randomized design consisting of two factors: (1) plant species (*Typha orientalis* C. Presl, *Scirpus littoralis* Schrab., and without plant) and (2) three water levels (15, 30 and 45 cm) which were set up in triplicates to evaluate waterlogged tolerance ability of the two plant species. Wastewater from the intensive whiteleg shrimp culture tanks were used as growth solution for the plants. Water was sampled once at every two weeks to determine nitrogen and phosphorus in supplemented and treated water. The results indicated that water level significantly affected growth, biomass and nitrogen and phosphorus uptake capacity of the two studied species. Plant biomass was reduced at the higher water level with an average whole plant dried biomass of *Typha orientalis* and *Scirpus littoralis* was 10.6-36.6 và 6.5-19.9 g/plant, respectively. Nitrogen and phosphorus content in plant tissues was higher at the higher water level with an average of 0.6% and 0.2%, respectively. That contributed to a reduction of 65.4%-80.5% N and 76.4%-81.0% P from total added N and P into the system.

Keywords: *Aquaculture wastewater, biomass, nitrogen, phosphorus, Scirpus littoralis, Typha orientalis, whiteleg shrimp.*

Người phản biện: PGS.TS. Phan Quốc Hưng
Ngày nhận bài: 18/12/2018
Ngày thông qua phản biện: 18/01/2019
Ngày duyệt đăng: 25/01/2019