

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ĐÁP ỨNG SINH TRƯỞNG CỦA NĂM LOÀI HOA KIỂNG TRỒNG THỦY CANH TRONG NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ

Võ Thị Phương Thảo¹, Lâm Nguyễn Ngọc Như¹, Nguyễn Thị Diễm My¹,
Trần Thị Huỳnh Thơ¹, Lâm Chí Khang¹, Trương Công Phát¹,
Đào Hoàng Nam¹, Ngô Thụy Diễm Trang^{1,*}

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tuyển chọn loài cây phù hợp trồng trên bề nổi xử lý nước thải. Năm loài hoa kiểng (Chuối hoa, Chuối mô kết, Chiếu tím, Bách Thủy tiên và Thủy trúc) trồng thủy canh trong nước thải đô thị ở 3 nồng độ 50% nước thải + 50% nước máy; nồng độ 75% nước thải + 25% nước máy và nồng độ 100% nước thải (hay 50% NT + 50% NM; 75% NT + 25% NM; 100% NT) và được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Cây được trồng trong thùng nhựa chứa 35 L nước thải đô thị được thu tại kênh Búng Xáng, thành phố Cần Thơ. Mỗi loài cây được trồng với mật độ 3 cây/thùng (tương đương 27 cây/m²). Nước thải được thay mới hoàn toàn mỗi tuần một lần. Các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, chiều dài rễ, số lá và số chồi/số nhánh được ghi nhận mỗi tuần. Năm loài cây đều tăng trưởng và phát triển tốt theo thời gian ở cả 3 nồng độ nước thải, trong đó, cây tạo sinh khối tốt nhất ở nồng độ 75 và 100% NT. Sinh khối tươi thân và rễ của cây Chuối hoa đều đạt cao nhất, tiếp đến là Bách thủy tiên và Thủy trúc. Kết quả ghi nhận năm loài cây nghiên cứu sinh trưởng và phát triển tốt trong nước thải đô thị, do đó, có thể ứng dụng các loài cây này trong các mô hình xử lý nước thải đô thị bằng bề nổi thực vật quy mô thực tế.

Từ khóa: Bề nổi, nước thải đô thị, nồng độ ô nhiễm, hoa kiểng, sinh trưởng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình đô thị hóa ngày càng gia tăng nhanh chóng đã tác động mạnh mẽ đến tình trạng ô nhiễm môi trường, đặc biệt là môi trường nước ở các thành phố lớn. Thành phố Cần Thơ là thành phố lớn thứ tư và là thành phố lớn nhất dọc theo khu vực đồng bằng sông Cửu Long ở Việt Nam. Thành phố này đã phát triển nhanh chóng trong hai thập kỷ qua, với tốc độ tăng trưởng kinh tế đáng kể và quá trình đô thị hóa gia tăng dẫn đến các vấn đề về môi trường [1]. Theo kết quả quan trắc ô nhiễm môi trường ở thành phố Cần Thơ đã ghi nhận chất lượng nước mặt tại các kênh rạch

trên địa bàn quận Ninh Kiều năm 2019 bị ô nhiễm hữu cơ và giàu dinh dưỡng, chủ yếu do chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ, chất dinh dưỡng và vi sinh vật [2, 3]. Do vậy, vấn đề ô nhiễm nguồn nước tại quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ cần được giải quyết càng sớm càng tốt để đảm bảo môi trường trong lành, hướng đến thành phố Cần Thơ xanh và bền vững.

Các giải pháp xử lý nước dựa vào thiên nhiên (Nature-based solutions), linh hoạt và dễ thích ứng, phi tập trung, ngày càng được sử dụng nhiều hơn để ứng dụng các phương pháp đổi mới nhằm khép kín các vòng tuần hoàn nước và vật chất, từ đó, góp phần chuyển đổi và thay đổi phát triển đô thị bền vững trên thế giới. Xử lý nước bằng thực vật là quá trình sử dụng thực vật xanh để loại bỏ các chất ô nhiễm ra khỏi môi trường hoặc làm cho chúng trở nên vô hại [4]. Công nghệ xử lý nước

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: nttrang@ctu.edu.vn

bằng thực vật đã được áp dụng cho cả chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ có trong đất và nước [5]. Trong hệ thống đất ngập nước luôn có sự hiện diện của các loài thực vật, nhưng chỉ có một số loài đóng vai trò quan trọng trong quá trình xử lý nước thải của hệ thống [6, 7]. Sự tăng trưởng và khả năng tạo sinh khối của thực vật trồng trên các hệ thống xử lý nước thải phụ thuộc vào loài thực vật, độ tuổi, loại nước thải, nồng độ các chất trong nước thải (chủ yếu đạm và lân)... [8]. Nồng độ các chất ô nhiễm (đạm, lân) trong nước thải cao có thể ảnh hưởng đến sự phát triển của cây trồng, vì mỗi loài cây có nhu cầu dinh dưỡng khác nhau [9, 10]. Chuối hoa, Chuối mỏ kết, Chiều tím, Bách thủy tiên và Thủy trúc là những loài cây hoa kiểng có khả năng sống trong điều kiện ngập nước và đã được đánh giá có khả năng sinh trưởng và xử lý ô nhiễm rất tốt trong các hệ thống đất ngập nước kiến tạo chầy ngầm hay chầy mặt [11, 12, 13]. Tuy nhiên, có ít thông tin ứng dụng các loài cây này trồng trên bề nổi để tạo các vùng đất ngập nước nổi. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tuyển chọn loài hoa kiểng có khả năng đáp ứng và sinh trưởng tốt trong điều kiện nồng độ nước thải đô thị để đưa vào danh sách các loài cây phù hợp ứng dụng cho các hệ thống xử lý nước thải bằng bề nổi thực vật trong kiểm soát ô nhiễm nước thải đô thị, vừa tạo cảnh quan đẹp hướng đến phát triển bền vững các khu đô thị.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị thí nghiệm

Thiết kế bề nổi: Ống PVC có đường kính Ø21 mm được kết nối với nhau bằng ống co L (đường kính Ø21 mm) thành khung bề nổi hình chữ nhật có chiều dài 0,4 m x rộng 0,2 m = 0,08 m². Dùng lưới nhựa và dây rút cột quanh khung bề nổi và cắt ba lỗ để ba ly nhựa trồng cây (Hình 1).

Chuẩn bị nước thải: Nước thải được thu vào thời điểm nước ròng tại kênh Búng Xáng. Bằng cảm quan có thể nhận thấy nước thải có màu đen, mùi hôi. Nước sau khi thu về pha thành 3 nồng độ:

50% nước thải + 50% nước máy; 75% nước thải + 25% nước máy và 100% nước thải (50% NT + 50% NM; 75% NT + 25% NM; 100% NT) trữ trong bể composite 1 m³. Nước thải trước khi đưa vào hệ thống thí nghiệm được xác định nồng độ NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N (tổng 3 dạng đạm hòa tan, TIN) và TP trong nước đầu vào cho thí nghiệm.

Chuẩn bị cây giống: Năm loài cây thí nghiệm gồm: Chuối hoa (*Canna generalis*), Chuối mỏ kết (*Heliconia psittacorum*), Chiều tím (*Ruellia tuberosa*), Thủy trúc (*Cyperus alternifolius*) và Bách thủy tiên (*Echinodorus cordifolius*) được thu thập xung quanh khuôn viên khu 2, Trường Đại học Cần Thơ. Trong cùng một loài chọn cây có chiều cao cây và chiều dài rễ tương đối đồng nhất. Chiều cao cây ban đầu của Chuối hoa (42,8±4,8 cm), Chuối mỏ kết (43,8±3,3 cm), Chiều tím (39,0±3,9 cm), Bách thủy tiên (23,8±3,9 cm) và Thủy trúc (52,8±2,8 cm) và chiều dài rễ của Chuối hoa (7,6±1,1 cm), Chuối mỏ kết (7,7±1,1 cm), Chiều tím (9,3±1,6 cm), Bách thủy tiên (6,3±1,2 cm) và Thủy trúc (8,6±1,1 cm).

Chuẩn bị giá thể: Giá thể để cố định cây được dùng là xơ dừa (10 g/cây), được xé nhỏ và phơi khô. Thành phần của xơ dừa chủ yếu là cellulose (khoảng 80%) và lignin (khoảng 18%) rất khó bị vi sinh vật phân hủy. Sử dụng xơ dừa làm giá thể vì có một số đặc tính sau: (i) là vật liệu dễ kiếm, thân thiện với môi trường; (ii) có khối lượng riêng (tỉ trọng) thấp; (iii) độ bền của vật liệu trong môi trường nước thải cao; (iv) diện tích tiếp xúc bề mặt lớn; (v) rễ tiên và có sẵn trong tự nhiên.

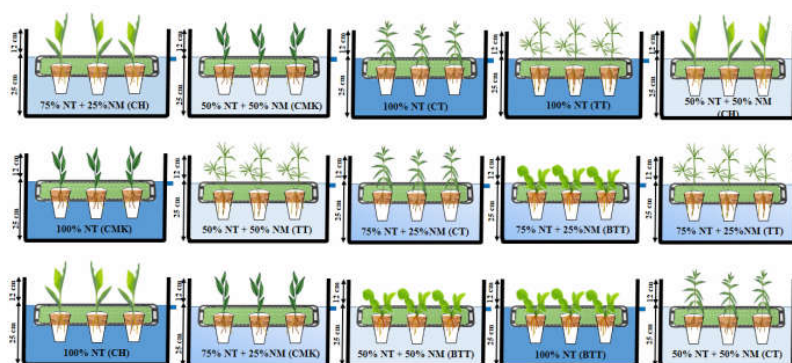
2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm hai nhân tố với tổng số nghiệm thức là 15, được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Nhân tố thứ nhất là năm loài cây bao gồm: Chuối hoa, Chuối mỏ kết, Chiều tím, Thủy trúc và Bách thủy tiên và nhân tố thứ 2 là nồng độ nước thải bao gồm 3 nồng độ là 50, 75 và 100% nước thải. Cây được trồng trong thùng nhựa chứa 35 L nước thải sinh hoạt đô thị thu tại kênh Búng

Xá, thành phố Cần Thơ với 3 nồng độ nước thải và bố trí trong điều kiện nhà lưới đảm bảo ánh sáng cho cây sinh trưởng và phát triển. Nước thải được thay mới hoàn toàn mỗi tuần 1 lần. Chất lượng nước thải sau mỗi tuần cũng được phân tích TIN và TP.

Mỗi một loài thực vật được trồng với mật độ 3 cây/thùng (tương đương 27 cây/m²). Bắt đầu thí nghiệm để tạo điều kiện thích nghi của cây trong

từng điều kiện môi trường nước nên cây được dưỡng trong điều kiện tương ứng với 3 nghiệm thức nồng độ nước thải trong thời gian 2 tuần. Sau 2 tuần cây được xác định các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, chiều dài rễ, số lá và số chồi/số nhánh. Mức nước trong thùng là 25 cm (tương ứng 35 lít) (Hình 1) với thời gian lưu nước là 7 ngày trong thời gian 8 tuần (2 tuần dưỡng cây và 6 tuần thí nghiệm).



Hình 1. Mô phỏng thí nghiệm với 1 lần lặp lại

Ghi chú: NT = Nước thải; NM = Nước máy; CH = Chuối hoa; CMK = Chuối mỏ két; CT = Chiều tím; BTT = Bách thủy tiên; TT = Thủy trúc.

2.3. Phương pháp theo dõi sinh trưởng cây

Trong quá trình thí nghiệm theo dõi sự sinh trưởng và phát triển của cây (chiều cao cây, chiều dài rễ, số lá, số chồi, số nhánh) và hàm lượng diệp lục trong lá mỗi tuần một lần. Sau 6 tuần thí nghiệm, cây được thu hoạch và rửa sạch bằng nước máy. Các chỉ tiêu sinh trưởng hình thái như chiều cao cây, chiều dài rễ được đo bằng thước, số lá, số chồi, số nhánh được đếm và sinh khối tươi được cân. Hàm lượng diệp lục tố được xác định ở lá 3, 4, 5 (tính từ trên xuống) bằng phương pháp đo trực tiếp trên lá thể hiện qua chỉ số SPAD (Soil Plant Analysis Development) bằng máy đo diệp lục tố Konica Minolta (Model SPAD502 Plus, Tokyo, Nhật Bản). Theo Azia và Stewart (2001) [14], giá trị SPAD có liên quan đáng kể đến chất diệp lục của cả lá.

Nồng độ NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N và TP trong nước được xác định bằng phương pháp Indophenol

blue, Salicylate, Colorimetric và Acid ascorbic dựa theo chuẩn APHA (1998) [15].

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả các số liệu thu thập được xử lý tính toán bằng phần mềm Excel. Phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA) bằng phần mềm thống kê Statgraphic Centurion XV (StatPoint, Inc., USA) và giá trị trung bình được so sánh sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Tukey ở mức ý nghĩa 5%. Phần mềm SigmaPlot Phiên bản 14 (Systat Software, Inc., USA) được sử dụng để vẽ đồ thị.

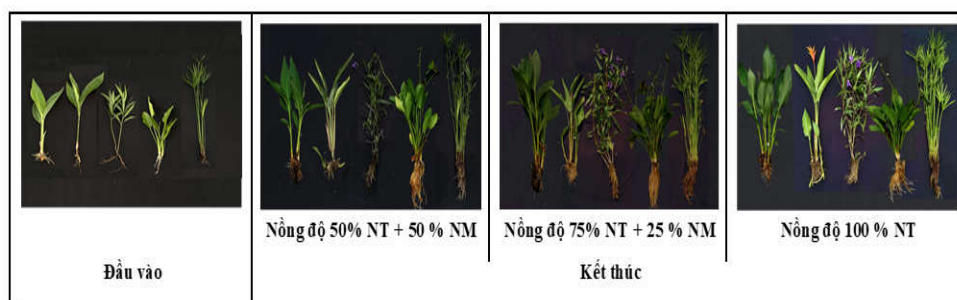
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chiều cao cây và chiều dài rễ

Các loài cây nghiên cứu thích ứng tốt với điều kiện môi trường ô nhiễm của nước thải đô thị ở cả 3 nồng độ. Chất lượng nước thải đầu vào trung bình ở nồng độ 50% NT + 50% NM (8,92±1,9

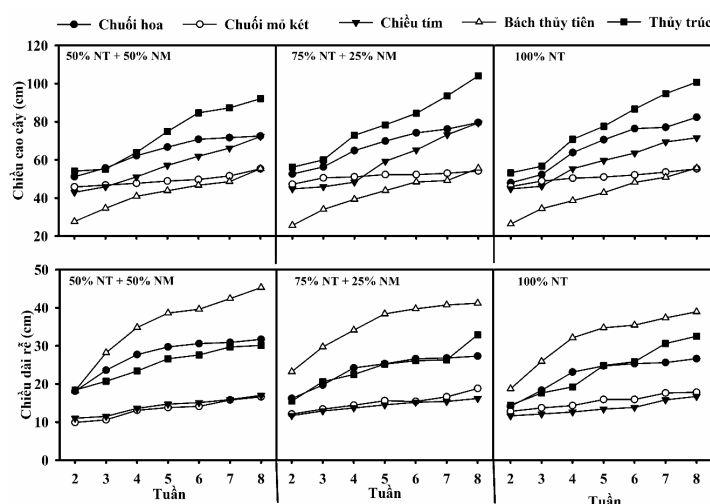
mg/L tổng N hòa tan; $4,93 \pm 3,1$ mg/L TP), 75% NT + 25% NM ($12,98 \pm 2,4$ mg/L TIN; $7,53 \pm 4,2$ mg/L TP) và 100% NT ($17,54 \pm 3,2$ mg/L TIN; $10,85 \pm 5,5$ mg/L TP) và trong nước thải đầu ra sau mỗi tuần trung bình lần lượt là $0,76 \pm 0,7$;

$0,71 \pm 0,5$ và $1,00 \pm 0,6$ mg/L TIN và $0,38 \pm 0,1$; $0,56 \pm 0,1$ và $0,82 \pm 0,2$ mg/L TP. Điều này minh chứng cây trồng đã giúp làm giảm nồng độ đạm (N) và lân (P) trong nước thải đầu vào.



Hình 2. Hình thái 5 loài cây nghiên cứu (cây đầu vào và kết thúc thí nghiệm)

Ghi chú: Theo thứ tự từ trái sang phải: cây Chuối hoa, Chuối mủ kết, Chiều tím, Bách thủy tiên và Thủy trúc.



Hình 3. Chiều cao cây và chiều dài rễ của 5 loài cây ở 3 nồng độ nước thải theo thời gian

Cây có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt được thể hiện qua hình thái cây trong hình 2. Khi bắt đầu thí nghiệm chiều cao cây trung bình của Chuối hoa ($42,8 \pm 4,8$ cm), Chuối mủ kết ($43,8 \pm 3,3$ cm), Chiều tím ($39,0 \pm 3,9$ cm), Bách thủy tiên ($23,8 \pm 3,9$ cm) và Thủy trúc ($52,8 \pm 2,8$ cm). Ở 2 tuần đầu tiên chiều cao cây tăng chậm có thể là do cây đang trong giai đoạn thích nghi với môi trường mới. Từ tuần thứ 4 trở đi chiều cao cây của 5 loài tăng trưởng rất nhanh và có độ dốc tăng trưởng cao, ngoại trừ cây Chuối mủ kết, tuy có sự phát triển

tăng về chiều cao nhưng không nhiều. Khi kết thúc thí nghiệm chiều cao trung bình của 5 loài lần lượt đạt là 78,2; 54,9; 74,4; 55,5 và 99,0 cm (Hình 3).

Không có sự khác biệt giữa 3 nồng độ trong cùng loài cây về tốc độ tăng chiều cao cây ($p > 0,05$; Bảng 1), ngoại trừ cây Chiều tím và Thủy trúc. Hai loài Chiều tím và Thủy trúc có tốc độ tăng trưởng chiều cao cây cao hơn 3 loài còn lại. Tốc độ tăng chiều cao cây của hai loài này được ghi nhận giá trị cao nhất ở nồng độ nước thải 75 và 100% (tức 75% NT + 25% NM và 100% NT), cho thấy rằng nồng độ

nước thải cũng ảnh hưởng đến sinh trưởng của thực vật. Điều này cũng được ghi nhận bởi nghiên cứu của Chen và cs (2018) [8] sự tăng trưởng và sinh khối thu hoạch của thực vật phụ thuộc vào loài thực vật, nồng độ chất dinh dưỡng, mức độ dinh dưỡng của nước. Lượng dinh dưỡng cao hoặc quá thấp không đủ cho cây hấp thu và các hợp chất độc hại có thể ảnh hưởng đến sự phát triển của cây trồng, đặc biệt là ở giai đoạn cây non.

Tương tự chiều cao cây, chiều dài rễ cũng phát triển dài hơn theo thời gian, là dấu hiệu của sự thích nghi điều kiện nước thải (Hình 2). Chiều dài rễ của cây trồng ở nồng độ 50% NT + 50% NM có xu hướng tăng nhanh và dài hơn 2 nồng độ còn lại (Hình 3). Có thể do nồng độ 50% NT ít chất dinh dưỡng nhất, vì thế, rễ cây cần phát triển kéo dài hơn để hấp thu chất dinh dưỡng. Kết quả phân tích thống kê ghi nhận chỉ có sự khác biệt giữa 3 nồng độ nước thải ở cây Bách thủy tiên ($p < 0,05$; Bảng 1). Tương tự với tốc độ tăng chiều cao cây, tốc độ tăng chiều dài rễ cũng ghi nhận có sự khác biệt

đáng kể giữa 5 loài cây ($p < 0,001$; Bảng 1). Bách thủy tiên là loài có hệ thống rễ phát triển mạnh và dài nhất trong 5 loài cây nghiên cứu, với tốc độ tăng trưởng đạt 0,70; 0,62 và 0,58 cm/ngày tương ứng theo nồng độ nước thải tăng dần 50, 75 và 100% NT. Chiều dài rễ Bách thủy tiên ban đầu là 6,3 cm khi kết thúc thí nghiệm, tăng hơn 6,0 lần so với ban đầu (tương ứng là 45,3; 41,2 và 38,9 cm ở nồng độ 50, 75 và 100% NT). Thực vật thủy sinh luôn có nhu cầu dinh dưỡng cho sự tăng trưởng và phát triển, chúng hấp thu chất dinh dưỡng chủ yếu thông qua hệ thống rễ. Vì vậy, cây trồng ở các vùng đất ngập nước có vai trò quan trọng trong hấp thu dinh dưỡng và một lượng đáng kể chất dinh dưỡng có thể được tích lũy trong sinh khối. Thu hoạch sinh khối sẽ loại chất ô nhiễm khỏi hệ thống xử lý với lượng N và P dao động 200 - 2.500 kg N/ha/năm và 30 - 150 kg P/ha/năm [16]. Thực vật có sinh khối rễ cao, hay bề mặt hấp thu cao, sẽ có khả năng tích lũy cao hơn và hiệu suất xử lý chất ô nhiễm tốt hơn [17].

Bảng 1. Tốc độ tăng trưởng của 5 loài thực vật ở 3 nồng độ

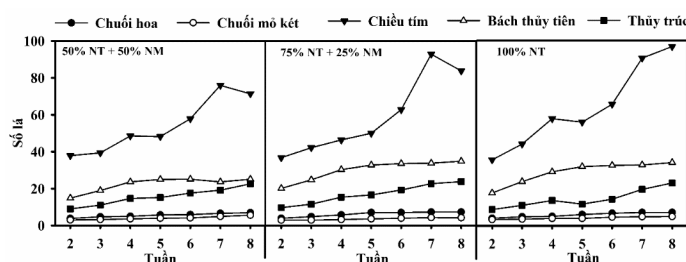
Chỉ tiêu	Đơn vị	Chuối hoa	Chuối mỏ kết	Chiều tím	Bách thủy tiên	Thủy trúc	Giá trị p
Nồng độ 50% NT + 50% NM							
Chiều cao cây	cm/ngày	0,19 ^b	0,20 ^b	0,60 ^{aB}	0,22 ^b	0,70 ^{aB}	***
Chiều dài rễ	cm/ngày	0,43 ^b	0,16 ^c	0,17 ^c	0,70 ^{aA}	0,38 ^b	***
Nồng độ 75% NT + 25% NM							
Chiều cao cây	cm/ngày	0,20 ^c	0,19 ^c	0,72 ^{bA}	0,25 ^c	0,92 ^{aA}	***
Chiều dài rễ	cm/ngày	0,35 ^b	0,20 ^c	0,15 ^c	0,62 ^{aAB}	0,40 ^b	***
Nồng độ 100% NT							
Chiều cao cây	cm/ngày	0,28 ^c	0,20 ^c	0,58 ^{bB}	0,23 ^c	0,86 ^{aA}	***
Chiều dài rễ	cm/ngày	0,34 ^c	0,18 ^d	0,16 ^d	0,58 ^{aB}	0,43 ^b	***
Giá trị p chiều cao cây		ns	ns	*	*	**	
Giá trị p chiều dài rễ		ns	ns	ns	ns	ns	

Ghi chú: *a, b, c*: giá trị trung bình có kí tự *a, b, c* khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các loài cây trong cùng 1 nồng độ nước thải dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$). *A, B, C*: giá trị trung bình có kí tự *A, B, C* khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nồng độ trong cùng 1 loài cây dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$). Dấu (*) chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$); *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

3.2. Số lá, số chồi và số nhánh

Kết quả thí nghiệm ghi nhận 5 loài cây nghiên cứu sinh trưởng và phát triển bình thường ở cả 3 nồng độ nước thải trong hệ thống xử lý bằng bể nổi thực vật (Hình 2). Các chỉ tiêu sinh trưởng như số lá, số chồi và số nhánh tăng đáng kể khi kết thúc thí nghiệm (Hình 4). Thực vật đóng vai trò quan trọng trong hệ thống đất ngập nước, chúng tăng khả năng loại bỏ chất dinh dưỡng trong nước thải thông qua cơ chế hấp thu để sinh trưởng và tạo sinh khối [17]. Chiều tím là loài có số lá tăng vượt bậc qua các tuần, tuy nhiên, ở nồng độ 50% và 75% NT số lá tăng dần và đạt cao nhất ở tuần thứ 7 (trung bình tăng 3,5 lần so với cây ban đầu), đến tuần thứ 8 số lá bắt đầu giảm, điều này có thể là do các lá già héo và rụng đi. Cây Chuối hoa và Chuối

mỏ kết có đặc tính sinh trưởng gần giống nhau, cụ thể số lá của 2 loài không tăng nhiều so với cây ban đầu. Tuy nhiên, 2 loài cây này sản sinh nhiều chồi non (Hình 2) làm cho mật độ cây dày hơn và tăng khả năng hấp thu chất ô nhiễm nhiều hơn, giúp cho hệ thống xử lý đạt hiệu quả tốt hơn. Cây Chuối hoa bắt đầu xuất hiện chồi mới ở tuần thứ 3 và Chuối mỏ kết xuất hiện chồi mới ở tuần thứ 4. Bách thủy tiên xuất hiện các nhánh hoa và phát hoa ở tuần thứ 4. Khi kết thúc thí nghiệm hoa bắt đầu héo và tàn. Đến cuối thí nghiệm các loài cây tăng đáng kể về số lá, số chồi và số nhánh (Hình 4; Bảng 2). Sự tăng trưởng về số chồi và số nhánh làm cho mật độ cây trở nên dày hơn, sinh khối nhiều hơn giúp tăng hiệu suất xử lý chất ô nhiễm cao hơn.

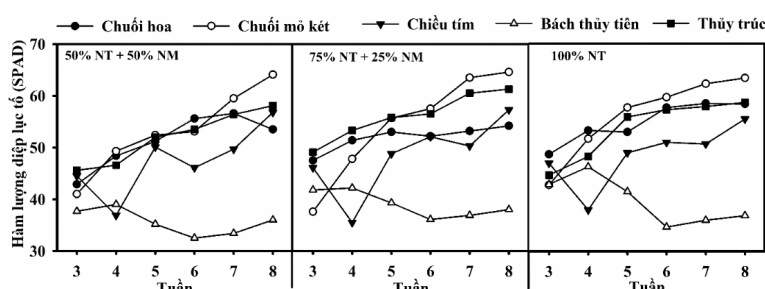


Hình 4. Số lá của 5 loài cây ở 3 nồng độ theo thời gian

Bảng 2. Số chồi và số nhánh của 5 loài cây ở 3 nồng độ theo thời gian

Loài cây	Chỉ tiêu	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tuần 5	Tuần 6	Tuần 7	Tuần 8
Nồng độ 50% NT + 50% NM								
Chuối hoa	Số chồi	0,0	0,2	0,6	1,1	1,1	1,4	1,8
Chuối mỏ kết	Số chồi	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,8	1,0
Chiều tím	Số nhánh	4,6	4,6	4,9	5,0	5,5	5,5	5,6
Bách thủy tiên	Số nhánh	0,0	0,0	1,3	1,7	2,3	2,8	3,6
Nồng độ 75% NT + 25% NM								
Chuối hoa	Số chồi	0,0	0,9	0,9	1,7	1,7	1,9	1,9
Chuối mỏ kết	Số chồi	0,0	0,0	0,0	0,4	1,4	1,9	2,3
Chiều tím	Số nhánh	4,7	4,7	5,0	5,2	5,7	5,9	6,0
Bách thủy tiên	Số nhánh	0,0	0,0	0,6	2,0	3,4	3,7	5,0
Nồng độ 100% NT								
Chuối hoa	Số chồi	0,0	0,7	1,1	1,3	1,7	2,1	2,3
Chuối mỏ kết	Số chồi	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	1,0	1,2
Chiều tím	Số nhánh	5,0	5,1	5,4	5,8	5,9	6,2	6,8
Bách thủy tiên	Số nhánh	0,0	0,0	1,1	1,9	3,1	4,6	6,2

3.3. Hàm lượng diệp lục trong lá



Hình 5. Hàm lượng diệp lục của 5 loài cây ở 3 nồng độ theo thời gian

Nitơ là nguyên tố tham gia vào thành phần cấu tạo nên diệp lục trong lá. Thiếu đạm diệp lục không hình thành và lá vàng [18]. Thông qua chỉ số SPAD có thể đánh giá hàm lượng diệp lục trong lá. Lê Văn Hòa và Nguyễn Bảo Toàn (2004) [19] cho rằng hàm lượng diệp lục tăng giúp quá trình quang hợp của cây gia tăng, tạo ra nhiều carbohydrate để phục vụ cho sự sống của cây. Kết quả cho thấy, hàm lượng diệp lục trong lá cây ở 3 nồng độ đều có xu hướng giống nhau và có xu hướng tăng theo thời gian (Hình 5), ngoại trừ cây Bách thủy tiên có xu hướng giảm ở những tuần đầu tiên và sau đó tăng trở lại, nhưng vẫn thấp hơn tuần thứ 3 và là loài có hàm lượng diệp lục thấp nhất trong 5 loài nghiên cứu. Hassanpouraghdam và cs (2008) [20] cho rằng, khi ứng dụng N ở mức cao sẽ làm gia tăng cả hàm lượng chlorophyll của thực vật và tăng hiệu quả sử dụng N trong sinh tổng hợp diệp lục tố. Nghiên cứu chỉ ra rằng giá trị SPAD của lá Cúc tây tăng đáng kể khi tăng nồng độ N trong dung dịch dinh dưỡng. Khi kết thúc thí nghiệm hàm lượng diệp lục tố của 5 loài đạt giá trị cao nhất ở nồng độ 75%. Hàm lượng diệp lục tố của Chuối hoa, Chuối mỏ kết, Chiều tím, Bách thủy tiên và Thủy trúc khi kết thúc thí nghiệm lần lượt là 54,2; 64,6; 57,3; 38,0 và 61,3. Có thể thấy nồng độ 75% là hàm lượng đạm trong môi trường tối ưu cho sự phát triển của các loài thực vật nghiên cứu. Theo nghiên cứu của Yasemin và cs (2017) [21] cho thấy giá trị SPAD của lá cây Oải hương tăng khi tăng nồng độ N đến mức tối ưu và sẽ giảm xuống khi tiếp tục tăng nồng độ N cao hơn. Diệp

lục là sắc tố quang hợp của cây, chúng tạo ra sản phẩm hữu cơ cho cây, lượng chất hữu cơ mà thực vật phóng thích có thể lên đến 25% lượng các bon được cố định qua quá trình quang hợp, đây có thể là nguồn cung cấp các bon cho quá trình khử nitrate của các vi sinh vật [17].

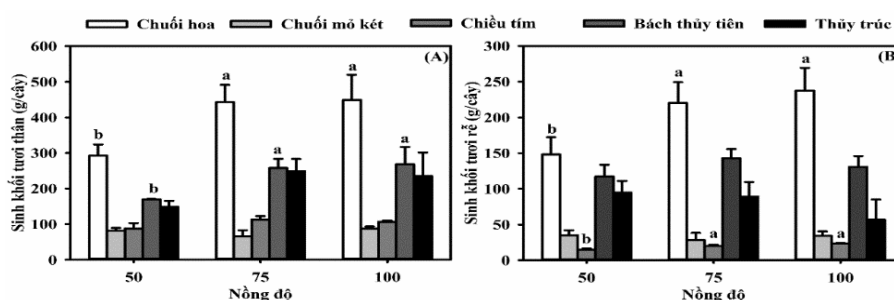
3.4. Sinh khối tươi của cây

Thực vật hấp thu chất dinh dưỡng có trong nước thải để tạo sinh khối. Kết quả ghi nhận sinh khối của 5 loài thực vật tăng đáng kể trong 56 ngày thí nghiệm. Sinh khối của cây ở nồng độ 75% và 100% NT đạt giá trị cao hơn nồng độ 50% NT. Điều đó cho thấy, sự phát triển của thực vật có liên quan đến hàm lượng dinh dưỡng trong hệ thống xử lý. Tuy nhiên, chỉ ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở 3 loài cây Chuối hoa, Chiều tím và Bách thủy tiên ($p < 0,05$; Hình 6).

Sinh khối tươi thân rễ trung bình của cây trồng ở nồng độ 75 và 100% NT cao hơn so với cây trồng ở 50% NT. Sinh khối tươi thân trung bình của 5 loài ở nồng độ 75-100% NT lần lượt là $446,1 > 262,7 > 242,1 > 109,5 > 77,0$ g/cây, tương ứng theo thứ tự giảm dần là Chuối hoa > Bách thủy tiên > Thủy trúc > Chiều tím > Chuối mỏ kết, tăng 23,0; 44,3; 24,5; 11,6 và 7,4 lần so với cây ban đầu. Sinh khối tươi rễ của 5 loài ở nồng độ 75-100% NT lần lượt là $228,8 > 136,9 > 72,8 > 31,1 > 21,6$ g/cây, tương ứng theo thứ tự giảm dần là Chuối hoa > Bách thủy tiên > Thủy trúc > Chuối mỏ kết > Chiều tím, tăng 20,0; 58,9; 18,3; 10,8 và 23,1 lần so với cây ban đầu. Có thể thấy, bộ rễ của cả hai loài Chuối hoa và Bách thủy tiên sinh trưởng và phát

triển rất tốt, tăng khả năng hấp thu chất dinh dưỡng của cây, làm tăng đáng kể sinh khối của cả cây. Rễ cây càng lớn sẽ cung cấp một diện tích lớn cho vi khuẩn bám và phát triển thành các màng sinh học chịu trách nhiệm cho quá trình phân hủy sinh học trong hệ thống đất ngập nước nhân tạo, bao gồm giảm thiểu đạm và sử dụng chất dinh dưỡng trong hệ thống đất ngập nước để tạo sinh khối [16, 17].

Tốc độ tăng sinh khối tươi thân trung bình của 5 loài ở nồng độ 75-100% NT lần lượt là $7,97 > 4,69 > 4,32 > 1,96 > 1,38$ g/cây/ngày, tương ứng theo thứ tự giảm dần là Chuối hoa > Bách thủy tiên > Thủy trúc > Chiều tím > Chuối mỏ kết. Tốc độ tăng sinh khối tươi rễ của 5 loài ở nồng độ 75-100% NT lần lượt là $4,09 > 2,44 > 1,3 > 0,56 > 0,39$ g/cây/ngày, tương ứng theo thứ tự giảm dần là Chuối hoa > Bách thủy tiên > Thủy trúc > Chuối mỏ kết > Chiều tím.



Hình 6. Sinh khối tươi thân (A) và sinh khối tươi rễ (B) của 5 loài thực vật ở 3 nồng độ

Ghi chú: a, b: giá trị trung bình có kí tự a, b khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nồng độ nước thải trong cùng 1 loài cây dựa vào kiểm định Tukey ($p < 0,05$).

Chuối hoa và Bách thủy tiên là loài có sinh khối tươi thân, rễ cao hơn 3 loài còn lại do khả năng thích nghi tốt với môi trường làm cho khả năng sinh trưởng và tốc độ sản sinh chồi non, số lá tăng nhanh (Hình 4; Bảng 2) dẫn đến sinh khối tăng đáng kể so với đầu vào. Sinh khối cây ban đầu của Chuối hoa và Bách thủy tiên tương ứng là 38,9 và 18,8 g/cây đến cuối thí nghiệm đạt 449,0 và 268,0 g/cây ở nồng độ 100% NT tăng 11,6 và 14,3 lần.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Năm loài cây nghiên cứu đều có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt ở cả 3 nồng độ nước thải. Các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, chiều dài rễ, số lá và số chồi/số nhánh của 5 loài thực vật nghiên cứu tăng dần theo thời gian. Chiều cao cây của Chuối hoa, Chuối mỏ kết, Chiều tím, Bách thủy tiên và Thủy trúc tăng 1,8; 1,3; 1,9; 2,3 và 1,9 lần và chiều dài rễ tăng lần lượt là 3,8; 2,3; 1,8; 6,6 và 3,7 lần so với cây ban đầu.

Sinh khối tươi thân và rễ trung bình của cây trồng ở nồng độ nước thải 75 và 100% cao hơn so

với cây trồng ở 50% NT. Sinh khối tươi thân trung bình của 5 loài ở nồng độ 75-100% NT lần lượt là $449,0 > 268,0 > 235,8 > 106,3 > 87,8$ g/cây, tương ứng theo thứ tự giảm dần là Chuối hoa > Bách thủy tiên > Thủy trúc > Chiều tím > Chuối mỏ kết, tăng 23,0; 44,3; 24,5; 11,6 và 7,4 lần so với cây ban đầu. Sinh khối tươi rễ của Chuối hoa, Bách thủy tiên, Thủy trúc, Chuối mỏ kết và Chiều tím ở nồng độ 75-100% NT lần lượt là 228,8; 136,9; 72,8; 31,1 và 21,6 g/cây, tăng 20,0; 58,9; 18,3; 10,8 và 23,1 lần so với cây ban đầu.

Có thể ứng dụng các loài cây này trong điều kiện trồng thử nghiệm trên bề nổi ứng dụng mô hình thử nghiệm trên các kênh hồ chứa nước thải sinh hoạt nội ô thành phố.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ một phần kinh phí từ đề tài hợp tác CRRP2021-06MY-Jegatheesan, được tài trợ từ Mạng lưới Nghiên cứu Thay đổi Toàn cầu châu Á Thái Bình Dương (APN).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Neumann, Luis E., Magnus Moglia, Stephen Cook, Minh N. Nguyen, Ashok K. Sharma, Trung H. Nguyen, and Be V. Nguyen (2014). Water use, sanitation and health in a fragmented urban water system: case study and household survey. *Urban Water Journal* 11 (3): 198-210. doi: 10.1080/1573062X.2013.768685.
2. Võ Thị Ngọc Giàu, Phan Thị Bích Tuyền và Nguyễn Hiếu Trung (2019). Đánh giá biến động chất lượng nước mặt sông Cần Thơ giai đoạn 2010-2014 bằng phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước (WQI). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*: Tập 55 (2): 105-113.
3. Giao, N. T. (2020). Evaluating surface water quality in Ninh Kiều district, Can Tho city, Vietnam. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 24 (9): 1599-1606.
4. Raskin, I., Kumar, P. B. A. N., Dushenkov, S. and Salt, D. E. (1994). Bioconcentration of heavy metals by plants. *Curr Opin Biotechnol.* 5 : 285-290.
5. Salt, D. E., Smith, R. D. and Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.* 49 : 643-668.
6. Chien, C. C., Yang, Z. H., Cao, W. Z., Tu, Y. T., Kao, C. M. (2015). Application of an aquatic plant ecosystem for swine wastewater polishment: a full-scale study. *Desalination and Water Treatment*. DOI: 10.1080/19443994.2015.1119738.
7. Jethwa, K. B. and Samir, B. (2016). Role of plants in constructed wetlands (CWs): a review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*. Special Issues 2: 4-10.
8. Chen, Z., Cuervo, D. P., Müller, J. A., Wiessner, A., Köser, H., Vymazal, J., Kästner, M., and Kuschik, P. (2016). Hydroponic root mats for wastewater treatment-a review. *Environmental Science and Pollution Research.* 23(16): 15911-15928. DOI: 10.1007/s11356-016-6801-3.
9. Lê Diễm Kiều, Nguyễn Thị Anh Đào, Lê Quang Thuận, Huỳnh Như Ý, Phạm Quốc Nguyên, Hans Brix và Ngô Thụy Diễm Trang (2017). Ảnh hưởng dạng đạm vô cơ lên khả năng sinh trưởng và xử lý đạm của cỏ mồm mỡ (*Hymenachne acutigluma*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu* (1):100-109.
10. Le Diem Kieu, Pham Quoc Nguyen, Tran Thi Tuoi, Ngo Thuy Diem Trang (2018). Effects of phosphorus in the wastewater from intensive catfish farming ponds on the growth and phosphorus uptake of *Hymenachne acutigluma* (Stued.). *Academia Journal of Biology*, 40(4): 29-35. Doi: 10.15625/2615-9023/v40n4.13276. (In English)
11. Konnerup, D., Trang, N. T. D., and Brix, H. (2011). Treatment of fishpond water by recirculating horizontal and vertical flow constructed wetlands in the tropics. *Aquaculture*, 313 (1): 57-64.
12. Torit, J., Siangdung, W. & Thiravetyan, P. (2012). Phosphorus removal from domestic wastewater by *Echinodorus cordifolius* L. *Journal of Environmental Science and Health* 47(5): 794-800.
13. Nguyễn Thành Lộc, Võ Thị Cẩm Thu, Nguyễn Trúc Linh, Đặng Cường Thịnh, Phùng Thị Hằng, Nguyễn Võ Châu Ngân (2015). Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt của một số loại thủy sinh thực vật. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số chuyên đề: Môi trường & BDKH*. 119-128.
14. Azia, F. and Stewart, K. A. (2001). Relationship between extractable chlorophyll and SPAD values in muskmelon leaves. *Journal of Plant Nutrition.* 24: 961-966.
15. 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.

16. Brix H. (1994). Functions of macrophytes in constructed wetlands. *Water Science and Technology*. 29(4): 71-78.

17. Brix, H. (1997). Do macrophytes play a role in constructed wetlands?. *Water Science and Technology*. (35): 11-17.

18. Võ Thị Xuân Tuyền, Nguyễn Duy Tân và Nguyễn Minh Thủy (2019). Ảnh hưởng của mức bón phân đạm lên năng suất, màu sắc lá và hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học của cây thuốc dòi (*Pouzolzia zeylanica* L. Benn). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển. Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh* 18(4): 10-18.

19. Lê Văn Hòa và Nguyễn Bảo Toàn (2004). *Giáo trình sinh lý thực vật*. Tủ sách Đại học Cần Thơ.

20. Hassanpouraghdam, M. B., Tabatabaie, S. J., Nazemiyeh, H., and Aflatuni, A. (2008). N and K nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 6(2): 150-154.

21. Yasemin, S., Özkaya, A., Köksal, E., Gök, B. (2017). The effects of nitrogen on growth and physiological features of lavender. *1st International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, Konya, Turkey, 10-12 May 2017. Pp. 746-754.

EVALUATION OF THE GROWTH RESPONSES OF FIVE ORNAMENTAL SPECIES GROWN HYDROPONICALLY IN URBAN WASTEWATER

Vo Thi Phuong Thao, Lam Nguyen Ngoc Nhu, Nguyen Thi Diem My,

Tran Thi Huynh Tho, Lam Chi Khang, Truong Cong Phat,

Dao Hoang Nam, Ngo Thuy Diem Trang

Summary

The experiment was conducted to select suitable species to grow on floating rafts for wastewater treatment. Five ornamental species (*Canna generalis*, *Heliconia psittacorum*, *Ruellia tuberosa*, *Cyperus alternifolius* and *Echinodorus cordifolius*) were grown hydroponically in urban wastewater at 3 treatments of 50% wastewater concentration (NT) + 50% tap water (NM); 75% NT + 25% NM and 100% NT (i.e. 50% NT + 50% NM; 75% NT + 25% NM; 100% NT) concentrations of 50, 75 and 100% and were arranged in a completely randomized design with 3 replications. The plants were grown in plastic containers containing 35 liters of urban wastewater collected at Bung Xang canal, Can Tho city. The plants were grown at a density of 3 plants/container (equivalent to 27 plants/m²). Wastewater is completely renewed once a week. Growth parameters such as plant height, root length, number of leaves and number of shoots/branches were recorded weekly. All five plant species grew and developed well over time at all three wastewater concentrations, of which the plants produced the highest biomass in the treatments of 75% NT and 100% NT. *Canna generalis* produced the highest root and root fresh weight, followed by *E. cordifolius* and *C. alternifolius*. The results indicated that the five studied species grown and developed well in urban wastewater, therefore, these plants can be applied in demonstration-scale of floating raft for urban wastewater treatment.

Keywords: Floating raft, urban wastewater, pollution concentration, ornamental plants, growth.

Người phản biện: TS. Phạm Quốc Nguyên

Ngày nhận bài: 20/02/2023

Ngày thông qua phản biện: 21/3/2023

Ngày duyệt đăng: 28/3/2023