

ẢNH HƯỞNG CỦA THAN SINH HỌC TỪ TRÀM ĐẾN SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN CỦA CÂY RAU MUỐNG (*Ipomoea aquatica* Forsk)

Phạm Ngọc Thoa, Tăng Lê Hoài Ngân, Nguyễn Hữu Chiêm
Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ
Ngày nhận bài 30/7/2021, ngày nhận đăng 26/10/2021

Tóm tắt: Thí nghiệm ảnh hưởng của than sinh học từ tràm đối với sự sinh trưởng phát triển của cây rau muống (*Ipomoea aquatica* Forsk) trong điều kiện nhà lưới đã được tiến hành tại Trường Đại học Cần Thơ. Than sinh học tràm sau khi hấp phụ dinh dưỡng từ biogas đã được sử dụng như một dạng thay thế nguồn phân bón hóa học cho cây rau muống với liều lượng khác nhau. Cây rau muống được bón 25% phân bón hóa học kết hợp với than sinh học tràm được hấp phụ dinh dưỡng từ biogas đạt giá trị cao nhất về chiều cao cây (38,6 cm), số lá trung bình (10 lá), sinh khối tươi (16,23 g/chậu), sinh khối khô (1,21 g/chậu) khi so sánh với nghiệm thức bón phân hóa học. Ngoài ra, hàm lượng nitrat của rau ở (NT5) đạt tiêu chuẩn chất lượng và an toàn quốc tế (FAO/WHO, 2002). Do đó, có thể kết luận rằng việc bổ sung than sinh học tràm cùng với phân bón hóa học là phương án khả thi để tăng năng suất cây trồng.

Từ khóa: Biogas; phân bón hóa học; sinh khối; rau muống; than sinh học tràm.

1. Giới thiệu

Sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam sử dụng nhiều phân bón vô cơ và hóa chất bảo vệ thực vật. Mặc dù đạt được các mục tiêu kinh tế, nhưng sản xuất nông nghiệp đã gây ra các tác động xấu đến môi trường. Một số lo ngại tồn tại do người dân sử dụng lượng lớn phân đạm vô cơ gồm phát thải khí nhà kính, phú dưỡng, axit hóa, nhiễm mặn và mất cacbon trong đất [1]. Trong khi đó vật liệu hữu cơ được coi là nguồn dinh dưỡng giải phóng chậm, vì vậy khi sử dụng chúng sẽ tránh được tình trạng vượt quá nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng và hạn chế ô nhiễm môi trường hơn khi bón phân vô cơ, đồng thời việc sử dụng vật liệu hữu cơ còn giúp tiết kiệm chi phí [2]. Một trong những vật liệu hữu cơ được sử dụng hiện nay là than sinh học. Than sinh học là một chất rắn giàu cacbon thu được bằng cách nung sinh khối trong điều kiện ít hoặc không có oxy, là hỗn hợp của cacbon (C), hydro (H), oxy (O), nitơ (N), lưu huỳnh (S) và tro theo tỷ lệ khác nhau [3]. Đặc điểm nổi bật của than sinh học là có diện tích bề mặt lớn, cấu trúc lỗ xốp, giàu các nhóm chức và các thành phần khoáng [4]. Vì vậy, ứng dụng than sinh học bước đầu đã mang lại những hiệu quả tích cực. Khi được thêm vào đất, than sinh học có khả năng làm tăng độ xốp và hàm lượng hữu cơ trong đất, đồng thời cũng trở thành nơi trú ẩn cho các nhóm vi sinh vật trong đất [5]. Ngoài ra, những nghiên cứu gần đây còn cho thấy than sinh học có khả năng hấp phụ hiệu quả đối với đạm amoni và nitrat có trong nước thải. [6]. Điều này mở ra khả năng sử dụng than sinh học làm chất hấp phụ trong xử lý nước thải trước và sau đó tái sử dụng nguồn đạm này làm phân bón cho cây trồng nhằm duy trì chu trình chất hữu cơ bền vững. Việc “nạp trước” các chất dinh dưỡng như vậy có thể làm tăng thêm lợi ích so với việc sử dụng nước thải giàu dinh dưỡng và than sinh học riêng biệt. Tuy nhiên, hiện tại có rất ít công trình nghiên cứu đến việc tái sử dụng than

sinh học sau khi hấp phụ dinh dưỡng và ảnh hưởng của chúng đến sự phát triển của cây trồng. Nghiên cứu này nhằm mục đích có được cái nhìn rõ ràng về tác động của than sinh học tràm sau khi hấp phụ nước thải biogas đối với sự tăng trưởng, năng suất và chất lượng của cây trồng. Các kết quả nghiên cứu trước cho thấy than tràm có tính chất vật lý hóa học phù hợp để làm vật liệu hấp phụ do có hàm lượng C cao (85%), diện tích bề mặt (BET) lớn (284 m²/g), nhiều lỗ micro, đồng thời than tràm cũng chứa nhiều nguyên tố vi lượng hữu ích cho cây trồng (Ca, Mg, K, Mg, P, Al, Fe, Cu, Zn) [7]. Thoa và ctv. [8], [9] cũng đã ghi nhận được than tràm có khả năng hấp phụ dinh dưỡng rất tốt với dung lượng hấp phụ cực đại đối với amoni và nitrat lần lượt là 3,24 mg/g và 15,5 mg/g. Vì vậy, than tràm là vật liệu hấp phụ phù hợp cho nghiên cứu này. Cây rau muống (*Ipomoea aquatica* Forsk) là cây ngắn ngày, dễ trồng, thích nghi tốt với khí hậu nhiệt đới và là loại rau màu rất phổ biến ở Việt Nam vì vậy đã được sử dụng để trồng thử nghiệm.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới thuộc Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ. Trong suốt thời gian thí nghiệm, cây được cung cấp ánh sáng đầy đủ và nhiệt độ môi trường từ 29-31°C.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Giá thể trồng cây: Giá thể để trồng cây được sử dụng trong thí nghiệm này là mẫu cát được lấy tại cửa hàng vật liệu xây dựng ở thành phố Cần Thơ, có kích thước hạt 0,2-0,6 mm (hạt cát trung bình). Mẫu cát sau khi thu về được rửa nhiều lần bằng nước sạch sau đó được sấy khô ở 105°C trong 24 giờ để loại bỏ chất dinh dưỡng có sẵn trong cát. Thành phần dinh dưỡng mẫu cát: P₂O₅ tổng số (0,032 %), K₂O tổng số (0,1083 %), TN (0,0007 mg/L) xếp vào nhóm nghèo dinh dưỡng, pH = 6,5; EC=13,6 μS.

Hạt giống: Hạt giống sạch, thuộc giống rau muống lá tre, sản phẩm thuộc Công ty Trang Nông, xã Vĩnh Lộc B, huyện Bình Chánh, thành phố Hồ Chí Minh (thời gian thu hoạch 30 ngày).

Phân bón: Loại phân được sử dụng trong thí nghiệm: Urê (46% N), Super Lân (20% P₂O₅), Kali Clorua (60% K₂O).

Chậu trồng cây: 30 chậu nhựa có kích thước 15,3 x 9 cm.

Nước thải biogas: Nước thải biogas được lấy tại hộ ông Nguyễn Văn Bình ở ấp Nhơn Thành, xã Nhơn Nghĩa, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ. Thông số đo đặc nước thải biogas được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Thông số đo đặc nước thải biogas

pH	EC	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻
	(μS/cm)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
8	2385	2,5	456,7	5,6	52

Than sinh học từ tràm nung ở 700°C: Tính chất vật lý hóa học của than tràm 700°C đã được xác định và trình bày ở nghiên cứu trước đây [7]. Than tràm có hàm lượng C rất cao, chiếm 85%. Ngoài ra, trong than còn chứa hàm lượng N (<0,5%); O (<1,5%); H (30%) và một lượng lớn các nguyên tố khoáng như Si (9,2), P (2,3), Ca (16,4), K (7,8), Na (2,9), Mg (4,1), Al (3,3), Fe (6,5), Cu (57), Zn (41,4) (g/kgdb). Than tràm được sản xuất từ quá trình nhiệt phân chậm và nung ở nhiệt độ cao (700°C) nên có tính kiềm với pH=8,67, ngược lại khả năng trao đổi cation thấp với CEC=15,12 (cmol/kg). Độ ẩm của than là 4,98 (wt % db) và EC là 146,3 (μS) [7].

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm 1: Than tràm hấp phụ dinh dưỡng trong biogas

Bố trí thí nghiệm: Cân 1 gam than tràm cho vào ống ly tâm chứa 50 mL nước thải biogas có nồng độ 456,7 mg/L. Hỗn hợp được lắc trên máy lắc ngang với tốc độ 220 vòng/phút trong vòng 15 phút. Hỗn hợp sau lắc được lọc bằng giấy lọc để tách than ra khỏi dung dịch và phân tích hàm lượng NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} bằng máy so màu quang phổ. Lượng than sau hấp phụ được trữ lại cho thí nghiệm tiếp theo.

Công thức tính lượng NH_4^+ / NO_2^- / NO_3^- / PO_4^{3-} hấp phụ trên 1 gam than:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

trong đó:

m: khối lượng than ở từng nghiệm thức (g);

C_0 : nồng độ NH_4^+ / NO_2^- / NO_3^- / PO_4^{3-} trước khi hấp phụ (mg/L);

C_e : nồng độ NH_4^+ / NO_2^- / NO_3^- / PO_4^{3-} sau khi hấp phụ (mg/L);

q_e : lượng NH_4^+ / NO_2^- / NO_3^- / PO_4^{3-} hấp phụ trong 1 gam than (mg/g);

V: thể tích nước thải (L).

Thí nghiệm 2: Ứng dụng than tràm sau khi hấp phụ dinh dưỡng

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức và 5 lần lặp lại. Ba mươi chậu nhựa có kích thước 15,3 cm x 9 cm được sử dụng để trồng cây. Thêm vào mỗi chậu 0,3 kg cát đã rửa sạch và loại bỏ dinh dưỡng.

Nghiệm thức được bố trí:

+ĐC: chỉ tưới nước;

+NT1: than tràm chưa hấp phụ đậm;

+NT2: 100% phân bón hóa học (theo khuyến cáo);

+NT3: 50% phân bón hóa học, 50% đậm được than hấp phụ;

+NT4: 25% phân bón hóa học, 75% đậm được than hấp phụ;

+NT5: 100% đậm được than hấp phụ.

Trong đó, NT2 được bón hoàn toàn bằng phân bón hóa học theo công thức khuyến cáo 150 N + 60 P + 40 K (kg/ha) [10]. Ở NT3, NT4, NT5 đã dựa theo công thức phân bón ở NT2 để sử dụng lượng đậm đã được hấp phụ vào than tràm thay thế từ 25% đậm đến 100% đậm từ phân bón hóa học.

Gieo trồng và chăm sóc cây: Hạt giống được đặt trong một chậu nông có phủ một lớp nước mỏng và ngâm qua đêm để làm tăng tốc độ nảy mầm của hạt (hạt nảy mầm tốt ở 20°C). Hạt sau khi nảy mầm được gieo vào chậu chứa cát sạch, lớp cát có độ sâu 7

cm và diện tích bề mặt cát là 0,0038 m². Khi gieo hạt dùng que tre đào những lỗ nhỏ có độ sâu khoảng 10-15 mm. Cho vào mỗi lỗ 1 hạt rau muống đã nảy mầm, phủ cát kín hạt, mỗi hạt cách nhau khoảng 2 cm. Mỗi chậu gieo năm hạt rau muống. Sau khi hạt nảy mầm thì tiến hành tỉa thưa và để lại ba cây khỏe mạnh trong mỗi chậu. Tưới nước hai lần mỗi ngày bằng nước sạch, với lượng nước đều nhau ở mỗi chậu là 20 mL nước, tưới vào thời gian cố định của mỗi ngày là vào lúc 6 giờ sáng và 6 giờ chiều. Nếu phát hiện có sâu bệnh sẽ tiêu diệt theo cách thủ công.

Thu các chỉ tiêu sinh trưởng: Theo dõi quá trình sinh trưởng của cây và thu chỉ tiêu vào ngày 7, 14, 21, 30 sau khi gieo trồng. Các chỉ tiêu cần theo dõi gồm: số lá, chiều cao cây (đếm những lá trên thân chính, không đếm lá non chưa mở, đo chiều cao cây bằng cách đo từ mặt cát đến chóp ngọn cao nhất).

Thu sinh khối: Rau muống được thu hoạch sau 30 ngày tính từ ngày gieo hạt: cây được nhổ khỏi chậu để thu sinh khối toàn bộ thân, lá, rễ. Rễ được rửa sạch nhiều lần bằng nước sạch để loại bỏ cát. Cân cả cây để tính sinh khối tươi. Sau đó, mẫu cây được sấy khô ở 75°C rồi tính trọng lượng khô.

Phân tích hàm lượng nitrat trong cây: Mẫu thực vật sau khi được sấy ở 70°C sẽ được ly trích cùng với nước cất ở điều kiện nhiệt độ 50°C trong vòng 1 giờ, mẫu sau khi ly trích sẽ được phân tích theo phương pháp salicylic axit của tác giả Cataldo et al. [11]. NO₃⁻ trong mẫu được xác định bằng máy UV (Hitachi U-2800, xuất xứ Nhật Bản) ở bước sóng 410 nm.

Thu mẫu cát: Sau khi thu hoạch sẽ tiến hành thu mẫu cát (lớp cát từ 0-30 cm) để xác định trị số pH, EC (theo tỷ lệ cát/dung dịch 1:2,5) và tổng đạm (xác định bằng phương pháp Kjeldahl). Tất cả các phân tích được thực hiện trong phòng thí nghiệm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khả năng hấp phụ dinh dưỡng của than tràm

Khả năng hấp phụ dinh dưỡng của than tràm được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2: Hàm lượng dinh dưỡng trong 1 g than tràm sau khi hấp phụ

NH ₄ ⁺ -N (mg/g)	NO ₃ ⁻ -N (mg/g)	NO ₂ ⁻ -N (mg/g)	PO ₄ ³⁻ -P (mg/g)	TổngN (mg/g)
3,19	0,01	0,01	1,93	3,20

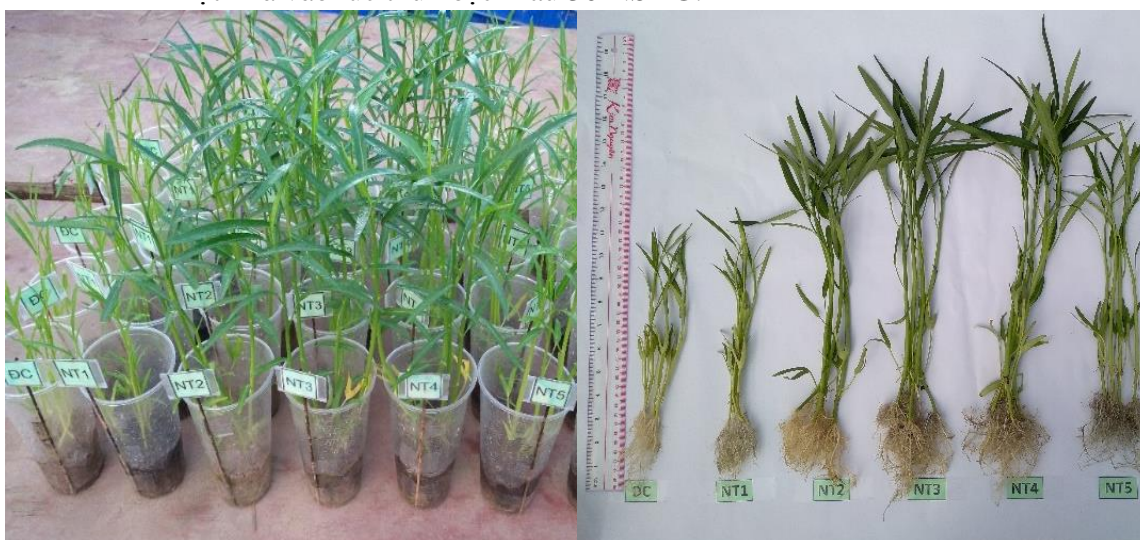
Than tràm sau hấp phụ biogas có khả năng giữ lại các dạng đạm khác nhau (NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻) đồng thời cũng giữ lại PO₄³⁻ (Bảng 2). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Zhao et al. [12] trước đây, bằng cách trao đổi cation, những ion NH₄⁺ sẽ được hấp phụ trên bề mặt than sinh học và giữ lại trong cấu trúc lỗ xốp của nó, ngược lại những anion lại được hấp phụ nhờ vào các nhóm chức bazo trên bề mặt than. Than tràm hiện tại là chất mang dinh dưỡng có vai trò như một loại phân bón hữu cơ. Vì vậy, dựa theo nhu cầu dinh dưỡng của cây rau muống đã được khuyến cáo bởi Trần Khắc Ghi và Trần Ngọc Hùng [10] từ đó có thể tính được lượng than và phân bón hóa học cần bổ sung cho mỗi nghiệm thức (Bảng 3).

Bảng 3: Hàm lượng dinh dưỡng được cung cấp và lượng than sinh học được sử dụng

Nghiệm thức	Tổng N/chậu	Lượng than/chậu	Tổng P/chậu	Tổng K/chậu
	(mg)	(g)	(mg)	(mg)
ĐC	0	0	0	0
NT1	0	0	0	0
NT2	57	0	23	15
NT3	28,5	8,9	22,6	15
NT4	14,25	13,35	22,3	15
NT5	0	17,8	22,11	15

3.2. Sự tăng trưởng của rau muống

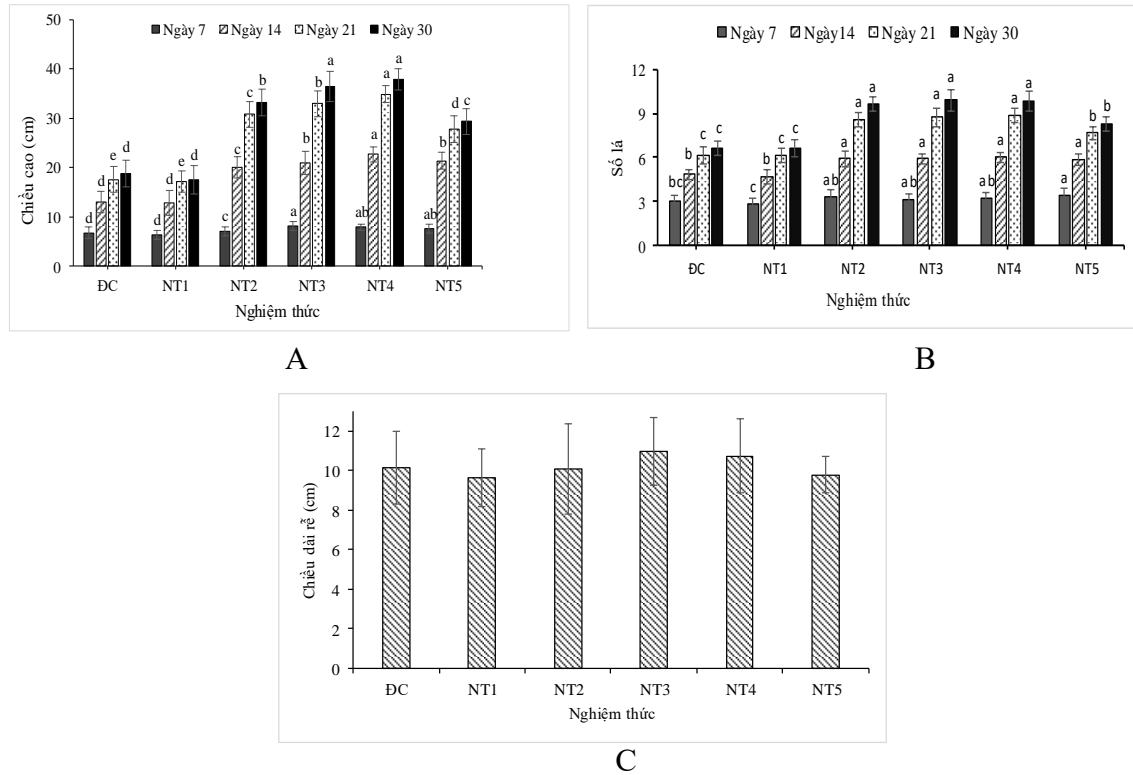
Rau muống là một loại rau ăn lá phổ biến có thời gian sinh trưởng ngắn (30 ngày) nên biểu hiện tăng trưởng của cây có thể quan sát khá rõ thông qua theo dõi chiều cao cây, số lá, chiều dài rễ, trọng lượng cây. Thông số tăng trưởng của cây được thu ở các thời điểm sau: đợt 1 ở thời điểm 7 ngày sau khi gieo (NSKG), đợt 2 là 14 NSKG, đợt 3 là 21 NSKG và đợt 4 là vào lúc thu hoạch rau 30 NSKG.



Hình 1: Rau muống 30 ngày sau khi trồng

3.2.1 Chiều cao cây, số lá, chiều dài rễ

Chiều cao trung bình của rau muống ở các nghiệm thức tăng theo thời gian nghiên cứu (Hình 2). Ở giai đoạn 7 NSKG, chiều cao cây ở các nghiệm thức đã có sự khác biệt rõ rệt: cây cao nhất là ở NT3 (7,9 cm) và thấp nhất ở NT1 (6,76 cm) ($p < 0,05$). Đặc biệt, cây trồng sau khi được bổ sung than trầm đã phát triển chiều cao tốt hơn so với việc sử dụng phân bón hóa học như ở NT2 ($p < 0,05$).



Hình 2: Các chỉ tiêu sinh trưởng (A) chiều cao cây, (B) số lá, (C) chiều dài rễ của rau muống

Ghi chú: Giá trị trung bình có kí tự a,b,c,d,e khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Duncan ($p < 0,05$).

Giai đoạn 14 NSKG, 21 NSKG cây tăng trưởng chiều cao rất nhanh. Đến thời điểm thu hoạch, cây trồng được bón với 25% phân hóa học, 75% than tràm hấp phụ dinh dưỡng ở NT4 có chiều cao trung bình cao nhất (38,6 cm) và cây có chiều cao thấp nhất là 18,85 cm ở ĐC ($p < 0,05$). Điều này có thể được giải thích là do khi sử dụng giá thể cát đã được rửa sạch và nung ở nhiệt độ cao để loại bỏ hầu hết chất dinh dưỡng trong cát, cây sống phụ thuộc hoàn toàn vào lượng đạm được bổ sung từ bên ngoài. Vì vậy, cây tăng trưởng kém ở ĐC, NT1 (Hình 1, Hình 2) do không được cung cấp chất dinh dưỡng mà chỉ sống nhờ vào lượng đạm rất ít có trong nước tưới ($TN = 2,8 \text{ mg/L}$).

Dựa vào sự sinh trưởng của cây ở NT1 có thể nhận thấy khi than tràm chưa được hấp phụ trước chất dinh dưỡng thì lượng dinh dưỡng có sẵn trong than rất thấp không đủ cung cấp cho cây. Ngược lại, cây trồng ở NT5 khi được bổ sung than tràm đã qua hấp phụ biogas thì có chiều cao cây cao gấp 1,5 lần so với cây ở NT1 ($p < 0,05$). Điều này chứng tỏ than tràm đã lưu giữ nguồn dinh dưỡng từ dung dịch biogas và trở thành nguồn phân bón hữu cơ cho cây trồng. Kết quả của nghiên cứu hiện tại phù hợp với nhận định của Lehmann và Joseph [3] về khả năng giữ nước, giữ khoáng, lưu trữ chất dinh dưỡng và hạn chế sự thất thoát chất dinh dưỡng của than sinh học.

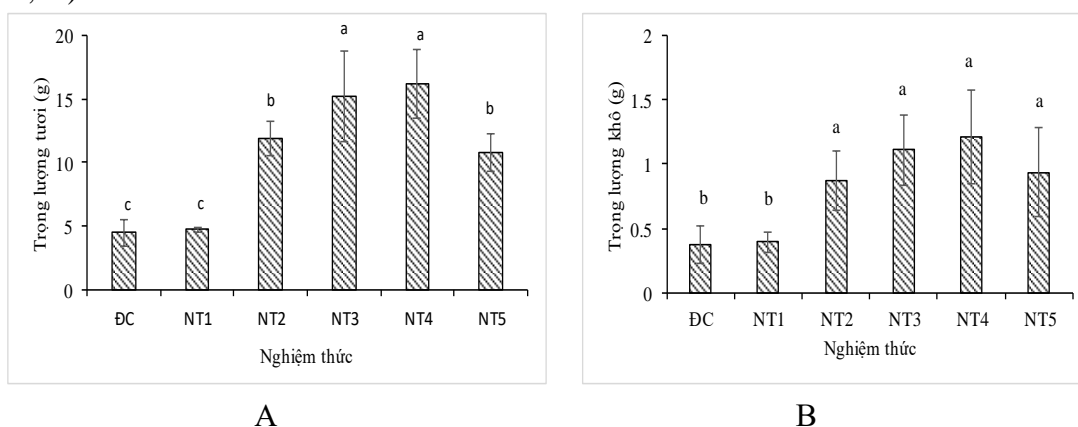
Tuy nhiên chiều cao cây ở NT5 vẫn thấp hơn cây ở NT4 ($p < 0,05$), chứng tỏ than tràm được nạp dinh dưỡng vẫn chưa thể thay thế hoàn toàn phân bón hóa học. Vì vậy, để thúc đẩy sự tăng trưởng của cây trồng cần sử dụng kết hợp phân bón hóa học và than sinh

học. Sự kết hợp này vừa có thể đảm bảo cây trồng tăng trưởng tốt vừa giảm thiểu được lượng lớn phân bón hóa học (75%).

Lá là cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp chủ yếu ở thực vật thực hiện chức năng tổng hợp chất hữu cơ thông qua năng lượng ánh sáng mặt trời, tích lũy chất khô và cung cấp năng lượng cho hoạt động sống của cây. Tương tự như chiều cao cây, sự gia tăng số lá trên cây rau muống cũng được ghi nhận vì đây cũng là chỉ tiêu quan trọng ảnh hưởng đến năng suất. Ở giai đoạn 7 NSKG, số lá của các nghiệm thức dao động trong khoảng 2-4 lá và không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p>0,05$). Trong các giai đoạn từ 14 NSKG đến 30 NSKG ghi nhận được số lá cao nhất (10 lá) ở NT3 và NT4, số lá ít nhất (3 lá) ở ĐC và NT1 ($p<0,05$). Sự khác biệt về số lượng lá trên cây cho thấy cây sinh trưởng vượt trội khi áp dụng kết hợp giữa phân hóa học và than trầm. Tuy nhiên, sự bổ sung than sinh học và phân bón hóa học không gây ảnh hưởng đến sự phát triển của rễ (Hình 2).

3.2.2. Sinh khối cây

Sinh khối rau muống được thu hoạch một lần trong quá trình thí nghiệm (Hình 3). Việc bổ sung than sinh học trầm đã thúc đẩy sự phát triển của rau muống. Cây thu được ở ĐC và NT1 có sinh khối tươi thấp nhất, chỉ đạt từ 4,47-4,74 g/chậu. Cây được bổ sung 100% than trầm hấp phụ dinh dưỡng (NT5) có sinh khối tươi tương đương với nghiệm thức bón phân hóa học ($p>0,05$) và gấp đôi so với ĐC ($p<0,05$). Sinh khối tươi ở NT4 (25% phân hóa học và 75% than trầm hấp phụ dinh dưỡng) đạt cao nhất (16,23 g/chậu) và gấp 4 lần so với ĐC ($p<0,05$). Hàm lượng nước trong rau muống lên tới 92%, do đó đánh giá chỉ tiêu trọng lượng rau muống tươi chỉ có thể phản ánh được năng suất thương phẩm trong trồng trọt mà chưa phản ánh được mức độ tích lũy chất khô trong cây hay lượng dinh dưỡng mà cây hấp thu. Từ Hình 3 nhận thấy sinh khối khô của cây ở nghiệm thức bón phân hóa học và những nghiệm thức có bổ sung than trầm (NT3, NT4, NT5) khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau ($p>0,05$) và cao gấp 4 lần so với ĐC ($p<0,05$).



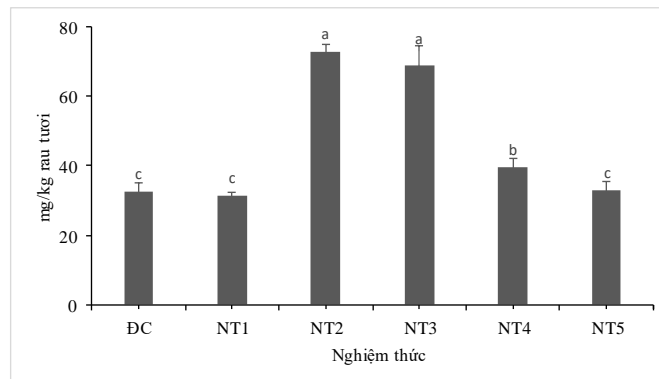
Hình 3: Trọng lượng tươi (A) và trọng lượng khô (B) của rau muống

Ghi chú: Giá trị trung bình có ký tự a, b, c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Duncan ($p<0,05$).

Điều này có thể giải thích là do than tràm đã làm tăng sự hấp thu N vì khi bổ sung than sinh học có thể làm tăng khả năng hấp phụ N từ 12,6 - 40,3% so với đối chứng [12]. Theo kết quả nghiên cứu của Ding et al. [13] than sinh học có pH và EC cao, đồng thời chứa các chất dễ bay hơi, muối Cl, Na nên khi bổ sung than sinh học vào đất có thể dẫn đến những tác động tiêu cực với hệ sinh thái đất. Nếu sử dụng than sinh học mà bỏ qua quy trình rửa để loại bỏ các chất hữu cơ và vô cơ có thể sẽ gây hại cho cây trồng như làm héo lá, vàng đọt. Mặt khác, một số loại than sinh học có thể gây ra rủi ro trực tiếp đối với hệ sinh vật đất và chức năng của chúng khi làm giảm năng suất cây trồng. Tuy nhiên, trong nghiên cứu hiện tại, khi sử dụng than tràm sau khi hấp phụ biogas thì đã khắc phục được những tác động tiêu cực trên, cây trồng phát triển bình thường, sinh trưởng tốt. Kết quả nghiên cứu này cũng có sự khác biệt với một số nghiên cứu trước đó, vì khi bổ sung than sinh học lên đến 16% cũng không có ảnh hưởng đáng kể nào lên tổng sinh khối tươi, sinh khối khô của cây, số lượng lá, sinh khối khô của rễ [13], [14].

3.3. Hàm lượng nitrat trong cây sau thu hoạch

Nhìn chung, hàm lượng nitrat trong cây ở tất cả các nghiệm thức (Hình 4) đều nằm trong giới hạn cho phép của Liên minh châu Âu (EU) về mức tối đa đối với nitrat trong thực phẩm và giới hạn tối đa theo FAO/WHO (≤ 500 mg/kg rau tươi) [15]. Hàm lượng nitrat trong cây ở các nghiệm thức sử dụng từ 75% đến 100% than sinh học tràm tương ứng là 39,6 mg/kg và 33 mg/kg rau tươi, đều thấp hơn khi so sánh với cây được bón phân bón hóa học (72,9 mg/kg rau tươi) ($p < 0,05$). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Santamaria [16] vì giữ được hàm lượng nitrat dưới ngưỡng 200 mg/kg.



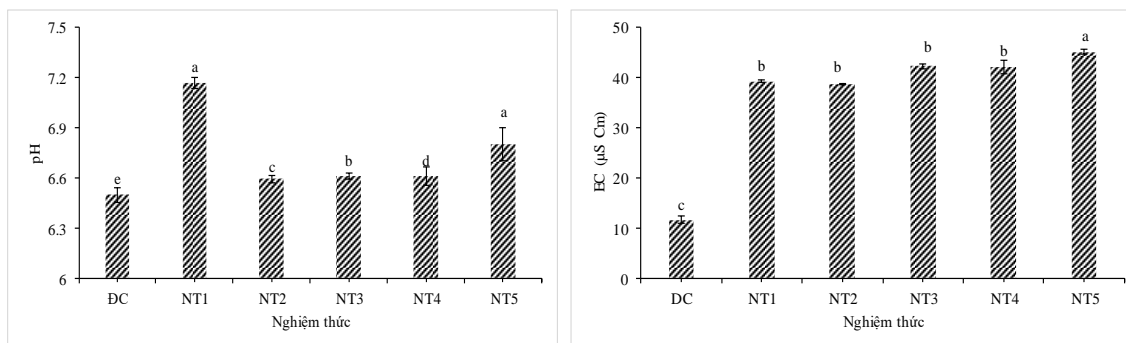
Hình 4. Hàm lượng NO_3^- trong rau muống

Ghi chú: Giá trị trung bình có ký tự a, b, c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Duncan ($p < 0,05$).

Việc so sánh với kết quả nghiên cứu từ một số tác giả trước cho thấy hàm lượng nitrat trong rau thấp hơn 20 lần so với kết quả khảo sát về dư lượng nitrat trong các loại rau ăn lá, thân - củ và rau ăn tươi được thu trên đồng ruộng tại 31 địa phương trồng rau chính thuộc tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2015 - 2016 của Đặng Trần Trung [17]. Ngoài ra, khi sử dụng than tràm nạp dinh dưỡng từ biogas cũng đã mang lại hiệu quả tốt hơn so với việc sử dụng biogas tưới trực tiếp lên rau như trong kết quả nghiên cứu của Nguyễn Lê Phương [18]. Điều này có thể chứng minh việc “nạp trước” các chất dinh dưỡng cho than sẽ có lợi hơn so với việc sử dụng nước thải giàu dinh dưỡng và than sinh học riêng biệt.

3.4. Ảnh hưởng của việc ứng dụng than sinh học

Những tác động có lợi của việc bổ sung than sinh học đối với sản xuất cây trồng còn được xác định bởi những thay đổi về đặc tính của đất trồng và lượng chất dinh dưỡng (Hình 5).



Hình 5: pH và EC của cát sau thu hoạch

Ghi chú: Giá trị trung bình có kí tự a, b, c, d, e khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Duncan ($p < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu cho thấy than sinh học tràm đã làm tăng đáng kể độ pH của đất từ 6,48 ở mẫu cát đối chứng lên 7,16 ở nghiệm thức có tỷ lệ bón than sinh học cao nhất ($p < 0,05$). Việc bổ sung than sinh học cũng làm tăng độ dẫn điện từ 13,6 μS trong cát đối chứng lên 46,6 μS trong đất được xử lý với tỷ lệ sử dụng than sinh học cao nhất tương ứng ($p < 0,05$). Kết quả nghiên cứu hiện tại hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Yu et al. [19], than sinh học có trị số pH cao, chứa nhiều nguyên tố khoáng nên đã làm tăng giá trị pH và EC của đất trồng. Ngoài ra, việc bổ sung than sinh học đã dẫn đến sự gia tăng lượng đạm trong cát từ 14 đến 33 lần so với lượng đạm ban đầu (Bảng 4). Điều này cho thấy các chất dinh dưỡng được lưu giữ trong than sinh học có khả năng phân hủy chậm và ổn định hơn, từ đó làm giảm sự thất thoát chất dinh dưỡng, đồng thời giúp cải thiện độ phì nhiêu của đất. Nguồn dinh dưỡng này có thể được đánh giá là một loại phân hữu cơ có triển vọng với hàm lượng dinh dưỡng cao và có ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển của cây trồng ở những vụ mùa tiếp theo, góp phần tạo nên nền nông nghiệp bền vững.

Bảng 4: Tổng đạm đất sau thu hoạch

NT	ĐC	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
% N-TN	0,0007	0,01	0,02	0,01	0,02	0,023

4. Kết luận và kiến nghị

Sinh khối của rau muống tăng gấp đôi so với đối chứng sau khi bổ sung than sinh học tràm đã hấp phụ dinh dưỡng. Đồng thời, hàm lượng nitrat trong cây luôn nằm trong giới hạn cho phép của Liên minh châu Âu (EU) về nồng độ nitrat tối đa trong thực phẩm và đạt mức giới hạn của FAO/WHO (≤ 500 mg/kg rau tươi). Tỷ lệ phối trộn 75% than với 25% phân hóa học cho hiệu quả tốt nhất. Điều này có thể đóng góp tích cực vào các hệ thống sản xuất nông nghiệp, đảm bảo lợi ích cả về nông nghiệp và môi trường.

Việc áp dụng than sinh học tràm sau hấp phụ biogas đã mang đến những tác động tích cực. Vì vậy, nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng qui mô sản xuất than sinh học và có phương án kết hợp giữa xử lý nước thải và tận dụng nguồn phế thải sau xử lý làm phân bón.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Dự án Cải tạo nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6, được hỗ trợ từ nguồn vốn vay ODA của Nhật Bản (E7).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. A. Khan, R. L. Mulvaney, T. R. Ellsworth, and C. W. Boast, “The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration,” *Journal of Environmental Quality*, Vol. 36, No. 6. pp. 1821-1832, 2007.
- [2] S. R. Smith and P. Hadley, “A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L.),” *Plant and Soil*, Vol. 115, No. 1. pp. 135-144, 1989.
- [3] J. Lehmann and S. Joseph, *Biochar for Environmental Management*. 2015.
- [4] X. Xu, X. Cao, and L. Zhao, “Comparison of rice husk- and dairy manure-derived biochars for simultaneously removing heavy metals from aqueous solutions: Role of mineral components in biochars,” *Chemosphere*, Vol. 92, No. 8, pp. 955-961, 2013.
- [5] D. Dejene and E. Tilahun, “Role of biochar on soil fertility improvement and greenhouse gases sequestration,” *Horticulture International Journal*, Vol. 3, No. 6. pp. 291-298, 2019.
- [6] D. V. Sarkhot, T. A. Ghezzehei, and A. A. Berhe, “Effectiveness of biochar for sorption of ammonium and phosphate from dairy effluent,” *J. Environ. Qual.*, Vol. 42, No. 5, pp. 1545-1554, 2013.
- [7] X. L. Nguyen et al., “Properties of biochars prepared from local biomass in the Mekong Delta, Vietnam,” *Bioresources*, Vol. 13, No. 4, pp. 41-72, 2018.
- [8] P. N. Thoa et al., “Nghiên cứu khả năng hấp phụ amoni trong môi trường nước của than sinh học từ tràm,” *Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, Vol. 17, No. 1, pp. 129-136, 2021.
- [9] P. N. Thoa et al., “Nghiên cứu khả năng hấp phụ nitrat trong môi trường nước của than sinh học từ tràm,” *Tạp chí khoa học*, Vol. 50, No. 1, pp. 40-53, 2021.
- [10] T. K. Ghi and T. N. Hùng, *Kỹ thuật trồng rau sạch*, 2005.
- [11] D. A. Cataldo, M. H. Haroon, L. E. Schrader, and V. L. Youngs, “Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid,” *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Vol. 6, No. 1, pp. 71-80, 1975.
- [12] F. Zhao, G. Zou, Y. Shan, Z. Ding, M. Dai, and Z. He, “Coconut shell derived biochar to enhance water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk) growth and decrease nitrogen loss under tropical conditions,” *Scientific Reports*, Vol. 9, No. 1. pp. 1-8, 2019.
- [13] Y. Ding et al., “Biochar to improve soil fertility. A review,” *Agron. Sustain. Dev.*, Vol. 36, No. 2, pp. 1-19, 2016.
- [14] V. D. Nair, P. K. R. Nair, B. Dari, A. M. Freitas, N. Chatterjee, and A. F. M. Pinheiro, “Biochar in the Agroecosystem- Climate-Change-Sustainability Nexus,”

- Front. Plant Sci.*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-9, 2017.
- [15] W. H. O. Food, "Evaluation of certain food additives and contaminants.," *World Health Organ. Tech. Rep. Ser.*, Vol. 909, pp. 2-700, 2002.
- [16] P. Santamaria, "Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 86, no. 1, pp. 10-17, 2006.
- [17] Đ. T. Trung, N. Q. Thạch, và Đ. T. Dũng, "Thực trạng dư lượng nitrat trong một số loại rau tại tỉnh Bắc Ninh," *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, Vol. 16, No. 1, pp. 1-8, 2018.
- [18] N. L. Phương, N. V. C. Ngân, và N. H. Chiêm, "Khảo sát sự tích lũy nitrat trong rau muống (*Ipomoea aquatica*) và cải xanh (*Brassica juncea* L.) khi tưới bằng nước thải từ hầm ủ biogas," *Khoa học công nghệ Việt Nam*, Vol. 2, No. 2, pp. 47-54, 2019.
- [19] C. H. Yu, S. L. Wang, P. Tongsiri, M. P. Cheng, and H. Y. Lai, "Effects of poultry-litter biochar on soil properties and growth of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.)," *Sustain.*, Vol. 10, No. 7, pp. 1-17, 2018.

SUMMARY

EFFECT OF MELALEUCA BIOCHAR ON THE GROWTH OF WATER SPINACH (*Ipomoea aquatica* Forsk)

Pham Ngoc Thoa, Tang Le Hoai Ngan, Nguyen Huu Chiem

College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

Received on 30/7/2021, accepted for publication on 26/10/2021

Experiments on the effects of melaleuca biochar on the growth of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk) under net conditions were conducted at Can Tho University. In the light of these, melaleuca biochar has been adsorbed with nutrients from biogas and utilized in various dosages as a chemical fertilizer replacement for water spinach. Water spinach plants were fertilized with a combination of 25% chemical fertilizers and melaleuca biochar, which absorbed nutrients from biogas. As a result, when compared to chemical fertilizer treatment, they achieved the highest value in terms of plant height (38.6 cm), an average number of leaves (10 leaves), fresh biomass (16.23 g pot⁻¹), and dry biomass (1.21 g pot⁻¹). Furthermore, the nitrate concentration of the vegetable in (NT5) met international quality and safety standards (FAO/WHO, 2002). Henceforth, using melaleuca biochar with chemical fertilizers was able to boost crop productivity is a realistic choice.

Keywords: Biogas; chemical fertilizer; biomass; water spinach; melaleuca biochar.