

DOI:10.22144/ctujos.2023.223

HIỆU QUẢ CỦA MỘT SỐ DẠNG PHÂN HỮU CƠ TỪ PHỤ PHẾ PHẨM NÔNG NGHIỆP LÊN SINH TRƯỞNG CÂY RAU MUỐNG VÀ CÂY BẮP Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Trần Thạch Bằng¹, Trần Võ Hải Đường² và Nguyễn Khởi Nghĩa^{3*}

¹Trường PT Dân tộc Nội trú THCS Trần Đề, Huyện Trần Đề, Tỉnh Sóc Trăng

²Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Bạc Liêu

³Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): nknghia@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 06/07/2023

Sửa bài (Revised): 10/07/2023

Duyệt đăng (Accepted): 08/08/2023

Title: Efficacy of organic fertilizers produced from agriculture's organic wastes on the growth of water spinach and maize under the net house conditions

Author(s): Tran Thach Bang¹, Tran Vo Hai Duong² and Nguyen Khoi Nghia^{3*}

Affiliation(s): ¹Tran De Boarding Secondary and High School for Ethnic Minorities, ²Bac Lieu Technical Economic College, ³Can Tho University

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá hiệu quả của 4 dạng phân hữu cơ sản xuất từ vật liệu hữu cơ gồm bã cà phê, bèo hoa dâu, vỏ trấu, xỉ than, phân bò và lông vũ lên sinh trưởng cây rau muống và cây bắp ở điều kiện nhà lưới. Có 4 dạng phân hữu cơ được tạo để thử nghiệm gồm phân phối trộn tươi, ủ compost không chùng nấm, ủ compost có chùng 4 dòng nấm phân hủy hữu cơ và phân trùn quế. Thí nghiệm được thực hiện trong nhà lưới gồm 11 nghiệm thức với 3 lặp lại. Kết quả cho thấy các vật liệu hữu cơ và 4 dạng phân thành phẩm đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ. Phân ủ compost (compost), compost có chùng nấm (compost + N) và phân trùn quế (PTQ) có hàm lượng chất dinh dưỡng cao hơn phân phối trộn tươi (PPTT). Nghiệm thức PTQ có hoặc không bổ sung 50% đất giúp chiều cao cây, chiều dài rễ, sinh khối thân và rễ cây rau muống và cây bắp tương đương và thậm chí cao hơn so với nghiệm thức đối chứng dương (phân trùn quế trên thị trường).

Từ khóa: Bèo hoa dâu, phân compost, phân hữu cơ, phân phối trộn tươi, phân trùn quế, vi khuẩn cố định đạm

ABSTRACT

The study's objective was to evaluate the efficacy of four organic fertilizers produced from spent coffee grounds, Azolla, eggshells, coal residual, cow manure, and feathers on the growth of water spinach and maize plants under the net house conditions. Four organic fertilizers were produced for the experiment including (1) freshly mixed organic materials, (2) composted organic materials, (3) composted organic materials inoculated with four organic decomposing fungi, and (4) vermi-composted organic materials. The experiment was carried out with 11 treatments and three replicates under greenhouse conditions. The results indicated that organic materials and four organic fertilizers met the standard requirements for organic fertilizer products. Composted fertilizer (COM), composted fertilizer inoculated with four fungi (COM + BF), and vermi-composted fertilizer (V-COM) obtained higher nutrient content than freshly mixed organic fertilizer (FMOF). V-COM with and without 50% soil added increased the plant height, root length, above ground, and root biomass of water spinach and maize equivalent and even higher than the commercial vermi-compost product.

Keywords: Azolla, compost, freshly mixed organic fertilizer, nitrogen fixing bacteria, organic fertilizer, vermi-compost

1. GIỚI THIỆU

Canh tác nông nghiệp được định hướng phát triển sản xuất sản phẩm chất lượng cao, bền vững, thích ứng với biến đổi khí hậu và đáp ứng tiêu chuẩn xuất khẩu đang được khuyến khích thực hành (Toan et al., 2019). Do đó, ứng dụng phân hữu cơ đóng vai trò then chốt đáp ứng xu hướng này vì nhiều lợi ích mà phân hữu cơ mang lại như chứa hàm lượng chất dinh dưỡng đa, trung vi lượng cao, giúp duy trì và cân bằng sức khỏe đất, cung cấp năng lượng cho vi sinh vật đất phát triển, giảm thiểu việc lạm dụng phân bón hóa học và chi phí sản xuất (Shaji et al., 2021). Phân hữu cơ có thể được sản xuất từ phụ phẩm nông nghiệp, phân động vật và rác thải hữu cơ nông hộ (Toan et al., 2019). Bên cạnh đó, chuyển đổi cây trồng trên nền đất lúa thích ứng biến đổi khí hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long đang được quan tâm phát triển, trong đó, trồng cây rau muống và cây bắp mang lại hiệu quả cao trong việc làm đa dạng hóa sản phẩm, tăng hiệu quả kinh tế và tăng thu nhập trên đơn vị diện tích đất, góp phần nâng cao đời sống của người dân (Schreinemachers et al., 2018; Chi et al., 2021; Chune, 2022). Mặt khác, canh tác an toàn đóng vai trò quan trọng trong định hướng phát triển nền nông nghiệp (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2016). Tuy nhiên, để đạt được năng suất và lợi nhuận, trong canh tác nông nghiệp, người nông dân sử dụng thuốc bảo vệ thực vật và phân bón hóa học, thuốc kích thích sinh trưởng cây trồng với liều lượng và tần suất cao hơn khuyến cáo; do đó, dẫn đến nông sản mang dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, phân bón và các chất độc hại khác, gây ảnh

hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến sức khỏe người nông dân và người tiêu dùng (Chau et al., 2022; El-Sheikh et al., 2022; Dinede et al., 2023). Bên cạnh đó, việc lạm dụng hóa chất nông nghiệp trong canh tác cây trồng cũng làm cho đất trồng ngày càng suy thoái, nghèo dinh dưỡng, các chất độc hại tích lũy vào đất ngày càng nhiều (Châu và ctv., 2019). Vì vậy, vấn đề giảm sử dụng phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật trong canh tác cây trồng và thay vào đó là gia tăng sử dụng phân bón hữu cơ là việc làm hết sức cần thiết nhằm bảo vệ sức khỏe con người và môi trường. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của 4 dạng phân hữu cơ sản xuất từ các nguồn phụ phẩm nông nghiệp gồm bèo hoa dâu, bã cà phê, xỉ than tổ ong, lông vũ, vỏ trứng và phân bò lên sinh trưởng cây rau muống và bắp ở điều kiện nhà lưới, trên cơ sở đó, nghiên cứu tập trung vào việc sản xuất phân hữu cơ có nguồn gốc từ bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than tổ ong, phân bò và lông vũ nhằm tận dụng nguồn rác thải hữu cơ nông hộ, hạn chế ô nhiễm môi trường, đồng thời, gia tăng sinh trưởng cây rau muống và cây bắp, hướng tới sản xuất nông nghiệp bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguồn vật liệu hữu cơ

Nguồn vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu gồm bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than, phân bò và lông vũ. Thông tin cơ bản về các nguồn vật liệu hữu cơ này được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Nguồn vật liệu sử dụng và phương pháp xử lý

STT	Nguồn vật liệu	Địa điểm thu thập	Phương pháp xử lý
1	Bèo hoa dâu	Phòng thí nghiệm Sinh học Đất, Bộ môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ	Bèo hoa dâu được rửa và sấy khô, cuối cùng trộn đều, điều chỉnh đạt ẩm độ 40%
2	Bã cà phê	Bã cà phê được thu thập từ các quán cà phê ở Thành phố Cần Thơ	Bã cà phê được sấy khô, trộn đều và điều chỉnh ẩm độ đạt 40%
3	Vỏ trứng	Vỏ trứng được thu thập từ cơ sở ấp trứng ở Thành phố Cần Thơ	Vỏ trứng được sấy khô, nghiền mịn và điều chỉnh ẩm độ đạt 40%
4	Xỉ than	Xỉ than được thu thập từ quán ăn ở Thành phố Cần Thơ	Xỉ than được sấy khô, nghiền mịn và điều chỉnh ẩm độ đạt 40%
5	Phân bò	Phân bò được thu thập từ trang trại nuôi bò ở Thành phố Cần Thơ	Phân bò được sấy khô, nghiền mịn và điều chỉnh ẩm độ đạt 40%
6	Lông vũ	Lông vũ được thu thập từ cơ sở chế biến gà ở Thành phố Cần Thơ	Lông gà được rửa, sấy khô, cắt thành đoạn 2 cm, cuối cùng điều chỉnh ẩm độ đạt 40%

Tất cả các nguồn vật liệu hữu cơ được phân tích thành phần hóa học gồm độ ẩm, pH, EC, chất hữu cơ tổng số, carbon hữu cơ tổng số, đạm, lân, kali

tổng số, CaO, MgO, Na₂O. Ngoài ra, xỉ than được phân tích hàm lượng kim loại nặng như Pb, Cd, Cu và Zn. Phương pháp phân tích thành phần hóa học của các mẫu hữu cơ được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Phương pháp phân tích thành phần hóa học của các nguồn vật liệu hữu cơ

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp	Tham khảo
1	Độ ẩm	Phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi bằng máy phân tích ẩm độ hồng ngoại	
2	pH, EC	pH và EC được xác định lần lượt bằng máy 744 pH Meter-Metrohm và EC Schott model 960	Sonmez et al. (2008)
3	Chất hữu cơ tổng số	Chất hữu cơ tổng số được xác định dựa trên carbon hữu cơ tổng số x 1,8 (hệ số chuyển đổi)	Nelson and Sommer (1982)
4	Carbon hữu cơ tổng số	Mẫu được xử lý bằng hỗn hợp K ₂ Cr ₂ O ₇ và H ₂ SO ₄ đậm đặc, sau đó chuẩn độ K ₂ Cr ₂ O ₇ dư bằng FeSO ₄ 0,5 M	Nelson and Sommer (1982)
5	Đạm tổng số (N)	Phương pháp Kjeldahl, mẫu được xử lý bằng hỗn hợp K ₂ SO ₄ , CuSO ₄ và Se (tỷ lệ 100:10:1)	Keeney and Nelson (1982)
6	Lân tổng số (P ₂ O ₅)	Mẫu được xử lý bằng hỗn hợp H ₂ SO ₄ đậm đặc và HClO ₄ , sau đó hàm lượng lân tổng số được xác định theo phương pháp molybdate ở bước sóng 880 nm bằng máy đo quang phổ	Olsen et al. (1982)
7	Kali tổng số (K ₂ O)	Mẫu được xử lý bằng hỗn hợp H ₂ SO ₄ đậm đặc và HClO ₄ , sau đó hàm lượng kali tổng số được xác định theo phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử	Bascomb (1964)
8	CaO, MgO và Na ₂ O	Mẫu được trích với BaCl ₂ 0,1 M, sau đó hàm lượng CaO, MgO và Na ₂ O trong mẫu được xác định theo phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử	Sumner and Miller (1996)
9	Zn, Cu, Pb, và Cd	Mẫu được trích với HNO ₃ 0,43 M, sau đó hàm lượng Zn, Cu, Pb và Cd trong mẫu được xác định theo phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử	Houba et al. (1995)

2.2. Tạo nguồn phân hữu cơ

Sáu nguồn vật liệu hữu cơ để tạo các dạng phân hữu cơ thử nghiệm gồm bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than, phân bò và lông vũ được phối trộn để tạo hỗn hợp phân hữu cơ ban đầu được sử dụng cho

4 nghiệm thức thí nghiệm. Sau đó, hỗn hợp này được xử lý theo các phương pháp sản xuất phân hữu cơ khác nhau. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 nghiệm thức và 3 lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Phương pháp tạo các dạng phân hữu cơ được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Phương pháp tạo các dạng phân hữu cơ thử nghiệm

Nghiệm thức	Phương pháp sản xuất	Viết tắt
Phân phối trộn tươi	Sáu nguồn vật liệu hữu cơ gồm bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than, phân bò và lông vũ được phối trộn theo tỷ lệ 1:1:1:1:1:1 (5 kg khối lượng khô). Phân phối trộn tươi được sử dụng ngay.	PPTT
Phân compost	Các vật liệu được trộn đều theo tỷ lệ như phân phối trộn tươi, bổ sung thêm nước cho khối ủ đạt 80% ẩm độ bão hòa. Các nghiệm thức phân được ủ trong bao và đậy tối trong 38 ngày (vật liệu hữu cơ hoại mục hoàn toàn). Trong quá trình ủ phân vật liệu được trộn đều 1 lần/tuần.	Compost
Phân compost có chủng nấm phân hủy hữu cơ	Phương pháp sản xuất tương tự với phân compost, đồng thời có bổ sung 4 dòng nấm có lợi gồm <i>Aspergillus fumigatus</i> (PH-C5), <i>Penicillium</i> sp. (PH-L3), <i>Aspergillus fumigatus</i> (PH-L4), và <i>Rhizomucor variabilis</i> (PH-L6) ở thời điểm bắt đầu bố trí thí nghiệm với mật số 10 ⁵ bào tử/g (Cầm và ctv., 2015).	Compost + N

Nghiệm thức	Phương pháp sản xuất	Viết tắt
Phân trùn quế	Phân trùn quế được sản xuất trong thùng nhựa (đường kính x chiều cao = 55 cm x 63 cm). Tất cả các vật liệu được phối trộn như phân phối trộn tươi, tỷ lệ 1:1:1:1:1:1 (5 kg khối lượng khô), và trùn quế (<i>Perionyx excavatus</i>) được bổ sung vào thời điểm bắt đầu bố trí thí nghiệm. Riêng vỏ trứng và xỉ than được thêm vào phân trùn quế ở thời điểm 38 ngày sau khi bố trí thí nghiệm. Trong quá trình sản xuất phân trùn quế, mẫu được trộn đều 1 lần/tuần. Nhiệt độ và ẩm độ được duy trì lần lượt ở mức 28-30°C và 70-80%. Ở thời điểm 38 ngày, quá trình phân hủy nguồn vật liệu hữu cơ với trùn quế hoàn thành. Sau đó, trùn quế được lấy đi, đồng thời vỏ trứng và xỉ than được thêm vào và trộn đều, tạo thành phân trùn quế thành phẩm.	PTQ

2.3. Chỉ tiêu theo dõi và phân tích số liệu

Tất cả các dạng phân hữu cơ thành phẩm được phân tích các chỉ tiêu bao gồm (1) Đặc tính hóa học: pH, EC, carbon hữu cơ tổng số, đạm tổng số, lân tổng số (P₂O₅), kali tổng số (K₂O), CaO, MgO, Cu, Zn, Pb, và Cd (phương pháp phân tích tham khảo ở Bảng 2); và (2) Đặc tính sinh học của phân hữu cơ: mật số vi khuẩn tổng, nấm tổng, vi khuẩn cố định đạm được đánh giá dựa vào khuẩn lạc lần lượt trên môi trường Tryptone Soya Broth Agar (TSA), Potato Dextrose Agar (PDA) và Burk Agar (Wilson & Knight, 1952; Mehta & Nautiyal, 2001; Park et al., 2005); vi khuẩn có hại gồm *E. coli*, *Coliform*, *Samonella*, *Shigella*. *E. coli* và *Coliform* được xác định theo phương pháp MPN (Thước, 2006). *Salmonella* và *Shigella* được xác định dựa vào khuẩn lạc xuất hiện trên môi trường *Salmonella Shigella* Agar (SS Agar) (Taylor & Harris, 1965).

2.4. Đánh giá hiệu quả các dạng phân hữu cơ lên sinh trưởng cây rau muống và cây bắp

Thí nghiệm được bố trí trong chậu (chiều cao x đường kính = 7,8 cm x 10,5 cm), theo thể thức hoàn

toàn ngẫu nhiên với 11 nghiệm thức và 3 lặp lại cho mỗi nghiệm thức tương ứng với 3 chậu thí nghiệm. Thí nghiệm được thực hiện trên 2 loại cây (cây rau muống và cây bắp) và kéo dài trong 15 ngày. Mỗi chậu chứa 150 g phân hữu cơ hoặc đất. Đối với nghiệm thức phối trộn phân hữu cơ và đất được thực hiện theo tỉ lệ phối trộn 1:1 (w/w). Đất phù sa thu từ vườn quả ở khuôn viên Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ và phân trùn quế thương mại được sử dụng cho thí nghiệm như đối chứng dương. Phân bón hữu cơ và đất dùng trong thí nghiệm được đưa về ẩm độ 40%, sau đó được cho vào chậu theo tỷ lệ cho từng nghiệm thức thí nghiệm vào thời điểm gieo hạt giống (0 ngày). Hạt giống rau muống Trang Nông và hạt giống bắp nếp nú TN 177 được mua từ cửa hàng vật tư nông nghiệp, thành phố Cần Thơ. Hạt giống được ủ cho hạt nảy mầm trong khăn vải trong 16 giờ và cuối cùng chọn những hạt nảy mầm tốt nhất gieo 5 hạt/chậu thí nghiệm. Cây được tưới nước 2 lần/ngày vào buổi sáng và chiều. Các nghiệm thức thí nghiệm được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Các nghiệm thức đánh giá sinh trưởng cây rau muống và bắp sau 15 ngày

STT	Nghiệm thức	Mô tả	Viết tắt
1	Nghiệm thức 1	100% phân trùn thị trường	PTTT
2	Nghiệm thức 2	100% phân phối trộn tươi	PPTT
3	Nghiệm thức 3	100% phân compost	Compost
4	Nghiệm thức 4	100% phân compost có nấm	Compost + N
5	Nghiệm thức 5	100% phân trùn quế	PTQ
6	Nghiệm thức 6	100% đất	Đ
7	Nghiệm thức 7	50% phân trùn thị trường + 50% đất	PTTT + Đ
8	Nghiệm thức 8	50% phân phối trộn tươi + 50% đất	PPTT + Đ
9	Nghiệm thức 9	50% phân compost + 50% đất	Compost + Đ
10	Nghiệm thức 10	50% phân compost có nấm + 50% đất	Compost +N+ Đ
11	Nghiệm thức 11	50% phân trùn quế + 50% đất	PTQ + Đ

Các chỉ tiêu theo dõi gồm: (i) Chiều cao cây (cm) được đo từ mặt đất đến chóp ngọn lá cao nhất; (ii) Chiều dài rễ (cm) được đo từ gốc thân đến chóp rễ dài nhất; (iii) Sinh khối thân (g/cây) được xác định như sau: cây thu hoạch được đem rửa sạch đất, để ráo, sau đó cân khối lượng thân (thân, lá) tại thời điểm thu hoạch; và (iv) Sinh khối rễ (g/cây) được xác định như sau: cây thu hoạch được đem rửa sạch đất, để ráo, sau đó cân khối lượng rễ tại thời điểm thu hoạch.

2.5. Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý với Microsoft Office Excel 2013 và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 22.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính hóa học của các vật liệu hữu cơ

Bảng 5 cho thấy độ ẩm của các vật liệu hữu cơ dao động trong khoảng từ 1,60 đến 92,0%; pH và

EC của các vật liệu hữu cơ lần lượt dao động trong khoảng 6,15-8,82 và 1,09-8,07 mS/cm, do đó hầu hết vật liệu hữu cơ có pH và EC đáp ứng tiêu chuẩn về pH của phân hữu cơ là pH 6-8 và EC dưới 4 mS/cm (Tiêu chuẩn ngành 10TCN 526:2002, 2002). Tuy nhiên, vỏ trứng có pH 8,82, bã cà phê và phân bò có EC lần lượt đạt 6,73 và 8,07 mS/cm, điều này cho thấy trong hai vật liệu này có dinh dưỡng hòa tan cao. Chất hữu cơ tổng số và tỷ lệ C/N của các vật liệu hữu cơ lần lượt dao động trong khoảng 2,74-81,14% và 2,43-21,71%. Điều này cho thấy hầu hết các vật liệu hữu cơ có carbon hữu cơ tổng số và tỷ lệ C/N dưới 30, do đó chúng có thể được bón trực tiếp cho cây trồng dưới dạng phân hữu cơ phối trộn tươi hoặc phân compost và phù hợp nhận định của Watson et al. (2002). Ngoài ra, tất cả các vật liệu hữu cơ có hàm lượng các yếu tố dinh dưỡng đa, trung và vi lượng cao gồm N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO và Na₂O lần lượt dao động trong khoảng 0,72-12,6%, 0,27-1,80%, 0,10-1,53%, 0,01-19,9%, 0,16-2,20% và 0,13-0,65%.

Bảng 5. Đặc tính hóa học của các vật liệu hữu cơ

Đặc tính	Vật liệu hữu cơ					
	Bèo hoa dâu	Bã cà phê	Vỏ trứng	Lông vũ	Phân bò	Xi than
Độ ẩm (%)	92,00	28,00	21,40	13,80	34,40	1,60
pH	6,40	6,15	8,82	7,90	7,26	6,36
EC (mS/cm)	1,09	6,73	1,60	1,25	8,07	2,59
Chất hữu cơ tổng số (%)	13,82	81,14	5,31	55,17	39,42	2,74
Carbon hữu cơ tổng số (%)	7,68	45,08	2,95	30,65	21,90	1,52
N (%)	0,72	2,99	0,87	12,60	1,63	0,07
C/N	10,71	15,09	3,39	2,43	13,44	21,71
P ₂ O ₅ (%)	0,27	0,52	0,36	0,40	1,80	0,35
K ₂ O (%)	0,18	1,16	0,11	0,10	0,85	1,53
CaO (%)	0,07	0,25	19,90	0,18	0,82	0,01
MgO (%)	0,16	0,78	1,43	0,29	2,20	0,69
Na ₂ O (%)	0,13	0,44	0,25	0,27	0,47	0,65
Pb (mg/kg)	-	-	-	-	-	0,55
Cd (mg/kg)	-	-	-	-	-	0,46
Cu (mg/kg)	-	-	-	-	-	24,60
Zn (mg/kg)	-	-	-	-	-	119,80

Bên cạnh đó, hàm lượng các kim loại nặng cũng được phát hiện trong xi than như Pb (0,55 mg/kg), Cd (0,46 mg/kg), Cu (24,6 mg/kg) và Zn (119,8 mg/kg), nhưng hầu hết thấp và ở ngưỡng cho phép (Thông tư 09/2019/TT-BNNPTNT, 2019). Như vậy, các vật liệu hữu cơ gồm bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, lông gà, phân bò và xi than có hàm lượng chất dinh dưỡng cao, đa dạng các yếu tố dinh dưỡng đa, trung và vi lượng, do đó, có thể dùng làm nguyên liệu phối trộn để tạo dạng phân hữu cơ chất lượng cao cho đất và cây trồng.

3.2. Đặc tính hóa học của các dạng phân hữu cơ thành phẩm

pH và EC của các dạng phân hữu cơ lần lượt dao động 5,97-7,52 và 2,89-9,27 mS/cm (Bảng 6). Giá trị pH thích hợp cho sinh trưởng cây trồng. Tuy nhiên, EC ở nghiệm thức Compost và Compost + N và PTQ cao hơn 4,0 mS/cm. Điều này có thể là do quá trình khoáng hóa vật liệu hữu cơ dẫn đến phóng thích hiệu quả hàm lượng chất dinh dưỡng hữu dụng (Brinton, 2000; Hemidat et al., 2018).

Hàm lượng carbon tổng số, dinh dưỡng đa, trung, vi lượng trong các dạng phân hữu cơ thành

phẩm khá dồi dào. Hàm lượng chất hữu cơ tổng số dao động 49,25-60,66%, cao hơn tiêu chuẩn hàm lượng chất hữu cơ trong phân hữu cơ của Đức (15,0-45,0%) và trong các nghiên cứu trước đây (19,0-42,0%) (Hemidat et al., 2018).

Tỷ lệ C/N của phân hữu cơ thành phẩm dao động 7,07-11,88, do đó chúng có hàm lượng chất dinh dưỡng cao, có khả năng khoáng hóa nhanh để cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng hấp thu. Hơn nữa, phân Compost và Compost + N có hàm lượng đạm tổng số lớn hơn 3,0%, đặc biệt phân Compost + N có hàm lượng đạm tổng số đạt 3,87%. Điều này chứng tỏ chúng là các dạng phân hữu cơ thành phẩm hiệu quả. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước đây cho thấy phân compost hoại mục sử dụng hiệu quả khi tỷ lệ C/N nhỏ hơn 20 và hàm lượng đạm tổng số lớn hơn 3,0% (Chowdhury et al., 2014).

Hàm lượng kali và lân tổng số của các dạng phân hữu cơ lần lượt dao động trong khoảng 0,29-0,46% và 0,75-1,25%. Compost, Compost + N và PTQ có hàm lượng kali và lân tổng số cao hơn PPTT. Điều này chứng tỏ quá trình ủ phân và tiêu hóa của trùn quế gia tăng hàm lượng chất dinh dưỡng của phân hữu cơ. Hàm lượng CaO, MgO và Na₂O trong phân

hữu cơ thành phẩm lần lượt dao động trong khoảng 6,14-12,2%, 1,34-1,75% và 0,59-0,75%. Phân hữu cơ trải qua quá trình ủ có hàm lượng CaO giảm xuống, nhưng hàm lượng MgO và Na₂O gia tăng. Các kim loại nặng như Pb, Cd, Cu và Zn không được phát hiện trong bất kỳ dạng phân hữu cơ thành phẩm nào. Các yếu tố dinh dưỡng đa, trung, vi lượng trong phân hữu cơ gồm Compost, Compost + N và PTQ cao hơn so với PPTT. Do đó, quá trình ủ và sử dụng trùn quế để phân hủy vật liệu hữu cơ là phương pháp hiệu quả cho sản xuất phân hữu cơ chất lượng. Phân phối trộn tươi chứa hàm lượng NPK cao, vì vậy có thể cung cấp các chất dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng hấp thu. Tóm lại, tất cả các dạng phân hữu cơ thành phẩm có hàm lượng chất dinh dưỡng cao, đáp ứng tiêu chuẩn phân hữu cơ và có thể cung cấp các chất dinh dưỡng thiết yếu hiệu quả cho đất và sinh trưởng cây trồng (Tiêu chuẩn ngành 10TCN 526:2002, 2002). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Hemidat et al. (2018) cho thấy hàm lượng chất dinh dưỡng trong phân hữu cơ được gia tăng thông qua quá trình ủ và lên men bởi vì vai trò của cộng đồng vi sinh vật trong sự phân giải carbohydrate, protein và lipid.

Bảng 6. Đặc tính hóa học của các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Đặc tính hóa học	PPTT	Compost	Compost + N	PTQ
pH	7,52	6,02	5,97	6,08
EC (mS/cm)	2,89	9,08	9,27	4,59
Chất hữu cơ tổng số (%)	55,17	60,66	49,25	51,55
Carbon hữu cơ tổng số (%)	30,65	33,70	27,36	28,64
N (%)	2,58	3,53	3,87	2,69
C/N	11,88	9,55	7,07	10,65
P ₂ O ₅ (%)	0,29	0,44	0,46	0,46
K ₂ O (%)	0,75	1,19	1,25	0,93
CaO (%)	12,20	6,86	6,14	9,34
MgO (%)	1,34	1,74	1,75	1,61
Na ₂ O (%)	0,61	0,72	0,75	0,59
Pb (mg/kg)	KPH	KPH	KPH	KPH
Cd (mg/kg)	KPH	KPH	KPH	KPH
Cu (mg/kg)	KPH	KPH	KPH	KPH
Zn (mg/kg)	KPH	KPH	KPH	KPH

Ghi chú: KPH_Không phát hiện, PPTT_Phân phối trộn tươi, Compost_Phân compost, Compost + N_Phân compost có nấm, PTQ_Phân trùn quế.

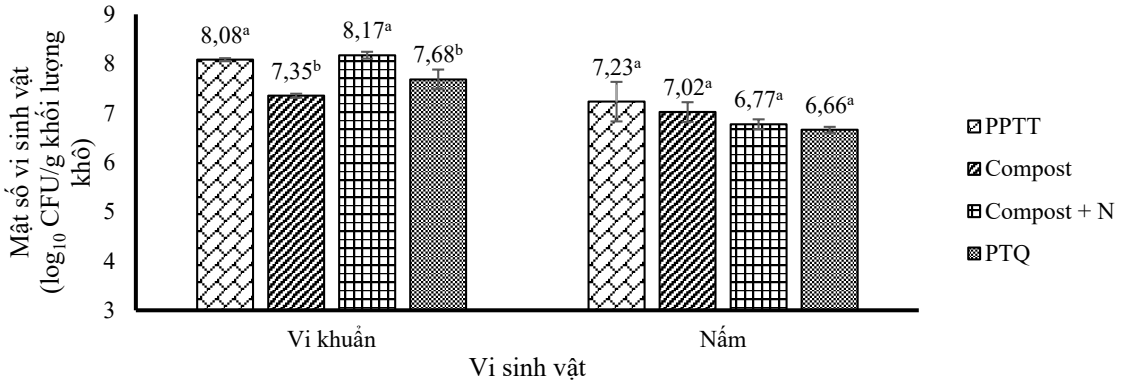
3.3. Mật số vi khuẩn và nấm tổng số của các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Hình 1 cho thấy PPTT và Compost + N có mật số vi khuẩn và nấm tổng số lần lượt đạt 8,08 và 8,17 log₁₀ CFU/g khối lượng khô. Mật số vi khuẩn tổng số của chúng cao hơn so với Compost và PTQ (lần lượt là 7,35 và 7,68 log₁₀ CFU/g khối lượng khô;

p<0,05). Lý do có thể là quá trình ủ và tiêu hóa của trùn quế giúp giảm mật số vi khuẩn có hại, dẫn đến mật số vi khuẩn tổng số thấp hơn. Mật số nấm tổng số trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm dao động 6,66-7,23 log₁₀ CFU/g khối lượng khô và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p>0,05). Điều này có thể là do vật liệu hữu cơ cung

cấp môi trường thuận lợi cho nấm phát triển. Tuy nhiên, vẫn chưa tìm thấy công bố về vấn đề này, do đó cần thiết có thêm các nghiên cứu để làm sáng tỏ

hơn về ảnh hưởng của phương pháp sản xuất phân hữu cơ ảnh hưởng lên mật số vi sinh vật.



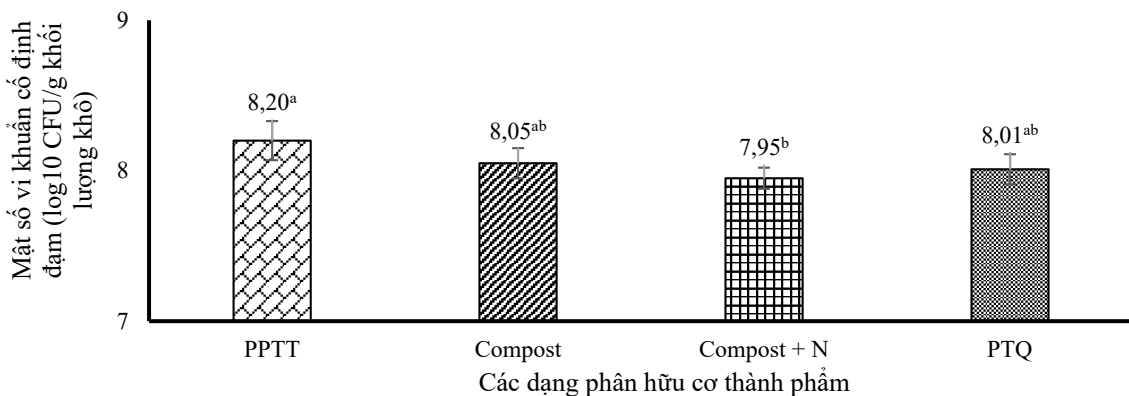
Hình 1. Mật số vi khuẩn và nấm tổng số có trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Ghi chú: Trong cùng một nhóm, các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Duncan, PPTT_Phân phối trộn tươi, Compost_Phân compost, Compost + N_Phân compost có nấm, PTQ_Phân trùn quế.

3.4. Mật số vi khuẩn cố định đạm và hòa tan lân có trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Vi khuẩn hòa tan lân không được phát hiện trong tất cả các dạng phân hữu cơ thành phẩm. Mật số vi khuẩn cố định đạm trong các dạng phân hữu cơ dao động trong khoảng 7,95-8,20 log₁₀CFU/g khối lượng khô (Hình 2). Phân phối trộn tươi có mật số số vi khuẩn cố định đạm đạt 8,20 log₁₀CFU/g khối lượng khô, cao hơn so với Compost + N (7,95

log₁₀CFU/g khối lượng khô; p<0,05), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với Compost và PTQ. Như vậy, các dạng phân hữu cơ thành phẩm chứa mật số vi khuẩn cố định đạm cao, có thể cung cấp đạm cho cây trồng hấp thu hiệu quả nhờ vào quá trình cố định đạm sinh học. Điều này tương đồng với nghiên cứu của Verma and Verma (2012) quá trình ủ phân hữu cơ giúp gia tăng hoạt động của vi khuẩn cố định gồm vi khuẩn cố định đạm, amôn hóa và nitrite hóa.



Hình 2. Mật số vi khuẩn cố định đạm có trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Ghi chú: Các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Duncan, PPTT_Phân phối trộn tươi, Compost_Phân compost, Compost + N_Phân compost có nấm, PTQ_Phân trùn quế.

3.5. Mật số vi khuẩn có hại có trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Salmonella spp. và Shigella spp. không phát hiện được trong tất cả các dạng phân hữu cơ thành phẩm (Bảng 7). Mật số vi khuẩn coliform trong các dạng

phân hữu cơ thành phẩm dao động trong khoảng 3,24-6,01 log(MPN/g). PPTT có mật số vi khuẩn coliform thấp nhất (3,24 log(MPN/g)), trong khi đó PTQ có mật số vi khuẩn coliform cao nhất (6,01 log(MPN/g)). Mật số vi khuẩn E. coli trong các dạng

phân hữu cơ thành phẩm dao động 2,42-2,70 log(MPN/g) và thấp hơn ngưỡng cho phép. PTQ không phát hiện *E. coli*, lý do có thể là *E. coli* bị tiêu diệt bởi hệ tiêu hóa của trùn quế. Tóm lại, quá trình ủ và tiêu hóa của trùn quế giúp giảm mật số *E. coli* trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Bảo (2010) mật

số vi khuẩn *E. coli* và coliform giảm mạnh bởi quá trình ủ. Trong nghiên cứu này, mật số vi khuẩn có hại trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm đáp ứng tiêu chuẩn chất lượng phân hữu cơ theo Thông tư 09/2019/TT-BNNPTNT Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón (Thông tư 09/2019/TT-BNNPTNT, 2019).

Bảng 7. Mật số vi khuẩn có hại của các dạng phân hữu cơ thành phẩm

Nghiệm thức	Mật số vi khuẩn có hại (log(MPN/g))			
	Coliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Shigella spp.</i>
PPTT	6,01	2,70	KPH	KPH
Compost	4,45	2,64	KPH	KPH
Compost + N	3,76	2,42	KPH	KPH
PTQ	3,24	KPH	KPH	KPH
Ngưỡng cho phép	-	3,04	KPH	KPH

Ghi chú: KPH_Không phát hiện, PPTT_Phân phối trộn tươi, Compost_Phân compost, Compost + N_Phân compost có nấm, PTQ_Phân trùn quế.

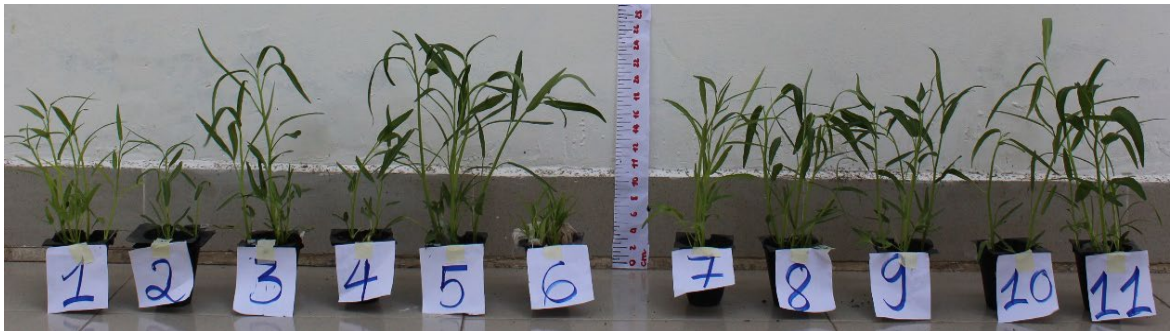
3.6. Hiệu quả của các dạng phân hữu cơ thành phẩm lên sinh trưởng cây rau muống và bắp ở nhà lưới

3.6.1. Cây rau muống

a. Chiều cao cây

Kết quả theo dõi diễn biến tăng trưởng về chiều cao của cây rau muống được trình bày ở Hình 3 và

Hình 4. Nhìn chung, chiều cao cây rau muống tăng mạnh ở giai đoạn từ 0 đến 5 ngày sau khi gieo, sau đó bị chậm lại ở một số nghiệm thức tại giai đoạn 5 ngày đến 10 ngày, và tăng mạnh trở lại ở giai đoạn 10 đến 15 ngày thí nghiệm (trừ nghiệm thức 1 và 6).



Hình 3. Sinh trưởng cây rau muống của các nghiệm thức thí nghiệm ở thời điểm 15 ngày sau khi gieo hạt

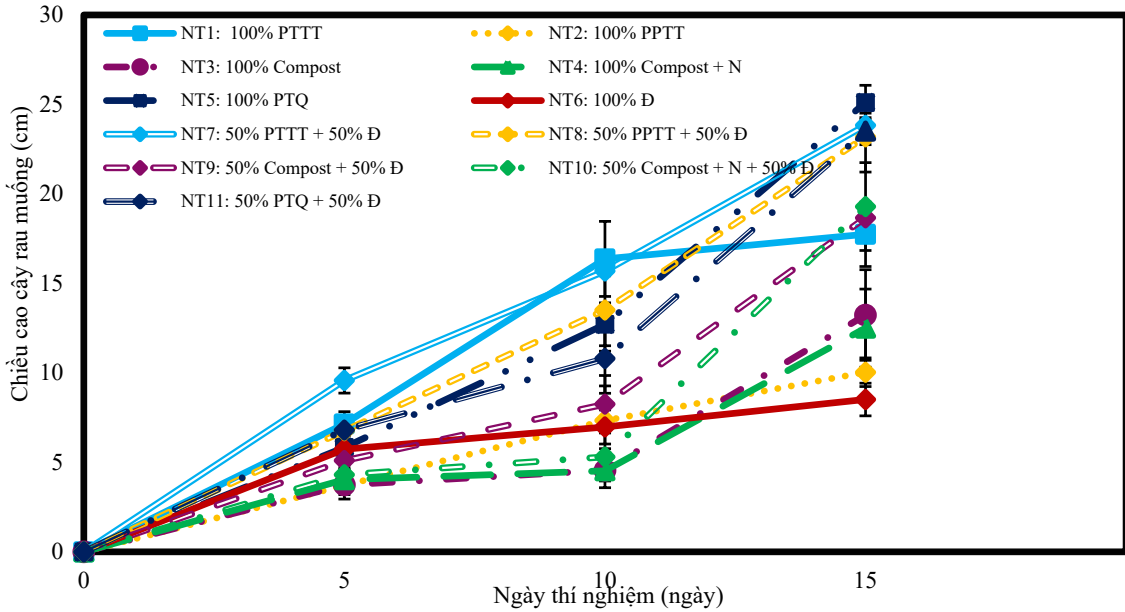
Ghi chú: (1) NT1: 100% PTTT, (2) NT2: 100% PPTT, (3) NT3: 100% Compost, (4) NT4: 100% Compost + N, (5) NT5: 100% PTQ, (6) NT6: 100% Đ, (7) NT7: 50% PTTT + 50% Đ, (8) NT8: 50% PPTT + 50% Đ, (9) NT9: 50% Compost + 50% Đ, (10) NT10: 50% Compost + N + 50% Đ, (11) NT11: 50% PTQ + 50% Đ.

Hình 3 cho thấy chiều cao cây rau muống tăng theo thời gian, nhưng các nghiệm thức khác nhau cho chiều cao cây khác biệt ngẫu. Thời điểm 15 ngày, chiều cao cây của nghiệm thức 11 (25,10 cm) cao hơn khi so sánh với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức 5, 7 và 8 ($p > 0,05$). Kết quả này cho thấy dạng phân trùn quế (100% PTQ) cho hiệu quả gia tăng chiều cao cây rau muống cao hơn so với phân trùn thị trường (100% PTTT). Điều này có thể

do quá trình tiêu hóa của trùn quế đã làm giảm độc chất trong phân và cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng sử dụng (Arancon et al., 2012). Một số dạng phân khác như phân phối trộn tươi (100% PPTT), phân compost (100% Compost) và compost có chủng nấm (100% Compost + N) đều cho chiều cao thấp hơn nghiệm thức 100% PTTT. Điều này chứng tỏ trong các dạng phân này có chất ức chế sinh trưởng sinh ra trong quá trình phân hủy đối với phân hữu cơ tươi hay tồn tại trong các nguồn nguyên liệu

mà không được phân huỷ trong quá trình ủ phân. Tuy nhiên, khi cho thêm 50% đất vào các nghiệm thức đều cho kết quả cao hơn phân trộn thị trường, đặc biệt ở dạng phân phối trộn tươi (50% PPTT + 50% Đ) cho kết quả tương đương với nghiệm thức

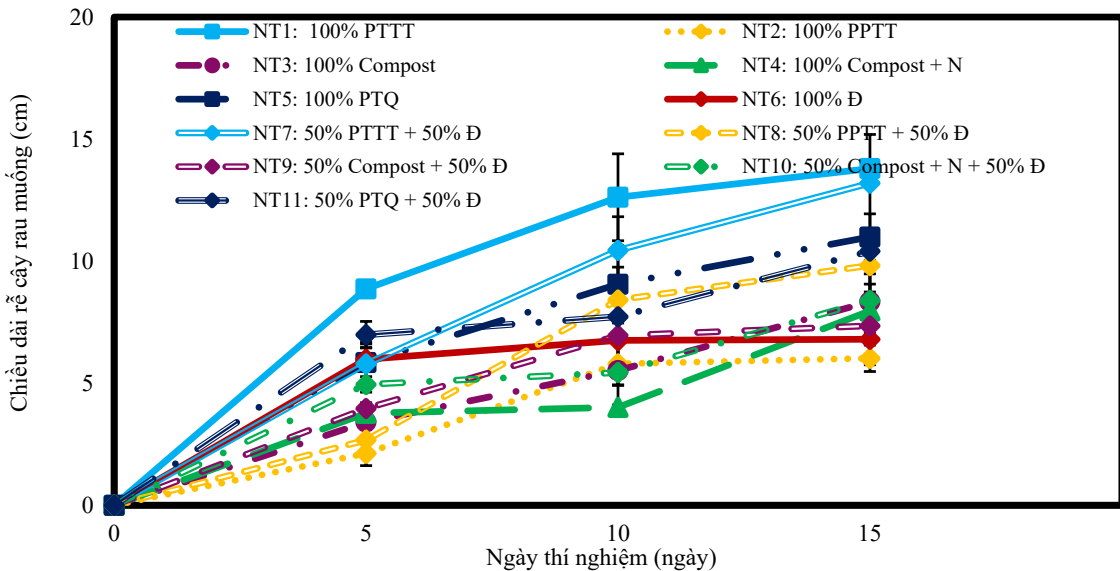
7 và 11. Điều này chứng tỏ khi cho đất vào đã giúp cây có thể chịu đựng được với chất ức chế với mức độ vừa phải để lấy dinh dưỡng có trong phân (Pohan et al., 2021; Noor et al., 2022).



Hình 4. Sự tăng trưởng chiều cao cây rau muống của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho chiều cao cây rau muống (cm).

b. Chiều dài rễ



Hình 5. Sự tăng trưởng chiều dài rễ cây rau muống của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

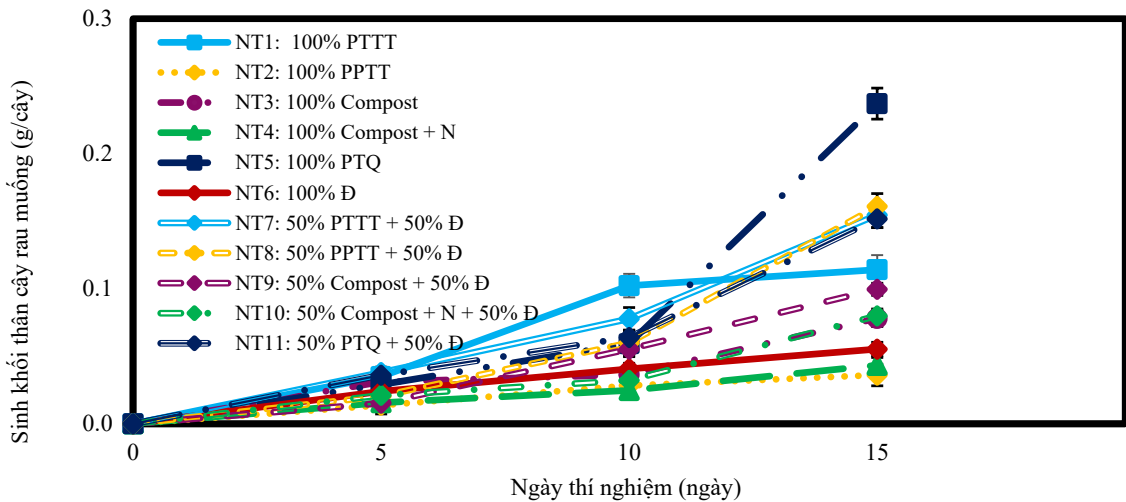
Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho chiều dài rễ cây rau muống (cm).

Chiều dài rễ cây rau muống đều tăng trong suốt thời gian thí nghiệm; tuy nhiên, một số nghiệm thức tăng chậm trong giai đoạn 0 đến 5 ngày có thể là do phân chưa hoàn toàn hoại mục hoặc trong quá trình phân hủy làm ức chế sự phát triển của rễ rau muống, sau đó, tăng nhanh ở giai đoạn 5 đến 10 ngày là do quá trình phân hủy đã xảy ra hoàn toàn giúp cây có thể lấy chất dinh dưỡng dễ dàng (Hình 5). Như vậy, sử dụng phân hữu cơ trùn quế có hiệu quả cao trong gia tăng chiều dài rễ, tương đương với phân trùn thị trường. Đối với các loại phân hữu cơ khác như phân phối trộn tươi và phân compost (có và không chủng nấm) chưa cho thấy khả năng kích thích chiều dài rễ trong giai đoạn đầu, nhưng thúc đẩy tăng trưởng mạnh khi độ hoại mục của phân tăng lên, phân giải dưỡng chất cung cấp cho cây trồng. Tương tự chiều cao cây, chiều dài rễ có sự cải thiện khi bổ sung 50% đất đối với các nghiệm thức có phân phối trộn tươi và phân ủ compost (có và không chủng nấm) và có xu hướng chậm lại ở giai đoạn sau. Hầu như các nghiệm thức khi được bổ sung 50% đất đều cải thiện chiều dài rễ, từ đó chiều cao cây cũng tăng theo, chứng tỏ độ phân hủy của phân ảnh hưởng đến sinh trưởng cây trồng (Viên và ctv., 2011; Arancon et al., 2012; Garuba et al., 2014; Rekani et al., 2016).

c. Sinh khối thân

Sinh khối thân của cây rau muống đều tăng trong suốt thời gian thí nghiệm (Hình 6). Đặc biệt, các nghiệm thức có phân trùn quế và có bổ sung 50% đất cho sinh khối thân cao nhất, nổi bật là trong giai đoạn 10 đến 15 ngày thí nghiệm.

Thời điểm 15 ngày, nghiệm thức 5 có sinh khối thân cao nhất, đạt 0,237 g/cây, tiếp theo là các nghiệm thức 1, 7, 8 và 11 ($p < 0,05$). Nghiệm thức 2 có sinh khối thân thấp nhất ($p < 0,05$), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 4 và 6. Tóm lại, bón 100% phân trùn quế giúp gia tăng sinh khối gấp nhiều lần so với nghiệm thức bón khác tương ứng với 2,1 lần so với nghiệm thức bón 100% phân thị trường và 4,2 lần so với nghiệm thức bón 100% đất. Việc bón các dạng phân hữu cơ compost (có và không chủng nấm) và phân phối trộn tươi chưa cho thấy hiệu quả, do trong phân có chất ức chế tạo ra trong quá phân hủy hay trong quá trình ủ chưa được phân hủy hết. Sử dụng phân trùn quế được nuôi bằng phân hữu cơ phối trộn tươi sản xuất từ bèo hoa dâu và các vật liệu hữu cơ khác giúp tăng sinh khối thân cây rau muống, do trong phân hữu cơ thành phẩm có chứa hàm lượng lớn nguyên tố đa, vi lượng thiết yếu cho cây như N, P, K, Ca, Mg, Cu và Mg (Li et al., 2017; Pohan et al., 2021; Noor et al., 2022).



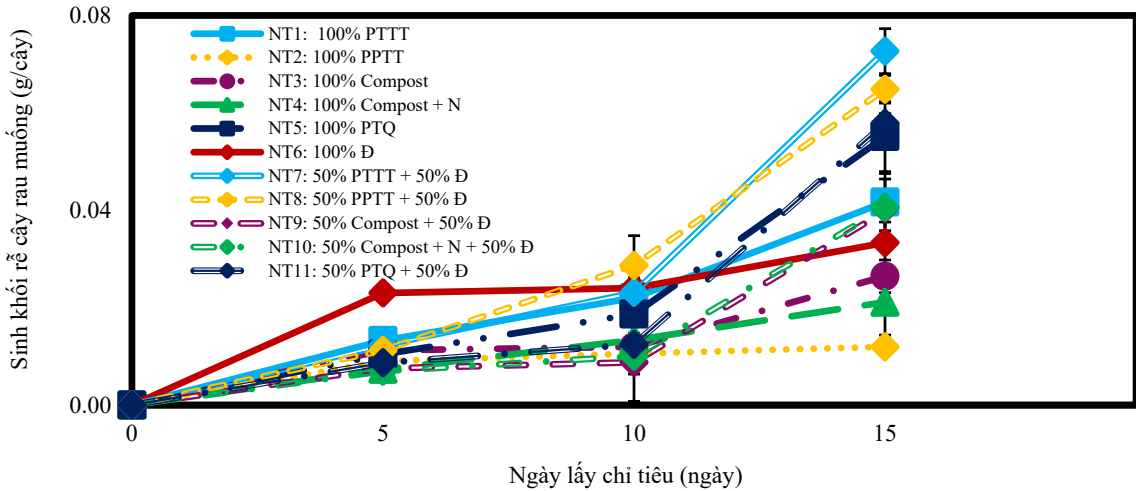
Hình 6. Sinh khối thân cây rau muống của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho sinh khối thân cây rau muống (g/cây).

d. Sinh khối rễ

Sinh khối rễ cây rau muống tăng trong suốt thời gian thí nghiệm, tăng mạnh nhất là nghiệm thức 50% phân phối trộn tươi, 50% phân trùn thị trường, thấp nhất là các nghiệm thức 100% phân phối trộn

tươi và phân ủ compost, do trong phân có thể gồm chất ức chế sinh trưởng cao, gây ức chế sinh trưởng của rễ cây rau muống (Hình 7).



Hình 7. Sinh khối rễ cây rau muống của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho sinh khối rễ cây rau muống (g/cây).

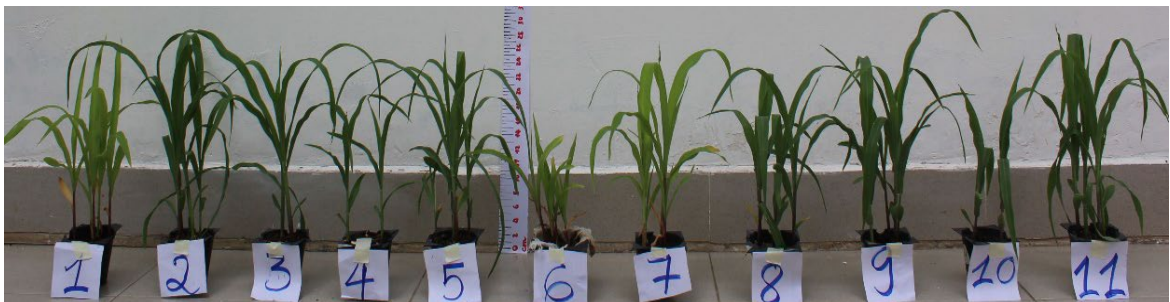
Thời điểm 15 ngày, sinh khối rễ cây rau muống nghiệm thức 7 cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức khác, ngoại trừ nghiệm thức 8. Như vậy, sinh khối rễ cây rau muống ở nghiệm thức phân trộn quế tốt hơn so với nghiệm thức với các dạng phân hữu cơ thành phẩm khác khi được bón với lượng 100%, tuy nhiên, khi bổ sung thêm 50% đất giúp gia tăng sinh khối rễ, có thể là do trung hòa được pH, giảm hợp chất gây ức chế sinh trưởng. Sử dụng phân phối trộn ở mức 50% PPTT + 50% Đ đạt sinh khối rễ cao nhất. Riêng với phân trộn, dù bón với liều lượng nào cũng

không gây ảnh hưởng đến rễ cây trồng. Điều này chứng tỏ hàm lượng P hữu dụng có trong phân trộn cao giúp rễ khỏe và sinh trưởng tốt (Syarifinnur et al., 2020).

3.6.2. Cây bắp

a. Chiều cao cây

Cây bắp tăng trưởng mạnh và đồng đều hơn cây rau muống, có thể là do khả năng chống chịu của cây bắp tốt hơn giúp nó lấy dinh dưỡng dễ dàng hơn, đặc biệt phân nhủ lớn giúp cây có thể duy trì sinh trưởng tốt đến khi lấy được dinh dưỡng từ bên ngoài (Hình 8 và Hình 9).



Hình 8. Sinh trưởng cây bắp của các nghiệm thức thí nghiệm ở thời điểm 10 ngày sau khi gieo

Ghi chú: (1) NT1: 100% PTTT, (2) NT2: 100% PPTT, (3) NT3: 100% Compost, (4) NT4: 100% Compost + N, (5) NT5: 100% PTQ, (6) NT6: 100% Đ, (7) NT7: 50% PTTT + 50% Đ, (8) NT8: 50% PPTT + 50% Đ, (9) NT9: 50% Compost + 50% Đ, (10) NT10: 50% Compost + N + 50% Đ, (11) NT11: 50% PTQ + 50% Đ.

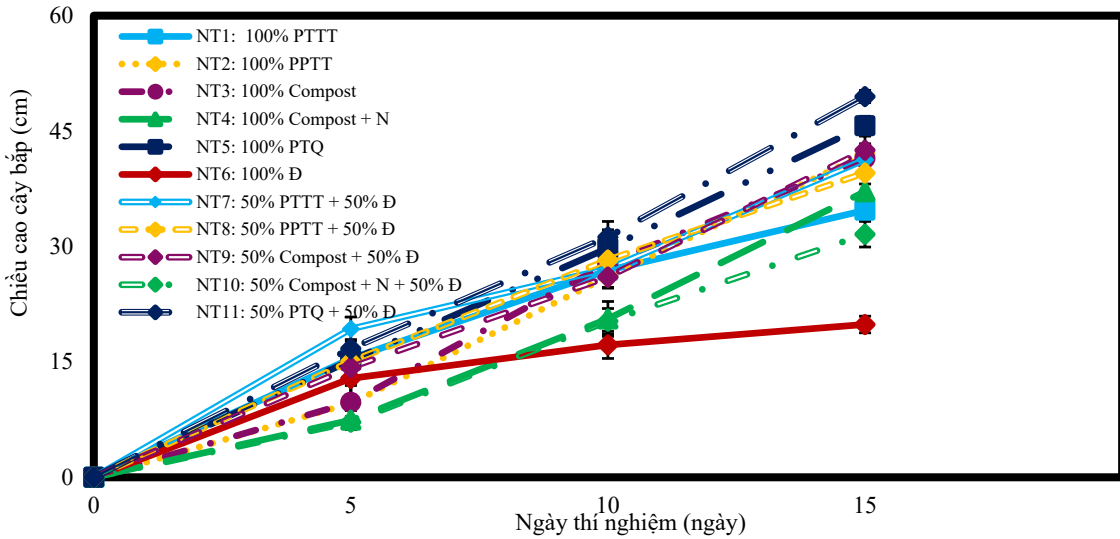
Các nghiệm thức với phân bón có chiều cao cây bắp cao hơn nghiệm thức 6 chỉ sử dụng đất. Ở thời điểm 5 ngày, nghiệm thức 7 có chiều cao cây cao nhất, đạt 19,27 cm và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$), tuy nhiên, khác biệt không có ý nghĩa với các nghiệm thức 1,

5, 8 và 11. Các nghiệm thức 2, 3, 4 và 10 có chiều cao cây thấp nhất ($p < 0,05$).

Ở thời điểm 15 ngày sau khi gieo, nghiệm thức 11 có chiều cao cây cao nhất (49,49 cm), khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 5, tuy nhiên, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các

nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tiếp theo, các nghiệm thức 2, 3, 7, 8, 9 có chiều cao cây lần lượt là 41,98 cm, 41,45cm, 41,28 cm, 39,56 cm và 42,51 cm, và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Nghiệm thức 6 có chiều cao cây thấp nhất (19,86 cm). Tóm lại, hầu hết các dạng phân đều làm gia tăng chiều cao cây bắp, bởi vì các yếu tố đa,

vi lượng, nhất là N đã được giải phóng để cây bắp sử dụng. Đặc biệt, là dạng phân trùn quế thành phẩm (cao hơn cả phân trùn quế thị trường). Điều này chứng tỏ các dạng phân hữu cơ thành phẩm kích thích sinh trưởng cây bắp hiệu quả (Kandil et al., 2020; Raza et al., 2021; He et al., 2022; Shah et al., 2023).



Hình 9. Sự tăng trưởng chiều cao cây bắp của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho chiều cao cây bắp (cm).

Ở thời điểm 15 ngày sau khi gieo, nghiệm thức 11 có chiều cao cây cao nhất (49,49 cm), khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 5, tuy nhiên, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tiếp theo, các nghiệm thức 2, 3, 7, 8, 9 có chiều cao cây lần lượt là 41,98 cm, 41,45cm, 41,28 cm, 39,56 cm và 42,51 cm, và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Nghiệm thức 6 có chiều cao cây thấp nhất (19,86 cm). Tóm lại, hầu hết các dạng phân đều làm gia tăng chiều cao cây bắp, bởi vì các yếu tố đa,

vi lượng, nhất là N đã được giải phóng để cây bắp sử dụng. Đặc biệt, là dạng phân trùn quế thành phẩm (cao hơn cả phân trùn quế thị trường). Điều này chứng tỏ các dạng phân hữu cơ thành phẩm kích thích sinh trưởng cây bắp hiệu quả (Kandil et al., 2020; Raza et al., 2021; He et al., 2022; Shah et al., 2023).

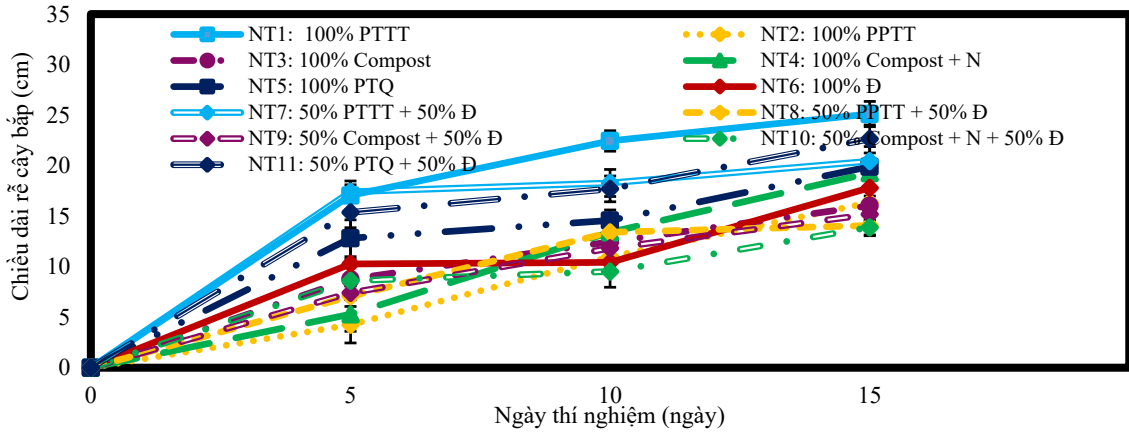
b. Chiều dài rễ

Hình 10 cho thấy thời điểm 5 ngày, nghiệm thức 7 có chiều dài rễ đạt 17,43 cm, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại, tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức 1 và 11. Nghiệm thức 2 có chiều dài rễ thấp nhất (4,26 cm), và khác biệt không

có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) với nghiệm thức 4, 8 và 9. Thời điểm này (5 ngày), phân hữu cơ dạng phối trộn tươi (NT2 và NT8) và dạng phân ủ compost có hoặc không chùng nấm đều cho rễ cây bắp thấp nhất. Do trong phân có các chất ức chế sinh trưởng sinh ra trong quá trình phân hủy phân tươi hay còn sót lại khi quá quá trình ủ chưa xử lý hết (Viễn và ctv., 2011). Thời điểm 15 ngày, nghiệm thức 1 có chiều dài rễ cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (trừ nghiệm thức 11). Tiếp đến là nghiệm thức 11 (22,65 cm) có chiều dài rễ cao hơn và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê với các nghiệm 4, 5 và 7. Chiều dài rễ bắp thấp nhất ở nghiệm thức 10 (13,90 cm) và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức 2, 3, 6 và 9 ($p > 0,05$). Kết quả này cho thấy càng về sau chiều dài rễ bắp ở các nghiệm thức bổ sung các dạng phân hữu cơ thành phẩm càng tăng, riêng dạng phân trùn thị trường có dấu hiệu cạn dinh dưỡng khi đó sự tăng trưởng về chiều dài rễ bị giới hạn. Như vậy, với khả năng phóng thích dinh dưỡng chậm theo thời gian hoại mục của các dạng phân hữu cơ thành phẩm rất thích hợp cho cây bắp. Hầu hết các dạng

phân hữu cơ thành phẩm đều làm tăng chiều dài rễ cây bắp, chứng tỏ cây bắp thích nghi được với các loại phân này. Thích hợp nhất là phân trùn quế, chứng tỏ lượng P hữu dụng có trong phân được

phóng thích tốt nhờ rễ cây bắp khỏe và có khả năng chống chịu tốt (Syarifinnur et al., 2020; Raza et al., 2021).



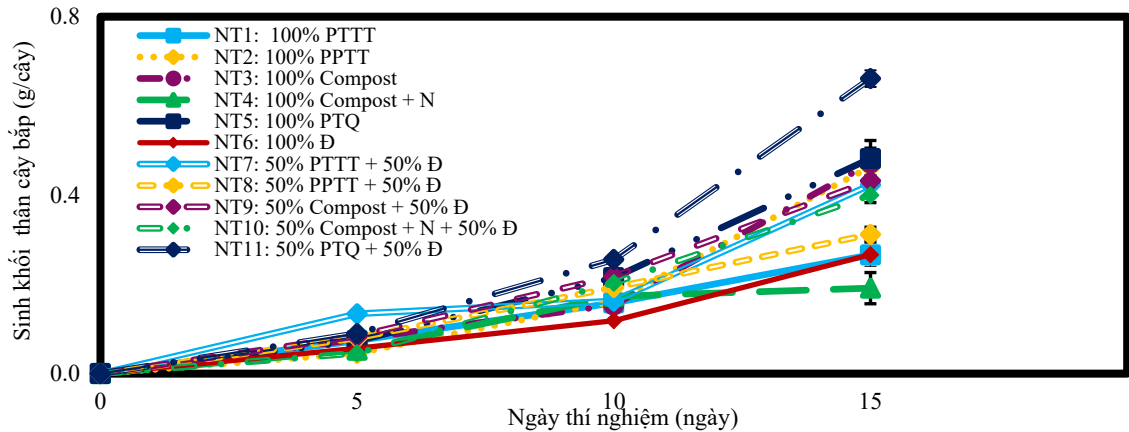
Hình 10. Sự tăng trưởng chiều dài rễ cây bắp của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho chiều dài rễ cây bắp (cm).

c. Sinh khối thân

Thời điểm 5 ngày, nghiệm thức 7 có sinh khối thân cây bắp cao nhất, đạt 0,134 g/cây ($p < 0,05$) (Hình 11). Nghiệm thức 2 có sinh khối thân thấp

nhất, đạt 0,045 g/cây và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức khác ($p < 0,05$), nhưng không khác biệt thống kê ($p > 0,05$) khi so sánh với các nghiệm thức 4, 6 và 10.



Hình 11. Sự tăng trưởng sinh khối thân cây bắp của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho sinh khối thân cây bắp (g/cây).

Thời điểm 15 ngày, sinh khối thân cao nhất ở nghiệm thức 11 đạt 0,661 g/cây và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Nghiệm thức 4 có sinh khối thân thấp nhất (0,192 g/cây). Như vậy, càng về sau nhu cầu dinh dưỡng của cây bắp càng cao nên phân thị trường không đáp ứng đủ, nhưng dạng phân hữu cơ thành phẩm trong đề tài này đã đáp ứng được nhu cầu này nhờ quá trình phóng thích dinh dưỡng diễn ra chậm,

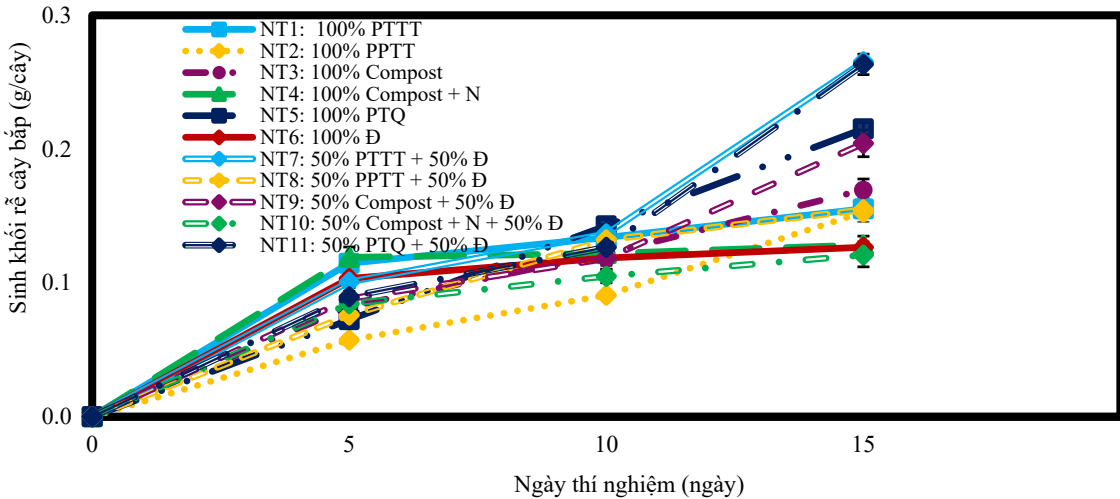
dinh dưỡng trong phân giữ được tốt hơn. Sử dụng phân trùn quế, phân hữu cơ tươi và phân compost không mầm gia tăng hiệu quả sinh khối thân cây bắp. Điều đó chứng tỏ trong các dạng phân này có đầy đủ các nguyên tố đa lượng như (N, P, K) và các nguyên tố trung, vi lượng khác như Ca, Mg, Fe, Cu và Na cần thiết cho cây trồng. Với thời khả năng phóng thích chậm như các dạng phân hữu cơ thành phẩm rất phù hợp với cây bắp, lượng dinh dưỡng

cân đối giúp cây phát triển tốt hơn (Kandil et al., 2020; Raza et al., 2021; He et al., 2022; Shah et al., 2023). Khi so sánh nghiệm thức bón phân hữu cơ compost không chủng nấm phân hủy chất hữu cơ với nghiệm thức bón phân compost + N cho thấy nghiệm thức compost + N cho sinh khối thân cây bắp thấp hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với nhau. Như vậy có thể các dòng nấm phân hủy chất hữu cơ chủng vào làm ức chế sự phát triển và tạo sinh khối của cây bắp.

d. Sinh khối rễ

Hình 12 cho thấy sinh khối rễ ở thời điểm 5 ngày cao nhất ở nghiệm thức 4 (0,119 g/cây), thấp nhất ở nghiệm thức 2 (0,057 g/cây; $p < 0,05$). Thời điểm 10 ngày, sinh khối rễ của nghiệm thức 5 (0,143 g/cây) là cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức 1, 7, 8 và 11. Nghiệm thức 2 có sinh khối rễ

thấp nhất, chứng tỏ rễ cây bị ức chế mạnh ở nghiệm thức này khi quá trình phân hủy sinh ra chất ức chế sinh trưởng đối với cây bắp. Sinh khối cây bắp thời điểm 15 ngày cao nhất ở nghiệm thức 7 và không khác biệt thống kê ($p > 0,05$) khi so với nghiệm thức 11, nhưng khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so với các nghiệm thức còn lại. Các nghiệm thức 4, 6, 10 không có sự khác biệt thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$) và thấp hơn ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Như vậy, các nghiệm thức có sử dụng phân trùn quế làm tăng sinh khối rễ cây bắp, nhất là nghiệm thức bổ sung 50% đất (tương đương với nghiệm thức 7 gồm 50% PTTT + 50% Đ). Do đó, sử dụng phân trùn quế làm giá thể hữu cơ để trồng bắp giúp tăng sinh khối rễ. Đặc biệt, khi trộn với đất không những gia tăng sinh khối mà còn làm cho hoạt động lấy dinh dưỡng diễn ra dễ dàng hơn, sinh khối rễ cao hơn bao gồm phân trùn thị trường (Syarifinnur et al., 2020; Raza et al., 2021).



Hình 12. Sự tăng trưởng sinh khối rễ cây bắp của các nghiệm thức thí nghiệm (n=3)

Ghi chú: Các thanh dọc trên đồ thị biểu diễn độ lệch chuẩn cho sinh khối rễ cây bắp (g/cây).

4. KẾT LUẬN

Các vật liệu dùng để tạo phân hữu cơ gồm bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than, phân bò và lông vũ có các đặc tính hóa học phù hợp cho sản xuất phân hữu cơ bao gồm pH 6-8, EC < 4 mS/cm, tỷ lệ C/N < 30, hàm lượng carbon hữu cơ tổng số dao động từ 1,52% đến 45,08% và hàm lượng các yếu tố đa vi lượng cao.

Tất cả các dạng phân hữu cơ thành phẩm có giá trị dinh dưỡng cao bao gồm hàm lượng N, P₂O₅, K₂O, giàu chất hữu cơ cùng với tỷ lệ C/N phù hợp cho sinh trưởng của cây trồng. Ngoài ra, các dạng phân hữu cơ này có mật số vi khuẩn cố định đạm

lớn. Các vi khuẩn có hại như *Salmonella* spp. và *Shigella* spp. không phát hiện được trong các dạng phân hữu cơ thành phẩm. Mật số vi khuẩn *E. coli* và coliform thấp hơn ngưỡng cho phép.

Phân trùn quế tạo ra từ bèo hoa dâu, bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than, phân bò và lông vũ bón với lượng 100% hoặc kết hợp trộn với đất là giá thể phân hữu cơ tốt nhất giúp chiều cao cây, chiều dài rễ, sinh khối thân và sinh khối rễ cây rau muống và cây bắp tương đương và thậm chí cao hơn so với nghiệm thức phân trùn quế trên thị trường và có triển vọng cao trong ứng dụng vào sản xuất nông nghiệp theo hướng hữu cơ và bền vững.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện từ nguồn kinh phí của đề tài do TWAS tài trợ: "Study of recycle

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Brinton, W. F. (2000). *Compost quality standards & guidelines, final report*. United States: Woods End Laboratory, Inc.; 2000.
- Cầm, V. T. N., Oanh, N. T. K., Sang, Đ. H., Quyên, N. T. T., Xuân, Đ. T., Viễn, D. M., & Nghĩa, N. K. (2015). Phân lập và tuyển chọn một số dòng nấm bản địa phân hủy một số vật liệu hữu cơ từ nền đất thâm canh lúa tại xã Phong Hòa, huyện Lai Vung, tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 36(2015), 1-11.
- Châu, N. Đ. G., Châu, L. Đ. B., & Ngân, L. T. T. (2019). Kiến thức, thái độ và thực tiễn sử dụng thuốc bảo vệ thực vật của nông dân trồng rau ở tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 55(4B), 35-44. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2019.106>
- Chau, N. D. G., Dang, B. C. L., Van, H. N., Thai, L. H., Thi, V. T. T., Thi, P. L. H., & Thi, Q. T. N. (2022). Assessment of pesticide use and pesticide residues in vegetables from two provinces in Central Vietnam. *PLOS ONE*, 17, 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269789>
- Chi, Q. T., Benoit, G., Patrick, T., Alexis, D., Etienne, E., Nghi, H. Q., Trung, H. N., Thi, T. N. P., & Thao, H. N. (2021). Adaption strategies in the Mekong Delta. Etienne Espagne. Climate change in Viet Nam; Impacts and adaption. *A COP26 assessment report of the GEMMES Viet Nam project* (pp. 441-475). <https://hal.science/hal-03413000/document>
- Chowdhury, M. A., Neergaard, A. D., & Jensen, L. S. (2014). Potential of aeration flow rate and bio-char addition to reduce greenhouse gas and ammonia emissions during manure composting. *Chemosphere*, 97, 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.030>
- Chune, M. D. (2022). Determinants of maize production income in Western Uganda. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*, 5, 1-13. <https://doi.org/10.37284/eajab.5.1.532>
- Dinede, G., Bihon, W., Gazu, L., Mbokou, S. F., Girma, S., Srinivasan, R., Roothaert, R., Grace, D., Gashaw, H., & Knight-Jones, T. J. D. (2023). Assessment of pesticide residues in vegetables produced in central and eastern Ethiopia. *Front. Sustain. Food Syst.*, 7, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1143753>
- El-Sheikh, E. S. A., Ramadan, M. M., El-Sobki, A. E., Shalaby, A. A., McCoy, M. R., Hamed, I. A., Ashour, M. B., & Hammock, B. D. (2022). Pesticide residues in vegetables and fruits from farmer markets and associated dietary risks. *Molecules*, 27, 1-20. <https://doi.org/10.3390/molecules27228072>
- Garuba, T., Abdulrahman, A. A., Olan, G. S., Abdulkareem, K. A., & Amadi, J. E. (2014). Effects of fungal filtrates on seed germination and leaf anatomy of maize seedlings (*Zea mays* L., Poaceae). *J Appl. Sci. Environ. Manag.*, 18, 662-667. <https://doi.org/10.4314/jasem.v18i4.15>
- He, H., Peng, M., Ru, S., Hou, Z., & Li, J. (2022). A suitable organic fertilizer substitution ratio could improve maize yield and soil fertility with low pollution risk. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.988663>
- Hemidat, S., Jaar, M., Nassour, A., & Nelles, M. (2018). Monitoring of composting process parameters: A case study in Jordan. *Waste Biomass Valorization*, 9, 2257-2274. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0197-x>
- Houba, V. J. G., Lee, V. D., & Novozamsky. (1995). *Soil and Plant Analysis*. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University.
- Kandil, E. E., Abdelsalam, N. R., Mansour, M. A., Ali, H. M., & Siddiqui, M. H. (2020). Potentials of organic manure and potassium forms on maize (*Zea mays* L.) growth and production. *Scientific reports*, 10, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65749-9>
- Keeney, D. R., & Nelson, M. H. (1982). Method in applied soil microbiology and biochemistry. In: K. Alef, & P. Nannipieri (Eds), *Method in applied soil microbiology and biochemistry*. Harcourt Brace and company, United States.
- Li, M., Li, Q., Yun, J., Yang, X., Wang, X., Lian, B., & Lu, C. (2017). Bio-organic-mineral fertilizer can improve soil quality and promote the growth and quality of water spinach. *Canadian Journal of Soil Science*, 97, 552-560. <https://doi.org/10.1139/CJSS-2016-0090>
- Mehta, S., & Nautiya, C. S. (2001). An efficient method for qualitative screening of phosphate solubilizing bacteria. *Current Microbiology*, 43, 51-56. <https://doi.org/10.1007/s002840010259>
- Nelson, D. W., & Sommer, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: A. L. Page AL, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds), *Methods of soil analysis*. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, United States.
- Noor, N. M., Ropi, N. A. M., Cheng, K. K., & Leong, H. Y. (2022). Effects of organic, inorganic and compound fertilizer on growth and

- quality of water spinach (*Ipomoea aquatica*) under polyculture condition. *Journal of Agrobiotechnology*, 13, 1-12.
<https://doi.org/10.37231/jab.2022.13.1.247>
- Olsen, S. R., & Sommer, L. E. (1982). Phosphorus. In: A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds), *Methods of soil analysis*. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, United States.
- Park, M., Kim, C., Yang, J., Lee, H., Shin, W., & Kim, S. (2005). Isolation and characterization of diazotrophic growth promoting bacteria from rhizosphere of agricultural crops of Korea. *Microbiological Research*, 160, 127-133.
<https://doi.org/10.1016/j.micres.2004.10.003>
- Pohan, S. D., Amrizal., & Puspitasari, W. D. (2021). The effect of organic fertilizers on growth and yield of water spinach (*Ipomoea reptans* Poir). *JERAMI Indonesian Journal of Crop Science*, 3, 37-44.
<https://doi.org/10.25077/jjcs.3.2.37-44.2021>
- Raza, S. T., Wu, J., Ali, Z., Anjum, R., Bazai, N. A., Feyissa, A., & Chen, Z. (2021). Differential effects of organic amendments on maize biomass and nutrient availability in upland calcareous soil. *Atmosphere*, 12, 1-10.
<https://doi.org/10.3390/atmos12081034>
- Rekani, O. A., Ameen, H. A., & Ahmed, S. M. R. (2016). Effect of different potting mixes on germination and vegetative growth of sweet pepper plant (*Capsicum annum* L.) under greenhouse conditions. *J. Univ. Zakho.*, 4, 187-193.
<https://doi.org/10.25271/2016.4.2.80>
- Schreinemachers, P., Simmons, E. B., & Wopereis, M. C. S. (2018). Tapping the economic and nutritional power of vegetables. *Global Food Security*, 16, 36-45.
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.09.005>
- Shah, M. N., Wright, D. L., Hussain, S., Koutroubas, S. D., Seepaul, R., George, S., Ali, S., Naveed, M., Khan, M., Altaf, M. T., Ghaffor, K., Dawar, K., Syed, A., & Eswaramoorthy, R. (2023). Organic fertilizer sources improve the yield and quality attributes of maize (*Zea mays* L.) hybrids by improving soil properties and nutrient uptake under drought stress. *Journal of King Saud University – Science*, 35, 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102570>
- Shaji, H., Chandran V., & Mathew, L. (2021). Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. In: F. B. Lewu, T. Volova, S. Thomas & K. R. Rakhimol (Eds). *Controlled release fertilizers for sustainable agriculture*. Academic Press, Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819555-0.00013-3>
- Sonmez, S., Buyuktas, D., Okturen, F., & Citak, S. (2008). Assessment of different soil to water ratios (1:1, 1:2.5, 1:5) in soil salinity studies. *Geoderma*, 144, 361-369.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.12.005>
- Sumner, M. E., & Miller, W. P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: D. L. Sparks, A. L. Page, & P. A. Helmke (Eds), *Methods of soil analysis*. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, United States.
- Syarifinnur, Nuraini, Y., Prasetya, B., & Handayanto, E. (2020). Effectiveness of compost and vermicompost from market organic waste to improve soil chemical properties. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 980, 1-7.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/980/1/012068>
- Taylor, W. I., & Harris, B. (1965). Isolation of *Shigellae* II. Comparison of plating media and enrichment broths. *American Journal of Clinical Pathology*, 44, 476-479.
https://doi.org/10.1093/ajcp/44.4_ts.476
- Thông tư 09/2019/TT-BNNPTNT. (2019). *Thông tư Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón*. <https://vbpl.vn/TW/Pages/vbpq-toanvan.aspx?ItemID=138140>.
- Thước, T. L. (2006). *Phương pháp phân tích vi sinh vật trong nước, thực phẩm và mỹ phẩm*. Nhà xuất bản Giáo dục.
- Tiêu chuẩn ngành 10TCN 526:2002. (2002). *Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt - yêu cầu kỹ thuật - phương pháp kiểm tra*. <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Nong-nghiep/10TCN-526-2002-phan-phan-huu-co-vi-sinh-vat-tu-rac-thai-sinh-hoat-yeu-cau-ky-900979.aspx>.
- Toan, P. V., Minh, N. D., & Thong, D. V. (2019). Organic Fertilizer Production and Application in Vietnam In: M. Larramendy and S. Soloneski (Eds), *Organic Fertilizers - History, Production and Applications*. IntechOpen, United Kingdom.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.87211>
- Verma, J. P., & Verma, R. (2012). Organic fertilizer and their impact on agricultural production system. In: R. P. Singh (Ed), *Organic fertilizer: types, production and environmental impact*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Viễn, D. M., Tính, T. K., & Guong, V. T. (2011). *Ủ phân hữu cơ vi sinh và hiệu quả trong cải thiện năng suất cây trồng và chất lượng đất*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Thành phố Hồ Chí Minh.
- Watson, C. A., Atkinson, D., Gosling, P., Jackson, L. R., & Rayns, F. W. (2002). Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management*, 18, 239-247.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00265.x>
- Wilson, P. W., & Knight, S. G. (1952). *Experiments in Bacterial Physiology*. Burgess Publishing Company, United States.