

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.173

HIỆU QUẢ CỦA PHÂN HỮU CƠ PHỐI TRỘN TƯƠI TỪ BÈO HOA DÂU (*Azolla carolinian*) VÀ CÁC VẬT LIỆU HỮU CƠ KHÁC LÊN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA TRÊN NỀN ĐẤT NHIỄM MẶN Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Nguyễn Cao Thơ¹, Trần Võ Hải Đường² và Nguyễn Khởi Nghĩa^{3*}

¹Trường Trung học Phổ thông Huỳnh Phi Hùng, Cà Mau

²Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Bạc Liêu

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

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Khởi Nghĩa (email: nknghia@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 20/06/2022

Ngày nhận bài sửa: 22/06/2022

Ngày duyệt đăng: 11/07/2022

Title:

Efficacy of freshly mixed organic fertilizer from *Azolla* and other organic materials on the enhancement of rice growth and yield cultivated on salt-affected soil under greenhouse conditions

Từ khóa:

Bã cà phê, bèo hoa dâu, đất nhiễm mặn, phân bò, phân hữu cơ phối trộn tươi, vi khuẩn acid lactic

Keywords:

Azolla, coffee ground, cow manure, freshly mixed organic fertilizer, lactic acid bacteria, salt-affected soil

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of freshly mixed organic fertilizer from *Azolla* (*Azolla carolinian*) and other organic materials on soil biological and chemical characteristics, growth, and yield of rice on salt-affected soil under greenhouse conditions. The experiment was arranged in a completely randomized design, with eight treatments and three replicates. The results indicated that *Azolla* and other organic materials had diversity in contents of macronutrients and micronutrients, and met the standard requirements for organic fertilizer products. The freshly mixed organic fertilizer compound had outstanding properties including C/N ratio of 11.88, nitrogen content of 2.58%, high content of total organic matter of 55.17%, and high macronutrients and micronutrients. The number of harmful bacteria was under threshold limit to meet the criteria of the organic fertilizer. Using a freshly mixed organic fertilizer alone or in combination with lactic acid bacteria application effectively improved the characteristics of salt-affected soil, especially considerably increased growth and yield of rice.

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả phân hữu cơ tươi phối trộn từ bèo hoa dâu và các vật liệu hữu cơ khác lên đặc tính hóa và sinh học đất, sinh trưởng và năng suất lúa trên nền đất nhiễm mặn ở điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 8 nghiệm thức và 3 lặp lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy bèo hoa dâu và các vật liệu hữu cơ khác có sự đa dạng về dinh dưỡng đa trung và vi lượng và đáp ứng được yêu cầu sản xuất phân hữu cơ. Phân hữu cơ phối trộn tươi được sản xuất có đặc tính nổi bật như tỷ lệ C/N 11,88; hàm lượng đạm 2,58%; hàm lượng chất hữu cơ tổng số 55,17%; và hàm lượng chất dinh dưỡng đa vi lượng cao và mật số vi khuẩn có hại ở mức cho phép. Sử dụng phân hữu cơ phối trộn tươi riêng lẻ hoặc kết hợp với dung dịch vi khuẩn acid lactic cải thiện hiệu quả về các đặc tính đất nhiễm mặn, đặc biệt gia tăng hiệu quả sinh trưởng và năng suất cây lúa trên nền đất nhiễm mặn.

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). 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 lượng, trung lượng và 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). Ngoài ra, bèo hoa dâu được sử dụng rộng rãi trong sản xuất nông nghiệp như phân bón hữu cơ, sinh học bởi vì nó giúp cải thiện các đặc tính lý - hóa - sinh học đất cũng như gia tăng sinh trưởng và năng suất cây trồng (Ram et al., 1994; Sharma et al., 1999; Raja et al., 2012). Mặt khác, cây lúa là cây trồng chủ lực ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, nhưng canh tác lúa ở vùng đang phải đối mặt với những hậu quả do tác động của biến đổi khí hậu, dẫn đến một lượng lớn diện tích trồng lúa bị nhiễm mặn. Vì vậy, cần có biện pháp kỹ thuật giúp giảm tác động bất lợi của đất nhiễm mặn, đặc biệt sử dụng phân hữu cơ và vi khuẩn có lợi là một trong những biện pháp mang lại hiệu quả cao và đáp ứng theo định hướng phát triển

nông nghiệp của Việt Nam (Đường & Nghĩa, 2020; Haque, 2021). Do đó, nghiên cứu này tập trung vào việc sử dụng phân hữu cơ phối trộn tươi có nguồn gốc từ bèo hoa dâu và một số vật liệu hữu cơ khác như 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, cải thiện đặc tính đất nhiễm mặn, gia tăng sinh trưởng và phát triển cây lúa trên nền đất nhiễm mặn, hướng tới sản xuất nông nghiệp bền vững đang là vấn đề cấp bách. Tuy nhiên, các nghiên cứu về việc tạo ra một dạng phân bón hữu cơ tươi từ bèo hoa dâu và một số phụ phẩm nông nghiệp khác như bã cà phê, vỏ trứng, xỉ than tổ ong, phân bò và lông vũ kết hợp với sử dụng chế phẩm vi khuẩn acid lactic trong cải thiện đặc tính đất nhiễm mặn, sinh trưởng và năng suất lúa vẫn còn hạn chế, do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của phân hữu cơ tươi từ bèo hoa dâu và phụ phẩm nông nghiệp khác lên đặc tính đất nhiễm mặn, sinh trưởng và năng suất lúa ở điều kiện nhà lưới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tạo nguồn phân hữu cơ phối trộn tươi

2.1.1. 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 độ ẩm 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%

2.1.2. Phân tích thành phần hóa học của nguồn vật liệu hữu cơ

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)

2.1.3. Tạo phân hữu cơ 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 giống nhau tính theo khối lượng khô. Hỗn hợp này được sử dụng trực tiếp cho cây trồng. Các đặc tính của phân hữu cơ phối trộn tươi được kiểm tra 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 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 *Escherichia coli* (*Ecoli*), *Coliform*, *Samonella*, *Shigella*. *Ecoli* và *Coliform* được xác định theo phương pháp MPN (Thuốc, 2006). *Salmonella* và *Shigella* được xác định dựa vào khuẩn lạc xuất hiện trên môi trường *Salmonella Shigella* Agar (SS Agar) (Taylor & Harris, 1965).

2.2. Đánh giá hiệu quả phân hữu cơ phối trộn tươi lên đặc tính đất, sinh trưởng và năng suất lúa trên nền đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới

2.2.1. Nguồn phân hữu cơ phối trộn tươi

Nguồn phân hữu cơ phối trộn tươi được chuẩn bị theo phương pháp như ở Mục 2.1.

2.2.2. Nguồn vi khuẩn acid lactic

Nguồn vi khuẩn acid lactic (LAB) được chuẩn bị từ nước vo gạo và sữa theo David et al. (2013). Trước hết, gạo lứt và nước sôi để nguội được cho vào thau nhựa với tỷ lệ 1:3 (w/w), ủ trong 24 giờ. Tiếp theo, phần nước vo gạo ở phía trên có mùi chua nhẹ được thu thập và chuyển vào lọ thủy tinh. Sau đó, sữa tươi được cho vào bình thủy tinh với tỷ lệ 1:1 (v/v). Đậy miệng bình bằng vải mùng, để yên ở vị trí thoáng mát, tránh ánh sáng chiếu trực tiếp. Sau 3-5 ngày, LAB được nhân lên và chứa trong dung dịch lỏng. LAB được thu hoạch bằng cách thu dung dịch lỏng nằm phía dưới lớp váng sữa. Cuối cùng, dung dịch LAB được bảo quản trong tủ lạnh hoặc tủ mát để sử dụng.

2.2.3. Đất thí nghiệm

Mẫu đất dùng trong thí nghiệm được thu thập từ nền đất lúa tôm tại thị trấn Thới Bình, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Đất được rửa mặn bằng nước vòi, đất được cày đảo, sục bùn, sau đó để bùn lắng xuống, tháo nước ra, sau đó, nước vòi được bổ sung vào và quy trình này được lặp lại 4 lần để đạt giá trị EC đất = 3,06 mS.cm⁻¹. Đất được chứa trong chậu nhựa (đường kính × chiều cao = 30 cm × 30 cm) với khối lượng là 4,0 kg/chậu (khối lượng khô). Sau đó, nước được cho vào đạt chiều cao 2 cm tính từ mặt đất, riêng nghiệm thức có vi khuẩn acid lactic (nghiệm thức 6, 7 và 8) thì dung dịch vi khuẩn được bổ sung vào trong đất đầu vụ với mật số 0,7.10⁴ CFU/g đất khô.

2.2.4. Giống lúa thí nghiệm

Giống lúa sử dụng trong thí nghiệm là giống lúa cao sản ngắn ngày OM4900 có thời gian sinh trưởng

từ 95-100 ngày, có khả năng chịu ngập úng một phần (50-60 cm), chịu mặn lên đến 4,0‰ và năng suất 5-7 tấn/ha (Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long, 2012). Hạt lúa được đặt trên đĩa petri chứa giấy lọc và bổ sung 10 mL nước khử khoáng để tạo ẩm độ. Đĩa petri chứa hạt lúa được để yên trong tối ở điều kiện phòng thí nghiệm, khi hạt nảy mầm khoảng 1 cm tiến hành gieo vào đất trong chậu đã được chuẩn bị sẵn với mật độ gieo sạ 10 cây/chậu, sau đó tuyển chọn lại còn 5 cây/chậu sau 10 ngày sau khi gieo hạt.

2.2.5. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí một vụ trong nhà lưới của Bộ môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ, theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 8 nghiệm thức và 3 lặp lại (mỗi chậu là một lần lặp lại) (Bảng 3).

Bảng 3. Bảng mô tả các nghiệm thức trong thí nghiệm

NT	Tên nghiệm thức	Mô tả	Viết tắt
NT1	Đối chứng	Không sử dụng phân bón	ĐC
NT2	NPK+Gypsum	Bón phân NPK theo khuyến cáo 90N-60P ₂ O ₅ -30K ₂ O được chia thành 3 lần bón vào 10, 20 và 40 ngày sau khi sạ (NSKS) và gypsum (5 tấn/ha) vào 1 ngày trước khi sạ	NPK+GYPSU M (đối chứng đương)
NT3	NPK+Thả bèo	Bón phân NPK theo khuyến cáo 90N-60P ₂ O ₅ -30K ₂ O được chia thành 3 lần bón vào 10, 20 và 40 NSKS và thả bèo trên mặt nước (2 tấn/ha) vào 1 NSKS	NPK+TB
NT4	Phân hữu cơ phối trộn tươi	Bón lót phân hữu cơ phối trộn tươi (5% khối lượng đất khô/chậu) vào thời điểm 1 ngày trước khi sạ (w/w)	PHCT
NT5	Bã cà phê	Bã cà phê (5% khối lượng đất khô/chậu) được bón vào 5, 10, 15, 20 và 25 NSKS (w/w), mỗi lần bón 1%	BCP
NT6	Vi khuẩn acid lactic	Chủng vi khuẩn acid lactic (0,7.10 ⁴ CFU/g đất khô) vào 0 NSKS và 30 NSKS	VK
NT7	Phân hữu cơ phối trộn tươi+vi khuẩn acid lactic	Bón lót phân hữu cơ phối trộn tươi (5% khối lượng đất khô/chậu) vào 1 ngày trước khi sạ; vi khuẩn acid lactic (0,7.10 ⁴ CFU/g đất khô) được bổ sung vào 2 thời điểm 0 NSKS và 30 NSKS	PHCT+VK
NT8	Bã cà phê+vi khuẩn acid lactic	Bã cà phê (5% khối lượng đất khô/chậu) được bón vào 5, 10, 15, 20 và 25 NSKS (w/w), mỗi lần bón 1%; vi khuẩn acid lactic (0,7.10 ⁴ CFU/g đất khô) được bổ sung vào 2 thời điểm 0 NSKS và 30 NSKS	BCP+VK

Nước trong chậu thí nghiệm được quản lý theo phương pháp khô ngập xen kẽ với chiều cao mực nước ban đầu 5 cm. Cỏ dại và sâu hại được quản lý bằng phương pháp thủ công như làm cỏ và bắt sâu bằng tay. Nghiệm thức sử dụng phân hóa học và bón công thức phân N: P₂O₅: K₂O = 90: 60: 30 được chia thành 3 lần bón vào 10, 20 và 40 NSKS.

2.2.6. Chỉ tiêu theo dõi

Mật số vi khuẩn tổng trong đất: Mật số vi khuẩn tổng trong đất được xác định theo phương pháp

Pepper and Gerba (2004). Mười gram đất (khối lượng khô) được chuyển vào chai Schott duran 250 mL chứa 90 mL dung dịch buffer phosphate (thành phần 1 L buffer phosphate gồm 23,99 g NaH₂PO₄ và 15,59 g Na₂HPO₄ trong 1 L nước khử khoáng), lắc trên máy lắc ngang với tốc độ 150 vòng/phút, trong 1 giờ. Sau đó, dung dịch đất được pha loãng theo dãy nồng độ khác nhau (hệ số 10), tiếp theo, 50 µL dung dịch đất sau pha loãng được trải lên đĩa petri chứa môi trường TSA. Các đĩa petri được ủ trong tủ

ủ ở 30°C trong 3 ngày. Cuối cùng, mật số vi khuẩn được xác định thông qua số lượng khuẩn lạc xuất hiện trên đĩa petri. Thành phần 1 L môi trường TSA gồm 30 g Tryptose Soybean Broth và 15 g agar pha trong 1 L nước cất.

pH và EC đất: pH và EC đất được xác định vào 0, 30, 60 và 90 NSKS. Đất được trích với nước cất (tỷ lệ 1:2,5), dung dịch được chứa trong Falcon 50 mL, lắc trên máy lắc ngang với tốc độ 120 vòng/phút, trong 2 giờ, sau đó ly tâm ở với tốc độ 2000 vòng/phút, trong 3 phút. Cuối cùng, pH và EC đất được đo lần lượt bằng máy 744 pH Meter-Metrohm (Thụy Sĩ) và EC Schott model 960 (Đức).

Mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa: Mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa được xác định vào 30, 60, 90 NSKS trên môi trường Burk trong 1 L dung dịch gồm 10 g Glucose; 0,41 g KH_2PO_4 ; 0,7 g K_2HPO_4 ; 0,1 g CaCl_2 ; 0,1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 25 ppm $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 25 ppm H_3PO_3 ; 15 ppm $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và 15 g Bacto agar, hiệu chỉnh pH môi trường về pH 7. Cách thực hiện như sau: 1 g mẫu lá tươi được rửa sạch bằng nước cất, tiệt trùng bề mặt với cồn 96% trong 3 phút, hypochloride 1% trong 3 phút, hydrogen peroxide 3% trong 3 phút, sau đó, rửa lại với nước cất vô trùng 4 lần. Tiếp theo, mẫu lá được nghiền mịn và chuyển vào ống nghiệm chứa buffer phosphate tiệt trùng với tỷ lệ 1:10 (w/v). Sau đó, mẫu được lắc trên máy lắc ngang với tốc độ 160 vòng/phút trong 1 giờ. Dung dịch mẫu được pha loãng thành các nồng độ pha loãng khác nhau (hệ số pha loãng 10). Sau đó, 50 μL dung dịch sau pha loãng được trải lên đĩa petri chứa môi trường Burk. Đĩa petri được ủ trong tủ ủ ở 30°C trong 3 ngày. Cuối cùng, mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá được xác định thông qua số lượng khuẩn lạc xuất hiện trên đĩa petri.

Chỉ tiêu về sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất lúa: Chỉ tiêu về sinh trưởng, thành phần năng suất và năng suất lúa bao gồm (1) chiều cao cây lúa (cm) được đo từ gốc đến chót lá cao nhất ở từng chậu và được thu thập vào các thời điểm 30, 60 và 90 NSKS; (2) số lá lúa/chậu là đếm tổng số lá lúa của mỗi chậu vào thời điểm 30, 60 và 90 NSKS; (3) chiều dài bông được ghi nhận vào thời điểm thu hoạch lúa, chiều dài bông được tính từ đốt cổ bông

đến đầu mút bông thực hiện bằng cách đo ngẫu nhiên 3 bông cho mỗi chậu thí nghiệm; và (4) khối lượng hạt chắc/chậu được tính bằng cách cân khối lượng tất cả các hạt chắc/chậu và quy về ẩm độ 14%.

2.3. Phân tích số liệu

Số liệu được phân tích ANOVA và kiểm định Duncan 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 4 cho thấy độ ẩm của các vật liệu hữu cơ dao động trong khoảng từ 1,60 đến 92,0%, vì vậy chúng có thể bổ sung cho nhau khi phối trộn để sản xuất phân hữu cơ. pH và EC của các vật liệu hữu cơ lần lượt dao động trong khoảng 6,15-8,82 và 1,09-6,73 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, 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 (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2002). Ngoài ra, EC trong các vật liệu hữu cơ khá cao, đặc biệt là bã cà phê và phân bò có EC lần lượt đạt 6,73 và 8,07 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, 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 2,74-81,1% và 2,43-21,7%, trong đó bã cà phê có chất hữu cơ tổng số cao nhất, đạt 81,1%, tiếp theo là lông vũ và phân bò đạt hơn 30,0%, các vật liệu hữu cơ còn lại có chất hữu cơ tổng số trong khoảng 2,71-13,8%. Mặt khác, xỉ than, bã cà phê, phân bò và bèo hoa dâu có tỷ lệ C/N dao động 10,7-21,7, cao hơn tỷ lệ C/N ở vỏ trấu và lông vũ đạt lần lượt 2,43 và 3,39. 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 (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, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO và Na_2O 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%. Trong đó, lông vũ và vỏ trấu lần lượt có hàm lượng đạm tổng số và CaO cao nhất, phân bò có hàm lượng lân tổng số và MgO cao nhất và xỉ than có hàm lượng kali tổng số và Na_2O cao nhất. Tóm lại, các vật liệu hữu cơ có chứa đa dạng các nguyên tố dinh dưỡng cần thiết cho đất và cây trồng cũng như hàm lượng chất dinh dưỡng cao khi phối trộn lại với nhau trong sản xuất phân hữu cơ tươi.

Bảng 4. 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 gà	Phân bò	Xi than
Độ ẩm (%)	92,0	28,0	21,4	13,8	34,4	1,60
pH	6,40	6,15	8,82	7,90	7,26	6,36
EC (mS.cm ⁻¹)	1,09	6,73	1,60	1,25	8,07	2,59
Chất hữu cơ tổng số (%)	13,8	81,14	5,31	55,2	39,4	2,74
Carbon hữu cơ tổng số (%)	7,68	45,1	2,95	30,7	21,9	1,52
N (%)	0,72	2,99	0,87	12,6	1,63	0,07
C/N	10,7	15,1	3,39	2,43	13,44	21,7
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 ⁻¹)	-	-	-	-	-	0,55
Cd (mg.kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	0,46
Cu (mg.kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	24,6
Zn (mg.kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	119,8

Bên cạnh đó, xi than có chứa hàm lượng cao các kim loại nặng như Pb (0,55 mg.kg⁻¹), Cd (0,46 mg.kg⁻¹), Cu (24,6 mg.kg⁻¹) và Zn (119,8 mg.kg⁻¹), nhưng hầu hết thấp hơn ngưỡng cho phép (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 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 cũng như có sự 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 và sinh học của phân hữu cơ phối trộn tươi

3.2.1. Đặc tính hóa học

Bảng 5 cho thấy pH và EC của phân hữu cơ phối trộn tươi lần lượt đạt 7,52 và 2,89 mS.cm⁻¹, do đó phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của cây trồng (Hemidat et al., 2018; Brinton, 2000). Phân hữu cơ phối trộn tươi có hàm lượng carbon hữu cơ tổng số (đạt 30,7%) và các yếu tố dinh dưỡng đa vi lượng ở mức khá cao, dao động trong khoảng 0,61-12,2%. Hàm lượng chất hữu cơ tổng số đạt 55,2%, cao hơn so với tiêu chuẩn về hàm lượng chất hữu cơ tổng số trong phân hữu cơ của Đức (BioAbfV) yêu cầu dao động trong khoảng 15,0-45,0%, cũng như cao hơn so với các nghiên cứu về sản xuất phân hữu cơ trước đây cho thấy hàm lượng chất hữu cơ tổng số trong phân hữu cơ từ 19,0 đến 42,0% (Hemidat et al., 2018). Mặt khác, phân hữu cơ phối trộn tươi có tỷ lệ C/N đạt 11,88, đáp ứng tiêu chuẩn về tỷ lệ C/N trong phân hữu cơ (tỷ lệ C/N < 20), do đó nó có thể mang lại hiệu quả tức thời không gây hiện tượng bất động dinh dưỡng, đặc biệt là đạm trong đất nên cây trồng

có thể hấp thu nhanh chóng và hiệu quả (Leblanc et al., 2007). Tuy nhiên, hàm lượng đạm (N) đạt 2,58% thấp hơn so với tiêu chuẩn hàm lượng đạm trong phân hữu cơ là cao hơn 3,0% (Chowdhury et al., 2014).

Bảng 5. Đặc tính hóa học của phân hữu cơ phối trộn tươi

STT	Đặc tính hóa học	Giá trị
1	pH	7,52
2	EC (mS.cm ⁻¹)	2,89
3	Chất hữu cơ tổng số (%)	55,17
4	Carbon hữu cơ tổng số (%)	30,65
5	N (%)	2,58
6	C/N	11,88
7	P ₂ O ₅ (%)	0,67
8	K ₂ O (%)	0,90
9	CaO (%)	12,2
10	MgO (%)	1,34
11	Na ₂ O (%)	0,61
12	Pb (mg.kg ⁻¹)	-
13	Cd (mg.kg ⁻¹)	-
14	Cu (mg.kg ⁻¹)	-
15	Zn (mg.kg ⁻¹)	-

Hàm lượng của các kim loại nặng gồm Pb, Cd, Cu và Zn không tìm thấy trong phân hữu cơ phối trộn tươi điều này có thể là do hàm lượng các kim loại nặng ở mức thấp, do đó, an toàn cho việc bón vào đất cho cây trồng. Tóm lại, phân hữu cơ phối trộn tươi có hàm lượng chất dinh dưỡng đáp ứng tiêu chuẩn về phân hữu cơ, do đó có thể bổ sung các yếu tố dinh dưỡng thiết yếu hiệu quả cho sự tăng trưởng của cây trồng (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông

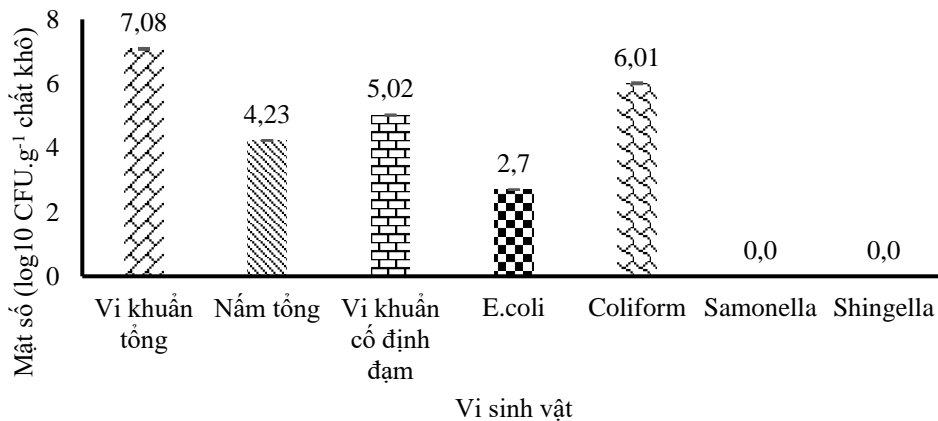
thôn, 2002). Kết quả nghiên cứu này phù hợp với nghiên cứu trước đây cho thấy phân hữu cơ chứa hàm lượng chất dinh dưỡng cao, đặc biệt khả năng phân giải kim loại nặng của phân hữu cơ phối trộn tươi trong nghiên cứu này hiệu quả cao hơn so với nghiên cứu trước đây (Hamidat et al., 2018).

3.2.2. Đặc tính sinh học

Hình 1 cho thấy mật số vi khuẩn tổng và nấm tổng trong phân hữu cơ phối trộn tươi lần lượt đạt 7,08 log₁₀ CFU.g⁻¹ chất khô và 4,23 log₁₀ CFU.g⁻¹ chất khô, trong đó mật số vi khuẩn cố định đạm đạt 5,02 log₁₀ CFU.g⁻¹ chất khô. Điều này có thể là do bèo hoa dâu là nguồn chứa vi khuẩn cố định đạm cao nên đã cung cấp cho phân hữu cơ phối trộn tươi một lượng đáng kể vi khuẩn cố định đạm và điều kiện thuận lợi gồm dinh dưỡng, ẩm độ,... cho vi sinh vật sinh trưởng và phát triển. Tuy nhiên, mật số vi khuẩn tổng và vi khuẩn cố định đạm thấp hơn so với nghiên cứu của Phibunwatthanawong and Riddech

(2019) cho thấy mật số vi khuẩn tổng và vi khuẩn cố định đạm lần lượt dao động trong khoảng 9,05-9,99 log₁₀ CFU.mL⁻¹ và 5,25-7,25 log₁₀ CFU.mL⁻¹, điều đó có thể là do vi sinh vật trong phân hữu cơ phối trộn tươi chưa đủ thời gian để phát triển gia tăng mật số (Shinohara et al., 2011; Verma & Verma, 2012; Phibunwatthanawong & Riddech, 2019).

Mặt khác, *E.coli* và *Coliform* được phát hiện trong phân hữu cơ phối trộn tươi với mật số lần lượt đạt 2,7 và 6,01 log₁₀ CFU.g⁻¹ chất khô. *Samonella* và *Shingella* không được phát hiện trong phân hữu cơ phối trộn tươi này. Như vậy, mật số vi khuẩn có hại trong phân hữu cơ phối trộn tươi thấp hơn giới hạn cho phép của tiêu chuẩn về chất lượng phân hữu cơ (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2019). Như vậy, phân hữu cơ phối trộn tươi chứa mật số vi khuẩn cố định đạm ở mức tương đối cao và vi khuẩn có hại ở mức cho phép, do đó nó có thể được sử dụng để bổ sung trực tiếp cho cây trồng.

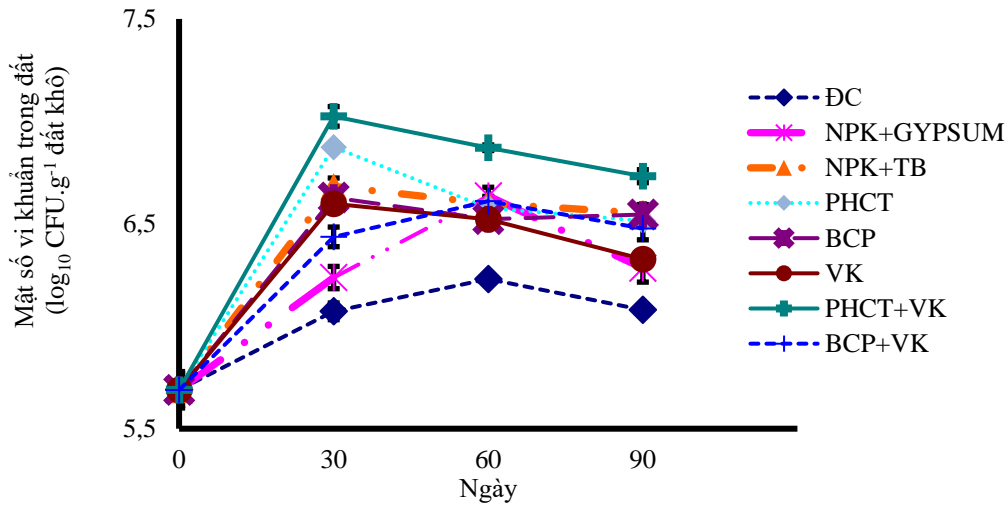


Hình 1. Đặc tính sinh học của phân hữu cơ phối trộn tươi thành phẩm

3.3. Hiệu quả của phân hữu cơ phối trộn tươi lên mật số vi khuẩn tổng, pH và EC trong đất nhiễm mặn ở nhà lưới

Mật số vi khuẩn tổng trong đất của các nghiệm thức thí nghiệm qua các thời điểm thu mẫu được trình bày ở Hình 2, mật số vi khuẩn có xu hướng gia tăng, và đạt cao nhất ở 2 thời điểm thu mẫu là 30 NSKS (nghiệm thức PHCT+VK, PHCT, NPK+TB, BCP và VK) và 60 NSKS (NPK+GYPSUM, BCP+VK và ĐC) với mật số lần lượt dao động 6,60-7,02 log₁₀ CFU.g⁻¹ đất khô và 6,23-6,64 log₁₀ CFU.g⁻¹ đất khô. Nghiệm thức PHCT+VK có mật số vi khuẩn trong đất cao nhất ở tất cả các giai đoạn thu mẫu, mật số cao nhất đạt 7,02 log₁₀ CFU.g⁻¹ đất khô vào 30 NSKS. Tiếp theo, nghiệm thức bổ sung PHCT và NPK+TB lần lượt đạt mật số cao nhất 6,87

và 6,68 log₁₀ CFU.g⁻¹ đất khô (30 NSKS). Nghiệm thức ĐC có mật số vi khuẩn trong đất thấp nhất ở các giai đoạn thu mẫu dao động (p < 0,05). Như vậy, nghiệm thức PHCT+VK và PHCT giúp gia tăng mật số vi khuẩn trong đất hiệu quả nhất. Điều này có thể là do phân hữu cơ phối trộn tươi có sự đa dạng chất dinh dưỡng cũng như hàm lượng chất dinh dưỡng cao, đặc biệt là hàm lượng chất hữu cơ cao, do đó cung cấp hiệu quả nguồn carbon và dinh dưỡng cho sự tăng trưởng của vi khuẩn trong đất. Bên cạnh đó, việc bổ sung vi khuẩn acid lactic kết hợp phân hữu cơ phối trộn tươi tạo điều kiện thuận lợi để vi khuẩn acid lactic gia tăng mật số, đồng thời kích thích nhóm vi sinh vật có lợi khác phát triển để phân giải chất hữu cơ và phóng thích khoáng đa, trung và vi lượng cho đất để cây trồng hấp thu (Lamont et al., 2017).



Hình 2. Mật số vi khuẩn trong đất của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới

Ghi chú: ĐC: Nghiệm thức đối chứng âm; NPK+GYPSUM: Nghiệm thức bón phân NPK và Gypsum; NPK+TB: Nghiệm thức bón phân NPK và thả bèo trên bề mặt; PHCT: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi; BCP: Nghiệm thức bón bã cà phê; VK: Nghiệm thức chủng vi khuẩn acid lactic; PHCT+VK: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi và vi khuẩn acid lactic; BCP+VK: Nghiệm thức bón bã cà phê và vi khuẩn acid lactic

Ngoài ra, pH và EC đất của các nghiệm thức được trình bày trong Bảng 6 cho thấy pH đất có xu hướng gia tăng qua các giai đoạn tăng trưởng của cây lúa. Hầu hết các nghiệm thức thí nghiệm có pH cao nhất ở giai đoạn 90 NSKS với pH đất dao động trong khoảng 6,74-7,31. Các giai đoạn thu mẫu còn (30 và 60 NSKS) pH đất trong khoảng 5,67-7,21. Như vậy, tất cả các nghiệm thức có pH đất phù hợp cho cây lúa sinh trưởng và phát triển trong điều kiện mặn (Kihoro et al., 2013; Syed et al., 2018). Ngoài ra, ở đa số các thời điểm thu mẫu, ngoại trừ ngày 90, hầu hết các nghiệm thức xử lý đất mặn với các biện pháp khác nhau giúp gia tăng pH đất so với nghiệm thức đối chứng âm, đặc biệt là nghiệm thức bón BCP+VK cho pH đất ở 30 và 60 NSKS lần lượt là 7,02 và 6,89, cao nhất và khác biệt ý nghĩa thống kê khi so với nghiệm thức đối chứng âm lần lượt đạt 6,57 và 5,95. Mặt khác, EC trong đất tương quan chặt chẽ với hàm lượng các yếu tố dinh dưỡng gồm K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} và/hoặc Na^+ trong đất, do đó EC trong đất cao có thể là do hàm lượng cao của các yếu tố dinh dưỡng khoáng đa lượng trong đất như K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} hoặc sự gia tăng của Na^+ là yếu tố chủ yếu gây ra sự bất lợi mặn cho cây lúa. EC đất của các nghiệm thức thí nghiệm có xu hướng giảm qua các giai đoạn tăng trưởng của cây lúa và vào thời điểm thu hoạch, EC trong đất của các nghiệm thức dao động từ 1,15-2,16 $mS.cm^{-1}$ và an toàn cho sinh

trưởng của cây lúa. Nghiệm thức ĐC âm và PHCT+VK có EC trong đất cao nhất ở hầu hết các giai đoạn thu mẫu (30, 60, 90 NSKS), điều này có thể là do hàm lượng Na^+ trong đất cao ở nghiệm thức đối chứng âm, trong khi nghiệm thức bón PHCT+VK có thể đã bổ sung thêm các ion hòa tan chính là dinh dưỡng cho cây trồng, do đó dẫn đến EC trong đất của nghiệm thức này cao. Tiếp theo, các nghiệm thức NPK+TB, BCP, VK và BCP+VK ở các giai đoạn thu mẫu (30, 60, 90 NSKS) có EC trong đất dao động 0,97-1,59 $mS.cm^{-1}$, do đó rất thích hợp cho cây lúa sinh trưởng, phát triển (Syed et al., 2018). Đặc biệt, các nghiệm thức bón PHCT và PHCT+VK có EC trong đất ở các giai đoạn thu mẫu khá cao, với giá trị EC cao nhất lần lượt đạt 1,73-2,16 $mS.cm^{-1}$, lý do có thể là hàm lượng cao của các khoáng trong đất gồm K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} nhờ vào sự hoạt động phân giải của vi khuẩn trong đất, giúp phân giải các khoáng chất trong đất cũng như chất hữu cơ được bổ sung vào đất như bèo hoa dâu và vật liệu hữu cơ trong phân hữu cơ phối trộn tươi thành khoáng đa lượng cung cấp cho cây lúa hấp thu trong điều kiện mặn (Raja et al., 2012; Jeong et al., 2016; Shaji et al., 2021). Hầu hết các nghiệm thức thí nghiệm có giá trị pH và EC phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của cây lúa. Việc xử lý đất mặn bằng các biện pháp đã giúp cải thiện pH và giá trị EC của đất nhiễm mặn.

Bảng 6. pH và EC đất của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới

Chỉ tiêu	pH				EC (mS.cm ⁻¹)			
	Ngày sau khi sạ (ngày)							
	0	30	60	90	0	30	60	90
Nghiệm thức								
ĐC	6,46	6,57 ^b	5,95 ^d	7,31 ^a	3,06	2,07 ^a	1,87 ^a	2,09 ^{ab}
NPK+GYPSUM	6,46	6,31 ^c	5,67 ^e	6,83 ^d	3,06	2,02 ^a	1,41 ^c	1,91 ^{bc}
NPK+TB	6,46	6,47 ^{bc}	6,44 ^c	7,05 ^{bc}	3,06	0,99 ^c	1,18 ^d	1,59 ^{de}
PHCT	6,46	7,21 ^a	6,63 ^b	6,89 ^{cd}	3,06	1,06 ^c	1,53 ^c	1,73 ^{cd}
BCP	6,46	7,15 ^a	6,44 ^c	7,26 ^a	3,06	0,97 ^c	1,15 ^d	1,15 ^g
VK	6,46	6,67 ^b	6,49 ^c	7,24 ^{ab}	3,06	1,01 ^c	1,20 ^d	1,45 ^{ef}
PHCT+VK	6,46	7,05 ^a	6,72 ^b	6,74 ^d	3,06	1,57 ^b	1,69 ^b	2,16 ^a
BCP+VK	6,46	7,02 ^a	6,89 ^a	7,38 ^a	3,06	1,05 ^c	1,16 ^d	1,25 ^{fg}
F	ns	*	*	*	ns	*	*	*
CV (%)		4,89	6,04	3,37		34,02	18,95	21,67

Ghi chú: ĐC: Nghiệm thức đối chứng âm; NPK+GYPSUM: Nghiệm thức bón phân NPK và Gypsum; NPK+TB: Nghiệm thức bón phân NPK và thả bèo trên bề mặt; PHCT: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi; BCP: Nghiệm thức bón bã cà phê; VK: Nghiệm thức chủng vi khuẩn acid lactic; PHCT+VK: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi và vi khuẩn acid lactic; BCP+VK: Nghiệm thức bón bã cà phê và vi khuẩn acid lactic

3.4. Hiệu quả của phân hữu cơ phối trộn tươi lên mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa, sinh trưởng và năng suất lúa

3.4.1. Mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa

Mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa có xu hướng ổn định qua các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây lúa và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p<0,05) (Bảng 7). Mật số vi khuẩn cố định đạm trong lá lúa đạt cao nhất vào thời điểm 90 NSKS dao động trong khoảng 5,84-6,76 log₁₀ CFU.g⁻¹ lá khô. Nghiệm thức NPK+TB và PHCT có mật số vi khuẩn cố định đạm trong lá lúa cao nhất, lần lượt đạt 6,76 và 6,44 log₁₀ CFU.g⁻¹ lá khô và khác biệt có ý nghĩa thống kê với nhau (p<0,05). Đặc biệt nghiệm thức bón NPK+TB giúp cho mật số vi khuẩn cố định đạm nội

sinh trong lá lúa đạt cao nhất ở tất cả 3 thời điểm thu mẫu, như vậy việc bón phân NPK cho cây lúa đầy đủ kết hợp thả bèo hoa dâu trên mặt nước giúp gia tăng mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa. Nghiệm thức PHCT+VK, NPK+GYPSUM và VK có mật số vi khuẩn cố định đạm trong lá lúa dao động từ 6,13-6,20 log₁₀ CFU.g⁻¹ lá khô (p > 0,05). Nghiệm thức ĐC và BCP+VK có mật số vi khuẩn cố định đạm trong lá lúa thấp nhất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau. Như vậy, việc bổ sung bèo hoa dâu, vật liệu hữu cơ và vi khuẩn acid lactic gia tăng hiệu quả vi khuẩn cố định đạm trong lá lúa, do đó góp phần gia tăng hàm lượng đạm, indole acetic acid (IAA), khả năng hấp thu dinh dưỡng, kích thích sinh trưởng và phát triển của cây lúa (Duangpaeng et al., 2012; Shabanamol et al., 2020).

Bảng 7. Mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới

Chỉ tiêu	Mật số vi khuẩn cố định đạm trong lá lúa (log ₁₀ CFU.g ⁻¹ lá khô)		
	Ngày sau khi sạ (ngày)		
	30	60	90
Nghiệm thức			
ĐC	5,64 ^d	5,75 ^c	5,84 ^e
NPK+GYPSUM	6,06 ^c	6,14 ^b	6,19 ^c
NPK+TB	6,54 ^a	6,43 ^a	6,76 ^a
PHCT	6,43 ^{ab}	6,49 ^a	6,44 ^b
BCP	6,1 ^c	6,14 ^b	6,03 ^d
VK	6,0 ^c	6,11 ^b	6,13 ^{cd}
PHCT+VK	6,3 ^b	6,42 ^a	6,2 ^c
BCP+VK	6,01 ^c	6,12 ^b	5,82 ^e
F	*	*	*
CV (%)	3,31	3,47	4,62

Ghi chú: ĐC: Nghiệm thức đối chứng âm; NPK+GYPSUM: Nghiệm thức bón phân NPK và Gypsum; NPK+TB: Nghiệm thức bón phân NPK và thả bèo trên bề mặt; PHCT: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi; BCP: Nghiệm thức bón bã cà phê; VK: Nghiệm thức chủng vi khuẩn acid lactic; PHCT+VK: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi và vi khuẩn acid lactic; BCP+VK: Nghiệm thức bón bã cà phê và vi khuẩn acid lactic

3.4.2. Chiều cao cây lúa và số lá/chậu

Bảng 8 trình bày chiều cao cây lúa và số lá lúa/chậu của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới. Chiều cao cây lúa có xu hướng gia tăng theo các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và đạt cao nhất vào giai đoạn 90 NSKS, dao động trong khoảng 45,39-86,89 cm. Nghiệm thức NPK+TB, PHCT và PHCT+VK có chiều cao cây lúa cao nhất ở tất cả các giai đoạn thu mẫu và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nhau ($p < 0,05$). Tương tự, số lá lúa/chậu của các nghiệm thức thí nghiệm có xu hướng giảm, dao động từ 4 lá đến 77 lá ($p < 0,05$). Nghiệm thức PHCT và PHCT+VK có số lá lúa/chậu cao nhất ở các thời điểm thu mẫu, đạt cao nhất trong khoảng 66-80 lá. Việc bổ sung bã cà phê và vi khuẩn ở dạng đơn lẻ hay kết hợp chưa cho thấy hiệu quả gia tăng

chiều cao cây lúa và số lá lúa/chậu qua 1 vụ canh tác trên nền đất nhiễm mặn trong nhà lưới so với nghiệm thức bón phân hóa học NPK+GYPSUM. Tóm lại, bổ sung phân hữu cơ phối trộn tươi, phân hữu cơ phối trộn tươi kết hợp vi khuẩn, và bón NPK kết hợp thả bèo hoa dâu gia tăng hiệu quả chiều cao cây lúa và số lá lúa/chậu. Điều này có thể do phân hữu cơ phối trộn tươi, vi khuẩn acid lactic và bèo hoa dâu góp phần gia tăng các yếu tố dinh dưỡng thiết yếu cho cây lúa hấp thu, đồng thời hạn chế các yếu tố bất lợi của mặn lên cây lúa vì vậy giúp cây lúa gia tăng khả năng chống chịu mặn cũng như sinh trưởng và năng suất (Duangpaeng et al., 2012; Raja et al., 2012; Jeong et al., 2016; Shaji et al., 2021). Ngoài ra, vi khuẩn acid lactic còn giúp gia tăng chiều cao và số lá lúa hơn so với nghiệm thức đối chứng âm khi trồng trên nền đất nhiễm mặn.

Bảng 8. Chiều cao cây lúa và số lá lúa/chậu của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới

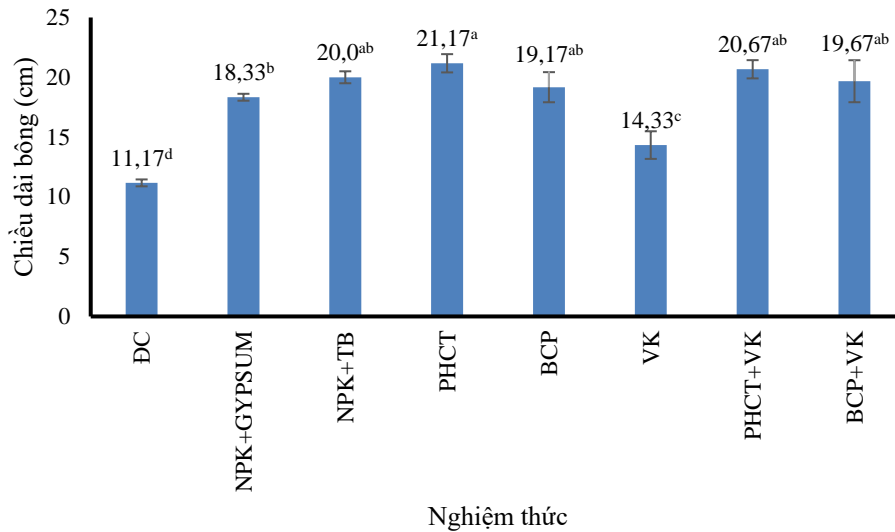
Chi tiêu	Chiều cao cây lúa (cm)			Số lá lúa/chậu (lá)		
	Ngày sau khi sạ (ngày)					
	30	60	90	30	60	90
Nghiệm thức						
ĐC	29,73 ^f	41,13 ^h	45,39 ^g	11 ^d	8 ^g	4 ^e
NPK+GYPSUM	51,17 ^c	72,06 ^d	73,78 ^d	65 ^b	58 ^c	15 ^b
NPK+TB	55,61 ^a	78,06 ^a	86,89 ^a	66 ^b	54 ^d	14 ^{bc}
PHCT	55,4 ^a	76,5 ^b	79,5 ^c	77 ^a	74 ^b	30 ^a
BCP	37,13 ^e	63,06 ^e	68,22 ^f	19 ^c	18 ^e	11 ^{cd}
VK	30,27 ^f	47,67 ^g	68,81 ^{ef}	14 ^d	14 ^f	6 ^e
PHCT+VK	52,13 ^b	73,67 ^c	81,06 ^b	62 ^b	80 ^a	30 ^a
BCP+VK	40,43 ^d	61,72 ^f	69,39 ^e	18 ^c	20 ^e	10 ^d
F	*	*	*	*	*	*
CV (%)	23,72	20,33	16,74	65,06	67,97	64,96

Ghi chú: ĐC: Nghiệm thức đối chứng âm; NPK+GYPSUM: Nghiệm thức bón phân NPK và Gypsum; NPK+TB: Nghiệm thức bón phân NPK và thả bèo trên bề mặt; PHCT: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi; BCP: Nghiệm thức bón bã cà phê; VK: Nghiệm thức chủng vi khuẩn acid lactic; PHCT+VK: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi và vi khuẩn acid lactic; BCP+VK: Nghiệm thức bón bã cà phê và vi khuẩn acid lactic

3.4.3. Chiều dài bông lúa

Chiều dài bông lúa của các nghiệm thức thí nghiệm dao động trong khoảng 11,17-21,17 cm (Hình 3). Nghiệm thức PHCT, PHCT+VK, NPK+TB, BCP+VK và BCP có chiều dài bông lúa dài nhất, dao động 19,17-20,67 cm ($p < 0,05$), và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Nghiệm thức ĐC âm có chiều dài bông lúa ngắn nhất (11,17 cm), tiếp theo là nghiệm thức bổ sung VK (14,33 cm) và NPK+GYPSUM (18,33 cm). Như vậy, việc bổ sung phân hữu cơ phối trộn tươi, bã cà phê đơn lẻ hoặc kết hợp với vi khuẩn acid lactic đều gia tăng hiệu quả chiều dài bông lúa. Ngoài ra, thả bèo hoa dâu kết hợp bón NPK cũng

kích thích gia tăng chiều dài bông lúa, tuy nhiên, việc bổ sung riêng lẻ vi khuẩn acid lactic nhưng không bón phân NPK mặc dù chưa cho thấy hiệu quả gia tăng chiều dài bông lúa so với nghiệm thức bón NPK+GYPSUM qua 1 vụ canh tác trên nền đất mặn trong nhà lưới nhưng lại cho chiều dài bông lúa dài hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức đối chứng âm. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu trước đây cho thấy việc bổ sung phân hữu cơ và vi khuẩn acid lactic góp phần gia tăng các chất dinh dưỡng gồm đa, trung và vi lượng cho cây lúa hấp thu đặc biệt là P₂O₅ trong điều kiện mặn để gia tăng chiều dài bông lúa (Siavoshi et al., 2011; Uma et al., 2018).



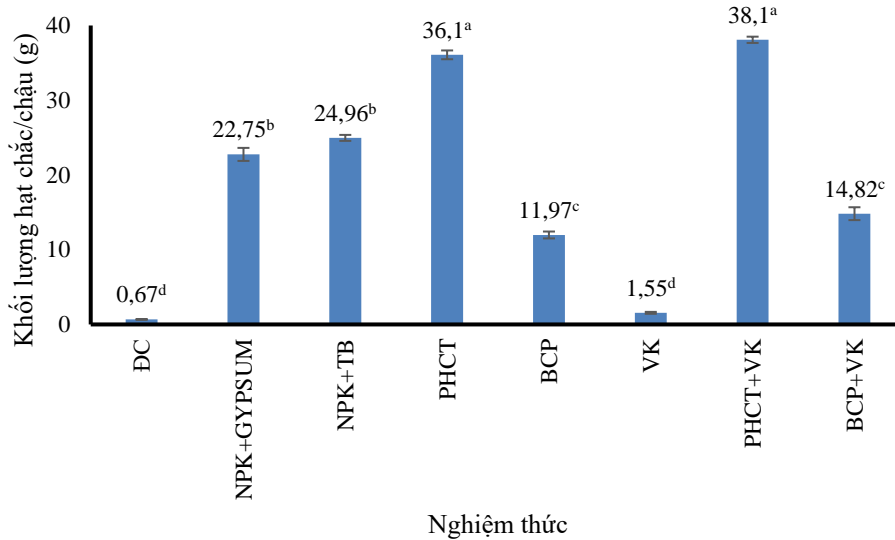
Hình 3. Chiều dài bông lúa của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới

Ghi chú: ĐC: Nghiệm thức đối chứng âm; NPK+GYPSUM: Nghiệm thức bón phân NPK và Gypsum; NPK+TB: Nghiệm thức bón phân NPK và thả bèo trên bề mặt; PHCT: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi; BCP: Nghiệm thức bón bã cà phê; VK: Nghiệm thức chủng vi khuẩn acid lactic; PHCT+VK: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi và vi khuẩn acid lactic; BCP+VK: Nghiệm thức bón bã cà phê và vi khuẩn acid lactic

3.4.4. Khối lượng hạt chắc/chậu

Khối lượng hạt chắc/chậu của nghiệm thức PHCT và PHCT+VK đạt cao nhất, lần lượt là 36,1 và 38,1 g (Hình 4). Tiếp theo, nghiệm thức NPK+TB và NPK+GYPSUM có khối lượng hạt chắc/chậu dao động 22,75-24,96 g, và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau ($p > 0,05$) mặc dù nghiệm thức có thả bèo hoa dâu cho khối lượng hạt chắc/chậu cao hơn, do đó cho thấy được phần nào vai trò của việc thả bèo hoa dâu trong ruộng lúa giúp giảm thiểu tác động của mặn lên cây lúa. Khối lượng hạt chắc/chậu thấp nhất ở nghiệm thức ĐC âm là 0,67 g trong khi ở nghiệm thức VK là 1,55 g. Vì vậy, mặc dù chỉ chủng vi khuẩn acid lactic vào trong đất nhiễm mặn không bón phân hóa học và hữu cơ nhưng vi khuẩn acid lactic vẫn có vai trò nhất định trong việc giảm thiểu tác động mặn lên cây lúa khi trồng trên nền đất nhiễm mặn vì khối lượng hạt lúa chắc/chậu của nghiệm thức này đạt 1,55 g/chậu, cao hơn gấp 2,3 lần so với nghiệm thức đối chứng âm có cùng điều kiện thí nghiệm và bón phân (0,67 g/chậu). Ngoài ra, nghiệm thức PHCT+VK cho khối lượng hạt chắc/chậu là 38,1 g/chậu mặc dù cao hơn tuy nhiên khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức PHCT nhưng không chủng vi khuẩn (36,1 g/chậu) sau 1 vụ thí nghiệm.

Kết quả này cho thấy được sự đóng góp tích cực của vi khuẩn acid lactic và do đó nên tiếp tục theo dõi thêm nhiều vụ để có thể thấy rõ vai trò của vi khuẩn acid lactic. Như vậy, phân hữu cơ tươi phối trộn có thành phần nguyên liệu đa dạng gồm 6 vật liệu hữu cơ phối trộn với nhau, và có chứa đa dạng các nguyên tố dinh dưỡng đa, trung và vi lượng như N, P₂O₅, CaO, MgO,... giúp giảm độ mặn trong đất, hạn chế các ảnh hưởng bất lợi của mặn đối với cây lúa. Đồng thời, hỗn hợp hữu cơ là nguồn dinh dưỡng cung cấp cho cây trồng, tạo môi trường thích hợp giúp vi sinh vật trong đất và cây lúa phát triển. Bổ sung nguồn vi sinh vật có lợi từ dung dịch vi khuẩn acid lactic góp phần giúp hệ vi sinh vật có lợi trong đất và cây phát triển. Do đó, bón phân hữu cơ phối trộn tươi, phân hữu cơ phối trộn tươi kết hợp với dung dịch vi khuẩn acid lactic là yếu tố quan trọng gia tăng hiệu quả sinh trưởng và năng suất lúa. Bên cạnh đó việc thay thế gypsum bằng thả bèo cũng đem lại hiệu quả cao tương đương như nhau. Bèo hoa dâu không chỉ cố định đạm cung cấp cho đất và cây mà còn có khả năng hấp thu, làm giảm hàm lượng muối trong dung dịch đất nhờ khả năng tạo sinh khối lớn và thích nghi phát triển tốt (Siavoshi et al., 2011; Duangpaeng et al., 2012; Raja et al., 2012; Jeong et al., 2016; Uma et al., 2018; Shaji et al., 2021).



Hình 4. Khối lượng hạt chắc/chậu của các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới

Ghi chú: ĐC: Nghiệm thức đối chứng âm; NPK+GYPSUM: Nghiệm thức bón phân NPK và Gypsum; NPK+TB: Nghiệm thức bón phân NPK và thả bèo trên bề mặt; PHCT: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi; BCP: Nghiệm thức bón bã cà phê; VK: Nghiệm thức chủng vi khuẩn acid lactic; PHCT+VK: Nghiệm thức bón phân hữu cơ phối trộn tươi và vi khuẩn acid lactic; BCP+VK: Nghiệm thức bón bã cà phê và vi khuẩn acid lactic

4. KẾT LUẬN

Hầu hết các vật liệu hữu cơ có các đặc tính hóa học phù hợp cho sản xuất phân hữu cơ phối trộn tươi bao gồm pH 6-8, EC < 4 mS.cm⁻¹, 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 dinh dưỡng đa vi lượng cao. Phân hữu cơ phối trộn tươi được sản xuất có các đặc tính hóa-sinh nổi bật như tỷ lệ C/N đạt 11,88, hàm lượng đạm 2,58%, hàm lượng chất hữu cơ tổng số 55,17% và hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng cây trồng gồm đa, trung và vi lượng cao, đồng thời mật số *E.coli*, *Coliform*, *Samonella* và *Shingella* ở mức cho phép. Sử dụng phân hữu cơ phối trộn tươi ở dạng đơn lẻ và kết hợp

với dung dịch vi khuẩn acid lactic giúp cải thiện hiệu quả mật số vi khuẩn, pH và EC trong đất, đồng thời kích thích gia tăng hiệu quả mật số vi khuẩn cố định đạm nội sinh trong lá lúa, chiều cao cây lúa, số lá lúa/chậu, chiều dài bông và khối lượng hạt chắc/chậu trên nền đất mặn. Mặt khác, sử dụng bèo hoa dâu giúp cải thiện đặc tính hóa-sinh đất và gia tăng sinh trưởng, năng suất lúa trên nền đất mặn tương đối hiệu quả hơn so với sử dụng gypsum. Ngoài ra, bản thân vi khuẩn acid lactic cũng giúp cải thiện sinh trưởng, khối lượng hạt lúa chắc/chậu. Vì vậy, sản xuất phân hữu cơ từ bèo hoa dâu và các vật liệu hữu cơ khác để bón cho cây lúa canh tác trên nền đất mặn có tiềm năng ứng dụng rất cao, nhằm đáp ứng theo hướng sản xuất nông nghiệp bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bascomb, C.L. (1964). Rapid method for the determination of cation exchange capacity of calcareous and non-calcareous soils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 15, 821-823.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2002). *Tiêu chuẩn ngành 10TCN 526:2002: 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>.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2019). *Thông tư Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón*. <https://vbpl.vn/TW/Pages/vbpg-toanvan.aspx?ItemID=138140>.
- Brinton, W. F. (2000). *Compost quality standards & guidelines, final report*. Woods End R Laboratory, Inc., United States.
- 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.

- David, M. I., Eric, W. J., Kim, C. S. C., Joseph, M. M., & Sherri, A. M. (2013). *Natural farming: lactic acid bacteria*. <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/sa-8.pdf>.
- Duangpaeng, A., Phetcharat, P., Chanthapho, S., Boonkantong, N., & Okuda, N. (2012). The study and development of endophytic bacteria for enhancing organic rice growth. *Procedia Engineering*, 32, 172-176.
- Đường, T. V. H. & Nghĩa, N. K. (2020). Hiệu quả của 5 dòng vi khuẩn hòa tan silic lên sinh trưởng và năng suất lúa một bụi đò trên nền đất nhiễm mặn trong mô hình canh tác lúa-tôm tại huyện Phước Long, tỉnh Bạc Liêu. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(Số chuyên đề: Khoa học đất), 47-57.
- Haque, M. A. (2021). Management of saline soil using organic manure and gypsum fertilizer for growing sweet gourd in coastal region of Bangladesh. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 19(1), 1-7.
- Hemidat, S., Jaar, M., Nassour, A., & Nelles, M. (2018). Monitoring of composting process parameters: A case study in Jordan. *Waste and Biomass Valorization*, 9, 2257-2274.
- Houba, V. J. G., Lee, V. D., and Novozamsky. (1995). *Soil and Plant Analysis*. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University.
- Jeong, M. K., An-Sung, R., Seung-Chul, C., Eun-Jeong, K., Moon-Tea, C., Byung-Koo, A., Sun-Kuk, K., Young-Han, L., Jac-Ho, J., Seong-Soo, K., Shin, A.L., Jac-Hyung, A., Jackyeong, S., & Hang-Yeon, W. (2016). Soil pH and electrical conductivity are key edaphic factors shaping bacterial communities of greenhouse soils in Korea. *Journal of Microbiology*, 54(12), 838-845.
- 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.
- Kihoro, J., Njoroge J. B., & Hunja, M. (2013). Suitability analysis for rice growing sites using a multicriteria evaluation and GIS approach in great Mwea region, Kenya. *Springer Plus*, 2(265), 1-9.
- Lamont, J.R., Wilkins, O., Bywater-Ekegard, M., & Smith, D. L. (2017). From yogurt to yield: Potential applications of lactic acid bacteria in plant production. *Soil Biology and Biochemistry*, 111, 1-9.
- Leblanc, H., Cerrato, M. E., Miranda, A., & Valle, G. (2007). Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. *Tierra Trop.*, 3(1), 97-107.
- Mehta, S., & Nautiya, C.S. (2001). An efficient method for qualitative screening of phosphate solubilizing bacteria. *Current Microbiology*, 43, 51-56.
- 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.
- 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.
- Pepper, I. L., & Gerba, C. P. (2015). Aeromicrobiology. *Environmental Microbiology*, 89-110. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00005-3>.
- Phibunwatthanawong, T. & Riddech, N. (2019). Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 369-380.
- Raja, W., Rathaur, P., John, S. A., & Ramteke, P. W. (2012). *Azolla*: an aquatic pteridophyte with great potential. *International Journal of Research in Biological Sciences*, 2, 68-72.
- Ram, H., Krishna, R., & Naidu, M. V. S. (1994). Effect of *Azolla* on soil properties and yield of Mungbean (*Vigna radiata*). *Journal of Indian Society of Soil Science*, 42, 385-387.
- Shabanamol, S., Edna, M. V., Meenu, T., Karrthika, S., Sreekumar, J., & Jisha, M. S. (2020). Enhancement of growth and yield of rice (*Oryza sativa*) by plant probiotic endophyte, *Lysinibacillus sphaericus* under greenhouse conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(9), 1268-1282.
- 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.
- Sharma, M. P., Singh, R., & Singh, R. (1999). Effect of *Azolla* on wheat (*Triticum aestivum*) yield and soil properties. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 69, 55-57.
- Shinohara, M., Aoyama, C., Fujiwara, K., Watanabe, A., Ohmori, H., Uehara, Y., & Takano, M. (2011). Microbial mineralization of organic nitrogen into nitrate to allow the use of organic

- fertilizer in hydroponics. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 57(2), 190-203.
- Siavoshi, M., Nasiri, A., & Laware, S. L. (2011). Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*, 3(3), 217-224.
- 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.
- 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.
- Syed, M. H. R., Syed, A. M., Alamgir, A. K., & Veraldo, L. (2018). Delineation of potential sites for rice cultivation through multi-criteria evaluation (MCE) using remote sensing and GIS. *International Journal of Plant Production*, 12, 1-11.
- 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.
- Thước, T. L. (2006). *Phương pháp phân tích vi sinh vật trong nước, thực phẩm và mỹ phẩm*. Nhà xuất bản Giáo dục.
- 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.
- Uma, H., Nandish, M. S., Suchitha, Y., & Thippeswamy, B. (2018). Utilization of lactic acid and phosphate solubilizing bacterial consortia for healthy spinach (*Spinacia oleracea*) cultivation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(7), 2398-2407.
- Verma, J. P., & Verma, R. (2012). Organic fertilizer and their impact on agricultural production system. In: R. P. Singh (Editor), *Organic fertilizer: types, production and environmental impact*. Nova Science Publishers, Insc, New York.
- Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long. (2012). *Giống lúa OM4900*. <https://clrri.org/ver2/index.php?option=content&view=chitiet&id=163>.
- 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.
- Wilson, P.W., & Knight, S. G. (1952). *Experiments in Bacterial Physiology*. Burgess Publishing Company, United States.