



DOI:10.22144/ctujos.2023.219

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA CHẾ PHẨM VI SINH PLANT PROBIOTICS (PP) LÊN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT RAU MUỐNG VÀ MỘT SỐ ĐẶC TÍNH ĐẤT Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Nguyễn Thị Bảo Trân¹, Nguyễn Khởi Nghĩa^{2*} và Lê Thị Xà³

¹Phòng Quản trị - Thiết bị, Trường Đại học An Giang, ĐHQG-TPHCM

²Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

³Khoa Sư phạm, Trường Cao đẳng Cộng đồng Sóc Trăng

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

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 10/05/2023

Sửa bài (Revised): 01/06/2023

Duyệt đăng (Accepted): 05/06/2023

Title: Evaluation of the efficacy of PP microbial product on growth, yield of water spinach and some soil properties under greenhouse conditions

Author(s): Nguyen Thi Bao Tran¹, Nguyen Khoi Nghia^{2*} and Le Thi Xa³

Affiliation(s): ¹Vietnam National University-Ho Chi Minh City, ²Can Tho University, ³Soc Trang Community College

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá hiệu quả của chế phẩm vi sinh PP (CPVS PP) có chứa một số dòng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* và *Lactobacillus* lên sinh trưởng, năng suất rau muống và đặc tính đất ở điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được bố trí với 6 nghiệm thức, 4 lần lặp lại trong 2 vụ liên tục. Kết quả cho thấy nghiệm thức bón kết hợp 75% NPK + 0,4% chế phẩm PP giúp gia tăng chiều cao cây, số lá, hàm lượng chlorophyll của lá, trong khi khối lượng tươi và sinh khối khô/chậu của rau muống cho kết quả tương đương với nghiệm thức đối chứng dương bón 100% NPK theo khuyến cáo. Bên cạnh đó các nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP giúp cải thiện giá trị độ dẫn điện của đất (EC) và mật số vi khuẩn trong đất. Như vậy, sử dụng CPVS PP với nồng độ 0,4% được khuyến cáo trong canh tác rau theo hướng an toàn và phát triển bền vững.

Từ khoá: Chế phẩm vi sinh PP, *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., kích thích sinh trưởng, rau muống

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of plant probiotics microbial products (CPVS PP) containing *Bacillus* spp. và *Lactobacillus* spp. on growth, yield of Water spinach and some soil properties under greenhouse conditions. The experiment was arranged with 6 treatments 4 replicates in 2 consecutive crops. The results showed that the application of 75% NPK + 0.4% PP microbial product helped to increase plant height, number of leaves, and chlorophyll content in leaves, while fresh and dry weight per pot of Water spinach was equivalent to the positive control treatment with 100% NPK recommended. Besides, the treatments applied with PP microbial products also improved the soil Electrical Conductivity (EC) and the number of soil bacteria. In summary, applying the PP microbial product with a concentration of 0.4% is recommended in vegetable cultivation for safe and sustainable development.

Keywords: PP microbial product, *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., water spinach, growth stimulation

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, người tiêu dùng rất quan tâm đến thực phẩm sạch và an toàn cho sức khỏe. Ngoài cá và thịt, rau là thực phẩm không thể thiếu trong bữa ăn hằng ngày của mỗi gia đình. Rau muống là loại rau ăn lá được ưa chuộng bởi có chứa nhiều vitamin và khoáng chất có lợi cho sức khỏe (Gangopadhyay et al., 2021). Vì chú trọng đến năng suất và lợi nhuận, nông dân đã sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, phân bón hóa học và thuốc kích thích sinh trưởng với liều lượng và tần suất cao hơn khuyến cáo trong canh tác (Mengistie et al., 2015). Việc này dẫn đến dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, phân bón và các chất độc hại khác lưu tồn trong sinh khối của cây rau muống, cũng như trong môi trường đất, nước và không khí. Hậu quả của việc này có thể ảnh hưởng đến sức khỏe của người nông dân trực tiếp tham gia canh tác và người tiêu dùng khi tiêu thụ những sản phẩm này (Jeyanthi & Kombairaju, 2005; Ikpesu et al., 2013). Hơn nữa, việc lạm dụng hóa chất nông nghiệp trong quá trình canh tác rau màu không chỉ gây suy thoái đất mà còn làm tăng sự tích tụ các chất độc hại, đồng thời giảm năng suất theo thời gian (Châu và ctv., 2019). Vì thế, việc giảm thiểu phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật trong canh tác rau muống, thay vào đó là tăng cường sử dụng phân bón hữu cơ và vi sinh nhằm bảo vệ sức khỏe con người và môi trường là việc làm hết sức cần thiết.

Trong những năm gần đây, các chế phẩm vi sinh trong canh tác nông nghiệp theo hướng an toàn, sạch và hữu cơ được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi (Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh, 2019). Chế phẩm vi sinh plant probiotics (PP) là chế phẩm chứa tổ hợp các dòng vi khuẩn thuộc chi *Lactobacillus* spp. và *Bacillus* spp. Chúng được phân lập từ hạt ngũ cốc như gạo, bắp và mè. Vai trò của các loài vi khuẩn thuộc chi vi khuẩn *Lactobacillus* spp. và *Bacillus* spp. trong kích thích gia tăng sinh trưởng, năng suất cây trồng, đặc biệt là cây rau, cũng như cải thiện chất lượng đất và tăng hiệu quả huy động và hấp thu dinh dưỡng lên sinh khối cây trồng được minh chứng qua nhiều công trình nghiên cứu được công bố trên thế giới và Việt Nam.

Luan và ctv. (2022) đã đánh giá hiệu quả của 6 dòng vi sinh vật có khả năng tổng hợp acid acetic trong đó có 3 dòng vi khuẩn *Bacillus* sp. phân lập từ hạt ngũ cốc như gạo, bắp và mè cho thấy chúng có khả năng đối kháng với nấm bệnh cây trồng như *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống và hạt xà lách. Ngoài ra chúng còn kích thích gia tăng chiều cao

cây, chiều dài rễ, đường kính thân và sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách, đặc biệt sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách gia tăng lần lượt 33,9-48,3% và 19,4-58,9% so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn. Tương tự Cương và ctv. (2019) đã đánh giá khả năng kích thích sinh trưởng của cây lạc ở điều kiện đồng ruộng thông qua một số chỉ tiêu như tỷ lệ mọc, chiều cao cây, chiều dài cành, số lá, số hoa, số nốt sần, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của *Bacillus* sp. S18F11 và *Bacillus* sp. S20D12. Kết quả cho thấy *Bacillus* sp. S20D12 làm tăng tỷ lệ nảy mầm, tăng chiều cao cây, tăng số lượng nốt sần và tăng năng suất thực thu (26,8%) so với đối chứng và kiến nghị xử lý 1 lần vi khuẩn *Bacillus* trước lúc gieo hạt là đã đạt hiệu quả cao. Đối với các dòng vi khuẩn *Lactobacillus* có lợi cũng được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản (Ngân và ctv., 2022; Út, 2022), tuy nhiên còn các nghiên cứu ứng dụng vào canh tác cây trồng mà nhất là cây rau muống còn hạn chế. Bài viết này trình bày kết quả nghiên cứu về đánh giá hiệu quả của chế phẩm vi sinh PP (CPVS PP) chứa các dòng vi khuẩn thuộc chi *Lactobacillus* và *Bacillus* lên sinh trưởng, năng suất rau muống và một số đặc tính sinh học đất cũng như ảnh hưởng của CPVS PP này lên khả năng làm giảm lượng phân bón hóa học trên rau muống ở điều kiện nhà lưới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Chế phẩm vi sinh PP dạng lỏng (CPVS PP) chứa một số dòng vi khuẩn *Lactobacillus* sp. LB1, *Lactobacillus* sp. LB5 và *Bacillus* sp. LB2 có tổng mật số vi khuẩn là 10^{11} cfu/mL (Phượng, 2018). Chế phẩm được hòa loãng để đạt nồng độ 0,4% (v/v) (CPVS PP 0,4%) với nước cất tiệt trùng trước khi phun cho cây rau muống.

Hạt giống rau muống sử dụng là hạt F1 của Công ty hạt giống Trang Nông. Thí nghiệm được thực hiện trong chậu nhựa đen tròn với kích thước 28 cm × 22 cm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

2.2.1. Chuẩn bị đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm được thu từ Trại Nghiên cứu và thực nghiệm Nông nghiệp, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ. Đất sau khi thu thập được phơi khô, sau đó làm tơi đất và trộn đều lại với nhau. Cân 7 kg đất (khối lượng khô) sau khi chuẩn bị cho vào từng chậu, làm bằng bề mặt và tưới nước làm ẩm đất. Mẫu đất đầu vụ được phân tích các chỉ tiêu hóa học đất bao gồm pH, EC và chỉ tiêu sinh học đất

như vi khuẩn, nấm, xạ khuẩn trong đất. Kết quả phân tích các thành phần hóa học đất và sinh học đất trước khi bố trí thí nghiệm được trình bày trong Bảng 1; đất thí nghiệm có giá trị pH trung bình chua ít (pH=5,36) và EC=0,13 mS/cm. Cả hai giá trị pH và EC đất đều trong ngưỡng thích hợp cho cây trồng. Đặc tính hóa học pH và độ dẫn điện EC của đất cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng năng suất cây trồng (Mbogoni et al., 2011). Mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn ở mức trung bình với các giá trị lần lượt tương ứng là 5,82; 2,70; 4,67 Log₁₀CFU/g đất khô. Kết quả phân tích cho thấy, đất sử dụng trong nghiên cứu không có yếu tố làm giới hạn sinh trưởng và phát triển của cây trồng.

Bảng 1. Thành phần hóa học và sinh học trong đất trước khi bố trí thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	pH	5,36
2	EC (mS/cm)	0,13
3	Mật số vi khuẩn (log ₁₀ CFU/g)	5,82
4	Mật số nấm (log ₁₀ CFU/g)	2,70
5	Mật số xạ khuẩn (log ₁₀ CFU/g)	4,67

2.2.2 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên có 6 nghiệm thức với 4 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức tương ứng với 4 chậu thí nghiệm. Thí nghiệm được bố trí liên tục trong 2 vụ và được kéo dài trong 30 ngày cho mỗi vụ. Các nghiệm thức thí nghiệm được liệt kê như sau:

Nghiệm thức 1: Đối chứng không bón phân

Nghiệm thức 2: 100% NPK (100N-48P₂O₅-24K₂O)

Nghiệm thức 3: Chế phẩm vi sinh PP 0,4%

Nghiệm thức 4: 75%NPK + CPVS PP 0,4%

Nghiệm thức 5: 50%NPK + CPVS PP 0,4%

Nghiệm thức 6: 25%NPK + CPVS PP 0,4%

Tiến hành gieo 20 hạt rau muống đã được ngâm với nước ấm (2 sôi: 3 lạnh) qua đêm. Khi cây rau muống phát triển được 2 lá thật, tiến hành tỉa bớt, chỉ giữ lại 10 cây/chậu, gieo mới tương tự cho vụ rau thí nghiệm thứ 2. Trong suốt thời gian thực hiện thí nghiệm, rau được tưới nước mỗi ngày và cỏ dại và sâu hại được quản lý bằng tay và không sử dụng thuốc bảo vệ thực vật hóa học để kiểm soát. Chế phẩm PP với nồng độ 0,4% được phun vào các thời điểm 5, 10, 15, 20 và 25 ngày sau khi gieo với liều lượng 100 mL chế phẩm/chậu bằng cách phun đều trên bề mặt lá và mặt đất trong chậu thí nghiệm.

Phân bón NPK được bón theo công thức khuyến cáo 100N-48P₂O₅-24K₂O vào các thời điểm 10, 20, và 25 ngày sau khi gieo với tỉ lệ tương ứng 50%, 20% và 30% (Điệp và ctv., 2011; Ba & Thủy, 2019).

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Chỉ tiêu sinh trưởng gồm số lá và chiều cao cây được lấy chỉ tiêu vào các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau khi gieo. Hàm lượng Chlorophyll trong lá được đo bằng máy Chlorophyll CCM 200 plus (đơn vị CCI) ở các thời điểm 20 và 30 ngày. Chiều dài rễ được đo vào thời điểm kết thúc thí nghiệm.

Chỉ tiêu năng suất: Khối lượng tươi rau muống (đã loại bỏ phần rễ)/chậu và sinh khối khô rau muống được thu vào thời điểm kết thúc thí nghiệm. Sinh khối khô/chậu (g/chậu) được xác định bằng cách đem toàn bộ thân rau muống sấy khô ở 105°C cho đến khi nước trong thân mất hoàn toàn khối lượng không thay đổi giữa các lần cân) để xác định sinh khối khô của rau muống trên mỗi chậu thí nghiệm.

Chỉ tiêu hóa học đất:

pH đất được xác định vào các thời điểm 20 và 30 ngày sau khi gieo và tiến hành đo bằng máy đo pH HANNA HI 8314. pH được đo bằng cách sử dụng điện cực [H⁺] trong dung dịch trích với tỉ lệ đất : nước là 1 : 2,5 (v/v) và lắc đều trên máy lắc ngang với tốc độ 150 vòng/ phút trong 1 giờ, sau đó, ly tâm với tốc độ 6000 vòng/phút trong 5 phút. Dịch trích thu được sau ly tâm được dùng để xác định pH_{H₂O} trong đất (Sparks et al., 1996).

EC đất được xác định bằng máy đo EC Schott model 960. Dung dịch đất được trích với nước theo tỉ lệ đất : nước là 1 : 2,5 (v/v) và lắc trong 1 giờ trên máy lắc ngang với tốc độ 150 vòng/ phút, sau đó ly tâm với tốc độ 6000 vòng/phút trong 5 phút. Dịch trích thu được sau khi ly tâm được dùng để xác định EC trong đất (Sparks et al., 1996).

Chỉ tiêu sinh học đất:

Mật số vi khuẩn, nấm, xạ khuẩn được xác định vào thời điểm kết thúc thí nghiệm. Mật số vi sinh vật trong đất được xác định bằng phương pháp hòa loãng (Ian & Charles, 2004). Đất (1 g) được cân cho vào ống Fancol 50 mL đã tiệt trùng chứa 20 mL dung dịch đệm phosphate (Buffer phosphate), để trên máy lắc ngang trong 1 giờ với tốc độ 150 vòng/phút. Dịch trích được pha loãng thành nhiều nồng độ pha loãng với hệ số pha loãng bằng 10. Dung dịch hòa loãng (50 µL) được hút cho lên trên bề mặt các môi trường chuyên biệt cho vi khuẩn, nấm, xạ khuẩn lần lượt là TSA, ME và môi trường

Starch. Dùng que chà thủy tinh tiết trùng trái đều dịch trích lên trên bề mặt các môi trường. Các đĩa petri chứa mẫu được ủ trong tủ ẩm ở 30°C trong 3 ngày. Mật số khuẩn lạc và bào tử nấm hiện diện trên bề mặt của các môi trường tương ứng được đếm để xác định mật số tổng nhóm vi sinh vật/g đất khô kiệt.

2.3. Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý với Mirosoft Office Excel 2013 và phân tích thống kê bằng phần mềm Minitab 16.2 ở mức ý nghĩa 5%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của chế phẩm PP lên sinh trưởng và năng suất của cây rau muống trong điều kiện nhà lưới

3.1.1. Chiều cao cây

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP lên chiều cao cây rau muống giữa các nghiệm thức ở 2 vụ thí nghiệm được trình bày trong Bảng 2 và Hình 1. Giữa các nghiệm thức có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) ở các thời điểm thu mẫu và chiều cao cây tăng dần theo thời gian thí nghiệm.

Bảng 2. Chiều cao cây rau muống giữa các nghiệm thức ở 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới

Nghiệm thức	Chiều cao cây rau muống (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
NT1: Không bón phân	10,3d	19,6d	27,6e	14,4d	20,1d	24,3e
NT2: 100%NPK	15,1a	24,4a	41,0a	18,3a	28,9a	40,0a
NT3: PP 0,4%	12,7b	19,7d	27,5e	16,1c	22,6c	27,5d
NT4: 75%NPK+ PP0,4%	10,3d	23,3b	35,6b	18,0a	28,7a	39,4a
NT5: 50%NPK+ PP0,4%	12,2c	19,5d	29,4d	18,1a	25,8b	34,7b
NT6: 25%NPK+ PP0,4%	9,4e	20,8c	34,1c	16,9b	26,1b	32,9c
F	*	*	*	*	*	*
CV (%)	16,7	9,38	15,3	8,55	12,8	17,8

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. NSG: ngày sau gieo. PP: chế phẩm PP

Vụ 1, tại tất cả các thời điểm thu mẫu, nghiệm thức NT2: 100% NPK khuyến cáo có chiều cao cây cao nhất (15,1-41,0 cm) và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với các nghiệm thức còn lại (9,4 – 35,6 cm). Kế đến là nghiệm thức bón chế phẩm PP 0,4% kết hợp 75% NPK khuyến cáo, có chiều cao cây dao động từ 10,3 đến 35,6 cm).



Hình 1. Cây rau muống của các nghiệm thức ở thời điểm 30 ngày sau khi gieo trong vụ 1

Trong khi đó, ở vụ 2, nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 75% NPK khuyến cáo cho kết quả về chiều cao cây không khác biệt ý nghĩa thống kê

($p > 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức bón NPK khuyến cáo ở tất cả các thời điểm thu mẫu với chiều cao của 2 nghiệm thức này lần lượt dao động từ 18,0-39,4 và 18,3-40,0 cm. Hai nghiệm thức này có chiều cao cây cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Nghiệm thức đối chứng không bón phân NPK có chiều cao cây thấp nhất ở cả 2 vụ (10,3-27,6 cm trong vụ 1 và 14,4-24,3 cm trong vụ 2). Ngoài ra, ở vụ 2, nghiệm thức chỉ bón CPVS PP 0,4% cho chiều cao cây cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so với nghiệm thức đối chứng không bón phân NPK ở hầu hết tất cả các thời điểm thu mẫu. Kết quả này cho thấy, chế phẩm PP có hiệu quả trong việc gia tăng chiều cao cây rau muống, thêm vào đó việc bón chế phẩm PP kết hợp với bón 75% NPK khuyến cáo giúp gia tăng chiều cao cây và kết quả tương đương với nghiệm thức bón NPK theo khuyến cáo. Điều này chứng tỏ rằng, chế phẩm PP có chứa nhóm vi sinh vật có lợi là *Bacillus* và *Lactobacillus* giúp kích thích sinh trưởng về chiều cao của cây rau muống khi trồng trong điều kiện nhà lưới.

3.1.2. Số lá

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm PP đến số lá rau muống hai vụ thí nghiệm được trình

bày trong Bảng 3 số lá rau muống của tất cả nghiệm thức tăng dần theo thời gian thí nghiệm và đạt giá trị cao nhất ở thời điểm thu hoạch. Ở cùng thời điểm thu mẫu các nghiệm thức thí nghiệm có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) về số lá rau muống. Hầu hết ở các thời điểm thu mẫu của cả hai vụ thí nghiệm, số lá rau muống ở nghiệm thức bón 100% NPK khuyến cáo cao hơn và khác biệt thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với các nghiệm thức còn lại, đặc biệt là nghiệm thức đối chứng không bón NPK và nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP. Tương tự như kết quả về chiều cao của cây rau muống, kết quả về số lá trong vụ 2 cũng cho thấy nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP (0,4%) kết hợp với bón 75% NPK khuyến cáo có số lá rau muống không

khác biệt thống kê với nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo (10 lá). Trong khi các nghiệm thức bón giảm phân NPK còn lại kết hợp với CPVS PP (0,4%) có số lá thấp hơn (9 lá) và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với hai nghiệm thức trên. Như vậy, CPVS PP kết hợp với bón 75% NPK có hiệu quả trong việc gia tăng số lá rau muống và cho kết quả tương đương với nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo. Tuy nhiên, chỉ có vụ 2 kết quả mới cho thấy hiệu quả tốt hơn, trong khi vụ 1 các nghiệm thức bón giảm phân hóa học kết hợp bón CPVS PP 0,4% không làm gia tăng chiều cao cây và số lá rau muống. Điều này có thể là do vi sinh trong chế phẩm PP cần tích lũy đủ mật số để chúng hoạt hóa trong môi trường đất nhằm kích thích sinh trưởng cây rau.

Bảng 3. Số lá rau muống giữa các nghiệm thức qua 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới

Nghiệm thức	Số lá (lá/cây)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
NT1: Không bón phân	4	6b	8c	5	7b	8c
NT2: 100%NPK	4	7a	10a	5	8a	10a
NT3: PP 0,4%	4	7a	8c	5	7b	8c
NT4: 75%NPK+ PP 0,4%	4	7a	9b	5	8a	10a
NT5: 50%NPK+ PP 0,4%	4	7a	9b	5	8a	9b
NT6: 25%NPK+ PP 0,4%	4	7a	9b	5	8a	9b
F	ns	*	*	ns	*	*
CV (%)	5,36	5,38	9,58	3,07	7,54	9,29

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. NSG: ngày sau gieo. PP: chế phẩm PP

3.1.3. Hàm lượng chlorophyll trong lá rau muống

Hàm lượng chlorophyll trong lá cây trồng được dùng để đánh giá về khả năng hấp thu và chuyển hóa đạm trong đất lên sinh khối cây trồng. Ảnh hưởng của chế phẩm PP đến hàm lượng chlorophyll trong lá rau muống giữa các nghiệm thức tại các thời điểm thu mẫu ở hai vụ thí nghiệm được trình bày trong Bảng 4. Kết quả cho thấy tại các thời điểm thu mẫu ở hai vụ rau, hai nghiệm thức bón 100%NPK khuyến cáo và nghiệm thức bón 75%NPK kết hợp chế phẩm vi sinh PP 0,4% có hàm lượng chlorophyll trong lá cao hơn và khác biệt thống kê ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên, hai nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Nghiệm thức không bón NPK có hàm lượng chlorophyll trong lá thấp nhất ở

tất cả các thời điểm thu mẫu (dao động từ 7,5 đến 10,7 CCI).

Thêm vào đó, nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP 0,4% có hàm chlorophyll trong lá cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không bón NPK (14,6-17,9 CCI). Việc gia tăng hàm lượng chlorophyll trong lá ở nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP 0,4% có thể là do các vi khuẩn nhóm *Lactobacillus* spp. và *Bacillus* spp. Trong chế phẩm vi sinh được bổ sung vào đất đã giúp gia tăng khả năng phân hủy chất hữu cơ để khoáng hóa và phóng thích đạm hữu dụng cho cây trồng hấp thu tốt hơn. Ngoài ra, có một số loài trong hai nhóm vi khuẩn này còn có chức năng cố định đạm giúp gia tăng hàm lượng đạm tổng số và hữu dụng cho đất và cây trồng hấp thu (Hãng, 2008). Như vậy, CPVS PP có hiệu quả trong việc gia tăng hàm lượng chlorophyll trong lá rau muống.

Bảng 4. Hàm lượng chlorophyll trong lá của các nghiệm thức ở 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới

Nghiệm thức	Hàm lượng chlorophyll tổng số (CCI)			
	Vụ 1		Vụ 2	
	20 NSG	30 NSG	20 NSG	30 NSG
NT1: Không bón phân	10,7d	8,8d	9,6b	7,5d
NT2: 100%NPK	14,6a	16,7a	14,7a	17,9a
NT3: PP 0,4%	13,1c	12,3c	10,2b	9,7c
NT4: 75%NPK+ PP0,4%	14,2a	16,5a	14,2a	17,3a
NT5: 50%NPK+ PP0,4%	14,5a	13,5b	14,6a	13,7b
NT6: 25%NPK+ PP0,4%	13,7b	8,6d	14,1ba	14,5b
F	*	*	*	*
CV (%)	10,2	26,1	17,2	28,9

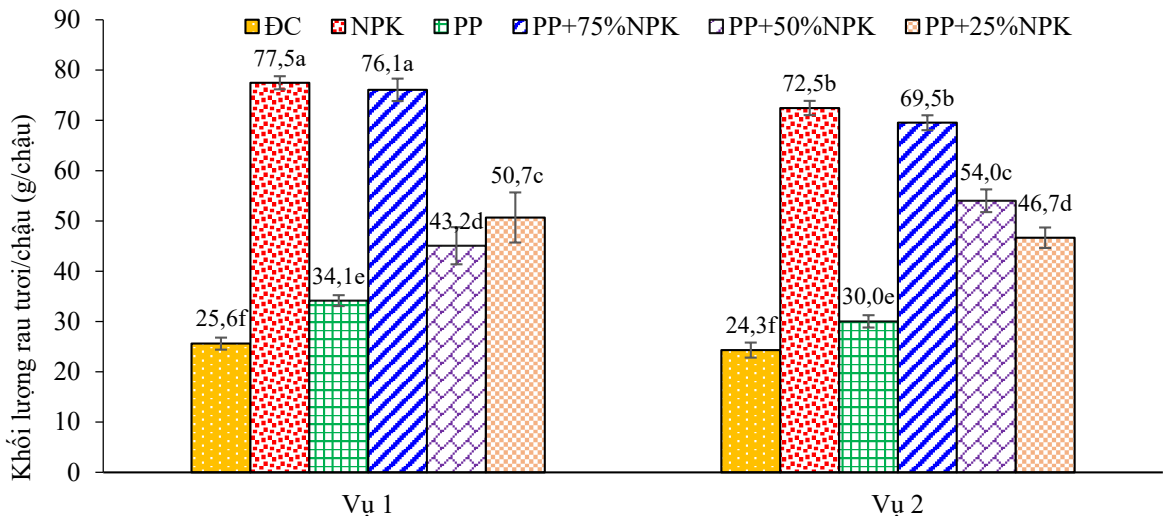
Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. NSG: ngày sau gieo. PP: chế phẩm PP

3.1.4. Khối lượng tươi/chậu

Hình 2 trình bày kết quả ảnh hưởng của việc sử dụng chế phẩm PP kết hợp bón phân NPK đến khối lượng tươi của rau muống/chậu sau 30 ngày gieo trồng ở hai vụ thí nghiệm trong nhà lưới.

Kết quả thí nghiệm ở vụ 1 cho thấy tổng khối lượng tươi rau muống/chậu đạt cao nhất ở nghiệm thức bón 100%NPK theo khuyến cáo và đạt 77,5 g/chậu, kế đến là nghiệm thức bón kết hợp 75%NPK khuyến cáo và PP 0,4%, có tổng khối lượng tươi đạt 76,1 g/chậu. Mặc dù hai nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p>0,05) nhưng khác biệt thống kê khi so sánh với

các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Hai nghiệm thức bón 50% và 25% NPK khuyến cáo kết hợp chế phẩm vi sinh PP 0,4% có tổng khối lượng tươi tương đương nhau và không khác biệt ý nghĩa thống kê (p>0,05) và lần lượt đạt 45,1 và 50,7 g/chậu. Nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP 0,4% mặc dù có khối lượng tươi thấp hơn (34,1 g/chậu) so với nghiệm thức NT2 và nghiệm thức NT5, NT6 nhưng cao hơn so với nghiệm thức NT1 đôi chút không khác biệt (p<0,05). Nghiệm thức NT1 không bón phân có khối lượng tươi/chậu thấp nhất (25,6 g/chậu).



Hình 2. Khối lượng tươi/chậu của các nghiệm thức sau 30 ngày thí nghiệm của 2 vụ rau trong điều kiện nhà lưới

Kết quả thí nghiệm ở vụ 2 cho thấy cũng tương tự như vụ 1, tổng khối lượng tươi rau muống/chậu ở vụ 2 đạt cao nhất ở nghiệm thức bón 100% NPK theo khuyến cáo và đạt 72,5 g/chậu, kế đến là

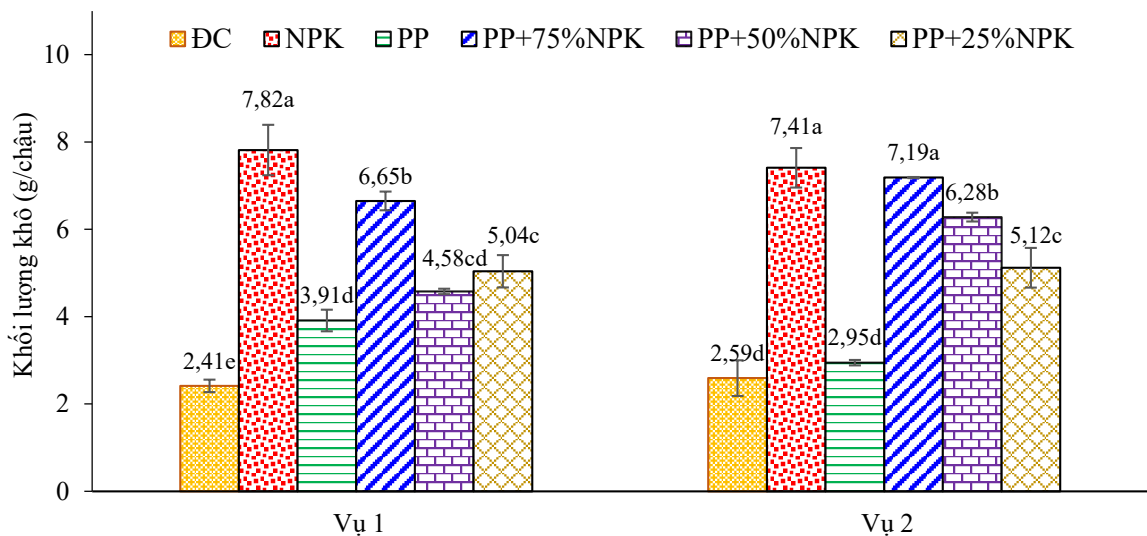
nghiệm thức bón 75% NPK kết hợp bón chế phẩm PP 0,4% có tổng khối lượng tươi đạt 69,5 g/chậu. Hai nghiệm thức này vẫn khác biệt không ý nghĩa thống kê với nhau (p>0,05) nhưng khác biệt thống

kê khi so sánh với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Nghiệm thức bón 50% NPK khuyến cáo và chế phẩm vi sinh PP 0,4% có khối lượng tươi cao hơn (54,0 g/chậu) so với nghiệm thức bón 25%NPK + PP 0,4% (46,7 g/chậu). Nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP 0,4% mặc dù có khối lượng tươi là 30,0 g/chậu, thấp hơn so với nghiệm thức bón 100% NPK khuyến cáo và các nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón NPK ở các mức 50 và 25% nhưng cao hơn có ý nghĩa ($P < 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức đối chứng không bón NPK (24,3 g/chậu) và cũng là nghiệm thức có khối lượng tươi/chậu thấp nhất. Như vậy, việc gia tăng tổng khối lượng tươi rau muống/chậu ở các nghiệm thức bón NPK và chế phẩm vi sinh là kết quả từ việc gia tăng về chiều cao, số lá và hàm lượng chlorophyll trong lá ở các nghiệm thức này. Ngoài ra, việc gia tăng khối lượng tươi của rau muống ở nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP nồng độ 0,4% khi so với nghiệm thức đối chứng không bón phân NPK ở cả hai vụ thí nghiệm cho thấy được khả năng giúp gia tăng sinh trưởng và khối lượng tươi rau muống của chế phẩm vi sinh chứa các dòng vi khuẩn có lợi cho cây trồng gồm chi *Bacillus* và *Lactobacillus*. Bên cạnh đó, việc bón 75% NPK theo khuyến cáo kết hợp bón chế phẩm PP giúp rau muống tăng sinh trưởng và khối lượng tươi tương đương với nghiệm thức bón đầy đủ NPK theo khuyến cáo cho thấy rõ vai trò của chế phẩm vi sinh PP chứa các dòng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* và *Lactobacillus* trong việc kích thích sinh trưởng và đồng thời còn giảm được 25% lượng phân bón hóa học khuyến cáo cho cây rau muống.

Kết quả này cũng tương tự với nghiên cứu của Xã (2021) khi sử dụng chế phẩm vi sinh vật giúp giảm 25% lượng đạm hóa học cho cây rau muống nhưng vẫn duy trì được năng suất tương đương nghiệm thức bón 100%N theo khuyến cáo. Tương tự, kết quả trước đó trên cây đậu bắp và cây ớt sừng vàng (Lê & Điệp, 2012) đã cho thấy sử dụng phân bón vi sinh giúp giảm 25% phân bón hóa học nhưng vẫn duy trì năng suất tương đương nghiệm thức bón 100%NPK theo khuyến cáo.

3.1.5. Sinh khối khô của rau muống

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP đến sinh khối khô của rau muống/chậu sau 30 ngày gieo trồng ở 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới được trình bày trong Hình 3. Kết quả cho thấy trong vụ 1 sinh khối khô đạt cao nhất tại nghiệm thức bón NPK khuyến cáo (7,82 g/chậu), kế đến là nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp 75% NPK khuyến cáo, đạt 6,65 g/chậu và khác biệt ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Hai nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp với bón 50% và 25% NPK khuyến cáo có tổng sinh khối khô tương đương nhau, không khác biệt ý nghĩa thống kê và lần lượt đạt 4,58 và 5,04 g/chậu. Nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP mặc dù có sinh khối khô thấp hơn (3,91 g/chậu) so với nghiệm thức bón NPK khuyến cáo và các nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh kết hợp NPK khác nhưng cao hơn so với nghiệm thức đối chứng không bón NPK (2,41 g/chậu).



Hình 3. Sinh khối khô (g/chậu) của các nghiệm thức ở hai vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

Kết quả ở vụ 2 cho thấy sinh khối khô rau muống/chậu đạt cao nhất ở nghiệm thức bón NPK theo khuyến cáo và đạt 7,41 g/chậu, kế đến là nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp 75% NPK khuyến cáo có tổng sinh khối khô đạt 7,19 g/chậu. Tuy nhiên, hai nghiệm thức này không khác biệt thống kê khi so sánh với nhau ($p>0,05$). Nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp với bón 50% NPK khuyến cáo có sinh khối khô cao hơn (6,28 g/chậu) so với nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp 25% NPK khuyến cáo (5,12 g/chậu). Như vậy, kết quả này cho thấy việc sử dụng chế phẩm vi sinh PP cho cây rau muống giúp làm giảm 25% lượng NPK theo khuyến cáo nhưng vẫn cho sinh khối khô rau muống tương đương với nghiệm thức bón 100%NPK theo khuyến cáo.

Kết quả này tương tự với kết quả của một số nghiên cứu trước đây. Trong các thí nghiệm ở nhà lưới tại Tiền Giang, nghiên cứu của Trúc (2011) đã cho thấy khi sử dụng chế phẩm vi sinh tổ hợp các dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA được phân lập và tuyển chọn từ đất trồng rau ở Tiền Giang giúp tăng chiều dài rễ và chiều cao cây rau muống và rau mồng tơi. Nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng việc sử dụng chế phẩm vi sinh vật cố định đạm có chức năng tổng hợp IAA không những giảm 50% lượng phân hóa học mà còn cho năng suất rau cao hơn so với nghiệm thức chỉ bón phân hóa học, đồng thời giúp giảm lượng nitrate tồn dư trong rau. Tương tự, Nhu et al. (2018) cho thấy việc chủng dòng vi khuẩn cố định đạm *Klebsiella oxytoca* vào cây rau muống trồng trong chậu giúp giảm được 50% lượng phân bón hoá học đồng thời làm tăng suất rau muống thêm 45,8% và các chất dinh dưỡng trong đất tuy nhiên hàm lượng chlorophyll trong lá rau khác biệt

không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nghiệm thức bón NPK khuyến cáo. Ngoài ra, Khan et al. (2010) đã nghiên cứu khả năng kích thích sinh trưởng của 2 dòng vi khuẩn *Azotobacter* và *Azospirillum* và hỗn hợp của 2 dòng vi khuẩn này lên cây cải xanh cho thấy chủng *Azospirillum* giúp gia tăng các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất đồng thời giảm được phân hóa học. Đặc biệt, Phua et al. (2012) đã phân lập các dòng vi khuẩn có chức năng kích thích sinh trưởng cây trồng như tổng hợp IAA, hoà tan lân, đối kháng sinh học và đã tuyển chọn được 8 dòng vi khuẩn để thử nghiệm lên sinh trưởng của cây bắp cải (*Chinese cabbage*) ở điều kiện nhà lưới. Kết quả cho thấy cả 8 dòng vi khuẩn đều giúp gia tăng sinh khối khô cây cải bắp so với nghiệm thức bón phân hoá học theo khuyến cáo.

3.2. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP lên đặc tính hóa học đất

3.2.1. pH đất

Kết quả ảnh hưởng của việc sử dụng chế phẩm PP kết hợp bón phân NPK đến pH đất trồng rau muống ở hai vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới được trình bày trong Bảng 5. Nhìn chung, giá trị pH có xu hướng ổn định và không thay đổi hoặc thay đổi không đáng kể trong suốt thời điểm thí nghiệm cho cả hai vụ trồng. Giá trị pH đất giữa các nghiệm thức không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở hầu hết tất cả các thời điểm thu mẫu khi so sánh với nhau ($p>0,05$) với pH của các nghiệm thức dao động từ 4,51 đến 5,58. Như vậy, qua kết quả này cho thấy việc bón chế phẩm vi sinh PP dù kết hợp hoặc không kết hợp với bón phân NPK đều không làm thay đổi pH đất trồng rau muống trong nhà lưới qua hai vụ thí nghiệm.

Bảng 5. Diễn biến pH đất của các nghiệm thức sau 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới

Nghiệm thức	pH đất			
	Vụ 1		Vụ 2	
	20 NSG	30 NSG	20 NSG	30 NSG
NT1: Không bón phân	5,58a	5,09a	5,36	5,46ab
NT2: 100%NPK	4,70b	4,51b	5,13	5,28b
NT3: PP 0,4%	5,01b	4,87ab	5,20	5,39ab
NT4: 75%NPK+ PP0,4%	4,83b	4,66ab	5,12	5,36ab
NT5: 50%NPK+ PP0,4%	4,87b	4,87ab	5,06	5,32ab
NT6: 25%NPK+ PP0,4%	5,01b	4,90ab	5,24	5,50a
F	*	*	ns	*
CV (%)	6,67	5,56	3,72	2,04

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. NSG: ngày sau gieo. PP: chế phẩm PP

3.2.2. EC đất

Kết quả ảnh hưởng của việc sử dụng chế phẩm PP kết hợp bón phân NPK đến EC trong đất trồng rau muống ở hai vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới được trình bày trong Bảng 6. Kết quả cho thấy giá trị EC đất tương tự như giá trị pH đất, có xu hướng ổn định trong suốt thời gian bố trí thí nghiệm cho cả hai vụ trồng. Giữa các nghiệm thức sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau

($p < 0,05$). Trong đó hầu hết ở tất cả các thời điểm thu mẫu nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo và các nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp NPK có giá trị EC đất cao hơn và khác biệt thống kê khi so với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chỉ bón chế phẩm PP ($p < 0,05$) (0,17-0,17 mS/cm so với 0,10-0,15 mS/cm). Tóm lại, việc bón phân hóa học NPK và các nghiệm thức bón CPVS PP kết hợp bón NPK giúp cải thiện giá trị EC đất trong thời gian bố trí thí nghiệm.

Bảng 6. Diễn biến EC đất của các nghiệm thức sau 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới

Nghiệm thức	EC (mS/cm)			
	Vụ 1		Vụ 2	
	20 NSG	30 NSG	20 NSG	30 NSG
NT1: Không bón phân	0,10b	0,12b	0,14	0,12bc
NT2: 100%NPK	0,18a	0,18a	0,17	0,18a
NT3: PP 0,4%	0,10b	0,11b	0,12	0,11c
NT4: 75%NPK+ PP0,4%	0,15ab	0,18a	0,18	0,14bc
NT5: 50%NPK+ PP0,4%	0,15ab	0,15ab	0,18	0,14ab
NT6: 25%NPK+ PP0,4%	0,13abc	0,13ab	0,16	0,14 bc
F	*	*	ns	*
CV (%)	29,8	24,8	22,6	18,8

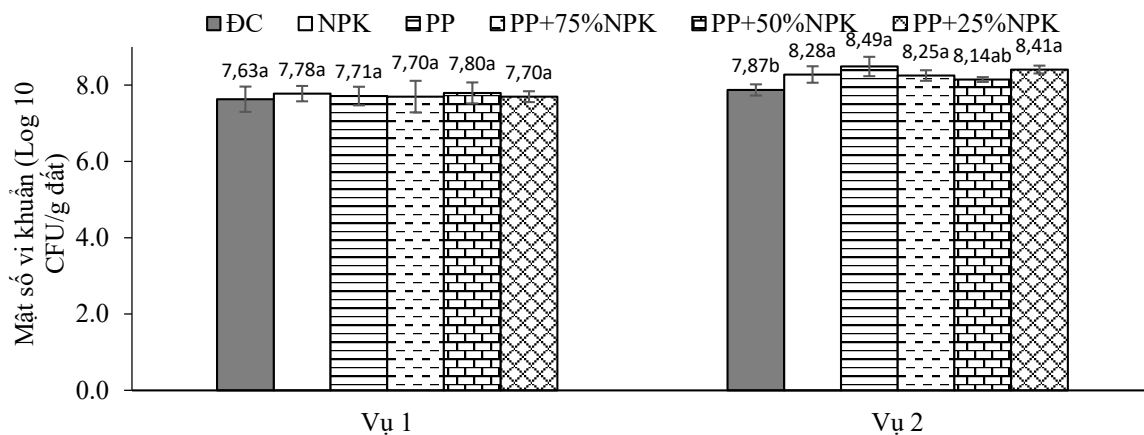
Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. NSG: ngày sau gieo. PP: chế phẩm PP

3.3. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP lên đặc tính sinh học đất

3.3.1. Mật số vi khuẩn trong đất cuối vụ

Ảnh hưởng CPVS PP kết hợp bón phân NPK đến mật số vi khuẩn đất ở thời điểm cuối vụ qua 2 vụ thí nghiệm được trình bày trong Hình 4. Nhìn chung, mật số vi khuẩn trong đất cuối vụ 1 hầu như không khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức khi so sánh với nhau ($p > 0,05$) và dao động trong khoảng từ 7,63 đến 7,80 (\log_{10} CFU/g đất). Trong khi ở vụ 2, mật số vi khuẩn đất cuối vụ ở các nghiệm thức bón phân đều cao hơn và khác biệt thống kê ($p < 0,05$) so với

nghiệm thức đối chứng (7,87 \log_{10} CFU/g). Trong khi các nghiệm thức còn lại dao động từ 8,14 đến 8,49 (\log_{10} CFU/g đất) và không khác biệt thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Như vậy, việc tăng mật số vi khuẩn đất ở các nghiệm thức bón phân ở cuối vụ 2 có thể là do lượng phân bón đưa vào trong đất cung cấp dinh dưỡng thiết yếu và đủ cho nhu cầu về dinh dưỡng của vi khuẩn để tăng mật số. Như vậy, bón CPVS PP kết hợp bón NPK, hay chỉ bón CPVS PP hoặc chỉ bón phân hóa học khuyến cáo giúp tăng mật số vi khuẩn trong đất sau hai vụ trồng rau muống trong nhà lưới.

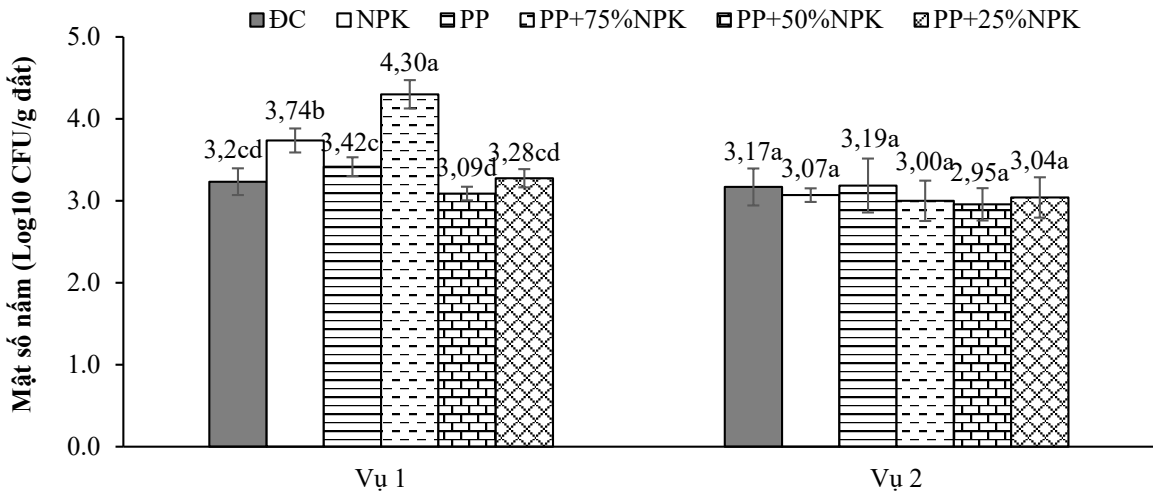


Hình 4. Mật số vi khuẩn trong đất sau hai vụ rau muống thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

3.3.2. Mật số nấm trong đất cuối vụ

Mật số nấm trong mẫu đất cuối vụ được trình bày trong Hình 5 cho thấy trong vụ rau 1, mật số nấm cao nhất ở nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% NPK khuyến cáo (4,30 log₁₀CFU/g đất), kế đến là nghiệm thức bón phân 100% NPK khuyến cáo, đạt 3,74 log₁₀CFU/g đất và khác biệt thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Trong khi các nghiệm thức còn lại có mật số nấm

trong đất cuối vụ thấp hơn và khác biệt không ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p>0,05). Tuy nhiên, mật số nấm trong đất cuối vụ 2 ở các nghiệm thức không khác biệt thống kê khi so sánh với nhau và dao động trong khoảng từ 2,95 đến 3,19 (log₁₀CFU/g đất). Như vậy, việc bón chế phẩm PP kết hợp với NPK chưa cho thấy rõ tác động đến mật số nấm sau hai vụ rau muống thử nghiệm ở điều kiện nhà lưới.

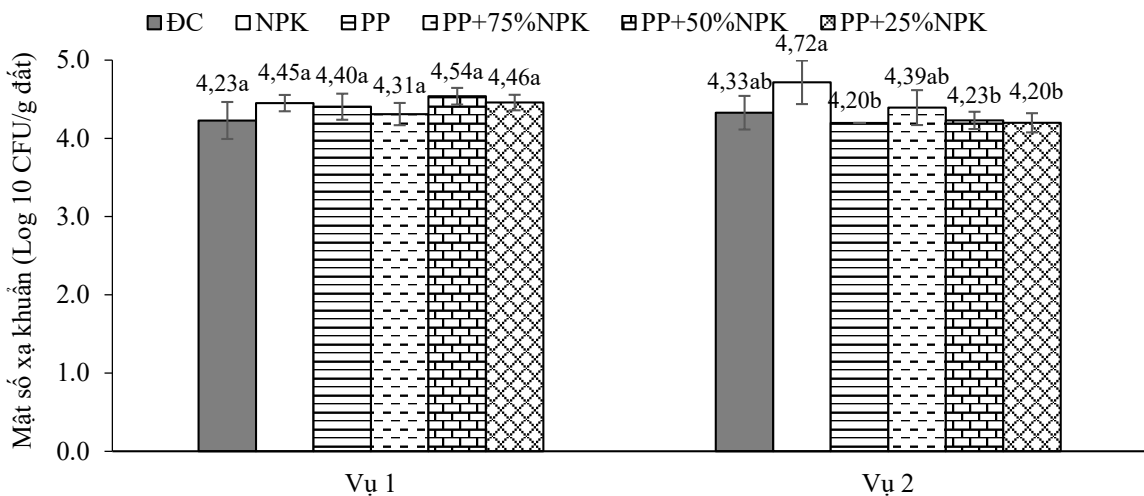


Hình 5. Mật số nấm trong đất của các nghiệm thức sau hai vụ rau thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

3.3.3. Mật số xạ khuẩn trong đất cuối vụ

Kết quả nghiên cứu về CPVS PP kết hợp bón phân hóa học NPK đến mật số xạ khuẩn vào thời điểm kết thúc thí nghiệm sau 2 vụ thí nghiệm được trình bày trong Hình 6. Nhìn chung, mật số xạ khuẩn trong mẫu đất cuối vụ ở cả hai vụ thí nghiệm đều khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các

nghiệm thức khi so sánh với nhau (p>0,05). Mật số xạ khuẩn đất cuối vụ tại các nghiệm thức ở vụ 1 và vụ 2 dao động lần lượt trong khoảng từ 4,23 đến 4,54 log₁₀CFU/g đất và từ 4,20 đến 4,72 log₁₀CFU/g đất. Như vậy, việc bón chế phẩm PP kết hợp với bón NPK chưa cho thấy rõ tác động lên mật số xạ khuẩn trong đất sau hai vụ trồng rau muống trong nhà lưới.



Hình 6. Mật số xạ khuẩn trong đất của các nghiệm thức sau 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

Đối với sức khỏe của đất, Lee (2010) đã nghiên cứu hiệu quả của việc bón phân hữu cơ vi sinh lên đặc tính hóa học và mật số vi khuẩn đất trong trồng hành ở điều kiện đồng ruộng cho thấy nghiệm thức chỉ bón phân hóa học làm cho đất trở nên chua hơn (pH giảm) và EC tăng cao hơn so với nghiệm thức bón phân hữu cơ dạng rắn. Ngoài ra, bổ sung phân hữu cơ vi sinh giúp gia tăng mật số vi khuẩn hiếu khí và xạ khuẩn trong đất (Lee, 2010; Thư và ctv., 2012; Tang et al., 2023).

Tóm lại, việc giảm 25% phân hóa học NPK nhưng bổ sung CPVS PP 0,4% không làm giảm năng suất rau mà còn cải thiện được sức khỏe của đất. Điều này phù hợp với kết luận của Dawwam et al. (2013) cho rằng việc áp dụng phân vi sinh hòa tan kali sẽ là giải pháp bền vững để cung cấp dinh dưỡng, làm phát triển bộ rễ, tăng sinh trưởng và năng suất cây trồng. Như vậy, đây là cơ sở để tiếp tục các nghiên cứu đánh giá hiệu quả của CPVS PP đối với cây trồng khác nhau ở điều kiện ngoài đồng và giảm thêm các mức phân bón NPK góp phần

giảm chi phí đầu vào, gia tăng lợi nhuận cho nông dân trong quá trình canh tác rau và các cây trồng khác theo hướng bền vững và an toàn.

4. KẾT LUẬN

Bón giảm 25%NPK theo khuyến cáo kết hợp bổ sung chế phẩm vi sinh PP 0,4% chứa các dòng vi khuẩn có lợi cho cây trồng thuộc chi *Bacillus* và *Lactobacillus* giúp gia tăng chiều cao, hàm lượng chlorophyll trong lá, dẫn đến gia tăng khối lượng tươi và sinh khối khô rau muống, đồng thời giúp tăng giá trị EC trong đất, mật số vi khuẩn trong đất khi trồng trong nhà lưới qua 2 vụ thí nghiệm. Mặc dù qua 2 vụ thí nghiệm, việc sử dụng CPVS PP kết hợp với bón chưa thể hiện cải thiện giá trị pH, mật số nấm, và xạ khuẩn trong đất trồng rau muống trong nhà lưới cần tiếp tục nghiên cứu thêm. Tuy nhiên có thể sử dụng chế phẩm trong canh tác rau để góp phần giảm thiểu sử dụng phân bón hóa học góp phần thực hiện sản xuất rau theo hướng an toàn và phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ba, T. T., & Thủy, V. T. B. (2019). *Giáo trình trồng rau*. Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.
- Cương, L. N., Toàn, H. K., Vũ, N. X., Huyền, T. T., & Thảo, L. T. T. (2019). Hiệu quả kích thích sinh trưởng và nâng cao năng suất của vi khuẩn *Bacillus* cho cây lạc ở Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 128(3C): 13-22. <https://doi.org/10.26459/hueuni-jard.v128i3C.5229>
- Dawwam, G. E., Elbeltagy, A., Emara, H. M., Abbas, H. I., & Hassan, M. M. (2013). Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.07.007>
- Diệp, C. N., Tùng, N. T., Anh, N. V., & Giang, T. T. (2011). Hiệu quả của phân hữu cơ – vi sinh trên năng suất và chất lượng rau xanh trồng trên đất phù sa tại tỉnh Long An. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 18b, 18-28.
- Gangopadhyay, M., Das, A. K., Bandyopadhyay, S., & Das, S. (2021). Water Spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops: Volume 10: Leaves, Flowerheads, Green Pods, Mushrooms and Truffles*, 183-215. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66969-0_5
- Ian, L. P., & Charles, P. G. (2004). *Environmental Microbiology: A laboratory manual*. ISBN 13: 978025505664.
- Ikpesu, T. O., & Ariyo, A. B. (2013). Health implication of excessive use and abuse of pesticides by the rural dwellers in developing. *Greener Journal of Environment Management and Public Safety*, 2(5), 180-188. <https://doi.org/10.15580/GJEMPS.2013.5.071113721>
- Jeyanthi, H., & Kombairaju, S. (2005). Pesticide use in vegetable crops: frequency, intensity and determinant factors. *Agricultural Economics Research Review*, 18, 209-221.
- Khan, I., Masood, A., & Ahmad, A. (2010). Effect of nitrogen fixing bacteria on plant growth and yield of Brassica juncea. *Journal of Phytology*, 2(9), 25-27. <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jp/article/view/2171>
- Lee, J. (2010). Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae*, 124(3), 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.01.004>
- Luân, Đ. T., Đường, T. V. H., & Nghĩa, N. K. (2023). Khảo sát một số chức năng sinh học của 6 dòng vi sinh vật tổng hợp acid lactic. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 59(1B), 151-161. DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.017
- Mbogoni, J. D. J., Kiwambo, B. J., Urassa, G. J., & Assenga, S. V. (2011). *Soil Fertility Appraisal for Enhancing Productivity in Rice-Based Systems of Ruvu Basin, Tanzania*. ARI-Mlingano: Tanga, Tanzania. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1469.1286>

- Mengistie, B. T., Mol, A. P. J., & Oosterveer, P. (2015). Pesticide use practices among smallholder vegetable farmers in Ethiopian Central Rift Valley. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1): 301-324. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9728-9>
- Ngân, P. T., Hải, V. H., Út, V. N., & Giang, H. T. (2022). Ảnh hưởng của vi khuẩn *Bacillus* CM3.1 và *Lactobacillus* TV3.2 lên chất lượng nước và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 58(4B), 185-192. DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.177
- 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>
- Hàng, N. T. T. (2008). *Chọn lọc các chủng vi khuẩn kích vùng rễ thích tăng trưởng kích thích tăng trưởng (PGPR) có khả năng đối kháng nấm Fusarium oxysporum gây bệnh héo rũ cà chua* (Luận văn tốt nghiệp đại học). Trường Đại học Cần Thơ.
- Lê, N. V., & Điệp, C. N. (2012). Hiệu quả phân bón vi sinh đến năng suất rau xanh (rau ăn quả) trồng trên đất phù sa quận Ô Môn, Thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 2012, 23a, 213-223. <https://ctujsvn.ctu.edu.vn/index.php/ctujsvn/article/view/266>
- Nhu, N. T. H., Chuen, N. L., & Riddech, N. (2018). The effects bio-fertilizer and liquid organic fertilizer on the growth of vegetables in the pot experiment. *Chiang Mai Journal of Science*, 45(3), 1257-1273. <http://epg.science.cmu.ac.th/ejournal/Contributed Paper>
- Phua, C. K. H., Wahid, A. N. A., & Rahim, K. A. (2012). Development of multifunctional biofertilizer formulation from indigenous microorganisms and evaluation of their n₂-fixing capabilities on Chinese cabbage using ¹⁵N tracer technique. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 35(3), 667 – 674. http://agris.upm.edu.my:0/9527; .setSpec:hdl_0_2
- Phượng, N. T. (2018). *Phân lập và tuyển chọn một số dòng vi khuẩn có khả năng làm giảm màu mật ri đường sấu lên men cồn từ một số hạt ngũ cốc* (Luận văn tốt nghiệp đại học). Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.
- Sparks, D. L., Page, A. L., & Helmke, P. A. (1996). *Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods. (Eds.)* (pp.1390). Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3>
- Tang, L., Shi, Y., Zhang, Y., Yang, D., & Guo, C. (2023). Effects of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria on Soil Bacterial Community, Soil Physicochemical Properties, and Soil Enzyme Activities in the Rhizosphere of Alfalfa under Field Conditions. *Diversity (MDPI)*, 15, 537. <https://doi.org/10.3390/d15040537>
- Thư, T. A., Chân, V. H., & Gương, V. T. (2012). Ảnh hưởng của phân hữu cơ và vô cơ đến hoạt động vi sinh vật đất vườn dừa trồng xen cacao tại huyện Châu Thành tỉnh Bến Tre. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 2012, 22a, 233-241.
- Trúc, N. T. N. (2011). *Tuyển chọn các dòng vi khuẩn cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp IAA, để làm phân bón cho rau ở Tiền Giang* (Luận án tiến sĩ). Trường Đại học Cần Thơ.
- Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh. (2019). *Báo cáo Xu hướng ứng dụng chế phẩm vi sinh trong xử lý phụ phẩm nông nghiệp*. https://dost.hochiminhcity.gov.vn/documents/1021/Tongquan_Ky_5_Che_pham_vi_sinh_xu_ly_phu_pham_nong_nghiep.pdf
- Út, V. N. (2022). *Ứng dụng chế phẩm sinh học (probiotics) trong nuôi trồng thủy sản*. <https://congnghiepsinhhocvietnam.com.vn/tin-tuc/t1078/ung-dung-che-pham-sinh-hoc-probiotics-trong-nuoi-trong-thuy-san.html>
- Xã, L. T. (2021). *Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn bản địa có khả năng cố định đạm và tổng hợp IAA để canh tác rau ở Sóc Trăng* (Luận án tiến sĩ). Trường Đại học Cần Thơ.