



DOI:10.22144/ctujos.2023.205

HIỆU QUẢ CỦA CHẾ PHẨM VI SINH PLANT PROBIOTICS (PP) LÊN ĐẶC TÍNH SINH HỌC ĐẤT, SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CÂY MỒNG TOI (*Basella alba* L.) Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Trần Việt Phú¹, Trần Võ Hải Đường², Nguyễn Quốc Tinh³ và Nguyễn Khởi Nghĩa^{4*}

¹Đội Kiểm tra trật tự đô thị và Môi trường thành phố Hà Tiên, Tỉnh Kiên Giang

²Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Bạc Liêu

³Sinh viên đại học ngành Khoa học Đất K40, Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

⁴Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

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

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 08/05/2023

Sửa bài (Revised): 06/06/2023

Duyệt đăng (Accepted): 09/06/2023

Title: Efficiency of the PP microbial product on soil biological properties, growth, and yield of Malabar spinach (*Basella alba* L.) under greenhouse conditions

Author(s): Tran Viet Phu¹, Tran Vo Hai Duong², Nguyen Quoc Tinh³ and Nguyen Khoi Nghia^{4*}

Affiliation(s): ¹Urban Order and Environment Inspection Team of Ha Tien city, ²Bac Lieu Technical and Economic College, ^{3,4}Can Tho University

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của chế phẩm vi sinh plant probiotics (PP) chứa vi khuẩn *Bacillus* spp. và *Lactobacillus* spp. lên đặc tính sinh học đất, sinh trưởng và năng suất cây mồng toi ở điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức, 4 lần lặp lại và liên tục trong 2 vụ. Kết quả cho thấy các nghiệm thức bổ sung chế phẩm vi sinh PP riêng lẻ hoặc kết hợp với 50% và 75% NPK khuyến cáo giúp gia tăng mật số vi khuẩn trong đất. Đặc biệt, việc bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón giảm 25% NPK được khuyến cáo giúp gia tăng chiều cao cây, chiều dài và chiều rộng lá, hàm lượng chlorophyll trong lá và khối lượng cây mồng toi tươi/chậu tương đương với nghiệm thức bón 100% NPK khuyến cáo. Tóm lại, chế phẩm vi sinh PP có tiềm năng ứng dụng hiệu quả cho canh tác rau màu theo hướng an toàn, bền vững.

Từ khóa: *Bacillus* spp., cây mồng toi, chế phẩm vi sinh PP, đặc tính sinh học đất, kích thích sinh trưởng, *Lactobacillus* spp.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of the plant probiotics microbial product (PP) comprising of *Bacillus* spp. và *Lactobacillus* spp. on soil biological properties, growth, and yield of Malabar spinach under the greenhouse conditions. The experiment was carried out as a completely randomized design with six treatments, four replicates, and two consecutive seasons. The results indicated that the treatments applied with single PP or PP in combination with 50% and 70% of the recommended NPK dose enhanced the number of bacteria in the soil. Significantly, the application of PP in coordination with a reduction of 25% of the recommended NPK dose boosted plant height, leaf length and width, chlorophyll content in leaf, and fresh Malabar spinach weight/pot, and these parameters were equivalent to the positive control treatment received recommended NPK dose. In short, PP recorded an effective use potential in safe and sustainable vegetable crop production.

Keywords: *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., Malabar spinach, PP microbial product, soil biological properties, stimulation of growth

1. GIỚI THIỆU

Sản xuất rau màu là một trong các thế mạnh của Đồng bằng sông Cửu Long, đóng góp trên 4 triệu tấn/năm, trong đó, trồng cây mồng toi được xem là mô hình sản xuất nông nghiệp hiệu quả hiện nay bởi vì không chỉ mang lại hiệu quả kinh tế cao, mà còn phù hợp với các hộ nông dân ít đất sản xuất (Hoàng, 2021). Cây mồng toi là cây leo, sinh trưởng nhanh, lá có hàm lượng chất dinh dưỡng cao và được sử dụng làm rau phổ biến ở Việt Nam và các quốc gia nhiệt đới khác như Ấn Độ và Thái Lan (Aguoru et al., 2014; Oanh et al., 2020). Mặt khác, canh tác rau an toàn đóng vai trò quan trọng trong định hướng phát triển nền nông nghiệp (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2016). Tuy nhiên, để đạt được năng suất và lợi nhuận trong canh tác rau màu, trong đó có cây mồng toi, người nông dân sử dụng thuốc bảo vệ thực vật và phân bón hóa học, thuốc kích thích sinh trưởng cây trồng với liều lượng và tần suất cao hơn khuyến cáo; do đó, dẫn đến rau màu mang dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, phân bón và các chất độc hại khác, gây ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến sức khỏe người nông dân và người tiêu dùng (Jeyanthi & Kombairaju, 2005; Ikpesu & Ariyo, 2013; Mengistie et al., 2015). Bên cạnh đó, việc lạm dụng hóa chất nông nghiệp trong canh tác mồng toi cũng làm cho đất trồng ngày càng suy thoái, nghèo dinh dưỡng, các chất độc hại tích lũy vào đất ngày càng nhiều (Châu và ctv., 2019). Vì vậy, vấn đề giảm sử dụng phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật trong canh tác cây mồng toi và thay thế vào đó là gia tăng sử dụng phân bón hữu cơ, vi sinh là việc làm hết sức cần thiết nhằm bảo vệ sức khỏe con người và môi trường. Ứng dụng vi khuẩn thuộc chi *Lactobacillus* và *Bacillus* được sử dụng phổ biến trong nông nghiệp bởi vì các lợi ích của chúng mang lại gồm phân giải chất hữu cơ, cố định đạm, hòa tan lân, sản xuất các enzymes và hormone,... giúp gia tăng khả năng chống chịu của cây trồng với điều kiện bất lợi môi trường như hạn, mặn, kim loại nặng, côn trùng, nấm và vi khuẩn gây bệnh; cải thiện sức khỏe đất; đặc biệt, kích thích sinh trưởng và năng suất cây trồng (Radhakrishnan et al., 2017; Raman et al., 2022). Tuy nhiên, các nghiên cứu về sử dụng các chế phẩm vi sinh chứa các dòng vi khuẩn thuộc chi *Lactobacillus* và *Bacillus* giúp cải thiện đặc tính sinh học đất, gia tăng sinh trưởng và năng suất cây rau màu ở Đồng bằng sông Cửu Long nói chung còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện

nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của chế phẩm vi sinh PP chứa các dòng vi khuẩn thuộc chi *Lactobacillus* và *Bacillus* lên một số đặc tính sinh học đất, sinh trưởng và năng suất cây mồng toi (*Basella alba*) trong điều kiện nhà lưới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chế phẩm vi sinh PP

Chế phẩm vi sinh plant probiotics (PP) dạng lỏng được sản xuất từ mật ri đường sau lên men côn, chứa tám dòng vi khuẩn thuộc chi *Lactobacillus* và *Bacillus* có tổng mật số vi khuẩn là 10^{11} CFU/mL. Chế phẩm được hòa loãng với nước cất tiệt trùng để đạt nồng độ 0,4% (v/v) để phun cho cây mồng toi. Các vi khuẩn trong chế phẩm vi sinh PP được phân lập và tuyển chọn từ hạt gạo, giúp tăng cường sức khỏe cây trồng, phân hủy nhanh chất hữu cơ, kích thích sinh trưởng cây trồng và phòng trừ sinh học đối với một số bệnh cây trồng.

2.2. Chuẩn bị hạt giống mồng toi

Hạt giống mồng toi sử dụng là hạt F1 của công ty giống Trang Nông. Hạt giống mồng toi được chuẩn bị bằng cách ngâm trong nước ấm với tỷ lệ 3 sôi : 2 lạnh và để qua đêm. Sau đó, hạt được lấy ra để ráo nước trước khi gieo.

2.3. Chuẩn bị đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm được thu từ Vườn thực nghiệm thuộc Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ. Đất sau khi thu thập được phơi khô, sau đó được băm nhỏ và trộn đều lại với nhau. Mẫu đất được phân tích các chỉ tiêu hóa học đất bao gồm pH, EC và chỉ tiêu sinh học đất như vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn trong đất trước khi thí nghiệm. Kết quả phân tích các thành phần hóa học và sinh học đất trước khi bố trí thí nghiệm được trình bày trong Bảng 1 cho thấy đất thí nghiệm có giá trị pH=5,61 và EC=0,17 mS/cm. Cả hai giá trị pH và EC đất đều nằm trong ngưỡng thích hợp cho cây mồng toi (Qiu & Liu, 2020). Mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn lần lượt là 5,82, 2,70, và 4,67 \log_{10} CFU/g đất khô. Từ các 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. Thí nghiệm được bố trí trong chậu (đường kính x chiều cao = 28 x 22 cm). Bảy kg đất (tính theo khối lượng khô) được cho vào từng chậu, làm bằng bề mặt và tưới nước giữ ẩm cho gieo trồng hạt.

Bảng 1. Chỉ tiêu hóa học và sinh học trong đất trước khi bố trí thí nghiệm

Chỉ tiêu	Giá trị
pH _{H2O}	5,61
EC (mS/cm)	0,17
Mật số vi khuẩn (log ₁₀ CFU/g)	5,82
Mật số nấm (log ₁₀ CFU/g)	2,70
Mật số xạ khuẩn (log ₁₀ CFU/g)	4,67

Bảng 2. Các nghiệm thức thí nghiệm cây mồng tơi trong điều kiện nhà lưới liên tục qua 2 vụ

Nghiệm thức	Viết tắt	Mô tả
NT1	Đối chứng	Không bổ sung chế phẩm vi sinh PP và phân bón NPK
NT2	100% NPK	Không bổ sung chế phẩm vi sinh PP; bón 100% NPK theo khuyến cáo
NT3	PP	Bổ sung chế phẩm vi sinh PP 0,4%
NT4	PP + 75% NPK	Bổ sung chế phẩm vi sinh PP 0,4% kết hợp bón 75% phân NPK khuyến cáo
NT5	PP + 50% NPK	Bổ sung chế phẩm vi sinh PP 0,4% kết hợp bón 50% phân NPK khuyến cáo
NT6	PP + 25% NPK	Bổ sung chế phẩm vi sinh PP 0,4% kết hợp bón 25% phân NPK khuyến cáo

Hai mươi hạt mồng tơi đã chuẩn bị được gieo vào mỗi chậu. Cây mồng tơi phát triển được 2 lá thật, được tiến hành tỉa bớt, chỉ giữ lại 5 cây/chậu. Trong thời gian thí nghiệm tưới nước cho cây mỗi ngày và tiến hành bắt sâu bằng tay và không sử dụng thuốc bảo vệ thực vật để phòng trừ sâu bệnh hại cây mồng tơi cũng như cỏ dại. 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 100N-48P₂O₅-24K₂O vào các thời điểm 10, 20 và 25 ngày sau khi gieo (Điệp và ctv., 2011). Nghiên cứu được thực hiện trong nhà lưới và tập trung chủ yếu vào sinh trưởng, năng suất cây mồng tơi nên thời gian cách ly phân bón cho thu hoạch tương đối ngắn (5 ngày), nhưng khi bố trí thí nghiệm đồng ruộng và sản xuất đại trà cần đảm bảo thời gian cách ly theo quy định. Mặt khác, giống mồng tơi được sử dụng trong nghiên cứu là giống thân lùn không leo nên không có giàn leo.

2.5. Các chỉ tiêu theo dõi

Mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn trong đất được xác định theo phương pháp Pepper and Gerba (2015). Đất (10 g 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 lần lượt môi trường TSA, ME và Starch để lần lượt xác định mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn. Các đĩa petri được ủ trong tủ ủ ở

2.4. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức tương ứng với 4 chậu thí nghiệm và thí nghiệm được kéo dài liên tục trong 2 vụ (mỗi vụ khoảng 30 ngày, vụ 2 được gieo mới và tuân thủ theo quy trình kỹ thuật giống như vụ 1). Các nghiệm thức thí nghiệm được liệt kê trong Bảng 2.

30°C trong 3 ngày. Cuối cùng, mật số vi sinh vật 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. Thành phần 1 L môi trường ME gồm 5g Malt Extract, 1,3 g K₂HPO₄.3H₂O, 1 g KH₂PO₄, 1 g NH₄NO₃, 0,02 g CaCl₂, 0,2 g MgSO₄.7H₂O và 15 g Agar pha trong 1 L nước cất. Thành phần 1 L môi trường Starch gồm 10 g Starch, 1,3 g K₂HPO₄.3H₂O, 1 g MgSO₄.7H₂O, 1 g NaCl, 2 g (NH₄)₂SO₄, 2 g CaCO₃, 100 µL FeSO₄ (1 ppm), 500 µL MnCl₂ (1 ppm), 500 µL ZnSO₄ (1 ppm) và 15 g Agar pha trong 1 L nước cất.

Chiều cao cây được xác định bằng cách đo từ gốc cây đến chóp ngọn cao nhất, vào các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau khi gieo.

Số lá/cây: Đếm tất cả số lá của các cây trên chậu vào các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau khi gieo. Số lá/cây = (tất cả số lá của các cây trên chậu)/5.

Chiều dài và chiều rộng lá được xác định lần lượt bằng cách đo từ gốc lá đến ngọn lá cao nhất; và vị trí hai bên mép lá có chiều rộng lớn nhất, vào các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau khi gieo.

Hàm lượng chlorophyll trong lá được xác định bằng máy chlorophyll CCM 200 plus (đơn vị CCI), vào các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau khi gieo.

Khối lượng cây mồng tơi tươi/chậu được xác định vào thời điểm kết thúc thí nghiệm bằng cách cân tất cả 5 cây mồng tơi/chậu (loại bỏ phần rễ).

2.6. Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý với Microsoft Office Excel 2013 và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 22.0 ở mức ý nghĩa 5%.

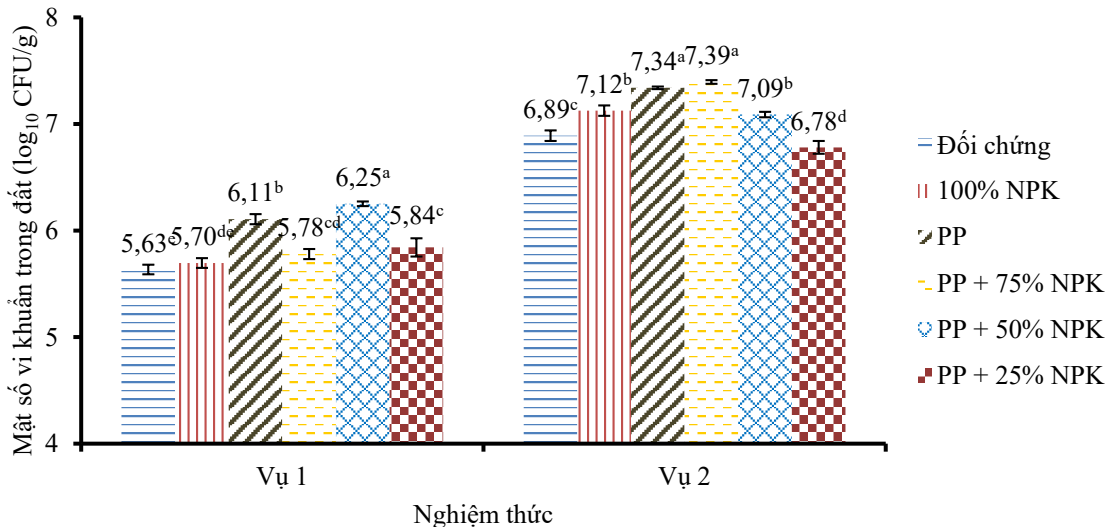
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả của chế phẩm vi sinh PP lên đặc tính sinh học đất

3.1.1. Mật số vi khuẩn trong đất

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón phân NPK đến mật số vi khuẩn trong đất cuối vụ được trình bày trong Hình 1 cho thấy trong vụ 1, mật số vi khuẩn cao nhất ở nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% và 50% NPK khuyến cáo (dao động trong khoảng 6,25-6,28 log₁₀ CFU/g đất), tiếp theo là nghiệm thức bón chế phẩm PP (đạt 6,11 log₁₀ CFU/g đất) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Trong khi đó, các nghiệm thức còn lại có mật số vi khuẩn trong đất cuối vụ thấp hơn, dao động trong khoảng từ 5,63 đến 5,84 log₁₀ CFU/g đất. Mật số vi khuẩn trong đất cuối vụ 2 ở các nghiệm thức chúng cho thấy nghiệm thức chỉ bón chế phẩm PP; và nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp với

75% NPK có mật số vi khuẩn trong đất cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại (p<0,05). Tuy nhiên, hai nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau và lần lượt đạt 7,34 và 7,39 log₁₀ CFU/g đất. Nghiệm thức bón NPK khuyến cáo và nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 50% NPK có mật số vi khuẩn tương đương nhau, lần lượt đạt 7,12 và 7,09 log₁₀ CFU/g đất. Mật số vi khuẩn thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 25% NPK khuyến cáo. Như vậy, việc gia tăng mật số vi khuẩn trong đất cuối vụ ở nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP và chế phẩm PP kết hợp bón 50% hoặc 75% NPK trong 2 vụ thí nghiệm 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. Ngoài ra, bổ sung chế phẩm vi sinh còn giúp gia tăng mật số vi khuẩn trong đất (Lee, 2010).



Hình 1. Mật số vi khuẩn trong đất vào thời điểm thu hoạch ở 2 vụ thí nghiệm cây mồng tơi trong điều kiện nhà lưới (n=4)

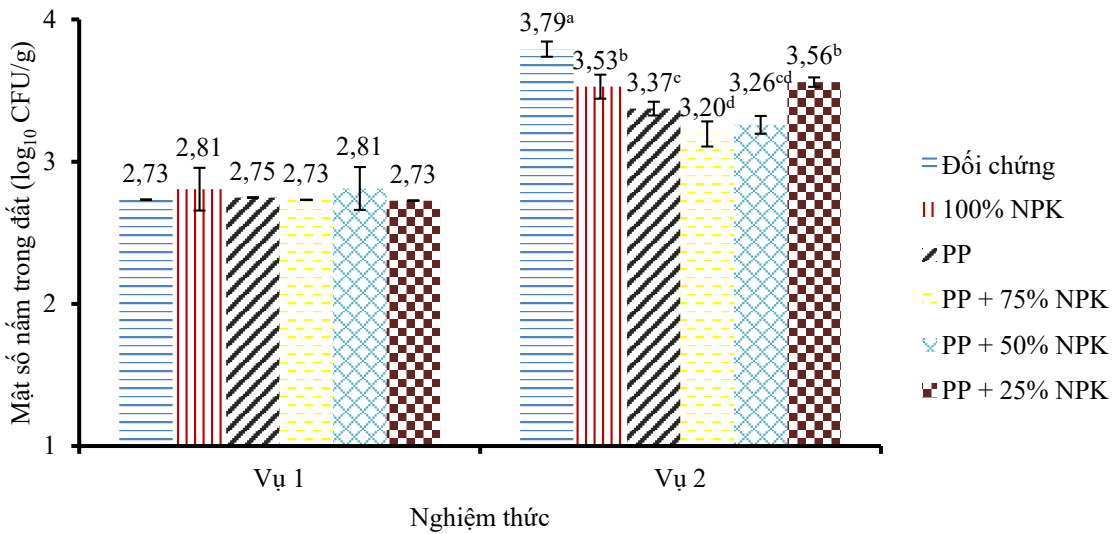
3.1.2. Mật số nấm trong đất

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón hóa học NPK đến mật số nấm trong đất cuối vụ được trình bày trong Hình 2. Kết quả cho thấy mật số nấm trong đất của các nghiệm thức ở cuối vụ 1 khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức khi so sánh với nhau (p>0,05). Tuy nhiên, ở cuối vụ 2, mật số nấm trong đất của các nghiệm thức thí nghiệm có sự khác biệt (p<0,05). Nghiệm thức đối chứng có mật số nấm trong đất cao nhất (đạt 3,79 log₁₀ CFU/g đất) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức khác. Trong số các nghiệm thức

bón phân hóa học và chế phẩm PP, nghiệm thức bón phân NPK hóa học theo khuyến cáo và nghiệm thức bón 25% NPK khuyến cáo kết hợp bón chế phẩm PP cho kết quả tương đương nhau về mật số nấm, lần lượt đạt 3,5 và 3,56 log₁₀ CFU/g đất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p>0,05). Ba nghiệm thức còn lại gồm nghiệm thức bón chế phẩm PP, bón 75% NPK và 50% NPK kết hợp bón chế phẩm PP cho mật số nấm trong đất cuối vụ 2 thấp nhất, và lần lượt đạt 3,37, 3,20 và 3,26 log₁₀ CFU/g đất. Như vậy, kết quả này cho thấy việc bón chế phẩm PP kết hợp với bón NPK làm giảm

mật số nấm trong đất sau 2 vụ trồng cây mồng tơi trong nhà lưới khi so với nghiệm thức đối chứng âm không bón phân và chế phẩm. Điều này một phần có

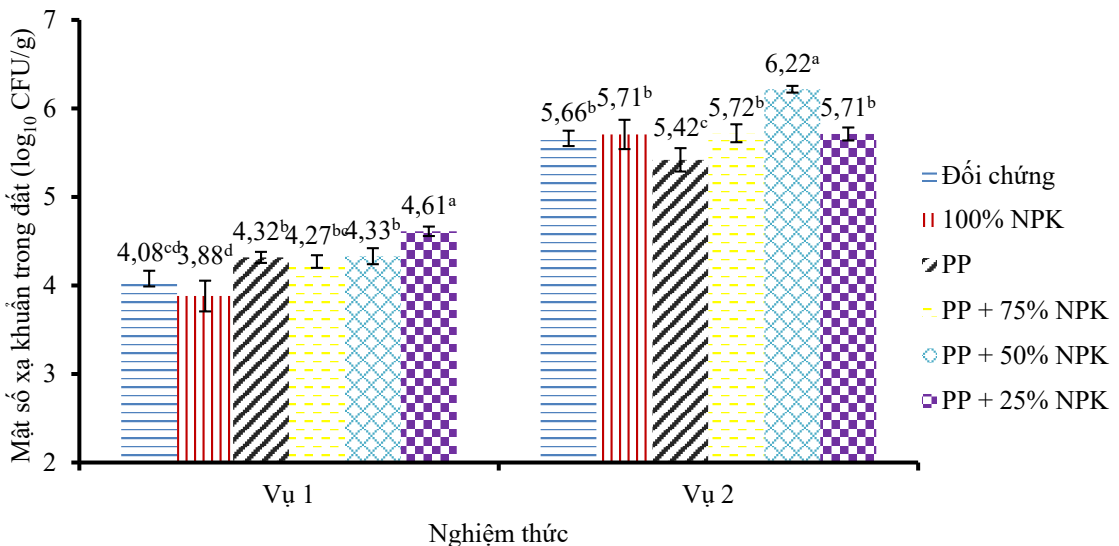
thể là do bản thân chế phẩm vi sinh PP chứa các dòng vi khuẩn có chức năng đối kháng sinh học nên đã ức chế sự phát triển của nấm trong đất.



Hình 2. Mật số nấm trong đất vào thời điểm thu hoạch ở 2 vụ thí nghiệm cây mồng tơi trong điều kiện nhà lưới (n=4)

3.1.3. Mật số xạ khuẩn trong đất

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón phân NPK đến mật số xạ khuẩn trong đất cuối vụ được trình bày trong Hình 3.



Hình 3. Mật số xạ khuẩn trong đất vào thời điểm thu hoạch ở 2 vụ thí nghiệm cây mồng tơi trong điều kiện nhà lưới (n=4)

Nhìn chung, mật số xạ khuẩn trong mẫu đất cuối vụ qua hai vụ thí nghiệm cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức khi so sánh với nhau ($p < 0,05$). Hầu hết các nghiệm thức bón chế phẩm PP và bón chế phẩm PP kết hợp với NPK có mật số xạ khuẩn trong đất cao hơn và khác biệt thống kê so với nghiệm thức bón NPK và đối chứng. Ở cuối vụ 1, nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 25% NPK khuyến cáo cho mật số xạ khuẩn cao nhất, đạt 4,61 \log_{10} CFU/g đất. Ngoài ra, mật số xạ khuẩn trong đất của các nghiệm thức ở vụ 2 cao hơn so với vụ 1. Đặc biệt, ở cuối vụ 2 các nghiệm thức có mật số xạ khuẩn dao động trong khoảng từ 5,42 đến 6,22 (\log_{10} CFU/g đất). Chỉ duy nhất ở nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp với 50% NPK có mật số xạ khuẩn đất cao nhất (6,22 \log_{10} CFU/g đất) và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Trong khi các nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón NPK ở các mức còn lại có mật số xạ khuẩn khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức bón NPK khuyến cáo, ngoại trừ nghiệm thức bón duy nhất với chế phẩm PP (5,42 \log_{10} CFU/g đất). Như vậy, kết quả này cho thấy việc bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón NPK giúp tăng mật số xạ khuẩn trong đất trồng cây mồng tơi cuối vụ 1, tuy nhiên ở vụ 2, hiệu quả của việc bón chế phẩm vi sinh PP và chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón NPK với các mức độ khác nhau chưa ổn định và rõ ràng, do đó, cần tiếp tục nghiên cứu để có kết quả đánh giá chính xác hơn.

3.2. Hiệu quả của chế phẩm vi sinh PP lên sinh trưởng và năng suất của cây mồng tơi trong điều kiện nhà lưới

3.2.1. Chiều cao cây

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm PP lên chiều cao cây mồng tơi ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau qua 2 vụ thí nghiệm trong nhà lưới được trình bày trong Bảng 3. Nhìn chung, chiều cao cây có xu hướng tăng dần theo thời gian thí nghiệm và giữa các nghiệm thức có sự khác biệt thống kê

khi so sánh với nhau ở hầu hết các thời điểm thu mẫu ($p < 0,05$). Ở vụ 1, chiều cao cây mồng tơi ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) khi so sánh với nhau ở thời điểm 10 và 20 ngày sau khi gieo. Trong khi đó ở thời điểm 30 ngày thí nghiệm, nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 75% NPK khuyến cáo và nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 50% NPK khuyến cáo có chiều cao cây cao hơn và khác biệt thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$), tuy nhiên, khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau và lần lượt đạt 16,2 cm và 15,3 cm. Ở vụ 2, kết quả cho thấy chiều cao cây mồng tơi ở nghiệm thức bón NPK khuyến cáo và nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% NPK cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với các nghiệm thức còn lại ở hầu hết các thời điểm thu mẫu, tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Hai nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp với bón 50% và 25% NPK khuyến cáo có chiều cao cây cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP ở hầu hết các thời điểm thu mẫu. Nghiệm thức đối chứng và chỉ bón chế phẩm PP có chiều cao cây thấp nhất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$). Như vậy, kết quả cho thấy chế phẩm vi sinh PP khi sử dụng đơn lẻ không giúp gia tăng chiều cao cây so với đối chứng, tuy nhiên, khi kết hợp với bón 75% NPK giúp chiều cao cây đạt tương đương so với nghiệm thức bón NPK theo khuyến cáo. Điều này cho thấy vi khuẩn có trong chế phẩm vi sinh PP thuộc nhóm *Bacillus* và *Lactobacillus* cũng cần một lượng dinh dưỡng nhất định từ nguồn phân bón NPK để gia tăng mật số giúp gia tăng chiều cao cây mồng tơi khi trồng trong điều kiện nhà lưới. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây cho thấy ứng dụng vi khuẩn *Bacillus* sp. và *Lactobacillus* sp. giúp gia tăng hiệu quả chiều cao cây xà lách, bông cải xanh, cà chua, tiêu, lúa mì và đậu phộng (Mohite, 2013; Limanska et al., 2013; Giassi et al., 2016; Vasconez et al., 2020; Mengistie & Awlache, 2022; Gohil et al., 2022).

Bảng 3. Chiều cao cây mồng tơi của các nghiệm thức thí nghiệm qua 2 vụ trồng trong nhà lưới

Nghiệm thức	Chiều cao cây mồng tơi (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
Đối chứng	6,11	8,71	12,4 ^d	5,13 ^b	7,35 ^c	9,30 ^c
100% NPK	6,46	9,58	14,0 ^{bc}	6,78 ^a	11,2 ^a	17,6 ^a
PP	7,24	9,25	13,0 ^{cd}	5,34 ^{ab}	7,9 ^{bc}	9,70 ^c
PP + 75% NPK	6,03	10,0	16,2 ^a	6,83 ^a	10,9 ^a	17,0 ^a
PP + 50% NPK	6,37	10,8	15,3 ^{ab}	6,40 ^{ab}	9,28 ^b	13,3 ^b
PP + 25% NPK	7,16	9,83	14,3 ^{bc}	6,20 ^{ab}	8,95 ^b	12,0 ^{bc}

Thí nghiệm	Chiều cao cây mồng tơi (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
F	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)	11,9	13,2	10,0	14,7	16,8	26,7

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

3.2.2. Số lá/cây

Số lá/cây của các thí nghiệm ở 2 vụ thí nghiệm được trình bày trong Bảng 4, cho thấy số lá/cây tăng dần theo thời gian thí nghiệm và giữa các thí nghiệm có sự khác biệt nhau về số lá/cây ở hầu hết các thời điểm thu mẫu (p<0,05). Đặc biệt, ở 2 vụ, số lá/cây ở 3 thí nghiệm gồm bón NPK khuyến cáo, bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% NPK và bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 50% NPK khuyến cáo cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so với các thí nghiệm còn lại ở hầu hết các thời điểm thu mẫu (p<0,05), tuy nhiên không khác

biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau (p>0,05). Trong khi đó, ba thí nghiệm còn lại gồm đối chứng, chỉ bón chế phẩm vi sinh PP và chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 25% NPK khuyến cáo có số lá/cây thấp nhất và không khác biệt thống kê ở hầu hết các thời điểm thu mẫu khi so sánh với nhau (p>0,05). Như vậy, chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 50% hoặc 75% NPK có hiệu quả cao trong việc gia tăng số lá/cây. Nghiên cứu của Gohil et al. (2022) cũng cho thấy bổ sung vi khuẩn *Bacillus* sp. giúp gia tăng số lá/cây. Mặt khác, chưa tìm thấy công bố về hiệu quả của vi khuẩn *Lactobacillus* sp. lên số lá trên cây trồng.

Bảng 4. Số lá cây mồng tơi của các thí nghiệm thí nghiệm qua 2 vụ trồng trong nhà lưới

Thí nghiệm	Số lá mồng tơi (lá/cây)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
Đối chứng	2,40	4,65	6,0 ^b	3,70	6,0 ^b	6,95 ^c
100% NPK	2,20	5,40	7,0 ^a	4,10	7,20 ^{ab}	9,50 ^a
PP	3,20	5,45	6,9 ^{ab}	4,10	6,0 ^b	7,30 ^{bc}
PP + 75% NPK	3,05	5,40	7,35 ^a	4,35	7,70 ^a	9,45 ^a
PP + 50% NPK	2,80	5,60	7,35 ^a	4,0	6,90 ^{ab}	8,80 ^{ab}
PP + 25% NPK	2,90	4,95	6,50 ^{ab}	3,95	6,35 ^b	7,80 ^{bc}
F	ns	ns	*	ns	*	*
CV (%)	21,2	11,5	9,16	8,93	12,2	14,6

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

3.2.3. Chiều dài và chiều rộng lá

Ảnh hưởng của chế phẩm PP kết hợp bón phân NPK đến chiều dài và chiều rộng lá mồng tơi của các thí nghiệm ở 2 vụ thí nghiệm được trình bày

trong Bảng 5 và Bảng 6 cho thấy chiều dài và chiều rộng lá mồng tơi tăng dần theo thời gian thí nghiệm và khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thí nghiệm khi so sánh với nhau (p<0,05).

Bảng 5. Chiều dài lá mồng tơi của các thí nghiệm thí nghiệm qua 2 vụ trồng trong nhà lưới

Thí nghiệm	Chiều dài lá (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
Đối chứng	4,07	4,81	5,16 ^d	3,68	4,37 ^c	4,85 ^c
100% NPK	4,11	5,36	6,63 ^c	4,17	6,40 ^a	8,55 ^a
PP	4,46	5,31	6,69 ^c	3,86	4,80 ^{bc}	5,5 ^{de}
PP + 75% NPK	4,36	5,50	8,24 ^a	4,35	6,48 ^a	7,9 ^{ab}
PP + 50% NPK	4,73	5,65	7,9 ^{ab}	3,80	5,40 ^b	7,0 ^{bc}
PP + 25% NPK	3,80	5,06	6,8 ^{bc}	3,75	5,0 ^{bc}	6,4 ^{cd}
F	ns	ns	*	ns	*	*

Nghiệm thức	Chiều dài lá (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
CV (%)	14,0	11,4	16,2	11,2	16,1	20,6

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

Ở vụ 1, hai thời điểm thu mẫu 10 và 20 ngày thí nghiệm, chiều dài và rộng lá giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau ($p>0,05$). Trong khi ở ngày 30 cho thấy nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh kết hợp bón 75% NPK và nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 50% NPK cho chiều dài và rộng lá cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với các nghiệm thức khác ($p<0,05$), tuy nhiên, không khác biệt khi so sánh với nhau ($p>0,05$). Tiếp tục ở vụ 2, chiều dài và rộng lá ở hai nghiệm thức gồm bón NPK khuyến cáo và bón chế phẩm vi sinh kết hợp bón 75% NPK có chiều dài và rộng lá mỏng toi cao nhất, tương đương nhau và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p>0,05$), nhưng khác biệt có ý

nghĩa thống kê khi so sánh với các nghiệm thức còn lại ($p<0,05$). Kế đến là nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 50% NPK khuyến cáo hoặc bón 25% NPK khuyến cáo có chiều dài và rộng lá cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với hai nghiệm thức còn lại (đối chứng và chỉ bón chế phẩm vi sinh PP) ($p<0,05$), tuy nhiên, không khác biệt khi so sánh với nhau ($p>0,05$). Như vậy, việc bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% NPK giúp gia tăng chiều dài và rộng lá mỏng toi và cho kết quả tương đương với nghiệm thức bón phân 100% NPK khuyến cáo. Kết quả này tương tự với nghiên cứu trước đây cho thấy vi khuẩn *Bacillus* sp. và *Lactobacillus* sp. góp phần gia tăng sinh trưởng, chiều dài và chiều rộng lá cây trồng (Kang et al., 2015; Gohil et al., 2022).

Bảng 6. Chiều rộng lá mỏng toi của các nghiệm thức thí nghiệm qua 2 vụ trồng trong nhà lưới

Nghiệm thức	Chiều rộng lá (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
Đối chứng	1,93	3,72	4,56 ^c	1,82 ^b	3,25 ^b	3,60 ^c
100% NPK	1,94	4,26	5,29 ^b	2,3 ^{ab}	4,80 ^a	5,90 ^a
PP	2,14	4,12	5,1 ^{bc}	1,87 ^b	3,55 ^b	4,0 ^{dc}
PP + 75% NPK	2,15	4,41	6,21 ^a	2,48 ^a	4,0 ^{ab}	5,7 ^{ab}
PP + 50% NPK	2,16	4,38	5,6 ^{ab}	1,89 ^b	3,25 ^b	5,0 ^{bc}
PP + 25% NPK	2,09	4,03	5,24 ^b	1,95 ^b	3,77 ^b	4,5 ^{cd}
F	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)	11,6	11,2	10,8	15,3	17,9	19,1

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

3.2.4. Hàm lượng chlorophyll trong lá

Hàm lượng chlorophyll trong lá cây trồng được dùng để đánh giá về khả năng hấp thu và chuyển hóa đạm trong đất lên trên sinh khối cây trồng. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm PP lên hàm lượng chlorophyll trong lá cây mỏng toi giữa các nghiệm thức tại các thời điểm thu mẫu ở 2 vụ được trình bày trong Bảng 7. Kết quả thí nghiệm cho thấy giữa các nghiệm thức thí nghiệm khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau về hàm lượng chlorophyll trong lá ở vụ 1 ($p>0,05$); trong khi ở vụ 2, mặc dù giữa các nghiệm thức có khác biệt khi so sánh với nhau ($p<0,05$) nhưng hàm lượng chlorophyll trong lá có xu hướng không ổn định.

Tuy nhiên, ở thời điểm 30 ngày sau khi gieo, các nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón giảm phân hóa học NPK khuyến cáo (75%, 50% và 25%) cho hàm lượng chlorophyll trong lá mỏng toi tương đương và không khác biệt khi so với nghiệm thức đối chứng dương chỉ bón 100% NPK khuyến cáo. Do đó, kết quả này cho thấy việc bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón giảm NPK khuyến cáo giúp duy trì hàm lượng chlorophyll trong lá cây mỏng toi tương đương so với nghiệm thức đối chứng dương ở điều kiện nhà lưới. Các nghiên cứu trước đây cho thấy vi khuẩn *Bacillus* sp. và *Lactobacillus* sp. giúp gia tăng hàm lượng chlorophyll trong lá cây trồng (Mohite, 2013; Shrestha et al., 2014; Li et al., 2016; Costa-Santos et al., 2021; Steglinska et al., 2022).

Bảng 7. Hàm lượng chlorophyll trong lá mỏng toi của các nghiệm thức thí nghiệm qua 2 vụ thí nghiệm trồng trong nhà lưới

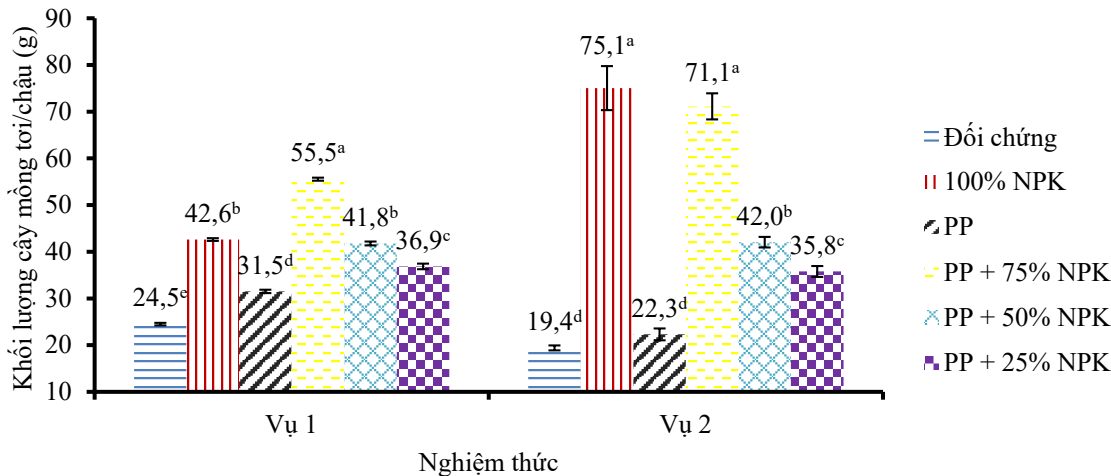
Nghiệm thức	Chlorophyll (CCI)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	10 NSG	20 NSG	30 NSG	10 NSG	20 NSG	30 NSG
Đối chứng	13,0	12,8	11,0	19,3 ^{ab}	14,6 ^a	12,3 ^b
100% NPK	11,4	13,5	11,5	21,0 ^a	13,8 ^{ab}	20,3 ^a
PP	11,2	12,6	10,2	18,9 ^{ab}	14,3 ^a	12,3 ^b
PP + 75% NPK	14,6	14,0	11,5	16,1 ^c	12,4 ^b	18,3 ^a
PP + 50% NPK	11,2	12,8	11,3	17,3 ^{bc}	13,8 ^{ab}	18,5 ^a
PP + 25% NPK	12,1	11,7	11,0	17,7 ^{bc}	14,1 ^{ab}	16,0 ^{ab}
F	ns	ns	ns	*	*	*
CV (%)	15,6	11,1	8,17	10,1	7,61	22,0

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

3.2.5. Khối lượng cây mỏng toi tươi/chậu

Vụ 1 cho thấy tổng khối lượng tươi của cây mỏng toi/chậu đạt cao nhất ở nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% NPK theo khuyến cáo và đạt 55,5 g/chậu, tiếp theo là nghiệm thức bón NPK khuyến cáo, có khối lượng cây mỏng toi/chậu đạt 42,6 g/chậu (Hình 4). Tuy nhiên, nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so với nghiệm thức bón chế phẩm vi

sinh PP kết hợp bón 50% NPK khuyến cáo (41,8 g/chậu) ($p > 0,05$), nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức chỉ bón chế phẩm vi sinh PP và bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 25% NPK khuyến cáo có khối lượng cây mỏng toi/chậu lần lượt đạt 31,5 g/chậu và 36,9 g/chậu, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng không bón phân ($p < 0,05$) (đạt 24,5 g/chậu).



Hình 4. Khối lượng cây mỏng toi/chậu ở thời điểm thu hoạch của các nghiệm thức qua 2 vụ trồng trong nhà lưới (n=4)

Ngoài ra, kết quả thí nghiệm ở vụ 2 cho thấy khối lượng cây mỏng toi/chậu đạt cao nhất ở nghiệm thức bón NPK theo khuyến cáo (đạt 75,06 g/chậu), tiếp theo là nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 75% NPK (71,1 g/chậu). Cả hai nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p > 0,05$), tuy nhiên, khác biệt có ý nghĩa thống

kê với các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 50% NPK có khối lượng cây mỏng toi/chậu (42,0 g/chậu) cao hơn nghiệm thức bón chế phẩm PP kết hợp bón 25% NPK (35,8 g/chậu). Nghiệm thức đối chứng không bón phân và nghiệm thức chỉ bón chế phẩm PP có khối lượng cây mỏng toi/chậu thấp nhất và lần lượt

đạt 19,4 g/chậu và 22,3 g/chậu, tuy nhiên, hai nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p>0,05$). Như vậy, việc gia tăng năng suất cây mồng tơi/chậu ở các nghiệm thức bón NPK khuyến cáo và chế phẩm vi sinh kết hợp bón NPK là kết quả từ việc gia tăng về chiều cao, số lá, chiều dài lá, chiều rộng lá và hàm lượng chlorophyll trong lá ở các nghiệm thức này.

Bên cạnh đó, việc bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp bón 75% NPK khuyến cáo giúp cây mồng tơi tăng sinh trưởng và năng suất cao hơn nghiệm thức bón NPK khuyến cáo ở vụ 1. Tuy nhiên, vụ 2 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 mồng tơi. Như vậy, để chế phẩm vi sinh PP này có hiệu quả cao trong việc giúp gia tăng năng suất cây mồng tơi, đất cần được bón vào một lượng phân bón hóa học cần thiết cho vi sinh vật được chùng vào đất từ chế phẩm vi sinh PP, vi sinh vật trong đất, cũng như cho cây trồng, nhằm giúp vi sinh vật hoạt động tốt và thể hiện chức năng có lợi đối với cây trồng. Việc bón chế phẩm vi sinh PP giúp giảm 25% lượng phân bón hóa học nhưng vẫn đảm bảo năng suất tương đương với nghiệm thức bón phân NPK khuyến cáo cho cây mồng tơi. Như vậy, các chủng vi khuẩn thuộc hai chi vi khuẩn *Bacillus* sp. và *Lactobacillus* sp. có trong chế phẩm đã giúp cung cấp để bù lại lượng phân bón NPK hóa học bị giảm xuống từ đó giúp năng suất mồng tơi tương đương so với nghiệm thức đối chứng dương bón 100% phân NPK khuyến cáo.

Kết quả này cũng tương tự với các nghiên cứu trước đây cho thấy sử dụng vi khuẩn *Bacillus* sp. và

Lactobacillus sp. giúp gia tăng năng suất cây trồng (Hamed et al., 2011; Shrestha et al., 2014; Giassi et al., 2016; Nguyen et al., 2021; Kordatzaki et al., 2022; Mengistie & Awlache, 2022; Steglinska et al., 2022). Ngoài ra, khi sử dụng phân bón vi sinh góp phần tiết kiệm 25% phân bón hóa học cho cây đậu bắp, ớt sừng vàng và cây rau muống, nhưng vẫn duy trì được năng suất tương đương nghiệm thức bón 100% N theo khuyến cáo (Lê & Điệp 2012; Xã, 2021). Bên cạnh đó, 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 không những giảm 50% lượng phân hóa học mà còn giúp gia tăng chiều dài rễ, chiều cao cây mồng tơi và năng suất cao hơn so với nghiệm thức chỉ bón phân hóa học (Trúc, 2011).

4. KẾT LUẬN

Bổ sung chế phẩm vi sinh PP chứa các dòng vi khuẩn có lợi cho cây trồng thuộc chi *Bacillus* và *Lactobacillus* riêng lẻ hoặc kết hợp với 50% và 75% phân hóa học NPK theo khuyến cáo giúp gia tăng mật số vi khuẩn trong đất; tuy nhiên chưa thể hiện rõ hiệu quả trong việc kích thích mật số nấm và xạ khuẩn trong đất. Đặc biệt, việc bón chế phẩm vi sinh PP kết hợp với 75% NPK đã dẫn đến gia tăng chiều cao cây, chiều dài và chiều rộng lá, hàm lượng chlorophyll trong lá và khối lượng cây mồng tơi/chậu tương đương với nghiệm thức bón 100% NPK theo khuyến cáo; đồng thời giúp giảm 25% lượng phân bón NPK theo khuyến cáo. Nghiên cứu đánh giá hiệu quả của chế phẩm vi sinh PP đối với cây mồng tơi cần tiếp tục được thực hiện qua nhiều vụ trồng và ở điều kiện ngoài đồng cũng như trên đối tượng cây rau khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aguoru, C. U., Igba P., & Olan, J. O. (2014). Effects of different levels of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of Indian Spinach (*Basella alba*). *International Journal of Tropical Agriculture and Food Systems*, 8(1), 18-23.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2016). *Quyết định về việc phê duyệt quy hoạch vùng sản xuất rau an toàn cung cấp cho Thành phố Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh*. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Linh-vuc-khac/Quyết-dinh-5391-QĐ-BNN-TT-2016-Quy-hoach-vung-san-xuat-rau-an-toan-408351.aspx>.
- 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>
- Costa-Santos, M., Mariz-Ponte, N., Dias, M. C., Moura, L., Marques, G., & Santos, C. (2021). Effect of *Bacillus* spp. and *Brevibacillus* sp. on the photosynthesis and redox status of *Solanum lycopersicum*. *Horticulturae*, 2021(7), 01-14. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020024>
- Điệp, 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*, 2011(18b), 18-28.
- Giassi, V., Kiritani, C., & Kupper, K. C. (2016). Bacteria as growth-promoting agents for citrus rootstocks. *Microbiol. Res.*, 190, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.12.006>

- Gohil, R. B., Raval, V. H., Panchal, R. R., & Rajput, K. N. (2022). Plant growth-promoting activity of *Bacillus* sp. PG-8 isolated from fermented panchagavya and its effect on the growth of *Arachis hypogea*. *Front. Agron.*, 4, 01-13. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.805454>
- Hamed, H. A., Moustafa, Y. A., & Abdel-Aziz, S. M. (2011). In vivo efficacy of lactic acid bacteria in biological control against *Fusarium oxysporum* for protection of tomato plant. *Life Sci.*, 8, 462-468.
- Hoàng, L. (2021). *Hiệu quả từ mô hình trồng mồng tơi lấy hạt*. <https://baoangiang.com.vn/hieu-qua-tu-mo-hinh-trong-mong-toi-lay-hat-a301481.html>.
- 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.
- Kang, S. M., Radhakrishnan, R., You, Y. H., Khan, A. L., Park, J. M., Lee, S. M., & Lee, I. J. (2015). Cucumber performance is improved by inoculation with plant growth-promoting microorganisms. *Acta Agric. Scand. B soil Plant Sci.*, 65, 36-44. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.960889>
- Kordatzaki, G., Katsenios, N., Giannoglou, M., Andreou, V., Chanioti, S., Katsaros, G., Savvas, D., & Efthimiadou, A. (2022). *Effect of foliar and soil application of plant growth promoting bacteria on kale production and quality characteristics*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822002199#preview-section-abstract>. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111094>
- Lê, N. V., & Diệp, 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.
- 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>
- Li, Y., Xu, S., Gao, J., Pan, S., & Wang, G. (2016). *Bacillus subtilis*-regulation of stomatal movement and instantaneous water use efficiency in *Vicia faba*. *Plant Growth Regulation*, 78, 43-55. <https://doi.org/10.1007/s10725-015-0073-7>
- Limanska, N., Ivanytsia, T., Basiul, O., Krylova, K., Biscola, V., Chobert, J. M., Ivanytsia, V., & Haertle, T. (2013). Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(5), 1587-1595. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1200-y>
- 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>
- Mengistie, G. Y., & Awlachev, Z. T. (2022). Evaluation of the plant growth promotion effect of *Bacillus* species on different varieties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings. *Advances in Agriculture*, 2022, 01-06. <https://doi.org/10.1155/2022/1771147>
- Mohite, B. (2013). Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *J. Soil Sci. Plant Nut.*, 13, 638-649. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162013005000051>
- Nguyen, H. H., Tram, B., & Le, T. (2021). Use of lactic acid bacteria in peanut seed treatment. *J. Technol. Innovation*, 1, 20-22. <https://doi.org/10.26480/jtin.01.2021.20.22>
- Oanh, L. T. H., Anh, N. T. L., Huong, P. L., Nam, H. X., & Loan, L. M. (2020). Turbidity removal by mucilage from *Basella alba*. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 58(4), 505-513. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/58/4/14940>
- Pepper, I. L., & Gerba, C. P. (2015). *Aeromicrobiology*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00005-3>.
- Qiu, Y., & Liu, G. (2020). *Florida cultivaiton guide for Malabar spinach*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1371>. <https://doi.org/10.32473/edis-hs1371-2020>
- Radhakrishnan, R., Hashem, A., & Abd Allah, E. F. (2017). *Bacillus*: a biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. *Front. Physiol.*, 8, 01-14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00667>
- Raman, J., Kim, J. S., Choi, K. R., Eun, H., Yang, D., Ko, Y. J., & Kim, S. J. (2022). Application of lactic acid bacteria (LAB) in sustainable agriculture: advantages and limitations. *Int. J. Mol. Sci.*, 23, 01-22. <https://doi.org/10.3390/ijms23147784>
- Shrestha, A., Kim, B. S., & Park, D. H. (2014). Biological control of bacterial spot disease and plant growth-promoting effects of lactic acid

- bacteria on pepper. *Biocontrol Sci. Technol.*, 24, 763-779.
<https://doi.org/10.1080/09583157.2014.894495>
- Steglinska, A., Koltuniak, A., Motyl, I., Berłowska, J., Czyżowska, A., Cieciora-Włoch, W., Okrasa, M., Kregiel, D., & Gutarowska, B. (2022). Lactic acid bacteria as biocontrol agents against potato (*Solanum tuberosum* L.) pathogens. *Appl. Sci.*, 2022(12), 01-17.
<https://doi.org/10.3390/app12157763>
- 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). Đại học Cần Thơ.
- Vasconez, R. D. A., Mossot, J. E. M., Shagnay, A. G. O., Moya, E. M. T., Utreras, V. P. C., & Suquillo, I. D. L. A. V. (2020). Evaluation of *Bacillus* spp. as plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) and lettuce (*Lactuca sativa*). *Cienc. Tecnol. Agropecuaria.*, 21(3), 01-16.
- 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). Đại học Cần Thơ.