

ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ PHẨM VI SINH CHỨA CÁC DÒNG VI KHUẨN QUANG DƯỠNG KHÔNG LƯU HUỖNH MÀU TÍA CỔ ĐỊNH ĐẠM, HÒA TAN LÂN ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT ĐẬU ĐEN (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) TRONG ĐIỀU KIỆN TRỒNG TRONG CHẬU

Lý Ngọc Thanh Xuân¹, Lê Vĩnh Thúc²,
Nguyễn Thị Thùy Dung², Nguyễn Tuấn Anh², Nguyễn Quốc Khương^{2*}

¹Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh
²Khoa Khoa học cây trồng, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ: ngkhuong@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 30.11.2022

Ngày chấp nhận đăng: 04.08.2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cổ định đạm, hòa tan lân *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 (CPVS-NP) đến sinh trưởng và năng suất đậu đen. Thí nghiệm được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên, với 5 nghiệm thức, 4 lặp lại, mỗi lặp lại tương ứng một chậu. Các nghiệm thức gồm (i) 100% N, P; (ii) CPVS-NP kết hợp 75% N, P; (iii) CPVS-NP kết hợp 50% N, P; (iv) CPVS-NP nhưng không bón phân hóa học; (v) Không bổ sung CPVS-NP và không bón phân hóa học. Kết quả cho thấy bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P tăng mật số PNSB và đạt tương đương về chiều cao cây, số lá/cây, chiều dài lá, chiều rộng lá và số nhánh/cây nghiệm thức bón 100% N, P. Bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P giúp tăng năng suất 22,0% so với nghiệm thức bón 100% N, P.

Từ khóa: Chế phẩm vi sinh, cổ định đạm, đậu đen, hòa tan lân, *Rhodopseudomonas palustris*.

Effect of Biofertilizers Containing Strains of Phototrophic Purple Non-sulfur, Nitrogen-Fixing and Phosphorous-Solubilizing Bacteria on Growth and Yield of Black beans (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) Grown in Pots

ABSTRACT

The study was conducted to determine the efficacy of biofertilizers carrying strains of nitrogen-fixing and phosphorous-solubilizing purple non-sulfur bacteria (*Rhodopseudomonas palustris*) TLS06, VNW02, VNW64 and VNS89 (CPVS-NP) on black beans growth and yield. The experiment followed a completely randomized block design with 5 treatments and 4 replications, each of which corresponded to a pot. The treatments were (i) 100% N, P; (ii) CPVS-NP combined with 75% N, P; (iii) CPVS-NP combined with 50% N, P; (iv) CPVS-NP only; (v) not supplying CPVS-NP and no chemical fertilizers. The results showed that supplying CPVS-NP combined with 75% N, P increased PNSB density and obtained the plant height, leaves number per plant, leaf length, leaf width and the branches per plant equivalent to or higher than those in the treatment fertilized with 100% N, P. Supplying CPVS-NP plus 75% N, P enhanced yield by 22.0% compared to that in the treatment fertilized with 100% N, P.

Keywords: Biofertilizers, black beans, nitrogen-fixing, phosphorous-solubilizing, *Rhodopseudomonas palustris*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, sản xuất nông nghiệp để đáp ứng cho dân số ngày càng tăng, nên việc sản xuất và sử dụng phân hóa học tăng vượt bậc (Arora, 2018). Mặc dù giúp tăng năng suất cây trồng (Pahalvi & cs., 2021) nhưng việc sử dụng nhiều

phân hóa học gây tác động bất lợi đến môi trường (Rahman & Zhang, 2018) cũng như làm suy thoái đất, ô nhiễm nguồn nước (Srivastav, 2020) và phát thải khí nhà kính (Walling & Vaneeckhaute, 2020). Vì vậy, sử dụng dưỡng chất có nguồn gốc sinh học là cần thiết để hướng đến nền nông nghiệp bền vững (Kumar & cs., 2018).

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm, hòa tan lân đến sinh trưởng và năng suất đậu đen (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) trong điều kiện trồng trong chậu

Các chế phẩm, phân bón chứa vi khuẩn có lợi (Effective Microorganism - EM) có vai trò quan trọng trong canh tác nông nghiệp, mang lại lợi ích cho cây trồng như vi khuẩn *Bacillus* spp., *Azospirillum* và vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía (PNSB) (Sansinenea, 2019; Fukami & cs., 2018; Sakarika & cs., 2020). Cụ thể là, PNSB có khả năng phòng trừ bệnh hại, tăng sinh trưởng cây trồng và cải thiện độ phì nhiêu đất (Lee & cs., 2021). Vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* thuộc nhóm PNSB, có khả năng cố định đạm, hòa tan lân, sản sinh ra chất kích thích sinh trưởng trong điều kiện môi trường có độc chất Al^{3+} , Fe^{2+} và pH đất thấp (Khuong & cs., 2017; 2020). Vì vậy, sử dụng chế phẩm vi sinh chứa các dòng *R. palustris* là cần thiết để giảm lượng phân hóa học.

Đậu đen (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) là nguồn cung cấp protein dồi dào, chứa nhiều thành phần có lợi cho sức khỏe (Zheng & cs., 2019) như anthocyanin cao (Aguilera & cs., 2016). Hơn nữa, hạt đậu đen chứa hợp chất phenol đóng vai trò quan trọng trong các tiến trình sinh lý cũng như trao đổi chất (Singh & cs., 2017). Ngoài ra, trồng cây họ đậu giúp tăng độ phì nhiêu đất do hoạt động của vi khuẩn cố định đạm (Roriz & cs., 2020; Gogoi & cs., 2018). Tuy nhiên, để khai thác hết tiềm năng năng suất và nâng cao chất lượng đậu đen, việc sử dụng các biện pháp kỹ thuật tổng hợp, nhất là các biện pháp canh tác bền vững là hết sức cần thiết. Các nghiên cứu trước đây đã cho thấy, sử dụng các chế phẩm chứa PNSB đã đem lại hiệu quả cao trên nhiều loại cây trồng khác (Khuong & cs., 2018; 2020; Nguyễn Quốc Khương & cs. 2019; 2022). Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía *Rhodopseudomonas palustris* cố định đạm và hòa tan lân đến sinh trưởng và năng suất đậu đen.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Giống: Đậu đen xanh lòng do Công ty TNHH Giống cây trồng Phú Nông sản xuất.

Chế phẩm vi sinh: Chế phẩm vi sinh chứa 4 dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02,

VNW64 và VNS89 được tạo ra theo phương pháp của Khuong & cs. (2017) và được ủ theo phương pháp Kantha & cs. (2015).

Phân bón: Phân urê (46% N), phân super lân (16% P_2O_5) và phân kali clorua (60% K_2O).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Chuẩn bị đất: Băm nhuyễn đất và loại bỏ tàn dư thực vật. Sau đó, trộn đều, phơi khô, cân mỗi chậu 5kg đất khô. Chậu có kích thước đáy lớn $\times$ đáy nhỏ $\times$ chiều cao tương ứng $23 \times 17 \times 18$ cm. Các chậu thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới có mái che bằng nhựa. Thời gian thực hiện thí nghiệm từ tháng 3/2021 đến tháng 6/2021.

Chế độ tưới: Duy trì ẩm độ 70% độ ẩm toàn phần suốt thí nghiệm. Điều kiện nhiệt độ, độ ẩm không khí, ánh sáng phụ thuộc vào môi trường nhà lưới.

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức, 4 lặp lại, mỗi lặp lại tương ứng một chậu, mỗi chậu gồm có 3 cây. Trong đó, nghiệm thức (i) 100% N, P so với khuyến cáo, (ii) CPVS-NP kết hợp 75% N, P so với khuyến cáo, (iii) CPVS-NP kết hợp 50% N, P so với khuyến cáo, (iv) CPVS-NP nhưng không bón phân hóa học, (v) Không bổ sung CPVS-NP và không bón phân hóa học.

Mật số vi khuẩn (CFU/ml): Hỗn hợp các dòng vi khuẩn được nhân sinh khối trong môi trường BIM (1,0g $(NH_4)_2SO_4$; 0,5g K_2HPO_4 ; 0,2g $MgSO_4$; 2,0g NaCl; 5,0g $NaHCO_3$; 1,5g yeast extract; 1,5g glycerol và 0,03g L-cysteine cho 1l môi trường) lỏng để đạt mật số 1×10^8 CFU/ml (Khuong & cs., 2018). Bổ sung 100ml vi khuẩn vào 12 hạt giống. CPVS-NP được bón vào 1 g/chậu vào thời điểm 10, 20 và 45 ngày sau gieo (NSG).

Liều lượng và thời gian: Sử dụng công thức phân là 40 N - 60 P_2O_5 - 80 K_2O (kg/ha) (Mạch Khánh Trung & cs., 2017), tương ứng với lượng phân là urê, phân super lân và phân kali clorua là 0,217; 0,938 và 0,333g và chia thành 3 lần bón. Trong đó, lần 1: Bón 30% lượng phân vào thời điểm 10 ngày sau gieo (NSG); Lần 2: Bón 40% lượng phân vào thời điểm 20 (NSG). Lần 3: Bón 30% lượng phân vào thời điểm 40 NSG.

Bảng 1. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến chiều cao cây (cm) đậu đen

Thí nghiệm	NSG					
	15	22	29	36	43	50
100% N + 100% P	23,9 ^b	28,6 ^b	40,4 ^{ab}	44,8 ^b	50,4 ^b	59,6 ^{ab}
CPVS-NP + 75% N + 75% P	25,8 ^a	33,1 ^a	42,3 ^a	47,1 ^a	56,0 ^a	62,1 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	23,0 ^{bc}	28,4 ^b	37,6 ^{bc}	43,8 ^b	49,4 ^b	56,5 ^b
CPVS-NP + không bón phân	22,7 ^c	26,7 ^c	35,2 ^c	38,3 ^c	44,2 ^c	51,3 ^c
Không bón phân	19,1 ^d	25,1 ^d	28,3 ^d	30,2 ^d	34,8 ^d	37,0 ^d
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*
CV (%)	2,56	2,67	6,85	4,60	7,20	5,76

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89.

Đặc tính nông học theo dõi:

Sinh trưởng: Các chỉ tiêu về sinh trưởng được đo 3 cây trên mỗi chậu và xác định giá trị trung bình vào thời điểm 15, 22, 29, 36, 43 và 50 NSG. Chiều cao cây (cm): đo từ sát mặt đất lên tới chót lá cao nhất trên cùng. Số lá (lá/cây): Đếm số lá trên cây của mỗi chậu. Chiều dài lá (cm): đo chiều dài lá lớn nhất. Chiều rộng lá (cm): Đo chiều rộng lá lớn nhất. Tổng số nhánh/cây: Đếm tổng số nhánh/cây.

Thành phần năng suất và năng suất: Số quả/cây (quả): Đếm số quả trên cây của mỗi chậu. Tổng số hạt/quả (hạt): Đếm số hạt trên quả của mỗi chậu. Số hạt chắc/quả (%): Đếm số hạt chắc trên quả mỗi chậu. Tỷ lệ hạt chắc (%): Đếm hạt chắc sau đó quy về tỷ lệ phần trăm.

Khối lượng thân, lá khô (g/chậu): Cân khối lượng thân, lá sau sấy ở 70°C trong 72 giờ.

Khối lượng hạt (g/chậu): Cân khối lượng sinh khối hạt sau sấy ở 70°C trong 72 giờ.

Xác định mật số vi khuẩn sau thu hoạch (MPN/g DSW): Mật số vi khuẩn cố định đạm và hòa tan lân trong đất vào thời điểm thu hoạch được xác định bằng phương pháp mật số tương đối của vi khuẩn PNSB trên môi trường BIM trong điều kiện vi yếm khí sáng theo phương pháp của Harada (2011).

2.3. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS phiên bản 13.0 phân tích phương sai ANOVA và kiểm định

Duncan với mức ý nghĩa 5% để so sánh các giá trị trung bình.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh kết hợp với bón phân vô cơ đến sinh trưởng cây đậu đen trồng trên đất phù sa không bồi

3.1.1. Chiều cao cây

Bảng 1 cho thấy, chiều cao cây đậu đen khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% giữa các thí nghiệm qua các thời điểm sinh trưởng. Trong đó, chiều cao cây vào thời điểm 15, 22, 36 và 43 NSG ở thí nghiệm bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P cao hơn so với thí nghiệm bón 100% N, P, với chiều cao cây dao động 25,8-56,0cm so với 23,9-50,4cm, theo thứ tự. Trong khi đó, vào thời điểm 29 và 50 NSG thí nghiệm bổ sung CPVS-NP kết hợp 75% N, P có chiều cao cây đạt 42,3 và 62,1cm tương đương so với thí nghiệm bón 100% N, P, với chiều cao cây là 40,4 và 59,6cm, theo thứ tự. Ngoài ra, thí nghiệm không bón phân nhưng có bổ sung CPVS-NP có chiều cao cây dao động 22,7-51,3cm cao hơn so với thí nghiệm không bón phân và không bổ sung CPVS-NP, dao động 19,1-37,0cm qua các thời điểm.

3.1.2. Tổng số lá trên cây

Tổng số lá/cây vào thời điểm 15 NSG khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% giữa các thí nghiệm

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm, hòa tan lân đến sinh trưởng và năng suất đậu đen (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) trong điều kiện trồng trong chậu

thức. Trong đó, nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp 50% hoặc 75% N, P có tổng số lá/cây tương đương so với nghiệm thức bón 100% N, P, với tổng số lá/cây đạt lần lượt 7,25 và 8,00 so với 7,92 lá. Mặt khác, tổng số lá/cây ở nghiệm thức bón CPVS-NP nhưng không bón phân có tổng số lá/cây đạt 6,33 lá/cây, cao hơn so với nghiệm thức không bón phân, với tổng số lá/cây là 5,25 lá. Từ thời điểm 22 đến 36 NSG, tổng số lá/cây khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% giữa các nghiệm thức có và không bổ sung CPVS-NP, cao nhất ở nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp giảm 75% N, P, dao động 13,5-24,5 lá và thấp nhất ở nghiệm thức không bón phân và không bổ sung CPVS-NP, dao động 8,50-11,5 lá. Tuy nhiên, ở thời điểm 43 và 50 NSG, tổng số lá/cây ở nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp 75% N, P đạt 30,0 và 34,8 lá cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P, với 24,3 và 27,6 lá, theo thứ tự. Bên cạnh đó, nghiệm thức bón 50% N, P kết hợp CPVS-NP có tổng số lá/cây đạt 23,0 và 26,9 lá tương đương so với nghiệm thức bón 100% N, P. Ngoài ra, ở hai nghiệm thức không bón phân hóa học, nghiệm thức có bổ sung CPVS-NP có tổng số lá/cây cao hơn so với không bổ sung CPVS-NP ở tất cả các thời điểm khảo sát (Bảng 2).

3.1.3. Chiều dài lá

Kết quả bảng 3 cho thấy, chiều dài lá ở thời

điểm 15, 22, 29, 36, 43 và 50 NSG của nghiệm thức bón 75% N, P kết hợp CPVS-NP dao động 7,50-11,5cm cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P theo khuyến cáo, với chiều dài lá 6,60-10,6cm. Tương tự, chiều dài lá qua các thời điểm sinh trưởng ở nghiệm thức bón 50% N, P kết hợp CPVS-NP, dao động 6,44-10,5cm tương đương so với nghiệm thức bón 100% N, P, ngoại trừ thời điểm 22 NSG. Đối với nghiệm thức bón CPVS-NP nhưng không bón phân có chiều dài lá khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với nghiệm thức không bón phân và không bổ sung CPVS-NP, với chiều dài lá 6,08-9,81cm so với 5,44-7,15cm, theo thứ tự.

3.1.4. Chiều rộng lá

Chiều rộng lá khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức vào thời điểm 15 NSG (2,04-2,44cm). Tuy nhiên, từ thời điểm 22 đến 50 NSG, nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp 75% N, P có chiều rộng lá đạt 2,89-5,43cm cao hơn so với nghiệm thức chỉ bón phân vô cơ, đạt 2,52-5,16cm. Ngoài ra, nghiệm thức bón 50% N, P kết hợp bổ sung CPVS-NP có chiều rộng lá dao động 2,54-4,98cm, tương đương so với nghiệm thức bón 100% N, P. Kế đến, nghiệm thức bón CPVS-NP nhưng không bón phân có chiều rộng lá (2,35-4,60cm) cao hơn so với nghiệm thức không bón phân và không bổ sung CPVS-NP, với dao động 2,20-3,58cm (Bảng 4).

Bảng 2. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến tổng số lá/cây (lá) của cây đậu đen

Nghiệm thức	NSG					
	15	22	29	36	43	50
100% N + 100% P	7,92 ^a	12,7 ^b	16,5 ^b	20,0 ^b	24,3 ^b	27,6 ^b
CPVS-NP + 75% N + 75% P	8,00 ^a	13,5 ^a	18,1 ^a	24,5 ^a	30,0 ^a	34,8 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	7,25 ^a	11,5 ^c	15,2 ^c	18,4 ^c	23,0 ^b	26,9 ^b
CPVS-NP + không bón phân	6,33 ^b	9,00 ^d	13,8 ^d	16,0 ^d	20,3 ^c	22,9 ^c
Không bón phân	5,25 ^c	8,50 ^e	9,75 ^e	11,5 ^e	14,0 ^d	17,0 ^d
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*
CV (%)	7,40	2,93	3,66	5,22	5,40	3,36

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89.

Bảng 3. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến chiều dài lá (cm) cây đậu đen

Nghiệm thức	NSG					
	15	22	29	36	43	50
100% N + 100% P	6,60 ^b	7,69 ^b	8,76 ^b	9,39 ^b	9,97 ^b	10,6 ^b
CPVS-NP + 75% N + 75% P	7,50 ^a	8,31 ^a	9,49 ^a	10,5 ^a	11,0 ^a	11,5 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	6,44 ^b	7,25 ^c	8,46 ^b	9,13 ^{bc}	9,84 ^b	10,5 ^b
CPVS-NP + không bón phân	6,08 ^b	6,61 ^d	7,47 ^c	8,76 ^c	9,10 ^b	9,81 ^c
Không bón phân	5,44 ^c	5,58 ^e	6,32 ^d	6,69 ^d	6,88 ^c	7,15 ^d
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*
CV (%)	5,13	3,24	3,50	3,53	5,98	3,32

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89.

Bảng 4. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến chiều rộng lá (cm) của cây đậu đen

Nghiệm thức	NSG					
	15	22	29	36	43	50
100% N + 100% P	2,43	2,52 ^b	3,33 ^b	4,23 ^b	4,62 ^b	5,16 ^{ab}
CPVS-NP + 75% N + 75% P	2,44	2,89 ^a	3,96 ^a	4,50 ^a	4,95 ^a	5,43 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	2,38	2,54 ^b	3,38 ^b	4,05 ^{bc}	4,50 ^b	4,98 ^{bc}
CPVS-NP + không bón phân	2,39	2,35 ^c	2,90 ^c	3,82 ^c	4,03 ^c	4,60 ^c
Không bón phân	2,04	2,20 ^d	2,37 ^d	2,61 ^d	3,12 ^d	3,58 ^d
Mức ý nghĩa	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	8,29	1,93	4,58	4,15	4,50	5,52

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: Khác biệt không có ý nghĩa thống kê; CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89.

3.1.5. Tổng số nhánh trên cây

Kết quả bảng 5 cho thấy, thời điểm 15 NSG có tổng số nhánh/cây khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức, với tổng số nhánh/cây dao động 1,12-1,19 nhánh. Tuy nhiên, thời điểm 29, 43 và 50 NSG, tổng số nhánh/cây khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% giữa các nghiệm thức. Trong đó, bổ sung CPVS-NP kết hợp 75% N, P tăng tổng số nhánh/cây cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P, với tổng số nhánh/cây đạt 2,50; 4,67 và 5,08 nhánh so với 2,17; 4,00 và 4,42 nhánh, theo thứ tự. Trong khi đó, ở thời điểm 22 và 36 NSG nghiệm thức bón 75% N, P kết hợp CPVS-NP có tổng số nhánh/cây đạt 1,75 và 3,75 nhánh tương đương so với nghiệm thức bón 100% N, P, với

1,58 và 3,33 nhánh. Kế đến, nghiệm thức bón CPVS-NP nhưng không bón phân có tổng số nhánh/cây, dao động 1,17-3,50 nhánh cao hơn so với nghiệm thức không bón phân và không bổ sung CPVS-NP, với tổng số nhánh/cây dao động 1,14-2,67 nhánh. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Quốc Khương & cs. (2022) hỗn hợp các vi khuẩn TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 giúp tăng số tép hành lá.

Bổ sung CPVS-NP chứa 4 dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 có chức năng cố định đạm và hòa tan giúp giảm phân N và P trong canh tác đậu đen nhưng vẫn đảm bảo sinh trưởng của cây về chiều cao cây, số lá/cây, chiều dài lá, chiều rộng lá và số nhánh/cây.

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm, hòa tan lân đến sinh trưởng và năng suất đậu đen (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) trong điều kiện trồng trong chậu

3.2. Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh kết hợp với bón phân vô cơ đến thành phần năng suất, sinh khối khô và năng suất đậu đen trồng trên đất phù sa không bồi

3.2.1. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất đậu đen

Số quả trên cây: Nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P có số quả trên cây đạt 5,83 quả cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P, với 4,42 quả. Trong khi đó, số quả trên cây đạt giá trị thấp nhất ở nghiệm thức không bổ sung CPVS-NP và không bón phân, với 1,50 quả (Bảng 6).

Tổng số hạt trên quả: Nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P có tổng số hạt

trên quả đạt 14,3 hạt tương đương so với nghiệm thức bón 100% N, P, với 13,7 hạt. Tuy nhiên, tổng số hạt trên quả ở nghiệm thức bổ sung CPVS-NP nhưng không bón phân chỉ tương đương nghiệm thức không bón phân, với 10,5 so với 9,25 hạt, theo thứ tự (Bảng 6).

Số hạt chắc trên quả: Bảng 6 cho thấy, nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P có số hạt chắc trên quả đạt 13,8 hạt cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P là 11,8 hạt. Kế đến, nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp 50% N, P hoặc kết hợp không bón phân có số hạt chắc trên quả đạt lần lượt 10,1 và 8,75 hạt. Trong khi đó, số hạt chắc trên quả thấp nhất ở nghiệm thức không bón phân và không bổ sung vi khuẩn (6,75 hạt).

Bảng 5. Ảnh hưởng của bổ sung chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến tổng số nhánh/cây của cây đậu đen

Nghiệm thức	NSG					
	15	22	29	36	43	50
100% N + 100% P	1,19	1,58 ^a	2,17 ^b	3,33 ^a	4,00 ^b	4,42 ^b
CPVS-NP + 75% N + 75% P	1,17	1,75 ^a	2,50 ^a	3,75 ^a	4,67 ^a	5,08 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	1,16	1,67 ^a	1,93 ^c	2,75 ^b	3,17 ^c	4,08 ^c
CPVS-NP + không bón phân	1,14	1,17 ^b	1,75 ^d	2,33 ^b	3,00 ^c	3,50 ^d
Không bón phân	1,12	1,14 ^b	1,17 ^e	1,75 ^c	2,04 ^d	2,67 ^e
Mức ý nghĩa	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	4,08	9,62	6,16	11,9	7,88	3,90

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: Khác biệt không có ý nghĩa thống kê; CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89.

Bảng 6. Ảnh hưởng của bổ sung chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến các yếu tố cấu thành năng suất đậu đen

Nghiệm thức	Số quả/cây (quả)	Tổng số hạt/quả (hạt)	Số hạt chắc/quả (hạt)	Tỷ lệ hạt chắc (%)
100% N + 100% P	4,42 ^b	13,7 ^a	11,8 ^b	86,6 ^b
CPVS-NP + 75% N + 75% P	5,83 ^a	14,3 ^a	13,8 ^a	96,7 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	3,42 ^c	11,0 ^b	10,1 ^c	88,2 ^b
CPVS-NP + không bón phân	2,75 ^d	10,5 ^b	8,75 ^d	83,3 ^{bc}
Không bón phân	1,50 ^e	9,25 ^b	6,75 ^e	76,0 ^c
Mức ý nghĩa	*	*	*	*
CV (%)	10,0	9,77	3,74	5,60

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89.

Bảng 7. Ảnh hưởng của bổ sung chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía đến khối lượng khô và năng suất đậu đen

Nghiem thức	Khối lượng thân, lá (g/chậu)	Khối lượng hạt (g/chậu)	Năng suất (g/chậu)	Mật số vi khuẩn (MPN/g DSW)
100% N + 100% P	17,9 ^b	8,86 ^b	12,4 ^b	1,70 ^b
CPVS-NP + 75% N + 75% P	21,7 ^a	12,3 ^a	15,9 ^a	6,50 ^a
CPVS-NP + 50% N + 50% P	15,2 ^b	7,46 ^c	10,1 ^c	6,31 ^a
CPVS-NP + không bón phân	8,49 ^c	5,69 ^d	7,87 ^d	6,13 ^a
Không bón phân	4,95 ^d	2,78 ^e	3,48 ^e	1,75 ^b
Mức ý nghĩa	*	*	*	*
CV (%)	14,1	5,22	7,35	5,21

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); CPVS-NP: Chế phẩm vi sinh chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89; MPN: Mật số tương đối; DWS: Khối lượng đất khô.



Ghi chú: Theo thứ tự từ trái sang phải là (i) 100% N, P, (ii) CPVS-NP kết hợp 75% N, P, (iii) CPVS-NP kết hợp 50% N, P, (iv) CPVS-NP nhưng không bón phân hóa học, (v) Không bổ sung CPVS-NP và không bón phân hóa học.

Hình 1. So sánh sinh trưởng và năng suất giữa 5 nghiệm thức

Tỷ lệ hạt chắc: Nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 50% N, P và nghiệm thức bón 100% N, P, có tỷ lệ hạt chắc tương đương nhau, với 88,2 và 86,6%, theo thứ tự. Trong khi đó, nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp bón 75% N, P có tỷ lệ hạt chắc đạt 96,7% cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P. Đồng thời, tỷ lệ hạt chắc ở nghiệm thức không bón phân đạt thấp nhất, với 76,0% (Bảng 6).

Giảm 25% N, P kết hợp CPVS-NP chứa 4 dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 giúp tăng chiều cao cây đậu đen (62,1cm) so với nghiệm thức bón 100% N, P (59,6cm) (Bảng 1). Kết quả này phù hợp với

nghiên cứu của Nguyễn Quốc Khương & cs. (2022), bổ sung CPVS chứa 4 dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 đã tăng chiều cao cây hành tím, với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn và nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn lần lượt đạt 36,8 và 40,3cm. Trong khi đó, bổ sung 4 dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 tăng hấp thu đạm 39,7-49,2% trên cây lúa (Lý Ngọc Thanh Xuân & cs., 2019) và giảm 50% lượng đạm so với khuyến cáo (Nguyễn Quốc Khương & cs., 2019) do vi khuẩn *R. palustris* có khả năng cố định đạm và hòa tan lân (Khuong & cs., 2017; 2018; Lý Ngọc Thanh Xuân & cs., 2019). Ngoài ra, tổng

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh chứa các dòng vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm, hòa tan lân đến sinh trưởng và năng suất đậu đen (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) trong điều kiện trồng trong chậu

số lá/cây, chiều dài lá, chiều rộng lá và tổng số nhánh/cây cũng tăng lên trong trường hợp bổ sung các dòng *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 (Bảng 2-5). Vì vậy, bổ sung CPVS-NP chứa hỗn hợp các dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 giúp tăng sinh trưởng đậu đen.

3.2.2. Khối lượng khô

Khối lượng thân, lá khô: Các nghiệm thức có và không bổ sung CPVS-NP có khối lượng thân, lá khô dao động 4,95-21,7 g/chậu. Trong đó, nghiệm thức giảm 25% N, P kết hợp bổ sung CPVS-NP đạt khối lượng thân, lá khô cao nhất 21,7 g/chậu và thấp nhất ở nghiệm thức không bón phân, với 4,95 g/chậu (Bảng 7).

Khối lượng hạt khô: Bón 100% N, P có khối lượng hạt khô thấp hơn so với nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp 75% N, P, với 8,86 so với 12,3 g/chậu, theo thứ tự. Tuy nhiên, bón 50% N, P kết hợp bổ sung CPVS-NP có khối lượng hạt khô đạt 7,46 g/chậu thấp hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P. Bên cạnh đó, khối lượng hạt khô ở nghiệm thức không bón phân đạt thấp nhất 2,78 g/chậu (Bảng 7).

Năng suất: Bổ sung CPVS-NP chứa các dòng vi khuẩn cố định đạm và hòa tan lân *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 kết hợp bón 75% N, P giúp năng suất đậu đen đạt cao nhất 15,9 g/chậu. Kế đến, nghiệm thức bón 100% N, P và nghiệm thức bổ sung CPVS-NP kết hợp 50% N, P đạt năng suất lần lượt 12,4 và 10,1 g/chậu. Bên cạnh đó, nghiệm thức bổ sung CPVS-NP đạt năng suất cao hơn so với nghiệm thức không bón CPVS-NP trong trường hợp không bón phân, với năng suất lần lượt 7,87 và 3,48 g/chậu (Bảng 7, Hình 1).

Mật số tương đối vi khuẩn PNSB cố định đạm và hòa tan lân ở các nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn (6,13-6,50 MPN /g DSW) cao hơn các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (1,70-1,75 log MPN/g DSW) (Bảng 7). Điều này góp phần giải thích rằng PNSB đã cố định đạm và hòa tan lân để hỗ trợ sinh trưởng và cải thiện năng suất đậu đen.

Bổ sung CPVS-NP chứa các dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 kết hợp bón 75% N, P dẫn đến năng suất đậu

đen cao nhất 15,9 g/chậu (Bảng 7). Tương tự, theo Htwe & cs. (2019), bổ sung CPVS chứa *Bradyrhizobium* và *S. griseoflavus* P4 tăng năng suất đậu xanh. Mặt khác, ngoài khả năng cố định đạm và hòa tan lân các dòng vi khuẩn

R. palustris có khả năng tiết các chất điều hòa sinh trưởng như: 3-indole acetic acid, 5 aminolevulinic acid và siderophores (Khuong & cs., 2020), giúp tăng hàm lượng đạm hữu dụng và hàm lượng lân dễ tiêu trong đất trong điều kiện nhà lưới và đồng ruộng (Khuong & cs., 2020; Nguyễn Quốc Khương & cs., 2022). Do đó, bổ sung CPVS-NP chứa các dòng vi khuẩn *R. palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 giúp tăng năng suất đậu đen

4. KẾT LUẬN

Bổ sung chế phẩm vi sinh chứa vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm, hòa tan lân *Rhodopseudomonas palustris* TLS06, VNW02, VNW64 và VNS89 kết hợp bón 75% N, P giúp tăng chiều cao cây, chiều dài lá, chiều rộng lá, tổng số quả/chậu và mật số PNSB so với nghiệm thức bón 100% N, P. Giảm 25% N, P kết hợp bổ sung chế phẩm vi sinh đạt năng suất 15,9 g/chậu cao hơn so với nghiệm thức bón 100% N, P theo khuyến cáo, với 12,4 g/chậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aguilera Y., Mojica L., Rebollo-Hernanz M., Berhow M., De Mejía E.G. & Martín-Cabrejas M.A. (2016). Black bean coats: New source of anthocyanins stabilized by β -cyclodextrin copigmentation in a sport beverage. *Food Chemistry*. 212: 561-570.
- Arora N.K. (2018). Agricultural sustainability and food security. *Environmental Sustainability*. 1(3): 217-219.
- Fukami J., Cerezini P. & Hungria M. (2018). *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. *AMB Express*. 8(1): 1-12.
- Gogoi N., Baruah K.K. & Meena R.S. (2018). Grain legumes: impact on soil health and agroecosystem. In *Legumes for soil health and sustainable management*. Springer, Singapore.
- Harada N., Nishiyama M., Otsuka S. & Matsumoto S. (2005). Effects of inoculation of phototrophic purple bacteria on grain yield of rice and nitrogenase activity of paddy soil in a pot experiment. *Soil Science & Plant Nutrition*. 1(3): 361-367.

- Htwe A.Z., Moh S.M., Soe K.M., Moe K. & Yamakawa T. (2019). Effects of biofertilizer produced from *Bradyrhizobium* and *Streptomyces griseoflavus* on plant growth, nodulation, nitrogen fixation, nutrient uptake, and seed yield of mung bean, cowpea, and soybean. *Agronomy*. 9(2): 77.
- Kantha T., Kantachote D. & Klongdee N. (2015). Potential of biofertilizers from selected *Rhodopseudomonas palustris* strains to assist rice (*Oryza sativa* L. subsp. indica) growth under salt stress and to reduce greenhouse gas emissions. *Annals of Microbiology*. 65(4): 2109-2118.
- Khuong N.Q., Kantachote D., Nookongbut P., Onthong J., Xuan L.N.T. & Sukhoom A. (2020). Mechanisms of acid-resistant *Rhodopseudomonas palustris* strains to ameliorate acidic stress and promote plant growth. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 24: 101520.
- Khuong N.Q., Kantachote D., Onthong J. & Sukhoom A. (2017). The potential of acid-resistant purple nonsulfur bacteria isolated from acid sulfate soils for reducing toxicity of Al^{3+} and Fe^{2+} using biosorption for agricultural application. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 12: 329-340.
- Khuong N.Q., Kantachote D., Onthong J., Xuan L.N.T. & Sukhoom A. (2018). Enhancement of rice growth and yield in actual acid sulfate soils by potent acid-resistant *Rhodopseudomonas palustris* strains for producing safe rice. *Plant and Soil*. 429(1): 483-501.
- Khuong N.Q., Kantachote D., Thuc L.V., Nookongbut P., Xuan L.N.T., Nhan T.C., Xuan N.T.T. & Tantirungkij M. (2020). Potential of Mn^{2+} -resistant purple nonsulfur bacteria isolated from acid sulfate soils to act as bioremediators and plant growth promoters via mechanisms of resistance. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 20(4): 2364-2378.
- Kumar S.M., Reddy C.G., Phogat M. & Korav S. (2018). Role of bio-fertilizers towards sustainable agricultural development: a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7: 1915-1921.
- Lee S.K., Lur H.S. & Liu C.T. (2021). From lab to farm: Elucidating the beneficial roles of photosynthetic bacteria in sustainable agriculture. *Microorganisms*. 9(12): 2453.
- Lý Ngọc Thanh Xuân, Phạm Duy Tiến, Lê Vĩnh Thúc & Nguyễn Quốc Khương (2019). Hiệu quả của chế phẩm hữu cơ vi sinh chứa bốn dòng vi khuẩn *Rhodopseudomonas* sp. đối với hấp thu đạm, nhôm và sắt trong hạt lúa trồng trên đất phèn huyện Phụng Hiệp, tỉnh Hậu Giang ở điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 55(CĐ Công nghệ Sinh học): 133-140.
- Mạc Khách Trung, Cái Đình Hòa, Nguyễn Ngọc Bình, Nguyễn Trung Bình, Bùi Ngọc Thao, Đặng Thị Thu Trang, Huỳnh Văn Hồng & Phan Sĩ Hùng (2017). Nghiên cứu tuyển chọn các giống đậu ăn hạt (đậu xanh, đậu đen) phù hợp sản xuất trên chân đất cao, khó khăn nguồn nước tưới tại Bình Định. Viện Khoa học kỹ thuật Nông nghiệp Duyên hải Nam Trung Bộ.
- Nguyễn Quốc Khương, Lê Thị Như Ý, Lê Trần Thiện Sơn, Trần Dương Tiền, Diệp Trọng Phúc, Nguyễn Thị Hồng Nghi, Lê Thị Mỹ Thu, Trần Ngọc Hữu, Lê Vĩnh Thúc, Trần Chí Nhân & Lý Ngọc Thanh Xuân (2022). Ảnh hưởng của vi khuẩn quang dưỡng không lưu huỳnh màu tía cố định đạm đến sinh trưởng, năng suất và độ phì nhiêu đất trồng hành tím (*Allium ascalonicum* L.). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 10: 67-74.
- Nguyễn Quốc Khương, Lý Ngọc Thanh Xuân, Nguyễn Thị Xuân Đào, Trần Chí Nhân & Trần Văn Dũng (2019). Ảnh hưởng của chế phẩm hữu cơ vi sinh đến sinh trưởng và năng suất lúa trên đất phèn Hòn Đất trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 55(CĐ CNSH): 89-94.
- Pahalvi H.N., Rafiya L., Rashid S., Nisar B. & Kamili A.N. (2021). Chemical fertilizers and their impact on soil health. In *Microbiota and Biofertilizer*. Springer, Cham. 2: 1-20.
- Rahman K.A. & Zhang D. (2018). Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability. *Sustainability*. 10(3): 759.
- Roriz M., Carvalho S.M., Castro P.M. & Vasconcelos M.W. (2020). Legume biofortification and the role of plant growth-promoting bacteria in a sustainable agricultural era. *Agronomy*. 10(3): 435.
- Sakarika M., Spanoghe J., Sui Y., Wambacq E., Grunert O., Haesaert G., Spiller M. & Vlaeminck S.E. (2020). Purple non-sulphur bacteria and plant production: benefits for fertilization, stress resistance and the environment. *Microbial Biotechnology*. 13(5): 1336-1365.
- Sansinenea E. (2019). *Bacillus* spp.: as plant growth-promoting bacteria. Secondary metabolites of plant growth promoting rhizomicroorganisms. pp. 225-237.
- Singh B., Singh J.P., Kaur A. & Singh N. (2017). Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food Research International*. 101: 1-16.
- Srivastav A.L. (2020). Chemical fertilizers and pesticides: role in groundwater contamination. In *Agrochemicals detection, treatment and remediation*. Butterworth-Heinemann. pp. 143-159.
- Walling E. & Vaneekhaute C. (2020). Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. *Journal of Environmental Management*. 276: 111211.
- Zheng Z., Li J., Li J., Sun H. & Liu Y. (2019). Physicochemical and antioxidative characteristics of black bean protein hydrolysates obtained from different enzymes. *Food Hydrocolloids*. 97: 105222.