

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG CỐ ĐỊNH ĐẠM, HÒA TAN LÂN VÀ TỔNG HỢP IAA CỦA CÁC CHỦNG VI KHUẨN VÙNG RỄ VÀ ẢNH HƯỞNG LÊN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY DƯA CHUỘT TRONG ĐIỀU KIỆN PHÒNG THÍ NGHIỆM

Nguyễn Thị Liên¹, Nguyễn Thị Phi Oanh², Nguyễn Đắc Khoa¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm khảo sát khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA của 15 chủng vi khuẩn được phân lập từ đất vùng rễ dưa chuột tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả cho thấy tất cả 15 chủng vi khuẩn được khảo sát đều có khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA. Chủng DTII7 có khả năng cố định đạm cao nhất với lượng đạm là 1,153 mg/L; chủng TV14 là chủng có khả năng hòa tan lân cao nhất với lượng lân hòa tan là 36,924 mg/L và chủng VL4.6 tổng hợp IAA cao nhất là 0,775 µg/mL. Tuyển chọn 6 chủng vi khuẩn CL8, CL16, STI2, STI9, AG12 và DTII7 có đặc tính tốt để khảo sát ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả cho thấy tất cả các chủng vi khuẩn được khảo sát đều có ảnh hưởng tốt đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột trong điều kiện phòng thí nghiệm, các chỉ tiêu theo dõi đều cao hơn so với đối chứng âm. Tuy nhiên 3 chủng có triển vọng nhất là STI2, CL16 và CL8 với lượng đạm lân lượt là 0,012; 0,006; 0,021 mg/l và các chỉ số sinh trưởng tốt nhất trong số 6 chủng vi khuẩn khảo sát ở điều kiện phòng thí nghiệm.

Từ khóa: Cố định đạm, dưa chuột, hòa tan lân, tổng hợp IAA, vi khuẩn vùng rễ.

1. GIỚI THIỆU

Phân bón là một trong những tác nhân quan trọng vì nó ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển cũng như năng suất và chất lượng của cây trồng nói chung và cây dưa chuột nói riêng. Lượng phân vô cơ hòa tan vào đất được cố định nhanh thành dạng không hòa tan ngay sau khi bón và trở thành chất không có giá trị cho cây (Rodrigues và Fraga, 1999). Lượng đạm và lân dư thừa hoặc thiếu hụt có thể ảnh hưởng làm chậm quá trình sinh trưởng, phát triển và giảm chất lượng trái của cây dưa chuột, hơn thế nữa dư thừa phân bón còn ảnh hưởng xấu đến môi trường mà chủ yếu nhất là đất và nước. Dưa chuột là loại rau ăn quả được sử dụng rộng rãi, đặc biệt thường được sử dụng để ăn sống, nên chất lượng của quả ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe người tiêu dùng. Khi bón phân không hợp lý có thể làm dư thừa lượng nitrat phản ứng với các amin tạo thành chất gây ung thư gọi là nitrosamin, hàm lượng NO₃ vượt ngưỡng là triệu chứng nguy hiểm cho sức khỏe con người

(Nguyễn Thị Minh Phương và *ctv.*, 2010). Sự lạm dụng phân hóa học, thuốc bảo vệ thực vật làm cho môi trường ngày càng ô nhiễm đồng thời tích trữ trong sản phẩm, gây ảnh hưởng sức khỏe người tiêu dùng (Kumar *et al.*, 2001). Trước thực trạng ô nhiễm trên, ngày càng có nhiều nghiên cứu về nguồn phân bón sinh học để thay thế phân hóa học. Chế phẩm sinh học có nguồn gốc từ vi khuẩn cố định đạm giúp giảm nguy cơ ô nhiễm môi trường (Chabot *et al.*, 1996). Ngoài ra, vi khuẩn chuyển hóa nguồn lân khó tan có sẵn trong đất đã được nhiều nhà khoa học phát hiện và sử dụng để sản xuất phân lân sinh học nhờ đó có thể giảm bớt dư lượng lân hóa học tồn dư trong đất (Whitelaw *et al.*, 1999). Bài báo trình bày kết quả khảo sát khả năng cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp IAA của một số chủng vi khuẩn và ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây dưa chuột trong điều kiện phòng thí nghiệm, tạo tiền đề sản xuất các loại phân vi sinh giúp tăng năng suất dưa chuột, góp phần phát triển nền nông nghiệp bền vững trong tương lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

15 chủng vi khuẩn được phân lập từ đất vùng rễ cây dưa chuột ở các tỉnh thuộc khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

¹ Viện Nghiên cứu và Phát triển CNSH, Trường Đại học Cần Thơ

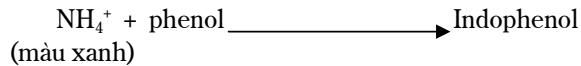
² Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Email: ntlien@ctu.edu.vn

2.2. Phương pháp

2.2.1. Khảo sát khả năng cố định đạm của các chủng vi khuẩn

Vi khuẩn được nuôi tăng sinh trong môi trường Burk's lỏng không đậm để đo sự hình thành amonium bằng phương pháp Indophenol (Page *et al.*, 1982) bằng máy đo quang phổ hấp thụ ở bước sóng 636 nm theo nguyên tắc:



Dựa vào phương trình đường chuẩn và kết quả đo quang phổ của mẫu, tính hàm lượng NH_4^+ của các chủng vi khuẩn tạo ra: $x = (y - b) / a$ với giá trị R^2 được chấp nhận khi $R^2 \geq 0,95$. Trong đó: x là hàm lượng đạm có trong ống; y là giá trị OD trung bình của 3 lần lặp lại; a , b là các hằng số.

2.2.2. Khảo sát khả năng hòa tan lân của các chủng vi khuẩn

Định tính khả năng hòa tan lân: Dựa theo phương pháp của Girmay Kalayu (2019) tính chỉ số hòa tan lân PSI dựa trên công thức (Girmay Kalayu (2019); Edi *et al.*, 1996): $\text{PSI} = [\text{đường kính khuẩn lạc} + \text{đường kính vòng halo}] / \text{đường kính khuẩn lạc}$.

Định lượng lân hòa tan sinh ra bằng phương pháp Ascorbic acid: Xác định hàm lượng P_2O_5 bằng cách đo cường độ hấp thụ màu ở bước sóng 880 nm theo phương pháp của Yousefi *et al.* (2011).

2.2.3. Khảo sát khả năng tổng hợp IAA của các chủng vi khuẩn

Khả năng tổng hợp IAA của các chủng vi khuẩn được đánh giá bằng phương pháp Salkowski (Glickmann và Dessaux, 1995) đo quang phổ hấp thụ ở bước sóng 530 nm.

2.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột trong điều kiện phòng thí nghiệm

Tuyển chọn các chủng vi khuẩn có khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA cao được lựa chọn sử dụng cho thí nghiệm này. Thí nghiệm được bố trí với hai cách xử lý vi khuẩn là ngâm hạt và tưới đất, mỗi cách xử lý có hai nghiệm thức lần lượt là ngâm hạt và không ngâm hạt, tưới đất và không tưới đất. Bố trí đối chứng âm (không xử lý vi khuẩn và không bón phân) và đối chứng dương (không xử lý vi khuẩn và bón phân) dùng để so sánh với kết quả thí nghiệm.

Chỉ tiêu theo dõi: Số rễ (đếm hết số rễ/cây); chiều dài rễ (đo chiều dài rễ chính của cây); chiều cao thân (đo từ gốc đến ngọn của cây); khối lượng

khô (mỗi nghiệm thức cân 3 cây, sấy ở 60°C trong 24 giờ. Cứ cách 2 giờ cân 1 lần đến khi 2 lần cân liên tiếp cho kết quả không đổi; hàm lượng diệp lục tố được xác định bằng phương pháp so màu (Benz *et al.*, 1980): Cân 50 mg lá sau 15 ngày, chọn những lá tương đối đồng nhất từ ngọn xuống. Lá được cắt nhỏ rồi ngâm trong 5 ml aceton 80%, đặt trong tối 3 ngày. Tiến hành đo quang phổ hấp thụ ở các bước sóng 663 nm, 645 nm và 440 nm, ghi nhận lại kết quả đo quang phổ và tính hàm lượng Chlorophyll a (C_a), Chlorophyll b (C_b) và Carotenoid theo công thức (Winternans và De Mots, 1965):

$$C_a \text{ (mg x g}^{-1}\text{)} = (0,0127 \times \text{OD}_{663} - 0,00269 \times \text{OD}_{645}) \times 100.$$

$$C_b \text{ (mg x g}^{-1}\text{)} = (0,0299 \times \text{OD}_{645} - 0,00468 \times \text{OD}_{663}) \times 100.$$

$$\text{Car (mg x g}^{-1}\text{)} = (0,004695 \times \text{OD}_{440} - 0,000268 \times (C_a + C_b)) \times 100.$$

Xử lý số liệu bằng phần mềm Excel 2010 và chạy thống kê bằng phần mềm Minitab 16.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả khảo sát khả năng cố định đạm của các chủng vi khuẩn

Kết quả khảo sát khả năng cố định đạm của các chủng vi khuẩn bằng phương pháp Indophenol blue cho thấy tất cả 15 chủng vi khuẩn đều có khả năng cố định đạm trong môi trường Burk's lỏng (Bảng 1). Khả năng cố định đạm của các chủng vi khuẩn biến động theo từng thời điểm. Nhìn chung có 2 nhóm, nhóm thứ nhất có 6 chủng (ĐTII7, AG2.5, CT2.5, AG3.2, TV14 và STI2) đạt hàm lượng đạm cao ($\geq 0,100$ mg/L), nhóm còn lại bao gồm 9 chủng vi khuẩn có hàm lượng đạm thấp dưới 0,100 mg/L.

Ở nhóm thứ nhất, chủng vi khuẩn ĐTII7 đạt hàm lượng đạm cao nhất (1,153 mg/L) tại thời điểm sau 6 ngày nuôi cấy và khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với tất cả các chủng khác ở tất cả các giai đoạn. Chủng vi khuẩn AG2.5 (0,560 mg/L) và CT2.5 (0,162 mg/L) cao thứ hai và thứ ba, với hàm lượng đạm cao nhất cũng tại thời điểm sau 6 ngày nuôi cấy. Khả năng cố định đạm chậm nhất là chủng vi khuẩn AG3.2 nên đến thời điểm sau 8 ngày nuôi cấy mới đạt hàm lượng đạm cao nhất là 0,127 mg/L. Còn lại là chủng TV14 (0,118 mg/L) đạt hàm lượng cao nhất ở thời điểm sau 4 ngày nuôi cấy và chủng vi khuẩn cố định đạm nhanh nhất là STI9 đạt hàm lượng đạm cao nhất 0,107 mg/L tại thời điểm sau 2 ngày nuôi cấy và giảm dần ở các thời điểm còn lại.

Ở nhóm còn lại, chủng AG1.5 đạt hàm lượng đạm 0,014 mg/L thấp nhất trong 9 chủng vi khuẩn tại thời điểm sau 6 ngày nuôi cấy. Nguyên nhân các chủng vi khuẩn cố định đạm có hàm lượng đạm tăng hay giảm có thể là do sự tổng hợp enzyme

nitrogenase được điều khiển bởi enzyme glutamate synthetase, xúc tác tổng hợp glutamin từ NH₃. Nếu trong hệ thống có ít NH₃ thì glutamate synthetase kích thích tổng hợp nitrogenase, nồng độ NH₃ cao thì ức chế tổng hợp nitrogenase.

Bảng 1. Hàm lượng NH₄⁺ của các chủng vi khuẩn

STT	Chủng VK	Hàm lượng đạm (mg/L)			
		Ngày 2	Ngày 4	Ngày 6	Ngày 8
1	STI9	0,107 ^a	0,100 ^{ab}	0,014 ^{ef}	0,000 ^g
2	ĐTII3.2	0,067 ^b	0,050 ^{ef}	0,007 ^{ef}	0,000 ^g
3	VL4.6	0,052 ^{bc}	0,043 ^f	0,032 ^{d-f}	0,032 ^e
4	TV14	0,006 ^{gh}	0,118 ^a	0,011 ^{ef}	0,000 ^g
5	CL16	0,006 ^{gh}	0,097 ^{a-c}	0,047 ^{d-f}	0,030 ^{ef}
6	CL8	0,021 ^{e-g}	0,079 ^{b-d}	0,075 ^d	0,065 ^{b-d}
7	AG12	0,040 ^{cd}	0,075 ^{b-e}	0,025 ^{d-f}	0,019 ^f
8	STIII1	0,024 ^{d-f}	0,068 ^{d-f}	0,065 ^{de}	0,062 ^{cd}
9	CL11	0,015 ^{e-h}	0,054 ^{d-f}	0,000 ^f	0,000 ^g
10	ĐTII7	0,040 ^{cd}	0,043 ^f	1,153 ^a	0,068 ^{bc}
11	AG2.5	0,003 ^h	0,007 ^g	0,560 ^b	0,000 ^g
12	CT2.5	0,030 ^{de}	0,072 ^{c-e}	0,162 ^c	0,054 ^d
13	AG1.5	0,006 ^{gh}	0,007 ^g	0,014 ^{ef}	0,000 ^g
14	AG3.2	0,006 ^{gh}	0,011 ^g	0,014 ^{ef}	0,127 ^a
15	STI2	0,012 ^{f-h}	0,014 ^g	0,018 ^{d-f}	0,076 ^b
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV(%)	19,9	16,22	13,47	10,77

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự đi kèm giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

3.2. Kết quả khảo sát khả năng hòa tan lân của các chủng vi khuẩn

Bảng 2. Hàm lượng P₂O₅ (mg/L) của các chủng vi khuẩn

STT	Chủng VK	Hàm lượng lân hòa tan (mg/L)		
		Ngày 5	Ngày 10	Ngày 15
1	TV14	4,33 ^{ab}	20,4 ^a	36,9 ^a
2	AG12	4,74 ^a	9,97 ^b	25,5 ^b
3	STI2	2,44 ^c	7,63 ^c	15,6 ^c
4	CL8	1,862 ^{cd}	11,3 ^b	14,9 ^c
5	CL11	1,685 ^{c-e}	10,2 ^b	12,8 ^d
6	AG1.5	2,28 ^c	4,94 ^{de}	7,36 ^e
7	ĐT II3.2	2,49 ^c	5,19 ^d	6,93 ^e
8	STI9	0,562 ^{de}	0,793 ^{gh}	6,83 ^e
9	STIII1	2,96 ^{bc}	3,43 ^{ef}	6,62 ^e
10	AG3.2	0,354 ^e	0,791 ^{gh}	2,32 ^f
11	AG2.5	0,35 ^e	0,472 ^h	0,727 ^f
12	ĐTII7	4,55 ^a	2,43 ^{fg}	2,00 ^f
13	CL16	2,57 ^c	1,928 ^{fh}	1,831 ^f

14	VL4.6	2,52 ^c	1,789 ^{c-g}	1,697 ^f
15	CT2.5	2,50 ^c	1,639 ^{gh}	1,457 ^f
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV (%)	19,6	10,47	5,8

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Kết quả định tính: Kết quả khảo sát khả năng hòa tan lân bằng phương pháp nhỏ giọt trên môi trường NBRIP cho thấy cả 15 chủng vi khuẩn không tạo vòng halo xung quanh khuẩn lạc nhưng làm đổi màu môi trường. Nguyên nhân do các nhóm vi khuẩn hòa tan lân này tạo ra acid hữu cơ làm thay đổi pH dẫn đến màu sắc của môi trường chuyển từ màu xanh sang màu vàng. Từ kết quả trên, cả 15 chủng vi khuẩn được tiếp tục khảo sát định lượng hòa tan lân.

Kết quả định lượng: Hiệu quả hòa tan lân (Bảng 2) có sự biến động qua từng thời điểm ở từng chủng vi khuẩn khác nhau. Hàm lượng lân hòa tan trong cả 3 thời điểm khảo sát của các chủng vi khuẩn dao

động từ 0,3-36 mg/L. Nhìn chung 15 chủng vi khuẩn được khảo sát chia thành 2 nhóm theo 2 xu hướng, nhóm thứ nhất (CL16, VL4.6, CT2.5 và AG2.5) có hàm lượng lân hòa tan cao ở thời điểm sau 5 ngày nuôi cấy và giảm dần ở các ngày khảo sát còn lại.

Ở nhóm thứ nhất, chủng ĐTH7 có lượng lân hòa tan cao nhất là 4,55 mg/L và chủng vi khuẩn có hàm lượng lân hòa tan thấp nhất là CT2.5 (2,50 mg/L). Nhóm thứ 2 bao gồm 11 chủng vi khuẩn còn lại có hàm lượng lân hòa tan tăng dần từ ngày thứ 5 đến ngày thứ 15 sau khi nuôi cấy. Chủng TV14 hòa tan lân cao nhất với lượng lân hòa tan là 36,9 mg/L và khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với tất cả các chủng khác ở tất cả các thời điểm. Ngược lại, chủng AG2.5 (0,727 mg/L) có lượng lân hòa tan thấp nhất trong 11 chủng vi khuẩn. Chủng vi khuẩn có lượng

lân hòa tan cao nhất của thí nghiệm là TV14 (36,9 mg/L). Chủng vi khuẩn này cho kết quả thấp hơn khi so sánh với chủng vi khuẩn HG04 (125,0 mg/L) hòa tan lân phân lập từ đất vùng rễ chuối của Thạch Hoài Thương (2015) ở ngày thứ 15 sau khi nuôi cấy với nguồn lân là $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

3.3. Kết quả khảo sát khả năng tổng hợp IAA của các chủng vi khuẩn

Kết quả khảo sát khả năng tổng hợp IAA của 15 chủng vi khuẩn ở các thời điểm 2, 4, 6 và 8 ngày được thể hiện trong bảng 3. Các chủng vi khuẩn được khảo sát có hàm lượng IAA dao động từ 0,147-0,757 $\mu\text{g/ml}$ ở các thời điểm 2, 4, 6 và 8 ngày. Cả 4 thời điểm khảo sát, chủng VL4.6 cho kết quả tổng hợp cao nhất với hàm lượng IAA là 0,757 $\mu\text{g/ml}$ ở ngày thứ 6.

Bảng 3. Hàm lượng IAA của các chủng vi khuẩn

STT	Chủng VK	Hàm lượng IAA ($\mu\text{g/ml}$)			
		Ngày 2	Ngày 4	Ngày 6	Ngày 8
1	STIII1	0,549 ^a	0,117 ^{df}	0,455 ^c	0,270 ^a
2	TV14	0,440 ^{ab}	0,258 ^{ab}	0,152 ^{gh}	0,090 ^{cd}
3	STI2	0,366 ^{bc}	0,070 ^{e-g}	0,354 ^{c-e}	0,135 ^{bc}
4	AG12	0,330 ^{b-d}	0,282 ^a	0,152 ^{gh}	0,000 ^{de}
5	AG3.2	0,147 ^{ef}	0,023 ^g	0,101 ^h	0,000 ^{de}
6	VL4.6	0,366 ^{bc}	0,117 ^{df}	0,757 ^a	0,135 ^{bc}
7	STI9	0,330 ^{b-d}	0,047 ^{fg}	0,606 ^b	0,135 ^{bc}
8	CL16	0,183 ^{df}	0,282 ^a	0,404 ^{cd}	0,270 ^a
9	CL11	0,110 ^f	0,235 ^{ac}	0,354 ^{c-e}	0,225 ^{ab}
10	ĐTH7	0,293 ^{b-e}	0,164 ^{cd}	0,354 ^{c-e}	0,135 ^{bc}
11	CL8	0,220 ^{c-f}	0,141 ^{de}	0,303 ^{d-f}	0,090 ^{cd}
12	ĐT II3.2	0,256 ^{c-f}	0,117 ^{df}	0,303 ^{d-f}	0,090 ^{cd}
13	AG1.5	0,220 ^{c-f}	0,188 ^{b-d}	0,253 ^{e-g}	0,090 ^{cd}
14	AG2.5	0,147 ^{ef}	0,023 ^g	0,202 ^{fh}	0,135 ^{bc}
15	CT2.5	0,110 ^f	0,117 ^{df}	0,152 ^{gh}	0,000 ^{de}
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV(%)	36,8	29,7	27,7	59,6

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Có 5 chủng vi khuẩn tổng hợp được hàm lượng IAA cao vào thời điểm ngày thứ 2. Trong đó, hàm lượng IAA tổng hợp được cao nhất là chủng STIII1 (0,549 $\mu\text{g/ml}$), thấp nhất là chủng AG3.2 với hàm lượng IAA là 0,147 $\mu\text{g/ml}$. Có 10 chủng vi khuẩn tổng hợp được hàm lượng IAA cao ở ngày thứ 6. Chủng vi khuẩn VL4.6 tổng hợp được hàm lượng IAA cao nhất 0,757 $\mu\text{g/ml}$ và chủng vi khuẩn CT2.5 tổng hợp được

hàm lượng IAA thấp nhất là 0,152 $\mu\text{g/ml}$. Từ kết quả khảo sát, có thể kết luận chủng vi khuẩn có khả năng tổng hợp IAA cao nhất xét tại tất cả các thời điểm khảo sát là VL4.6 (0,757 $\mu\text{g/ml}$). So sánh kết quả này với chủng vi khuẩn tổng hợp hàm lượng IAA cao nhất phân lập từ rễ cây mè (MA2: 3,09 $\mu\text{g/ml}$) (Trần Phát Đạt, 2017) thì kết quả thu được trong thí nghiệm này của chủng vi khuẩn VL4.6 là thấp hơn.

Tuyển chọn 6 chủng vi khuẩn (CL8, STI9, AG12, ĐTII7, CL16 và STI2) có đặc tính tốt từ các kết quả khảo sát khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột trong điều kiện phòng thí nghiệm

3.4.1. Kết quả nghiệm thức ngâm hạt

Bảng 4. Các chỉ tiêu của nghiệm thức ngâm hạt

STT	Chủng VK	Các chỉ tiêu			
		Số rễ	Chiều dài rễ (cm)	Chiều cao thân (cm)	Khối lượng khô (mg)
1	STI2	20,7 ^a	11,8 ^b	13,6 ^{ab}	62 ^c
2	CL16	20,3 ^{ab}	18,5 ^a	13,2 ^b	180 ^a
3	ĐTII7	19,3 ^{a-c}	16,8 ^a	13,5 ^{ab}	205 ^a
4	AG12	16,3 ^{bc}	16,5 ^a	13,4 ^{ab}	106 ^b
5	STI9	15,7 ^c	18,1 ^a	13,7 ^{ab}	140 ^b
6	CL8	15,3 ^c	16,1 ^a	12,9 ^b	104 ^b
7	ĐC(+)	8,67 ^d	9,57 ^{bc}	15,4 ^a	22 ^d
8	ĐC(-)	7,67 ^d	6,27 ^c	12,4 ^b	13 ^d
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV (%)	9,86	8,99	5,34	13,13

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Qua kết quả khảo sát và phân tích thống kê (Bảng 4) cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các chủng vi khuẩn.

Chỉ tiêu số rễ: Chỉ tiêu số rễ của cây dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đều cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+). Có 3 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu số rễ của cây cao nhất là STI2 (20,7 rễ/cây), CL16 (20,3 rễ/cây) và ĐTII7 (19,3 rễ/cây).

Chỉ tiêu chiều dài rễ: Cả 6 chủng vi khuẩn đều tác động tốt đến chỉ tiêu chiều dài rễ của cây dài hơn và khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+). Riêng STI2 (11,833 cm) ảnh hưởng chiều dài rễ của cây ngắn nhất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê so ĐC(+).

Chỉ tiêu chiều cao thân: Chỉ tiêu chiều cao thân dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đều thấp

hơn ĐC(+) và cao hơn so với ĐC(-) nhưng khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê.

Chỉ tiêu khối lượng khô: Chỉ tiêu khối lượng khô dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đều cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+). Có 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu khối lượng khô cao nhất là ĐTII7 (205 mg) và CL16 (180 mg).

Bảng 5. Hàm lượng Chlorophyll a (C_a), Chlorophyll b (C_b) và Carotenoid (Car) của nghiệm thức ngâm hạt

STT	Chủng VK	Hàm lượng Chlorophyll a (C _a) (mg/g lá tươi)	Hàm lượng Chlorophyll b (C _b) (mg/g lá tươi)	Hàm lượng Carotenoid (Car) (mg/g lá tươi)
1	ĐTII7	3,02 ^a	0,040 ^f	2,260 ^b
2	CL8	2,72 ^b	1,485 ^b	1,187 ^e
3	STI2	2,67 ^b	1,258 ^c	1,252 ^d
4	ĐC(+)	2,64 ^b	1,749 ^a	1,364 ^c
5	CL16	2,61 ^b	1,242 ^c	1,323 ^c
6	AG12	2,27 ^c	0,779 ^d	0,920 ^f
7	STI9	2,15 ^c	0,315 ^e	2,341 ^a
8	ĐC(-)	2,20 ^c	1,186 ^c	1,248 ^d
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV (%)	2,22	5,09	1,39

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Hàm lượng Chlorophyll a (C_a): Chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây dưới sự ảnh hưởng của 3 chủng vi khuẩn CL8 (2,72 lá/ cây), STI2 (2,67 lá/cây) và CL16 (2,61 lá/cây) khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+). Trong đó, chủng vi khuẩn ĐTII7 (3,019 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây cao nhất và khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+); chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn AG12 và STI9 thấp hơn ĐC(+).

Hàm lượng Chlorophyll b (C_b): Chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll b của cây dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so với ĐC(+). Có 3 chủng vi khuẩn ảnh hưởng đến hàm lượng Chlorophyll b của cây thấp hơn ĐC(-) là ĐTII7, AG12 và STI9.

Hàm lượng Carotenoid (Car): Có 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây cao nhất là STI9 (2,341 mg/g lá tươi) và ĐTII7 (2,260 mg/g lá tươi) khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so với nhau và đều cao hơn ĐC(+). Các chủng vi

khuẩn còn lại đều ảnh hưởng đến chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây thấp hơn ĐC(+). Riêng chủng vi khuẩn AG12 (0,920 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây thấp hơn ĐC(-).

Từ kết quả khảo sát (Bảng 5) cho thấy vi khuẩn có ảnh hưởng tốt đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột trong điều kiện phòng thí nghiệm; đồng thời tương quan với kết quả khảo sát khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA. Trừ các chủng vi khuẩn AG12, ĐTII7 và STI9 ảnh hưởng không tốt đến chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll b;

AG12 và CL8 ảnh hưởng không tốt đến chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid; nhưng không ảnh hưởng đến khả năng quang hợp do kết quả chênh lệch không nhiều với ĐC(-); còn các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng tốt.

3.4.2. Kết quả khảo sát nghiệm thức tưới đất

Qua kết quả phân tích thống kê ở bảng 6 cho thấy khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các chủng vi khuẩn.

Bảng 6. Các chỉ tiêu của nghiệm thức tưới đất

STT	Chủng VK	Các chỉ tiêu			
		Số rễ	Chiều dài rễ (cm)	Chiều cao thân (cm)	Khối lượng khô (mg)
1	AG12	19,3 ^a	12,9 ^a	15,7 ^a	71 ^b
2	ĐTII7	19,3 ^a	10,6 ^{ab}	15,5 ^a	97 ^a
3	STI9	18,3 ^a	8,60 ^{bc}	15,6 ^a	69 ^b
4	CL16	12,7 ^b	12,2 ^{ab}	15,2 ^a	18 ^{de}
5	CL8	11,7 ^{bc}	10,9 ^{ab}	15,8 ^a	53 ^{bc}
6	ĐC(+)	8,67 ^{cd}	9,6 ^{bc}	15,4 ^a	22 ^{de}
7	STI2	7,67 ^d	12,4 ^{ab}	15,3 ^a	38 ^{cd}
8	ĐC(-)	7,67 ^d	6,27 ^c	12,4 ^b	13 ^e
	P-value	<0,0001	<0,001	0,003	<0,0001
	CV (%)	9,93	14,2	5,58	16,89

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Chỉ tiêu số rễ: Chỉ tiêu số rễ của cây dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đều cao hơn ĐC(+). Trừ chủng vi khuẩn STI2 (7,67 rễ/cây) ảnh hưởng đến chỉ tiêu số rễ của cây thấp hơn ĐC(+), và bằng ĐC(-). Có 3 chủng vi khuẩn ảnh hưởng đến chỉ tiêu số rễ của cây cao nhất là ĐTII7 (19,3 rễ/cây), AG12 (19,3 rễ/cây) và STI9 (18,3 rễ/cây).

Chỉ tiêu chiều dài rễ: Trừ chủng vi khuẩn AG12 thì các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng chỉ tiêu chiều dài rễ của cây khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so với ĐC(+). Chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu chiều dài rễ của cây dài nhất là AG12 (12,9 cm).

Chỉ tiêu chiều cao thân: Chỉ tiêu chiều cao thân của cây dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+).

Chỉ tiêu khối lượng khô: Trừ 2 chủng vi khuẩn CL16 và STI2 ảnh hưởng đến chỉ tiêu khối lượng khô của cây khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với ĐC(+), thì các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng chỉ tiêu khối lượng khô của cây cao hơn so với ĐC(+). Chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu khối

lượng khô của cây cao nhất là ĐTII7 (97 mg). Khối lượng khô bị ảnh hưởng bởi hàm lượng đạm cố định được nên chủng vi khuẩn ĐTII7 (cố định được hàm lượng đạm cao) ảnh hưởng đến chỉ tiêu khối lượng khô của cây cao hơn AG12, dù chủng vi khuẩn AG12 ảnh hưởng đến các chỉ tiêu khác cao hơn.

Hàm lượng Chlorophyll a (C_a): Trừ chủng vi khuẩn CL16 (2,712 mg/g lá tươi), STI2 (2,634 mg/g lá tươi) và CL8 (2,593 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+). Các chủng vi khuẩn STI9, AG12 và ĐTII7 ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây thấp hơn ĐC (-).

Hàm lượng Chlorophyll b (C_b): Trừ chủng vi khuẩn STI2 (1,893 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll b của cây cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+); các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll b của cây thấp hơn ĐC(+), và cao hơn ĐC(-).

Hàm lượng Carotenoid (Car): Trừ chủng vi khuẩn ĐTII7 (1,560 mg/g lá tươi) và CL8 (1,427

mg/g lá tươi) thì các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây thấp hơn ĐC(+). Riêng chủng STI9 (1,154 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây thấp nhất, thấp hơn ĐC(-).

Qua kết quả phân tích của nghiệm thức tưới đất này (Bảng 7) cho thấy vi khuẩn ảnh hưởng tốt đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột; đồng thời kết quả này cũng phù hợp với kết quả khảo sát khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA của các chủng vi khuẩn. Trừ các chủng vi khuẩn AG12, ĐTII7 và STI9 ảnh hưởng không tốt đến chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a và chủng vi khuẩn STI9 ảnh hưởng không tốt đến chỉ tiêu Carotenoid; nhưng không ảnh hưởng đến khả năng quang hợp của cây do chênh lệch không lớn; các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng tốt.

Bảng 7. Hàm lượng Chlorophyll a (Ca), Chlorophyll b (Cb) và Carotenoid (Car) của nghiệm thức tưới đất

STT	Chủng VK	Hàm lượng Chlorophyll a (C _a) (mg/g lá tươi)	Hàm lượng Chlorophyll b (C _b) (mg/g lá tươi)	Hàm lượng Carotenoid (Car) (mg/g lá tươi)
1	CL16	2,712 ^a	1,590 ^c	1,343 ^c
2	ĐC(+)	2,635 ^a	1,749 ^b	1,364 ^c
3	STI2	2,634 ^a	1,893 ^a	1,338 ^c
4	CL8	2,593 ^a	1,649 ^{bc}	1,427 ^b
5	ĐC(-)	2,201 ^b	1,186 ^c	1,248 ^d
6	STI9	2,064 ^c	1,325 ^d	1,154 ^e
7	AG12	1,767 ^d	1,224 ^{de}	1,346 ^c
8	ĐTII7	1,660 ^d	1,718 ^{bc}	1,560 ^a
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV (%)	1,91	3,18	1,46

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

3.4.3. Kết quả nghiệm thức kết hợp ngâm hạt và tưới đất

Kết quả khảo sát cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các chủng vi khuẩn với nhau (Bảng 8).

Chỉ tiêu số rễ: Dưới sự ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn chỉ tiêu số rễ giữa các cây khác biệt có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+). Trong đó có 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu số rễ của cây cao nhất là AG12 (29,7 rễ/cây) và ĐTII7 (25,7 rễ/cây) và 2 chủng vi khuẩn có chỉ tiêu số rễ thấp nhất là CL16 và CL8.

Bảng 8. Các chỉ tiêu của nghiệm thức kết hợp ngâm hạt và tưới đất

STT	Chủng vi khuẩn	Các chỉ tiêu			
		Số rễ	Chiều dài rễ (cm)	Chiều cao thân (cm)	Khối lượng khô (mg)
1	AG12	29,7 ^a	21,9 ^a	12,8 ^{bc}	224 ^a
2	ĐTII7	25,7 ^{ab}	17,9 ^{ab}	13,0 ^{bc}	226 ^a
3	STI9	24,3 ^b	15,8 ^{a-c}	13,8 ^{bc}	153 ^b
4	STI2	22,3 ^b	14,3 ^{bc}	14,3 ^{ab}	55 ^{cd}
5	CL16	10,7 ^c	15,6 ^{a-c}	15,7 ^a	91 ^c
6	CL8	8,67 ^c	12,2 ^{b-d}	15,4 ^a	66 ^c
7	ĐC(+)	8,67 ^c	9,67 ^{cd}	15,4 ^a	22 ^d
8	ĐC(-)	7,67 ^c	6,27 ^d	12,4 ^c	13 ^d
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV (%)	8,64	16,82	3,82	14,28

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Bảng 9. Hàm lượng Chlorophyll a (Ca), Chlorophyll b (Cb) và Carotenoid (Car) của nghiệm thức ngâm hạt và tưới đất

STT	Chủng VK	Hàm lượng Chlorophyll a (C _a) (mg/g lá tươi)	Hàm lượng Chlorophyll b (C _b) (mg/g lá tươi)	Hàm lượng Carotenoid (Car) (mg/g lá tươi)
1	STI9	2,995 ^a	1,977 ^a	0,771 ^d
2	CL16	2,986 ^a	1,243 ^c	1,459 ^a
3	CL8	2,760 ^b	1,142 ^c	1,350 ^b
4	ĐTII7	2,733 ^b	1,997 ^a	0,786 ^d
5	STI2	2,656 ^{bc}	1,162 ^c	1,327 ^b
6	ĐC(+)	2,635 ^{bc}	1,749 ^b	1,364 ^b
7	AG12	2,518 ^c	1,882 ^{ab}	0,742 ^d
8	ĐC(-)	2,201 ^d	1,186 ^c	1,248 ^c
	P-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	CV (%)	1,89	3,86	1,81

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có ký tự sau cùng (a, b, c,...) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Các giá trị trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

Chỉ tiêu chiều dài rễ: Chiều dài rễ của cây dưới sự ảnh hưởng giữa các chủng vi khuẩn có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê và đều cao hơn so với ĐC(+). Trong đó, 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng đến

chỉ tiêu chiều dài rễ của cây cao nhất là AG12 (21,9 cm) và ĐTII7 (17,9 cm); các chủng vi khuẩn còn lại ảnh hưởng chỉ tiêu chiều dài rễ của cây khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+).

Chỉ tiêu chiều cao thân: Có 3 chủng vi khuẩn AG12, ĐTII7 và STI9 ảnh hưởng chỉ tiêu chiều cao thân của cây thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+). Do 3 chủng vi khuẩn này tổng hợp được hàm lượng IAA cao hơn các chủng vi khuẩn còn lại, IAA kích thích sự giãn của tế bào về chiều ngang hơn là chiều dọc. Các chủng vi khuẩn còn lại ảnh hưởng chỉ tiêu chiều cao thân của cây khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+).

Chỉ tiêu khối lượng khô: Đa số các chủng vi khuẩn ảnh hưởng đến chỉ tiêu khối lượng khô của cây cao hơn và khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+). Ngoại trừ chủng vi khuẩn STI2 ảnh hưởng chỉ tiêu khối lượng khô của cây khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC(+). Các chỉ tiêu khác của cây dưới sự ảnh hưởng của chủng vi khuẩn STI2 cao hơn CL8 nhưng khối lượng khô của cây thấp hơn là do hàm lượng đạm cố định được của chủng vi khuẩn STI2 thấp hơn chủng vi khuẩn CL8 (khối lượng khô do lượng đạm ảnh hưởng). Có 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng khối lượng khô của cây cao nhất là ĐTII7 (226 mg) và AG12 (224 mg).

Hàm lượng Chlorophyll a (C_a): Chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây dưới sự ảnh hưởng của hầu hết các chủng vi khuẩn khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với ĐC(+); chỉ có 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây cao nhất là STI9 (2,995 mg/g lá tươi) và CL16 (2,986 mg/g lá tươi) và khác biệt có ý nghĩa so với ĐC(-) và ĐC(+). Chủng vi khuẩn AG12 (2,518mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll a của cây thấp hơn so với ĐC(+).

Hàm lượng Chlorophyll b (C_b): Có 3 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll b của cây thấp hơn ĐC(+) là CL8, CL16 và STI2. Trong đó, có 2 chủng vi khuẩn ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Chlorophyll b của cây cao nhất là ĐTII7 (1,997 mg/g lá tươi) và STI9 (1,977 mg/g lá tươi).

Hàm lượng Carotenoid (Car): Trừ chủng vi khuẩn CL16 (1,459 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid cao nhất, các chủng vi khuẩn còn lại ảnh hưởng đến cây đều thấp hơn so với ĐC(+). Trong đó có 3 chủng vi khuẩn STI9 (0,771 mg/g lá tươi), ĐTII7 (0,786 mg/g lá tươi) và AG12

(0,742 mg/g lá tươi) ảnh hưởng chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây thấp hơn ĐC(-).

Qua kết quả phân tích thống kê ở bảng 9 của nghiệm thức này cho thấy, hàm lượng đạm, lân, IAA do vi khuẩn tổng hợp cung cấp cho cây có ảnh hưởng tốt đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột; tương quan với kết quả khảo sát khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA. Trừ 3 chủng vi khuẩn AG12, ĐTII7 và STI9 ảnh hưởng không tốt đến chỉ tiêu hàm lượng Carotenoid của cây dưa chuột. Các chủng vi khuẩn còn lại đều ảnh hưởng tốt đến khả năng sinh trưởng và phát triển của cây dưa leo ở điều kiện phòng thí nghiệm.

4. KẾT LUẬN

Tất cả 15 chủng vi khuẩn đều có khả năng cố định đạm, hòa tan lân và tổng hợp IAA (lượng đạm tổng hợp được dao động từ 0,014 mg/L-1,153 mg/L), không tạo vòng halo nhưng làm đổi màu môi trường ở thí nghiệm định tính khả năng hòa tan lân; lượng lân hòa tan dao động từ 0,3-36 mg/L của chủng cao nhất là TV14 (36,924 mg/L) vào ngày thứ 15 ở thí nghiệm định lượng. Lượng IAA tổng hợp được của các chủng vi khuẩn dao động từ 0,147-0,757 µg/ml. Đa số các chủng vi khuẩn đều có ảnh hưởng tốt đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dưa chuột, tuy nhiên 3 chủng có triển vọng nhất là STI2, CL16 và CL8 với lượng đạm lân lượt là 0,012; 0,006; 0,021 mg/l và các chỉ số sinh trưởng tốt nhất trong số 6 chủng vi khuẩn khảo sát ở điều kiện phòng thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Benz, J., W. Rudiger and C. Guthoff, 1980. Detection and partial characterization of activity of chlorophyll synthetase in etioplast membranes. European journal of biochemistry. 109(1): 193-200.
2. Chabot, R., H. Antoun and M. C. Cescas, 1996. Growth promoting of maize and lettuce by phosphate-solubilizing *Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli*. Plant Soil. 184: 311- 321.
3. Edi Premono, M., A. M. Moawad and P. L. G. Vlek, 1996. Effect of phosphate-solubilizing *Pseudomonas putida* on the growth of maize and its survival in the rhizosphere. Indones Journal Crop Science. 11: 13-23.
4. Girmay Kalayu (2019). Phosphate solubilizing microorganisms: Promising approach as biofertilizers. International Journal of Agronomy.

Volume 2019. Article ID 4917256.
<https://doi.org/10.1155/2019/4917256>

5. Glickmann E. and Y. Dessaux, 1995. A Critical Examination of the Specificity of the Salkowski Reagent for Indolic Compounds Produced by Phytopathogenic Bacteria. American Society for Microbiology. (p: 793–796).

6. Kumar, D., I. Bergersen and A. M. Martensson, 2001. Potential for improving pea production by co-inoculation with fluorescent *Pseudomonas* and *Rhizobium*. Plant and Soil. 229: 25–34.

7. Nguyễn Thị Minh Phương, Nguyễn Thị Xuân và Nguyễn Thị Vân Anh (2010). Trồng rau gia vị, rau ăn sống an toàn. Nxb. Hà Nội.

8. Page, L., R.H. Miller and R.D. Keeney, 1982. Methods for Soils Analysis, Part 2: Chemical and Microbial properties, 2nd edition. American Society of Agronomy Incorporation. USA.

9. Rodríguez, H. and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth

promotion. Biotechnology advances. 17(4-5): 319 – 339.

10. Thạch Hoài Thương, 2015. Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn cố định đạm và phân giải lân từ đất vùng rễ chuối. Luận văn tốt nghiệp Đại học, chuyên ngành Vi sinh vật học. Trường Đại học Cần Thơ.

11. Trần Phát Đạt, 2017. Khảo sát ảnh hưởng của một số dòng vi khuẩn *Bacillus* sp. lên sự sinh trưởng và phát triển của cây mè trong điều kiện phòng thí nghiệm và nhà lưới. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Công nghệ sinh học. Trường Đại học Cần Thơ

12. Yousefi A., K. Khavazi, A. Moezi, F. Rejali, and H. Nadian (2011). “Phosphate solubilizing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi impacts on inorganic phosphorus fractions and wheat growth,” World Applied Sciences Journal, vol. 15, pp. 1310–1318.

13. Whitelaw, M. A., T. J. Harden and K. R. Helyar, 1999. Phosphate solubilizing in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. Soil Biological Biochem. 31: 655-665. Trường Đại học Cần Thơ.

EVALUATION OF THE NITROGEN FIXATION, PHOSPHATE SOLUBILIZATION AND IAA SYNTHESIS ABILITIES OF RHIZOSPHERE BACTERIA AND EFFECTS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF CUCUMBER UNDER LABORATORY CONDITIONS

Nguyen Thi Lien, Nguyen Thi Phi Oanh, Nguyen Dac Khoa

Summary

This study was carried out to evaluate the nitrogen fixation, phosphate solubilization and IAA synthesis abilities of 15 bacteria isolated from rhizospheres of cucumber planted in Mekong delta provinces. All isolates showed the above-mentioned expected abilities. Remarkably, the isolate coded ĐTH7 demonstrated the highest nitrogen fixation ability, at 1.153 mg/L; the isolate TV14 was the most significant phosphate-solubilizing bacteria (36.924 mg/L) while the isolate VL4.6 gave the highest IAA synthesis, at a level of 0.775 µg/ml. Furthermore, the six isolates coded CL8, CL16, STI2, STI9, AG12, and ĐTH7 showing good characteristics were selected to assess their effects on growth and development of cucumber under laboratory conditions. All the assessed isolates presented positive influences on cucumber's growth and development with more desirable parameters compared to the negative controls. however, the 3 most promising strains are STI2, CL16 and CL8 with nitrogen content of 0.012; 0.006; 0.021 (mg/l) and the best growth index among 6 bacterial strains surveyed under laboratory conditions.

Keywords: *Cucumber, IAA synthesis, nitrogen fixation, phosphate solubilization, rhizosphere bacteria.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Như Kiều

Ngày nhận bài: 20/11/2020

Ngày thông qua phản biện: 21/12/2020

Ngày duyệt đăng: 28/12/2020