



DOI:10.22144/ctujos.2023.200

ẢNH HƯỞNG CỦA HAI DÒNG VI KHUẨN *Curtobacterium citreum* HH5 VÀ *Curtobacterium luteum* MT6 ĐẾN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT CẢI XANH (*Brassica Juncea*) VÀ ĐẶC TÍNH ĐẤT Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Châu Thị Anh Thy¹, Nguyễn Thị Kiều Oanh¹, Nguyễn Ngọc Hoài², Trương Minh Trí³ và Nguyễn Khởi Nghĩa^{1*}

¹Khoa Khoa học đất, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

²Học viên cao học ngành Sinh thái học Khóa 27, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

³Sinh viên ngành Nông nghiệp công nghệ cao K45, Khoa 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): 20/03/2023

Sửa bài (Revised): 06/04/2023

Duyệt đăng (Accepted): 07/04/2023

Title: Effects of *Curtobacterium citreum* HH5 and *Curtobacterium luteum* MT6 on the growth and yield of Mustard Greens (*Brassica juncea*) and soil properties under the greenhouse condition

Author(s): Chau Thi Anh Thy, Nguyen Thi Kieu Oanh, Nguyen Ngoc Hoai, Trương Minh Trí and Nguyen Khoi Nghia*

Affiliation(s): Can Tho University

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn *Curtobacterium citreum* HH5 (HH5) và *Curtobacterium luteum* MT6 (MT6) đến sinh trưởng, năng suất cải xanh ở điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 NT và 3 lặp lại qua 2 vụ liên tục. Các chỉ tiêu theo dõi gồm sinh trưởng, năng suất và đặc tính đất. Kết quả dòng vi khuẩn HH5 giúp kích thích gia tăng các chỉ tiêu gồm chiều cao cây, kích thước lá, hàm lượng diệp lục, cũng như độ dẫn điện (EC) trong đất qua 2 vụ thí nghiệm. Đặc biệt, vi khuẩn HH5 làm tăng năng suất cải xanh lên đến 11,7% (vụ 1) và 36,7% (vụ 2) so với đối chứng. Dòng vi khuẩn MT6 đơn lẻ hoặc kết hợp hai dòng vi khuẩn với nhau tăng kích thước lá và năng suất ở vụ 2 là 19,6% và 11,2%. Tóm lại, dòng vi khuẩn HH5 có tiềm năng cao trong việc phát triển chế phẩm sinh học giúp kích thích sinh trưởng và năng suất cây rau đồng thời cải thiện EC đất.

Từ khóa: Cải xanh, *Curtobacterium citreum*, *Curtobacterium luteum*, EC đất, kích thích sinh trưởng

ABSTRACT

The study was carried out to evaluate the effects of two bacterial strains, *Curtobacterium citreum* HH5 (HH5) and *Curtobacterium luteum* MT6 (MT6) on the growth and yield of mustard green under greenhouse conditions. The experiment was arranged in a completely randomized design with 5 treatments and 3 replicates over 2 consecutive crops. The collected parameters include growth, yield, and soil characteristics. The results showed that the bacterial strain HH5 stimulated an increase in plant height, leaf size, chlorophyll content, and electrical conductivity in soil over 2 consecutive experimental crops. In particular, HH5 increased the yield of mustard green up to 11.7% (in crop 1) and 36.7% (in crop 2) compared to the control. The strain MT6 alone or combining two bacterial strains increased leaf size and yield in crop 2 by 19.6% and 11.2%, respectively. In summary, the bacterial strain HH5 has a high potential for developing probiotics to stimulate the growth and yield of vegetables and soil EC improvement.

Keywords: *Curtobacterium citreum*, *Curtobacterium luteum*, mustard green, plant growth promotion, soil EC

1. GIỚI THIỆU

Canh tác nông nghiệp theo hướng bền vững nhằm hạn chế tối đa việc tác động tiêu cực đến môi trường sinh thái đang được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trên thế giới. Trong canh tác nông nghiệp bền vững, các sản phẩm có nguồn gốc từ thiên nhiên, hữu cơ, sinh học và vi sinh được ưu tiên và khuyến khích sử dụng để thay thế một phần hoặc hoàn toàn các sản phẩm có nguồn gốc tổng hợp từ hóa chất mà khi sử dụng có thể ảnh hưởng xấu đến môi trường sinh thái. Các chế phẩm sinh học và vi sinh có chức năng có lợi cho cây trồng được phân lập chủ yếu từ đất nông nghiệp. Bên cạnh đất, lá thực vật cũng là một nguồn chứa nhiều nhóm vi sinh vật có lợi cho cây trồng. Trong số đó, nhóm vi khuẩn thuộc chi *Methylobacterium* và *Curtobacterium* đã được công bố là có tiềm năng ứng dụng rất lớn vì chúng liên kết rất chặt chẽ với cây trồng và hiện diện chủ yếu trên bề mặt thực vật và có ảnh hưởng tích cực tới sự sinh trưởng và phát triển của thực vật thông qua quá trình tổng hợp các phytohormone (auxin, cytokinin) (Holland, 1997), tiết 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase điều hòa ethylen trong cây (Madhaiyan et al., 2006), gia tăng khả năng hấp thu các chất khoáng, gia tăng sự kháng bệnh của thực vật (Maliti, 2000), tổng hợp enzyme urease và cố định nitơ (Sy et al., 2001). Bên cạnh đó, nhóm vi khuẩn thuộc chi *Curtobacterium* có mối liên quan mật thiết đến thực vật và đặc biệt là nằm trên bề mặt thực vật (Behrendt et al., 2002). Vi khuẩn thuộc chi *Curtobacterium*, có Guanin + Cytosine cao, chúng là nhóm gram dương và chúng cũng là những vi khuẩn sống nội sinh phổ biến của dầu tằm, trên lá và ở vùng rễ của một số loài thực vật. Ngoài ra, Sturz et al. (1997) cho rằng vi khuẩn *Curtobacterium luteum* có thể kích thích tăng trưởng đối với cỏ ba lá đỏ (*Trifolium pratense* L.) khi được chủng riêng lẻ hoặc hỗn hợp với các chủng vi khuẩn *Rhizobium*. Chúng có thể tạo ra các phản ứng khác nhau bằng nhiều cơ chế để bảo vệ cây trồng (Bulgari et al., 2011), giảm thiểu việc xâm nhiễm của tác nhân gây bệnh (Lacava et al., 2007) và thúc đẩy sự sinh trưởng và phát triển của thực vật (Sturz et al., 1997). Dòng vi khuẩn *Curtobacterium herbarum* đã được chứng minh là có khả năng thúc đẩy sinh trưởng và phát triển ở cây hoa cải, rau diếp, húng quế và cải ngọt (Mayer et al., 2019).

Kết quả nghiên cứu của Nhân (2020) đã phân lập được hai dòng vi khuẩn *Curtobacterium* sp. HH5 và MT6 (HH5 và MT6) từ lá hoa hồng và mồng tơi có khả năng kích thích tỉ lệ nảy mầm, phục hồi tỉ lệ nảy mầm của hạt bắp do tổn thương bởi nhiệt độ 50°C.

Ngoài ra, trong nghiên cứu này hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 này còn thể hiện khả năng kích thích sinh trưởng và gia tăng sinh khối cây bắp khi trồng trong môi trường dinh dưỡng Hoagland có bổ sung vi khuẩn ở điều kiện phòng thí nghiệm, trong đó NT tổ hợp 2 dòng vi khuẩn này cho kết quả kích thích sinh trưởng cây bắp tốt nhất. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu về khả năng kích thích sinh trưởng của 2 dòng vi khuẩn này lên cây cải xanh trong điều kiện nhà lưới hay ngoài đồng. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 lên sinh trưởng, năng suất cải xanh và một số đặc tính đất ở điều kiện nhà lưới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguồn vi khuẩn

Hai dòng vi khuẩn phân lập HH5 và MT6 từ lá cây hoa hồng và mồng tơi (Nhân, 2020) được nuôi cấy riêng biệt trong môi trường TSB tiệt trùng. Mẫu đặt lên trên máy lắc tròn và lắc với tốc độ 120 vòng/phút trong 3 ngày dưới điều kiện phòng thí nghiệm. Mật số của 2 dòng vi khuẩn được xác định theo phương pháp nhỏ giọt (Hoben & Somasegaran, 1982).

2.2. Giống cải xanh

Giống cải xanh được sử dụng trong thí nghiệm là giống cải bẹ xanh mờ HN-25 của công ty Hóa Nông. Hạt được ngâm trong các dung dịch huyền phù vi khuẩn được chuẩn bị mục 2.1. Hạt được ngâm riêng biệt với 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6, riêng hỗn hợp 2 dòng với tỷ lệ (1:1) trong 4 giờ với mật số 10^7 CFU/mL. Hạt rau cải xanh của NT đối chứng không chủng vi khuẩn được thực hiện tương tự nhưng sử dụng nước cất tiệt trùng. Sau 4 giờ ngâm trong dung dịch huyền phù vi khuẩn và trong nước, hạt được gieo vào chậu với mật số 30 hạt/chậu theo từng NT thí nghiệm ở thời điểm 0 ngày thí nghiệm. Sau một tuần gieo hạt, cây được tỉa và chừa lại 5 cây/chậu.

2.3. Chuẩn bị xỉ than và cố định vi khuẩn vào xỉ than

Xỉ than tổ ong được thu gom trong địa bàn thành phố Cần Thơ. Vi khuẩn được cố định vào trong xỉ than tổ ong trước khi bón vào đất theo phương pháp của Nghĩa và ctv. (2015) được mô tả như sau: xỉ than sau khi thu về tiến hành nghiên cứu qua rây kích thước 2 x 2 mm và cân 20 g xỉ than sau đó tiệt trùng ướt trong 20 phút ở 121°C. Tiếp theo, dịch huyền phù hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 được bổ sung vào xỉ than và mật số vi khuẩn chủng vào đất là 10^6 cfu/g đất; trộn 20 g xỉ than đã cố định vi khuẩn vào

tầng đất ở độ sâu 0 - 10 cm theo từng NT thí nghiệm ở thời điểm 0 ngày thí nghiệm.

2.4. Đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm thuộc nhóm đất phù sa (Fluvisols) được thu thập từ đất trồng rau ăn lá tại khu vực trồng chuyên rau tại phường Hưng Thạnh, quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ. Mẫu đất đầu vụ được phân tích một số hóa và sinh học đất gồm pH, EC, mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn trong đất. Kết quả phân tích đặc tính đất đầu vụ được trình bày trong Bảng 1 thể hiện đất có pH = 5,09; EC = 115 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ được đánh giá là không gây bất lợi cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Mật số vi khuẩn chiếm ưu thế hơn so với nấm và xạ khuẩn. Đất sau khi thu được trộn đều với nhau thành một mẫu lớn. Sau đó, cho 6 kg đất (khối lượng khô kiệt) vào các chậu nhựa đen (chậu có kích thước 30 cm (cao) x 30 cm (rộng)). Đất được làm tơi trên bề mặt trước khi gieo hạt.

Bảng 1. Một số đặc tính đất dùng cho thí nghiệm nhà lưới

Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
pH _{H2O}	-	5,09
EC (đất 1: nước 2.5)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	115
Vi khuẩn	CFU/g	$6,9 \times 10^5$
Nấm	CFU/g	$3,8 \times 10^3$
Xạ khuẩn	CFU/g	$4,2 \times 10^3$

Bảng 2. Lịch bón phân hóa học cho cây cải xanh thí nghiệm trong nhà lưới

Loại phân bón	Công thức kg/ha	Bón lần 1 (0NSKG) (%)	Bón lần 2 (7NSKG) (%)	Bón lần 3 (14NSKG) (%)	Bón lần 4 (21NSKG) (%)
N	70	0	30	30	40
P ₂ O ₅	48	100	0	0	0
K ₂ O	24	0	30	30	40

Ghi chú: NSKG: ngày sau khi gieo

Chỉ tiêu theo dõi

(a) Đặc tính đất: đặc tính hóa và sinh học đất gồm pH_{H2O}, EC, mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn trong đất được thực hiện vào thời điểm đầu và cuối vụ thí nghiệm.

H_{H2O}: Đo bằng máy đo 744 pH Meter-Metrohm sản xuất tại Thụy Sĩ, pH được đo bằng cách sử dụng điện cực [H⁺] trong dung dịch trích với tỉ lệ đất: nước là 1:2,5.

EC đất: Đo bằng máy đo EC Schott model 960 sản xuất tại Đức trong dung dịch trích với tỉ lệ đất: nước là 1:2,5.

2.5. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí trong chậu nhựa và thực hiện liên tục qua 2 vụ, ở điều kiện nhà lưới theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 NT và 3 lần lặp lại (n = 3). Vụ 1 và vụ 2 được bố trí lần lượt từ 25/7/2022 đến 30/8/2022 và từ 21/9/2022 đến 27/10/2022. Các NT thí nghiệm được liệt kê như sau:

- 1) NT 1: Không bón phân
- 2) NT 2: 70N-48P₂O₅-24K₂O (NPK khuyến cáo)
- 3) NT 3: 70N-48P₂O₅-24K₂O + Vi khuẩn HH5 (10^6 cfu/g đất)
- 4) NT 4: 70N-48P₂O₅-24K₂O + Vi khuẩn MT6 (10^6 cfu/g đất)
- 5) NT 5: 70N-48P₂O₅-24K₂O + Vi khuẩn HH5 (10^6 cfu/g đất) và vi khuẩn MT6 (10^6 cfu/g đất)

Nước tưới từ 1 đến 2 lần/ngày vào buổi sáng sớm và chiều mát để giữ ẩm độ đất. Cỏ dại và sâu bệnh được quản lý bằng phương pháp thủ công. Phân bón hóa học cho cải xanh theo công thức 70N-48P₂O₅-24K₂O (Điệp và ctv., 2011; Ba & Thủy, 2019). Phân NPK được sử dụng trong thí nghiệm gồm phân UREA (46% N) được sản xuất bởi Công ty Cổ phần Phân bón dầu khí Cà Mau, Kali Phú Mỹ (61% K₂O). Thời gian và liều lượng bón phân hóa học cho cây rau thí nghiệm được trình bày trong Bảng 2

Mật số vi khuẩn, xạ khuẩn và nấm trong đất:

Cân 10 g đất ẩm cho vào chai thủy tinh chứa 90 mL dung dịch Phosphate buffer (Dung dịch buffer phosphate (1 L) dung để trích vi khuẩn gồm 31,2 g Na₂HPO₄.2H₂O và 39,3 g NaH₂PO₄.12H₂O), sau đó mẫu được lắc trên máy lắc ngang với tốc độ 150 vòng/phút trong 60 phút, tiếp theo pha loãng các dãy nồng độ dung dịch huyền phù vi sinh vật với nồng độ pha loãng 10. Sau đó, 50 μL dung dịch mẫu được cho lên đĩa petri chứa môi trường thích hợp cho nấm potato dextrose agar (potato extract 4 g; dextrose 20 g và 15 g agar trong 1 L nước cất), cho xạ khuẩn Gause I (20 g tinh bột, 3 g MgSO₄.7H₂O, 3 g K₂HPO₄; 1 g KNO₃, 0,5 g NaCl, 0,01g FeSO₄.7H₂O, 20 g agar trong nước cất 1L nước cất) và vi khuẩn

trypton soya broth agar (30 g trypton soya broth và 15 g agar trong 1L nước cất).

(b) Chỉ tiêu sinh trưởng: Chỉ tiêu sinh trưởng được thu thập vào các giai đoạn 15, 25 và 35 ngày sau khi bố trí thí nghiệm gồm:

Chiều cao cây (cm): Chiều cao cây được tính từ mặt đất đến phần chóp ngọn cao nhất và tiến hành đo 5 cây trên mỗi chậu.

Chiều dài lá (cm): Chiều dài lá tính từ nách lá đến phần chóp ngọn cao nhất và tiến hành đo 2 lá trưởng thành lớn nhất trên mỗi chậu.

Chiều rộng lá (cm): Chiều rộng lá được xác định bằng cách đo phần rộng nhất trên lá và tiến hành đo 2 lá trưởng thành lớn nhất trên mỗi chậu.

Chỉ số diệp lục tố (SPAD): xác định bằng máy đo KONICA MINOLTA SPAD-502 Plus.

(c) Năng suất cây:

Khối lượng tươi cây cải xanh/chậu: (g/chậu): tiến hành thu toàn bộ cây cải xanh/chậu và cân toàn bộ cây cải của mỗi NT (sau khi đã bỏ lại rễ).

Sinh khối thân (g/chậu): tiến hành lấy một lượng cải mẫu để đem đi sấy ở 105°C trong tủ sấy đến khi khối lượng không đổi, cân khối lượng sau khi sấy và tính ra được ẩm độ cũng như lượng sinh khối khô của cây cải xanh trong mỗi chậu thí nghiệm.

2.6. Xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2016 và thống kê theo kiểm định Tukey's bằng phần mềm Minitab version 16.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 đến sinh trưởng, năng suất cây cải xanh trong điều kiện nhà lưới

3.1.1. Sinh trưởng

a. Chiều cao cây

Kết quả chiều cao cây cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (NT) ($p < 0,05$) (Bảng 3). Ở vụ 1, thời điểm 15 ngày sau khi gieo (NSKG) khác biệt không ý nghĩa thống kê giữa các NT, điều này có thể là do ở thời điểm này, cây còn nhỏ và nhu cầu dinh dưỡng mà cây trồng cần hấp thu vẫn còn ít, dinh dưỡng trong đất lưu tồn trước đây vẫn cung cấp đủ cho cây cải xanh, nên chiều cao cây ở NT đối chứng không bón phân cũng cho tương đương với các NT bón phân. Tuy nhiên, ở thời điểm 25 và 35 NSKG chiều cao cây ở NT đối chứng âm (không bón phân) thấp hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các NT còn lại, nhưng các NT cao hơn khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Chiều cao cây vụ 2, có sự khác biệt nhau ở cả 3 thời điểm 15, 25 và 35 NSKG. Ở tất cả 3 thời điểm khảo sát, NT chủng dòng vi khuẩn HH5 cho chiều cao cây cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với các NT còn lại. Trong khi 3 NT bón 100% NPK khác biệt không ý nghĩa thống kê về chiều cao cây ($p > 0,05$) và NT không bón phân cho chiều cao thấp nhất. Như vậy, qua 2 vụ thí nghiệm NT bón 100% kết hợp bổ sung vi khuẩn HH5 có hiệu quả giúp làm gia tăng chiều cao cây cải xanh.

Bảng 3. Chiều cao cây cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

NT	Chiều cao cây (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG
Không bón phân	10,1	17,9 ^b	19,3 ^b	10,2 ^b	17,2 ^c	20,3 ^c
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O	10,6	24,3 ^a	31,2 ^a	10,5 ^b	25,8 ^d	27,4 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5	10,8	25,1 ^a	31,5 ^a	11,5 ^a	29,8 ^a	30,8 ^a
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + MT6	10,9	24,3 ^a	31,1 ^a	10,6 ^b	27,8 ^b	28,1 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5 + MT6	10,7	23,6 ^a	29,7 ^a	10,5 ^b	26,3 ^c	27,7 ^b
F	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	6,54	13,07	17,49	4,38	17,66	13,56

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

b. Chiều dài lá

Kết quả chiều dài lá cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 4 có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các NT ($p < 0,05$). Ở vụ 1, ở thời điểm 15 và 25 NSKG, NT không bón phân cho chiều dài lá thấp hơn các NT còn lại ($p < 0,05$) và các NT bón 100% NPK khác biệt không ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, ở giai đoạn 35 NSKG, NT chủng dòng vi khuẩn HH5 và MT6 cho kết quả tương đương, lần lượt đạt 29,4 cm và 26,5 cm không khác biệt ($p < 0,05$) và cao hơn so với hai NT còn lại. Trong khi đó, ở vụ 2, kết quả có sự khác biệt rõ rệt hơn giữa các NT thí nghiệm ở 3 thời điểm khảo sát. Ở hầu hết các thời điểm thu mẫu, NT chủng dòng vi

khẩn HH5 cho kết quả về chiều dài lá cải xanh tốt hơn kể đến là NT chủng dòng vi khuẩn MT6, rồi đến NT chủng tổ hợp 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 và cuối cùng là NT bón 100% NPK khuyến cáo. Kết quả dòng vi khuẩn HH5 có khả năng kích thích làm tăng chiều dài lá cải xanh rất hiệu quả, trong khi nếu kết hợp 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 lại với nhau không mang lại hiệu quả cao trong việc kích thích tăng trưởng, có thể là do hai dòng vi khuẩn khi sống chung có thể cạnh tranh dinh dưỡng và môi trường sống làm giảm hiệu quả kích thích tăng trưởng cây trồng của chúng. Việc ức chế lẫn nhau có thể liên quan đến sự tổng hợp hợp chất bacteriocins để ức chế lẫn nhau giữa vi khuẩn trong điều kiện cạnh tranh môi trường sống (Gutierrez & Arbulu, 2021).

Bảng 4. Chiều dài lá cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

NT	Chiều dài lá (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG
Không bón phân	6,6 ^b	14,6 ^b	15,5 ^c	7,7 ^d	13,6 ^c	15,2 ^c
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O	7,7 ^a	20,6 ^a	26,3 ^b	8,1 ^c	22,4 ^d	23,7 ^d
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5	8,1 ^a	20,9 ^a	29,4 ^a	9,7 ^a	26,6 ^a	28,6 ^a
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + MT6	7,6 ^a	20,2 ^a	26,5 ^{ab}	9,1 ^b	24,8 ^b	27,0 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5 + MT6	7,4 ^{ab}	19,2 ^a	24,8 ^b	8,3 ^c	24,0 ^c	25,9 ^c
F	*	*	*	*	*	*
CV (%)	7,68	14,33	20,43	9,09	21,11	20,02

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê

c. Chiều rộng lá

Chiều rộng lá cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 5. Ở vụ 1, kết quả các NT bón 100% NPK khuyến cáo có và không chủng vi khuẩn khác biệt không ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, các NT này có chiều rộng lá lớn hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) với NT không bón phân hóa học. Ở vụ 2, các NT bổ sung vi khuẩn cho chiều rộng lá tốt hơn so với NT bón phân hóa học ở tất cả các thời điểm khảo sát. Đặc biệt, hai NT bón phân NPK theo khuyến cáo có chủng dòng vi khuẩn HH5 hoặc

chủng tổ hợp 2 dòng HH5 và MT6 cho chiều rộng lá cải xanh cao hơn các NT còn lại, và khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) ở thời điểm 35 NSKG. Như vậy, cả 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 đều giúp tăng chiều rộng lá ở vụ rau thứ hai. Điều này cho thấy các dòng vi khuẩn thử nghiệm sau khi chủng vào trong đất cần phải có thời gian để thích nghi, phát triển và nhân mật số đạt đủ số lượng để thực hiện tốt các chức năng kích thích tăng trưởng cây trồng của chúng.

Bảng 5. Chiều rộng lá cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

NT	Chiều rộng lá (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG
Không bón phân	2,6 ^c	6,4 ^b	7,0 ^b	3,4 ^d	7,6 ^c	8,8 ^d
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O	2,7 ^{bc}	9,4 ^a	12,5 ^a	3,6 ^c	10,9 ^d	10,1 ^c
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5	3,1 ^a	10,0 ^a	13,2 ^a	4,1 ^a	13,8 ^b	14,0 ^a
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + MT6	2,8 ^{abc}	9,5 ^a	12,5 ^a	3,8 ^b	12,9 ^c	13,5 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5 + MT6	2,9 ^{ab}	8,9 ^a	11,8 ^a	3,6 ^c	14,9 ^a	13,9 ^a

NT	Chiều rộng lá (cm)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG
F	*	*	*	*	*	*
CV (%)	6,75	10,04	22	6,59	22,1	18,8

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: khác biệt không ý nghĩa thống kê

d. Chỉ số SPAD

Kết quả chỉ số SPAD của lá cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm ở điều kiện nhà lưới được trình bày trong Bảng 6. Kết quả chỉ số SPAD ở lá cải xanh giữa các NT bón phân hóa học theo khuyến cáo có sự khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) ở 2 thời điểm khảo sát (15 và 25 NSKG). Tuy nhiên, ở thời điểm 35 NSKG, NT bón phân hóa học kết hợp chủng dòng vi khuẩn HH5 có chỉ số SPAD cao hơn so với NT bón phân hóa học, nhưng lại khác biệt không ý nghĩa thống kê với 2 NT chủng vi khuẩn MT6 và NT tổ hợp 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 ($p > 0,05$). Ở vụ 2, kết quả ở tất cả các thời điểm thu mẫu NT đối chứng âm (không bón phân hóa học) có chỉ số SPAD trong lá thấp nhất. Trong số các NT có bón phân hóa học khuyến cáo, NT chủng dòng vi khuẩn HH5 luôn cho chỉ số SPAD trong lá cao nhất, dao động trong khoảng 26,8 đến 30,0 (SPAD) ($p < 0,05$). Trong khi 3 NT còn lại khác biệt không ý nghĩa

thống kê ($p > 0,05$) về chỉ tiêu diệp lục tố của lá ở tất cả các thời điểm khảo sát. Như vậy, kết quả trong số 2 dòng vi khuẩn thử nghiệm chỉ có dòng HH5 khi được chủng riêng lẻ thể hiện chức năng giúp cải thiện chỉ số SPAD của lá cải xanh ở vụ thí nghiệm thứ 2. Như vậy, dòng vi khuẩn HH5 cần phải được chủng vào đất mỗi vụ để giúp vi khuẩn có thời gian thích nghi với môi trường sống mới để nhân đủ mật số cho việc thực hiện các chức năng của chúng. Do đó, chỉ ở vụ 2 vi khuẩn mới thể hiện tốt chức năng kích thích tăng trưởng cây trồng so với vụ 1. Ngoài ra, dòng vi khuẩn HH5 có thể đã sống sót tốt hơn trong môi trường đất để thực hiện chức năng tổng hợp siderophore (Hoài, 2022), giúp huy động và hấp thu Fe trong đất tốt hơn, nên cây trồng có khả năng hút lấy Fe sau khi vi khuẩn kết thúc vòng đời của chúng. Điều này làm tăng hàm lượng chlorophyll của lá, do Fe là một trong những nguyên tố thiết yếu cho việc tổng hợp chlorophyll của lá.

Bảng 6. Diệp lục tố của lá cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

NT	Diệp lục tố (SPAD)					
	Vụ 1			Vụ 2		
	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG	15 NSKG	25 NSKG	35 NSKG
Không bón phân	22,7	24,3 ^b	23,4 ^c	25,2 ^d	25,6 ^c	22,7 ^c
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O	22,6	26,7 ^a	24,8 ^{bc}	25,8 ^{bc}	27,5 ^b	25,8 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5	22,4	26,7 ^a	26,9 ^a	26,8 ^a	30,0 ^a	27,9 ^a
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + MT6	21,8	25,9 ^{ab}	25,8 ^{ab}	26,0 ^b	28,1 ^b	26,3 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5 + MT6	22,3	27,0 ^a	26,1 ^{ab}	25,5 ^{cd}	28,2 ^b	26,0 ^b
F	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	3,1	4,85	5,25	2,2	5,38	6,84

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.1.2. Năng suất

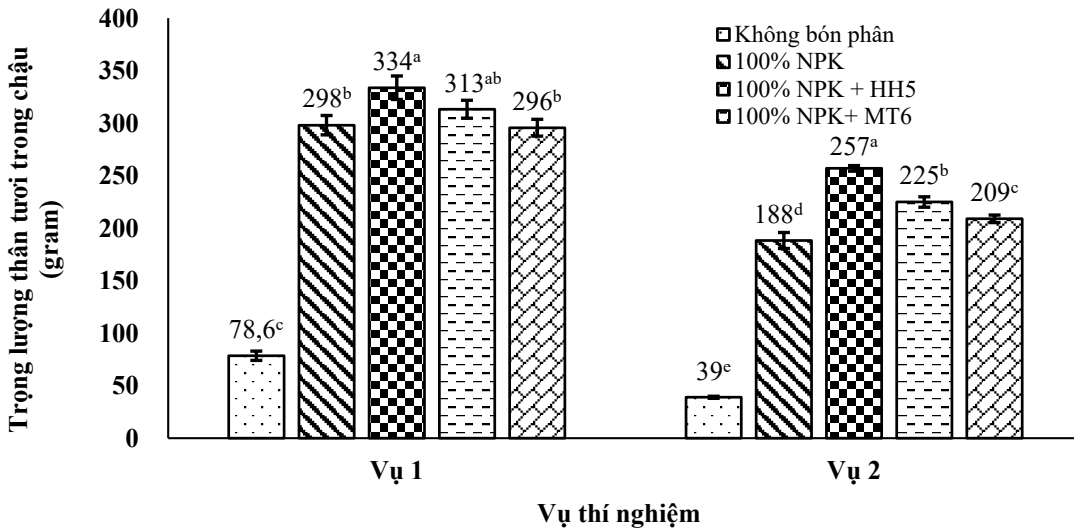
a. Khối lượng tươi/chậu

Kết quả khối lượng tươi cây cải xanh/chậu qua 2 vụ thí nghiệm được thể hiện trong Hình 1. Kết quả có sự khác biệt giữa các NT ($p < 0,05$) qua 2 vụ thí nghiệm và năng suất cây cải xanh ở vụ 2 thấp hơn vụ 1. NT không bón phân có năng suất thấp nhất ở cả 2 vụ với trọng lượng đạt 78,6 g (vụ 1) và 39 g (vụ 2). Nghiệm thức bón phân hóa học theo khuyến cáo

kết hợp chủng dòng vi khuẩn HH5 cho trọng lượng tươi cây cải xanh/chậu cao nhất, khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) với các NT còn lại, lần lượt đạt 334 g/chậu và 257 g/chậu tương ứng với vụ 1 và vụ 2. Nghiệm thức bón phân hóa học khuyến cáo kết hợp chủng dòng vi khuẩn MT6 và NT bón phân hóa học kết hợp chủng hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 ở vụ 1 cho kết quả khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) với NT bón phân hóa học. Tuy nhiên, ở vụ

hai, hai NT này cho kết quả về trọng lượng cây/chậu cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với NT đối chứng và lần lượt đạt 225 g/chậu và 209 g/chậu. Khi so sánh các NT chủng vi khuẩn với nhau, kết quả cả hai vụ đều có cùng một xu hướng đó là NT chủng tổ hợp 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 luôn cho trọng lượng tươi/chậu thấp hơn so với NT chủng đơn lẻ hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6. Như vậy, có thể hai dòng vi khuẩn này có sự

đối kháng lẫn nhau làm ức chế mật số vi khuẩn lẫn nhau dẫn đến chức năng kích thích sinh trưởng và năng suất cây trồng bị hạn chế do đó, dẫn đến các chỉ tiêu về sinh trưởng cũng thấp hơn và từ đó năng suất tươi cũng bị giảm xuống. Như vậy, dòng vi khuẩn HH5 là dòng vi khuẩn có chức năng tốt nhất trong vai trò kích thích sinh trưởng và năng suất cây cải xanh ở điều kiện thí nghiệm nhà lưới, kế đến là dòng vi khuẩn MT6.



Hình 1. Trọng lượng tươi cải xanh/chậu qua 2 vụ thí nghiệm ở điều kiện nhà lưới

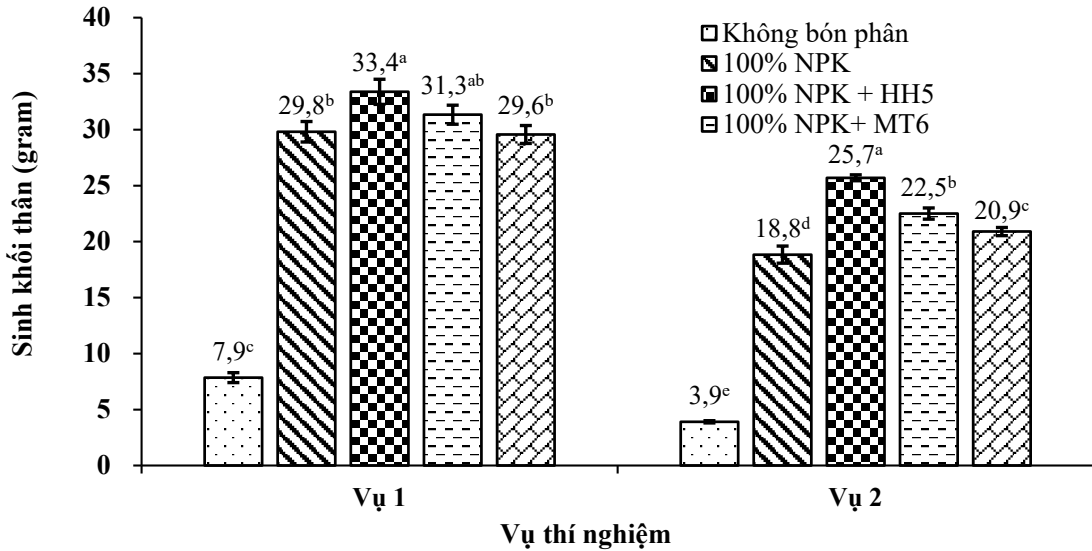
Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như các kết quả nghiên cứu trước đây dòng vi khuẩn *Curtobacterium* sp. có khả năng kích thích sinh trưởng và tăng năng suất cây trồng (Sturz et al., 1997; Mayer et al., 2019). Samain et al. (2017) đã phân lập được dòng vi khuẩn *Curtobacterium plantarum* EDS có khả năng gia tăng sinh trưởng cây lúa mì, tăng sinh khối rễ tươi và sinh khối thân tươi. Trong nghiên cứu của Díez-Méndez & Rivas (2017) cũng chỉ ra rằng, dòng vi khuẩn *Curtobacterium herbarum* Cs10 có khả năng cải thiện số lượng hoa và tăng cường đáng kể chiều dài của sợi nghệ tây và năng suất cây nghệ tây. Trong nghiên cứu này có đề cập, các dòng vi khuẩn *Curtobacterium* sp. là những dòng vi khuẩn đa chức năng trong việc tạo ra siderophore, hòa tan phosphate và tạo ra các hormone tăng trưởng thực vật như IAA. Tương tự, Raupach and Kloepper (2000) chứng minh được rằng *Curtobacterium flaccumfaciens* strain ME1 có khả năng kích thích sinh trưởng đáng kể cây dưa leo. Thêm vào đó, trong nghiên cứu Román-Ponce et al. (2017) có khẳng định khi chủng dòng vi khuẩn *Curtobacterium* sp. làm tăng khả năng này mầm và sinh trưởng cây cải mạt.

b. Sinh khối thân khô

Sinh khối khô thân cây cải xanh/chậu qua 2 vụ thí nghiệm có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$) (Hình 2). Nhìn chung, sinh khối khô thân cải xanh ở các NT ở vụ 1 luôn cao hơn so với sinh khối thân khô cây cải xanh ở vụ 2. Kết quả này phù hợp với chỉ tiêu trọng lượng tươi của cây cải xanh/chậu. Ngoài ra, nghiệm đối chứng âm không bón phân hóa học cho sinh khối thân khô thấp nhất. Ở cả hai vụ thí nghiệm, NT bón phân hóa học kết hợp chủng dòng vi khuẩn HH5 cho sinh khối thân khô của cây cải xanh cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) với các NT còn lại. Mặc dù ở vụ 1, hai NT chủng dòng vi khuẩn MT6 và NT chủng dòng HH5 khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) với NT đối chứng dương chỉ bón phân hóa học khuyến cáo, và lần lượt đạt 31,3, 29,6 và 29,8 g/chậu, nhưng ở vụ 2, hai NT chủng dòng vi khuẩn MT6 và NT chủng tổ hợp 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 cho sinh khối thân khô/chậu cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so với NT đối chứng dương chỉ bón phân hóa học và lần lượt đạt 22,5, 20,9 và 18,8 g/chậu. Như vậy, kết quả này chứng minh dòng vi khuẩn HH5 không chỉ giúp gia

tăng sinh khối tươi cây cải xanh/chậu mà còn giúp cây huy động tốt hơn dinh dưỡng để tạo sinh khối

thân khô của cải xanh tốt hơn các NT khác qua 2 vụ thí nghiệm.



Hình 2. Sinh khối thân khô cải xanh qua 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

3.2. Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 đến một số đặc tính đất ở điều kiện nhà lưới qua 2 vụ thí nghiệm

3.2.1. pH và EC

Các chỉ tiêu pH và EC đất qua 2 vụ thí nghiệm thực hiện liên tục trong nhà lưới được trình bày trong Bảng 7. pH đất của các NT thu vào thời điểm cuối vụ 1 và 2 đều khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Như vậy, kết quả qua 2 vụ thí nghiệm, việc tác động của phân bón hóa học đơn lẻ, kết hợp với chủng đơn lẻ hay tổ hợp 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 không làm thay đổi pH đất so với NT đối chứng âm không bón phân.

Tuy nhiên, giá trị EC trong đất của các NT có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với nhau. Ở cả hai vụ thí nghiệm, NT đối chứng âm

không bón phân và NT đối chứng dương bón phân hóa học có EC thấp nhất lần lượt đạt 62,1 và 94,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cho vụ 1 và 75,5 và 90,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cho vụ 2. Trong khi NT bón phân hóa học kết hợp chủng dòng vi khuẩn HH5 cho giá trị EC trong đất cao nhất, lần lượt đạt 124,3 và 127,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cho vụ 1 và vụ 2. Hai NT bón phân hóa học kết hợp chủng dòng vi khuẩn MT6 và NT bón phân hóa học kết hợp chủng dòng vi khuẩn HH5 và MT6 tương đương nhau ở vụ 2. Như vậy, kết quả dòng vi khuẩn HH5 giúp làm gia tăng giá trị EC trong đất và do đây là đất không nhiễm mặn nên việc gia tăng EC trong đất liên quan đến các cation là các nguyên tố dinh dưỡng trong đất. Điều này có thể một phần là do dòng vi khuẩn HH5 có khả năng cố định đạm nên trong đất có lượng NH_4^+ cao hơn, từ đó giúp gia tăng EC trong đất (Hoài, 2022).

Bảng 7. Kết quả pH và EC trong đất qua 2 vụ thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới

NT	pH		EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
	Vụ 1	Vụ 2	Vụ 1	Vụ 2
Không bón phân	5,81	6,17	62,1 ^c	94,9 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O	5,78	6,00	72,5 ^c	90,4 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5	5,81	6,03	124,3 ^a	127,5 ^a
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + MT6	5,76	6,03	110,6 ^a	102,9 ^b
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5 + MT6	5,64	6,23	95,9 ^b	89,9 ^b
F	ns	ns	*	*
CV (%)	5,5	4,2	25,5	15,1

* Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: khác biệt không ý nghĩa thống kê

3.2.2. Vi sinh vật trong đất

Kết quả mật số vi sinh vật trong đất qua 2 vụ thí nghiệm cho thấy mật số vi khuẩn sau vụ 1 và vụ 2 khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) (Bảng 8). Nghĩa là việc bón phân hóa học theo lượng khuyến cáo đơn lẻ hay kết hợp chung hai dòng vi khuẩn HH5 và MT6 không làm thay đổi giá trị về mật số vi khuẩn trong đất. Mật số nấm qua 2 vụ thí nghiệm trong đất không phát hiện ở bất cứ NT nào. Kết quả ở điều kiện thí nghiệm nhà lưới trong nghiên cứu không phù hợp cho quần thể nấm trong đất phát triển. Mật số xạ khuẩn trong đất qua 2 vụ có khác biệt ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ($p<0,05$).

Ở vụ 1, mật số xạ khuẩn ở NT chỉ bón phân hóa học và NT bón phân hóa học kết hợp chung 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 cho mật số xạ khuẩn cao nhất, lần lượt đạt 4,54 log cfu/g đất và 4,40 log cfu/g đất trong khi các NT còn lại có mật số xạ khuẩn thấp hơn. Ngoài ra, ở vụ 2, các NT bón phân hóa học khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) về mật số xạ khuẩn trong đất, dao động trong khoảng từ 4,19 đến 4,46 log cfu/g đất. NT không bón phân hóa học có mật số xạ khuẩn trong đất thấp nhất. Như vậy, 2 dòng vi khuẩn HH5 và MT6 chung vào trong đất hầu như không làm ảnh hưởng đến mật số vi sinh vật gồm nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn trong đất.

Bảng 8. Mật số vi sinh vật trong đất qua 2 vụ thí nghiệm ở điều kiện nhà lưới

NT	Mật số vi sinh trong đất (log CFU/g)					
	Vi khuẩn		Xạ khuẩn		Nấm	
	Vụ 1	Vụ 2	Vụ 1	Vụ 2	Vụ 1	Vụ 2
Không bón phân	5,62	5,70	0,0 ^d	3,76 ^b		
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O	5,74	5,74	4,54 ^a	4,40 ^a		
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5	5,45	5,87	3,96 ^c	4,28 ^a	Không phát hiện	
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + MT6	5,64	5,91	4,26 ^b	4,46 ^a		
70N-48P ₂ O ₅ -24K ₂ O + HH5 + MT6	5,71	5,81	4,40 ^{ab}	4,19 ^a		
F	ns	ns	*	*		
CV (%)	3,2	2,0	52,1	6,6		

* Ghi chú: Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*); ns: khác biệt không ý nghĩa thống kê

4. KẾT LUẬN

Dòng vi khuẩn *Curtobacterium citreum* HH5 cho hiệu quả tốt hơn trong việc kích thích tăng sinh trưởng cây rau cải xanh ở điều kiện nhà lưới qua 2 vụ thí nghiệm liên tục gồm chiều cao cây, kích thước lá, hàm lượng diệp lục tố và đặc biệt là sinh khối tươi và sinh khối khô cải xanh. Ngoài ra, chủng dòng vi khuẩn HH5 vào đất giúp tăng giá trị EC trong đất rất đáng kể. Do đó, dòng vi khuẩn HH5 rất có tiềm năng trong việc phát triển chế phẩm sinh học giúp

kích thích sinh trưởng cây trồng, góp phần vào sản xuất nông nghiệp an toàn trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện với sự tài trợ kinh phí của Đề tài Khoa học và Công nghệ cấp cơ sở: “Đánh giá hiệu quả của hai dòng vi khuẩn *Curtobacterium sp.* HH5 và MT6 lên sinh trưởng, năng suất cải xanh và đặc tính sinh học đất ở điều kiện nhà lưới” mã số T2022-76 do Trường Đại học Cần Thơ tài trợ năm 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ba, T. T., & Thủy, V.T.B. (2019). *Giáo trình trồng rau*. Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng. Trường Đại học Cần Thơ.

Behrendt, U., Ulrich, A., Schumann, P., Naumann, D., & Suzuki, K. (2002). Diversity of grass-associated microbacteriaceae isolated from the phyllosphere and litter layer after mulching the sward; polyphasic characterization of *Subtercola pratensis* sp. nov., *Curtobacterium herbarum* sp. nov. and *Plantibacter flavus* gen. nov., sp. nov. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 52 Pt 5, 1441-54. <https://doi.org/10.1099/00207713-52-5-1441>

Bulgari, D., Casati, P., Crepaldi, P., Daffonchio, D., Quaglino, F., Brusetti, L., & Bianco, P.A. (2011). Restructuring of endophytic bacterial communities in grapevine yellows-diseased and recovered *Vitis vinifera* L. plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 77, 5018 - 5022. <https://doi.org/10.1128/AEM.00051-11>

Diệp, C. N., Giang, T. T., & Tùng, N. T. (2011). Hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh trên năng suất và chất lượng rau xanh trồng trên đất phù sa tại tỉnh Long An. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 18b, 18-28.

- Díez-Méndez, A., & Rivas, R. (2017). Improvement of saffron production using *Curtobacterium herbarum* as a bioinoculant under greenhouse conditions. *AIMS Microbiology*, 3, 354 - 364. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.354>
- Gutierrez, E. G., & Arbulu, S. (2021). How can bacteria help us fight back against bacteria? *Frontiers for Young Minds*. 9:558681. doi: 10.3389/frym.2020.558681
- Hoài, N. N. (2022). *Khảo sát một số đặc tính sinh học của hai dòng vi khuẩn kích thích sinh trưởng cây trồng Curtobacterium sp. HH5 và MT6* (Luận văn thạc sĩ). Đại học Cần Thơ.
- Hoben, H. J., & Somasegaran, P. (1982). Comparison of the pour, spread, and drop plate methods for enumeration of *Rhizobium* spp. in inoculants made from presterilized peat. *Applied and Environmental Microbiology*, 44, 1246 - 1247. <https://doi.org/10.1128/aem.44.5.1246-1247.1982>
- Holland, M. A. (1997). Are cytokinins produced by plants? *Plant Physiology*, 115(3), 865–868. <https://doi.org/10.1104/pp.115.3.865>
- Lacava, P.T., Li, W., Araújo, W.L., Azevedo, J.L., & Hartung, J.S. (2007). The endophyte *Curtobacterium flaccumfaciens* reduces symptoms caused by *Xylella fastidiosa* in *Catharanthus roseus*. *Journal of Microbiology*, 45 5, 388-93 .
- Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Ryu, J., & Sa, T. (2006). Regulation of ethylene levels in canola (*Brassica campestris*) by 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase-containing *Methylobacterium Fujisawaense*. *Planta*, 224, 268-278. <https://doi.org/10.1007/s00425-005-0211-y>
- Maliti, C. M. (2000). Physiological and biochemical effects of *Methylobacterium* sp. Strains and foliar-applied methanol on growth and development of rice *Oryza sativa* L. City University of New York.
- Mayer, E., Dörr de Quadros, P., & Fulthorpe, R.R. (2019). *Plantibacter flavus*, *Curtobacterium herbarum*, *Paenibacillus taichungensis*, and *Rhizobium selenitireducens* endophytes provide host-specific growth promotion of *Arabidopsis thaliana*, Basil, Lettuce, and Bok Choy plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 85. <https://doi.org/10.1128/AEM.00383-19>
- Nghĩa, N. K., Viễn, D. M., Quyên, N. T. T., Sang, Đ. H., Lãng, L. T., & Oanh, N. T. K. (2015). Hiệu quả phân hủy sinh học hoạt chất propoxur trong đất bởi dòng vi khuẩn phân lập *Paracoccus* sp. P23-7 cô định trong biochar. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, Số 40, 90–98.
- Nhàn, U. T. (2020). *Phân lập vi khuẩn từ lá ở một số loài thực vật có khả năng kích thích sinh trưởng cây bắp* (Luận văn thạc sĩ). Đại học Cần Thơ.
- Raupach, G. S., & Kloepper, J. W. (2000). Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth-promoting *Rhizobacteria* with and without methyl bromide fumigation. *Plant disease*, 84 10, 1073-1075. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.10.1073>
- Román-Ponce, B., Reza-Vázquez, D.M., Gutiérrez-Paredes, S., Haro-Cruz, M.D., Maldonado-Hernández, J., Bahena-Osorio, Y., Santos, P.E., Wang, E.T., & Vásquez-Murrieta, M.S. (2017). Plant growth-promoting traits in *Rhizobacteria* of heavy metal-resistant plants and their effects on *Brassica nigra* seed germination. *Pedosphere*, 27, 511-526. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60347-3](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60347-3)
- Samain, E., Tuinen, D.V., Jeandet, P., Aussenac, T., & Selim, S. (2017). Biological control of septoria leaf blotch and growth promotion in wheat by *Paenibacillus* sp. strain B2 and *Curtobacterium plantarum* strain EDS. *Biological Control*, 114, 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.07.012>
- Sturz, A. V., Christie, B. R., Matheson, B. G., & Nowak, J. (1997). Biodiversity of endophytic bacteria which colonize red clover nodules, roots, stems and foliage and their influence on host growth. *Biology and Fertility of Soils*, 25, 13-19. <https://doi.org/10.1007/s003740050273>
- Sy, A., Giraud, E., Jourand, P., Garcia, N., Willems, A., de Lajudie, P., Prin, Y., Neyra, M., Gillis, M., Boivin-Masson, C., & Dreyfus, B.L. (2001). Methylo-trophic *Methylobacterium* bacteria nodulate and fix nitrogen in symbiosis with *Legumes*. *Journal of Bacteriology*, 183, 214 - 220. <https://doi.org/10.1128/JB.183.1.214-220.2001>