

DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.017

## KHẢO SÁT MỘT SỐ CHỨC NĂNG SINH HỌC CỦA 6 DÒNG VI SINH VẬT TỔNG HỢP ACID LACTIC

Đỗ Thành Luân<sup>1</sup>, Trần Võ Hải Đường<sup>2</sup> và Nguyễn Khởi Nghĩa<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Bộ Môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ, Thành phố Cần Thơ

<sup>2</sup>Trường Cao đẳng kinh tế kỹ thuật Bạc Liêu, tỉnh Bạc Liêu

<sup>\*</sup>Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Khởi Nghĩa (email: nknghia@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 17/09/2022

Ngày nhận bài sửa: 22/10/2022

Ngày duyệt đăng: 23/10/2022

### Title:

Evaluation of some biological abilities of six lactic acid synthesizing microorganisms

### Từ khóa:

Acid lactic, *Fusarium oxysporum*, đối kháng, kích thích sinh trưởng, *Rhizoctonia solani*, vi khuẩn acid lactic (LAB)

### Keywords:

Antagonist, *Fusarium oxysporum*, lactic acid, lactic acid bacteria (LAB), *Rhizoctonia solani*, stimulation of growth

### ABSTRACT

The study aimed to survey some biological functions of six microbial species in the laboratory including capacities of lactic acid synthesis, plant disease resistance, seed germination, and compatibility. The results showed that 6 microorganism strains could synthesize lactic acid in the range of 777-18,343 mg/L, well antagonized against the fungal pathogens *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani* with the highest antagonistic efficiency ranging from 26.7-37.0%, and 36.3-46.6%, respectively. On the other hand, 5 microorganism strains *Enterococcus* sp. G1, *Bacillus* sp. LB7, *Pichia* sp. LB1, *Pichia* sp. B9 và *Bacillus* sp. G5 helped to increase the germination rate of spinach and lettuce seeds (5.2-10.8%) as compared with the control treatment. Six microorganism strains also stimulated an increase in plant height, root length, stem diameter, and dry biomass of water spinach and lettuce, especially dry biomass was increased by 33.9-48.3% and 19.4-58.9%, respectively compared to the control treatment. In addition, these 6 microorganism strains did not inhibit each other.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm khảo sát một số chức năng sinh học của 6 dòng vi sinh vật ở điều kiện phòng thí nghiệm gồm khả năng tổng hợp acid lactic, đối kháng bệnh, kích thích nảy mầm hạt và khả năng tương thích. Kết quả cho thấy 6 dòng vi sinh vật có khả năng tổng hợp acid lactic trong khoảng 777-18.343 mg/L, đối kháng tốt với nấm bệnh *Fusarium oxysporum* và *Rhizoctonia solani*, hiệu suất đối kháng cao nhất lần lượt dao động 26,7-37,0% và 36,3-46,6%. Mặt khác, 5 dòng vi sinh vật *Enterococcus* sp. G1, *Bacillus* sp. LB7, *Pichia* sp. LB1, *Pichia* sp. B9, *Bacillus* sp. M3 và *Bacillus* sp. G5 giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống và cải xà lách (5,2-10,8%) so với nghiệm thức đối chứng. Sáu dòng vi sinh vật thí nghiệm còn kích thích gia tăng chiều cao cây, chiều dài rễ, đường kính thân và sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách, đặc biệt sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách gia tăng lần lượt 33,9-48,3% và 19,4-58,9% so với nghiệm thức đối chứng. Ngoài ra, 6 dòng vi sinh vật này không ức chế lẫn nhau.

## 1. GIỚI THIỆU

Vi khuẩn tổng hợp acid lactic (LAB) được sử dụng nhiều trong bảo quản thực phẩm do khả năng sản xuất acid lactic, acid acetic, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> và các bacteriocin có thể ức chế những vi sinh vật (VSV) gây bệnh, gây hư hỏng nông sản và thực phẩm nhằm kéo dài thời gian bảo quản, tồn trữ và cải thiện sự an toàn của sản phẩm (Zhu & Yang, 2020). Hiện nay, VSV tổng hợp acid lactic chủ yếu được dùng trong ngành công nghệ thực phẩm, môi trường và nông nghiệp. Đặc biệt, trong nông nghiệp vi khuẩn acid lactic được ứng dụng trong việc giảm phân bón hóa học, gia tăng đa dạng VSV trong đất, tỷ lệ hạt nảy mầm, sinh trưởng và năng suất cây trồng. LAB có thể cải thiện tình trạng dinh dưỡng trong đất thông qua nguồn phân bón compost và các vật liệu hữu cơ khác. Ngoài ra, LAB còn ức chế nhiều loại vi khuẩn và nấm bệnh (Lamont et al., 2017).

Mặt khác, thử nghiệm chủng cùng lúc tác nhân gây bệnh vi khuẩn *Agrobacterium tumefaciens* và vi khuẩn có lợi LAB giúp ức chế hoàn toàn mầm bệnh *Agrobacterium tumefaciens* trên nho và giảm 80% số lượng chồi bị nhiễm bệnh (Limanska et al., 2015). LAB có thể được sử dụng kết hợp với các dung dịch dinh dưỡng khác để xử lý hạt trước khi trồng. Điều này cải thiện khả năng nảy mầm của hạt, hạn chế một số mầm bệnh do nấm như héo rũ cây con (Hamed et al., 2011). Tương tự, LAB được sử dụng kết hợp với VSV bản địa ở các nông trại địa phương trong việc sản xuất phân compost do vi khuẩn LAB giúp thúc đẩy nhanh tiến trình phân giải chất hữu cơ được bổ sung vào đất đồng thời gia tăng sự phóng thích chất dinh dưỡng cho cây trồng hấp thu (Park & DuPont, 2008).

Trên thế giới, có rất nhiều thành tựu nghiên cứu và ứng dụng VSV tổng hợp acid lactic trong ức chế vi khuẩn và nấm gây bệnh cho cây trồng đã được công bố. Theo Raman et al. (2022), LAB cho thấy tác dụng đối kháng với phytopathogens, ức chế các quần thể nấm và vi khuẩn trong sinh quyển và phyllosphere. Tuy nhiên, ở Việt Nam, các nghiên cứu sử dụng VSV tổng hợp acid lactic để ức chế mầm bệnh cũng như kích thích tăng trưởng cây trồng còn nhiều hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu khảo sát một số chức năng sinh học của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic đã được phân lập để tạo ra chế phẩm VSV acid lactic phục vụ cho canh tác rau sạch và an toàn.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguồn vi khuẩn

Sáu dòng VSV có khả năng tổng hợp acid lactic được phân lập từ các hạt bắp, mè và gạo gồm

*Enterococcus* sp. G1 – NR114742.1 (G1), *Bacillus* sp. LB7 – MT184818.1 (LB7), *Pichia* sp. B9 – MH545928.1 (B9), *Pichia* sp. LB1 – MH545928.1 (LB1), *Bacillus* sp. M3 – ON860698.1 (M3) và *Bacillus* sp. G5 – OP209987.1 (G5) (Điền, 2018; Thiện & Kiều, 2019).

### 2.2. Khả năng tổng hợp acid lactic của 6 dòng VSV thử nghiệm

#### 2.2.1. Chuẩn bị nguồn vi sinh vật

Các dòng VSV thử nghiệm được nuôi tăng sinh trong 50 mL môi trường TSB lỏng chứa trong bình tam giác 100 mL trong 3 ngày. Thành phần của môi trường TSB gồm (Tryptone Soya Broth 30 g, và nước khử khoáng 1 L). Mẫu được đặt lên máy lắc tròn với tốc độ 90 vòng/phút trong tối, trong 2 ngày dưới điều kiện phòng thí nghiệm, sau đó dung dịch nuôi cấy được chuyển sang Falcon 50 mL, ly tâm 6.000 vòng/phút trong 3 phút, loại bỏ phần nổi bên trên, tiếp tục bổ sung 20 mL nước khử khoáng tiệt trùng, lặp lại quy trình rửa sinh khối VSV trong 3 lần và hiệu chỉnh dung dịch VSV bằng nước khử khoáng tiệt trùng để làm nguồn VSV cho thí nghiệm. Mật số từng dòng B9, LB1, LB7, G1, M3 và G5 lần lượt đạt 7,7 x 10<sup>7</sup>; 10,8 x 10<sup>7</sup>; 5,6 x 10<sup>7</sup>; 8,4 x 10<sup>7</sup>; 5,6 x 10<sup>7</sup> và 4,7 x 10<sup>7</sup> CFU.mL<sup>-1</sup>.

#### 2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức (mỗi nghiệm thức tương ứng 1 dòng VSV) và 3 lần lặp lại tương ứng với 3 bình tam giác. Cách thực hiện như sau: một lượng dung dịch VSV đã hiệu chỉnh (0,5 mL) được cho vào bình tam giác chứa 50 mL môi trường MRS lỏng tiệt trùng. Mẫu được lắc trên máy lắc tròn với tốc độ 90 vòng/phút, trong tối và dưới điều kiện phòng thí nghiệm.

#### 2.2.3. Chỉ tiêu theo dõi

Hàm lượng acid lactic được sản xuất bởi các dòng VSV trong môi trường nuôi cấy lỏng được xác định vào thời điểm 3 ngày sau khi nuôi cấy. Quy trình phân tích acid lactic như sau: 1 mL dung dịch môi trường nuôi cấy được cho vào Eppendorf 2 mL, sau đó ly tâm ở 12.000 vòng/phút trong 5 phút, tiếp theo, hút 700 µL phân dung dịch trong phía trên được chuyển vào Eppendorf mới. Sau đó, hàm lượng acid lactic của các dòng VSV được xác định bằng phương pháp đo trên hệ thống sắc ký lỏng (HPLC). Các thông số được sử dụng trong phân tích acid lactic trên hệ thống HPLC như sau: sử dụng cột C18 (dài: 250 mm, đường kính trong 4,6 mm), Tỷ lệ pha động acetonitrile: nước (pH 3, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 10:90, bước sóng 210 nm, lưu lượng của pha động 0,5

mL/phút, thể tích hút mẫu 10 µL và thời gian lưu peak cho acid lactic là 13,5 phút.

**2.3. Khả năng đối kháng sinh học của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với 2 dòng nấm gây bệnh cây trồng *Fusarium oxysporium* và *Rhizoctonia solani***

**2.3.1. Chuẩn bị nguồn nấm và VSV tổng hợp acid lactic**

Hai dòng nấm *Fusarium oxysporum* và *Rhizoctonia solani* có nguồn gốc từ Khoa Bảo vệ thực vật, Trường Nông Nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ được tăng sinh trên môi trường PDA lần lượt trong 5 và 2 ngày trước khi bố trí thí nghiệm. Sau đó, các khối agar có chứa sợi nấm phát triển có đường kính 6 mm (được cắt bằng Pasteur pipet thủy tinh) được sử dụng cho bố trí thí nghiệm.

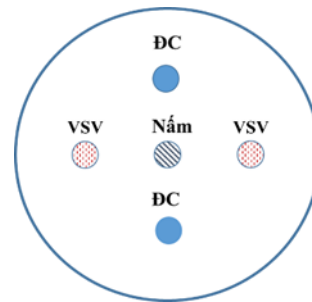
Nguồn VSV được chuẩn bị như mục 2.2.1.

**2.3.2. Bố trí thí nghiệm**

Các dòng VSV được kiểm tra khả năng đối kháng với 2 dòng nấm gây bệnh cây trồng *Fusarium oxysporium* và *Rhizoctonia solani* theo phương pháp của Denis and Webster (1971). Cách thực hiện như sau: trước tiên, đĩa môi trường PDA được chia ra làm 4 phần đều nhau, tiếp theo, đặt một khối agar chứa nấm gây bệnh cây trồng vào giữa đĩa petri. Sau đó, khoan giấy lọc tiết trùng có đường kính 1 cm đã được ngâm dung dịch huyền phù VSV thử nghiệm ( $10^7$  CFU/mL) được đặt lên trên bề mặt đĩa môi trường PDA ở 2 vị trí đối xứng nhau (cách thành đĩa petri 2 cm đối với nấm *F. oxysporium* và 1 cm đối với nấm *R. solani* do thời gian sinh trưởng và phát triển của nấm *R. solani* nhanh hơn so với nấm *F. oxysporium*) tương ứng với 2 lặp lại. Hai vị trí còn lại là vị trí chứa mẫu đối chứng được thực hiện tương tự tuy nhiên khoan giấy lọc tiết trùng được thấm với nước cất tiết trùng (Hình 1). Giấy lọc được đặt lên trên bề mặt môi trường PDA trong 1 phút, sau đó được lấy ra khỏi đĩa petri. Các đĩa petri chứa mẫu được đặt vào trong tủ ủ ở nhiệt độ 30°C, và ghi nhận khả năng đối kháng của các dòng VSV với nấm gây bệnh. Công thức tính phần trăm đối kháng như sau:

$$PI = (R - r) / R \times 100$$

Trong đó: PI: hiệu suất đối kháng của VSV (%); R: bán kính khuẩn ty của dòng nấm gây bệnh về phía đối chứng (mm) r: bán kính khuẩn ty của dòng nấm gây bệnh về phía có VSV (mm).



**Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm khảo sát khả năng đối kháng của các dòng VSV tổng hợp acid lactic với nấm gây bệnh cây trồng trên môi trường PDA**

\*Ghi chú: Nấm: nấm bệnh được đặt ở tâm đĩa thạch; ĐC: đối chứng; VSV: vi sinh vật. Hai lặp lại của VSV và đối chứng được đặt cách thành đĩa 2 cm đối với nấm *F. oxysporium* và 1 cm đối với nấm *R. solani*

**2.4. Khả năng kích thích nảy mầm và sinh trưởng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên hạt rau muống và xà lách ở điều kiện phòng thí nghiệm**

**2.4.1. Khả năng kích thích nảy mầm**

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 7 nghiệm thức (6 dòng VSV và 1 đối chứng) và 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức tương ứng với 3 đĩa petri. Hạt giống được tiết trùng bằng cách cho vào lần lượt dung dịch NaClO 1% trong 10 phút và còn 70% trong 1 phút, rửa sạch 4 lần với nước cất tiết trùng, tiếp theo, hạt giống được ngâm trong 30 mL dung dịch huyền phù VSV (mật số  $10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup>) trong 2 giờ, sau đó hạt được chuyển vào đĩa Petri chứa giấy lọc được làm ướt với nước cất tiết trùng (mỗi đĩa petri chứa 30 hạt giống). Các đĩa petri được để yên ở trong tối, điều kiện phòng thí nghiệm. Nghiệm thức đối chứng được thực hiện tương tự nhưng hạt giống chỉ ngâm với nước cất tiết trùng thay cho dịch huyền phù VSV. Ghi nhận số hạt giống nảy mầm trong 4 ngày thí nghiệm.

**2.4.2. Khả năng kích thích sinh trưởng của hạt rau muống và xà lách**

Tiếp tục với thí nghiệm ở mục 2.4.1, sau khi hạt giống nảy mầm được 1 cm, hạt được chuyển vào ống nghiệm có chứa 15 mL môi trường Hoagland (Hoagland & Arnon, 1938). Mỗi dòng VSV được bố trí với 6 lặp lại tương ứng với 6 ống nghiệm. Các ống nghiệm được đậy nắp kín không hoàn toàn và đặt ở vị trí thoáng mát trong điều kiện phòng thí nghiệm trong 10 ngày. Các chỉ tiêu theo dõi gồm: chiều cao thân (được đo từ gốc đến chóp lá cao nhất), chiều dài rễ (được đo từ gốc đến chóp rễ dài

nhất), đường kính thân (được đo ở vị trí giữa thân) và sinh khối khô của cây mầm (được xác định bằng cách sấy cây mầm ở 105°C trong 24 – 48 giờ đến khi khô kiệt tiến hành cân trên cân phân tích).

**2.5. Đánh giá khả năng tương thích của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với nhau**

Thí nghiệm này được thực hiện nhằm kiểm tra tính tương thích của tất cả các tổ hợp 2 dòng VSV với nhau trong tổng số 6 dòng thử nghiệm. Mỗi tổ hợp được thực hiện với 3 lần lặp lại, tương ứng với 3 đĩa petri. Khả năng tương thích của các dòng VSV tổng hợp acid lactic với nhau được kiểm tra theo phương pháp khuếch tán đĩa thạch (Vaseeharan & Ramsamy, 2003). Cách thực hiện như sau: hút 50 µL dung dịch huyền phù dòng VSV thứ 1 được trải đều lên môi trường TSA, sau đó, dùng pipet pasteur tiệt trùng đục 3 lỗ có đường kính 6 mm, cho 50 µL dung dịch huyền phù VSV thứ 2 vào các lỗ đục này. Để yên 20 phút cho huyền phù vi khuẩn khuếch tán đều vào agar. Các đĩa petri chứa mẫu được ủ ở 30°C trong 24 giờ để quan sát vòng kháng khuẩn. Các dòng VSV được kết luận là tương thích khi không tạo vòng kháng khuẩn xung quanh lỗ thạch.

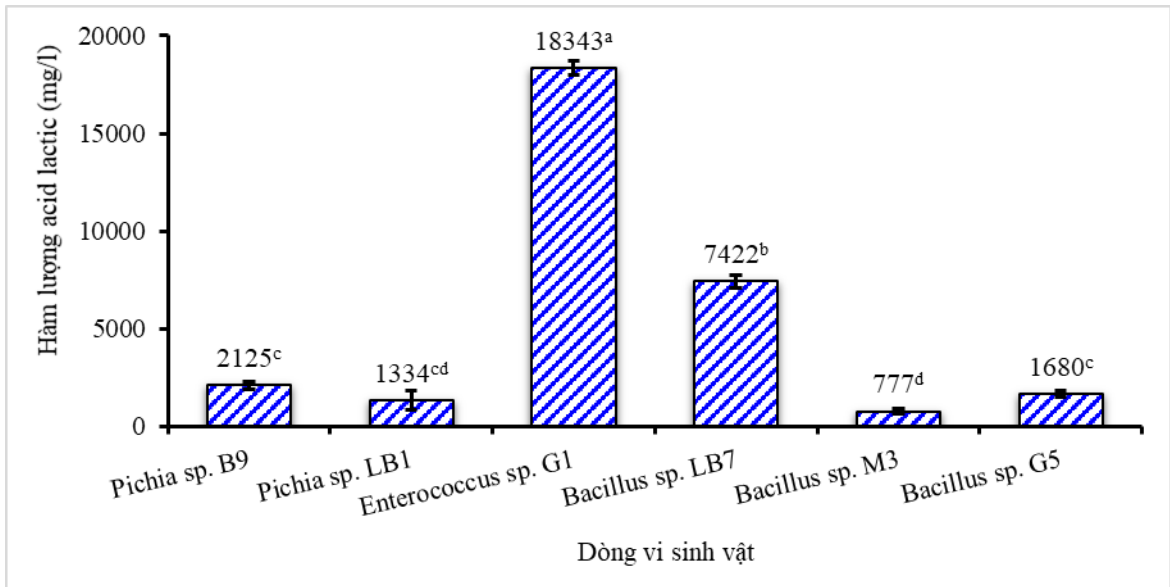
**2.6. Xử lý số liệu**

Số liệu được xử lý với Microsoft Office Excel 2013 và phân tích thống kê ANOVA bằng phần mềm Minitab 16.0.

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Khả năng tổng hợp acid lactic của 6 dòng VSV thử nghiệm**

Kết quả khảo sát khả năng tổng hợp acid lactic của 6 dòng VSV thử nghiệm được trình bày ở Hình 2. Cả 6 dòng VSV đều có chức năng tổng hợp acid lactic, với hàm lượng acid lactic dao động từ 777 đến 18.343 mg/L sau 3 ngày thí nghiệm. Trong đó, nổi bật nhất là dòng *Enterococcus* sp. G1 tổng hợp acid lactic cao nhất (18.343 mg/L), tiếp theo, dòng *Bacillus* sp. LB7 (7.422 mg/L). Bốn dòng VSV còn lại gồm *Pichia* sp. B9, *Pichia* sp. LB1, *Bacillus* sp. M3 và *Bacillus* sp. G5 tổng hợp được acid lactic dao động trong khoảng 777-2.125 mg/L. Kết quả này tương tự với nghiên cứu trước đây cho thấy các dòng vi khuẩn acid lactic thuộc chi *Lactobacillus* sp., *Lactococcus* sp. và *Leuconostoc* sp., chi *Bacillus* sp. và *Acetobacter* sp. có khả năng sản xuất acid lactic (Poudel et al., 2016; Wang et al., 2021).



**Hình 2. Hàm lượng acid lactic được tổng hợp bởi 6 dòng VSV thử nghiệm sau 3 ngày nuôi cấy**

**3.2. Khả năng đối kháng sinh học với 2 dòng nấm gây bệnh cây trồng *Fusarium oxysporum* và *Rhizoctonia solani* của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic ở điều kiện phòng thí nghiệm**

**3.2.1. Hiệu suất đối kháng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic thử nghiệm với nấm *F. oxysporum***

Kết quả khảo sát khả năng đối kháng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với nấm *F. oxysporum*

trong điều kiện phòng thí nghiệm được trình bày trong Bảng 1 và Hình 3. Cả 6 dòng VSV khảo sát đều có khả năng đối kháng với nấm *F. oxysporum*, với hiệu suất đối kháng dao động 15,0-37%. Khả năng đối kháng với nấm *F. oxysporum* của các dòng vi khuẩn tổng hợp acid lactic cao nhất vào 2 thời điểm là 2 và 3 ngày sau khi chủng (NSKC), với hiệu suất đối kháng cao nhất trong khoảng 26,7-37%.

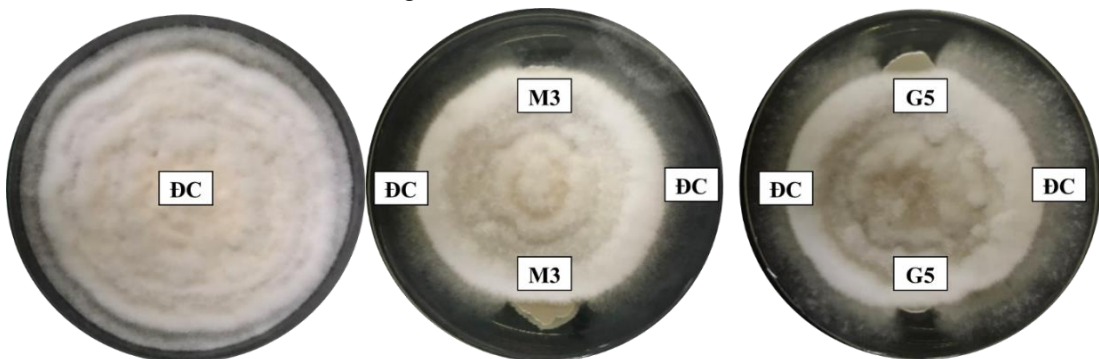
**Bảng 1. Hiệu suất đối kháng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với nấm *F. oxysporum***

Nghiem thức	Hiệu suất đối kháng (%)		
	2 NSKC	3 NSKC	5 NSKC
<i>Enterococcus</i> sp. G1	33,2 <sup>a</sup>	25,2 <sup>c</sup>	24,8 <sup>a</sup>
<i>Pichia</i> sp. B9	33,7 <sup>a</sup>	34,0 <sup>b</sup>	25,2 <sup>a</sup>
<i>Pichia</i> sp. LB1	26,3 <sup>d</sup>	33,5 <sup>b</sup>	20,3 <sup>b</sup>
<i>Bacillus</i> sp. LB7	31,5 <sup>b</sup>	37,0 <sup>a</sup>	25,0 <sup>a</sup>
<i>Bacillus</i> sp. M3	26,7 <sup>d</sup>	25,8 <sup>c</sup>	15,0 <sup>d</sup>
<i>Bacillus</i> sp. G5	28,4 <sup>c</sup>	37,0 <sup>a</sup>	17,7 <sup>c</sup>
F	*	*	*
CV (%)	10,8	15,0	20,7

*Ghi chú:* \*: khác biệt ý nghĩa ở mức 5%; NSKC: ngày sau khi chủng. Trong cùng một cột, các chữ số có mẫu tự theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Tukey's test

Trong số các dòng VSV thử nghiệm, dòng vi khuẩn *Bacillus* sp. LB7 và *Bacillus* sp. G5 có khả năng đối kháng với nấm *F. oxysporum* cao hơn, cả hai đều đạt hiệu suất 37% ở thời điểm 3 NSKC. Trong khi, hai dòng VSV *Enterococcus* sp. G1 và *Pichia* sp. B9 thể hiện khả năng đối kháng với nấm gây bệnh cây trồng sớm nhất (sau 2 NSKC) đạt hiệu suất lần lượt 33,2% và 33,7%. Các dòng VSV thử

nh nghiệm có khả năng đối kháng tốt với nấm *F. oxysporum* có thể là do VSV tổng hợp acid lactic có khả năng sản xuất ra acid hữu cơ, carbon dioxide, ethanol, hydrogen peroxide, diacetyl, hợp chất kháng nấm như fatty acids or phenyllactic acid, bacteriocins, và kháng sinh như reutericyclin (Settanni & Corsetti, 2008).



**Hình 3. Hiệu suất đối kháng của dòng *Bacillus* sp. M3; *Bacillus* sp. G5 với nấm *Fusarium oxysporum* ở thời điểm 5 ngày sau khi chủng**

3.2.2. Hiệu suất đối kháng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với nấm *R. solani*

Bảng 2 và Hình 4 trình bày kết quả khảo sát khả năng đối kháng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với nấm *R. solani* ở điều kiện phòng thí nghiệm.

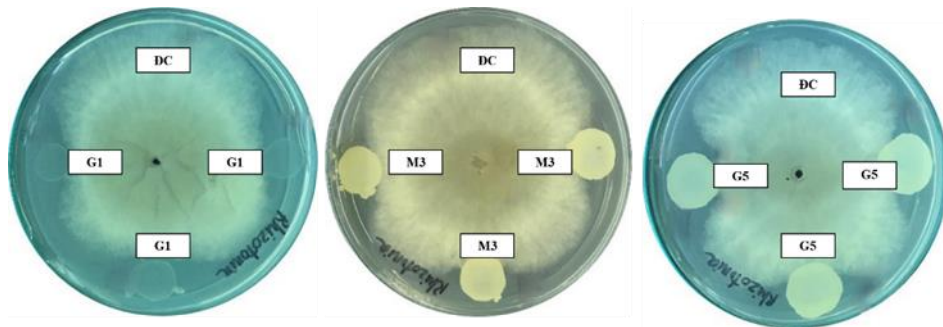
Cả 6 dòng VSV thử nghiệm đều thể hiện khả năng đối kháng với nấm *R. solani* với các mức độ

khác nhau, hầu hết có xu hướng cao nhất ở thời điểm 3 NSKC, với hiệu suất đối kháng dao động 36,3-46,6%. Trong đó, dòng vi khuẩn *Bacillus* sp. G5 thể hiện khả năng đối kháng với nấm *R. solani* cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) ở hầu hết tất cả các thời điểm thu mẫu, đạt 46,6% ở ngày 3, khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với dòng *Pichia* sp. B9 (44,2%) ( $p > 0,05$ ).

**Bảng 2. Hiệu suất đối kháng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic với nấm *Rhizoctonia solani***

Thử nghiệm	Hiệu suất đối kháng (%)			
	1 NSKC	2 NSKC	3 NSKC	4 NSKC
<i>Enterococcus</i> sp. G1	14,7 <sup>a</sup>	34,0 <sup>c</sup>	36,3 <sup>d</sup>	31,1 <sup>c</sup>
<i>Pichia</i> sp. B9	9,88 <sup>c</sup>	40,1 <sup>ab</sup>	44,2 <sup>ab</sup>	39,5 <sup>b</sup>
<i>Pichia</i> sp. LB1	7,39 <sup>d</sup>	34,1 <sup>c</sup>	42,0 <sup>bc</sup>	36,3 <sup>bc</sup>
<i>Bacillus</i> sp. LB7	7,38 <sup>d</sup>	37,2 <sup>bc</sup>	35,1 <sup>d</sup>	31,1 <sup>c</sup>
<i>Bacillus</i> sp. M3	9,87 <sup>c</sup>	36,4 <sup>bc</sup>	39,5 <sup>c</sup>	37,4 <sup>b</sup>
<i>Bacillus</i> sp. G5	12,4 <sup>b</sup>	41,3 <sup>a</sup>	46,6 <sup>a</sup>	44,9 <sup>a</sup>
F	*	*	*	*
CV (%)	29,1	8,24	10,5	13,8

Ghi chú: \*: khác biệt ý nghĩa ở mức 5%; NSKC: ngày sau khi chủng. Trong cùng một cột, các chữ số có mẫu tự theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Tukey's test.



**Hình 4. Hiệu quả đối kháng của dòng *Enterococcus* sp. G1, *Bacillus* sp. M3; *Bacillus* sp. G5 với nấm *Rhizoctonia solani* ở thời điểm 3 ngày sau khi chủng**

Như vậy, các dòng VSV tổng hợp acid lactic đều có khả năng đối kháng với 2 loại nấm bệnh *F. oxysporum* và *R. solani*. Kết quả nghiên cứu này tương tự với kết quả của các nghiên cứu trước đây cho thấy khả năng đối kháng hiệu quả của vi khuẩn *Bacillus* sp. gồm Ba02, Ba06, Ba39 và Ba40 với 4 chủng nấm bệnh *Sclerotium rolfisii*, *R. solani*, *Phytophthora capsici* và *Fusarium* sp. do có khả năng sản xuất ra nhiều chất kháng sinh đối với vi khuẩn và nấm như zwittermicin-A, kanosamine và lipopeptide từ iturin, surfactin và fengycin (Nhon & Nhứt, 2012; Gautam & Kumar, 2020). Ngoài ra, vi khuẩn tổng hợp acid lactic đối kháng hiệu quả với nấm *Pythium ultimum*, *Sclerotium rolfisii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* và *Verticillium dahlia* do có khả năng sản

xuất các chất kháng nấm và kháng khuẩn như cyclic dipeptides, các hợp chất protein và acid hữu cơ (Gajbhiye et al., 2016; Russo et al., 2017).

**3.3. Khả năng kích thích nảy mầm và sinh trưởng hạt rau muống và cải xà lách của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic ở điều kiện phòng thí nghiệm**

3.3.1. Khả năng kích thích nảy mầm hạt rau muống và cải xà lách

Ảnh hưởng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên tỷ lệ nảy mầm của rau muống và cải xà lách được trình bày ở Bảng 3 và Hình 5. Kết quả cho thấy chỉ có một số dòng thử nghiệm thể hiện khả năng kích thích nảy mầm hạt rau muống và cải xà lách. Cụ thể, đối với hạt rau muống, các thí nghiệm chủng 3 dòng VSV G1, B9 và LB1 giúp gia tăng tỷ lệ nảy

mầm của hạt rau muống cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) khi so với nghiệm thức đối chứng không chủng, với Tỷ lệ tăng lên so với đối chứng dao động từ 6,6% đến 9,9%, trong khi ba dòng VSV còn lại gồm LB7, M3 và G5 không giúp kích thích gia tăng tỷ nảy mầm hạt rau muống khi so với nghiệm thức đối chứng ( $p > 0,05$ ).

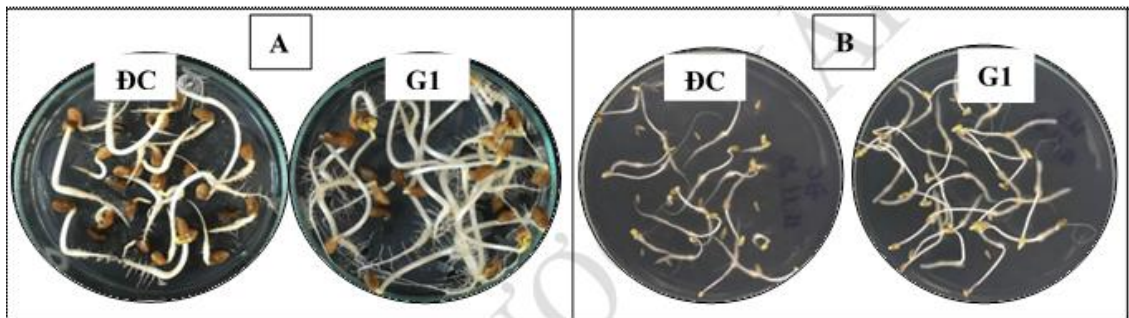
Đối với cải xà lách, 3 nghiệm thức chủng 3 dòng B9, LB7 và G5 giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm hạt cải xà lách cao hơn so với đối chứng trong khoảng 5,2-10,8% ( $p < 0,05$ ), trong khi các dòng còn lại gồm G1, LB1 và M3 không giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm hạt cải xà lách so với nghiệm thức đối chứng ( $p > 0,05$ ). Như vậy, hầu hết các dòng VSV tổng hợp acid lactic thử nghiệm trong nghiên cứu này đều có khả năng

giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm hạt rau muống hoặc cải xà lách. Điều này được giải thích có thể là do acid lactic được sản xuất từ các dòng VSV tổng hợp acid lactic thử nghiệm giúp phân giải phytates trong hạt, phóng thích lân và các khoáng chất thiết yếu có vai trò quan trọng trong kích thích sự nảy mầm của hạt (Loreti et al., 2002; Ha & Xuan, 2018). Kết quả này tương tự với công bố của Bakonyi et al. (2013) và De et al. (2018) cho thấy hạt được xử lý với vi khuẩn tổng hợp acid lactic giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm và sinh trưởng của cây trồng so với nghiệm thức đối chứng. Đồng thời, vi khuẩn LAB kích thích sinh trưởng giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống và lúa mạch (Nhu & Riddech, 2016; Lamont, 2017; Raman et al., 2022).

**Bảng 3. Khả năng kích thích nảy mầm của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên hạt rau muống và cải xà lách**

Nghiệm thức	Rau muống		Cải xà lách	
	2 NSKC	4 NSKC	2 NSKC	4 NSKC
Đối chứng	69,1 <sup>d</sup>	74,5 <sup>c</sup>	86,6 <sup>c</sup>	87,0 <sup>c</sup>
<i>Enterococcus</i> sp. G1	82,2 <sup>a</sup>	84,4 <sup>a</sup>	90,0 <sup>c</sup>	92,2 <sup>abc</sup>
<i>Pichia</i> sp. B9	77,8 <sup>b</sup>	82,2 <sup>a</sup>	91,1 <sup>bc</sup>	93,7 <sup>ab</sup>
<i>Pichia</i> sp. LB1	74,4 <sup>bc</sup>	81,1 <sup>ab</sup>	90,0 <sup>c</sup>	91,1 <sup>bc</sup>
<i>Bacillus</i> sp. LB7	64,4 <sup>e</sup>	73,3 <sup>c</sup>	97,8 <sup>a</sup>	97,8 <sup>a</sup>
<i>Bacillus</i> sp. M3	71,1 <sup>cd</sup>	75,6 <sup>bc</sup>	90,4 <sup>c</sup>	91,9 <sup>bc</sup>
<i>Bacillus</i> sp. G5	71,1 <sup>cd</sup>	78,9 <sup>abc</sup>	96,7 <sup>ab</sup>	97,8 <sup>a</sup>
F	*	*	*	*
CV (%)	7,99	5,66	4,25	4,04

Ghi chú: \*: khác biệt ý nghĩa ở mức 5%; NSKC: ngày sau khi chủng. Trong cùng một cột, các chữ số có mẫu tự theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Tukey's test.



**Hình 5. Sự khác nhau giữa nghiệm thức có và không có chủng VSV ở hạt rau muống (A) và cải xà lách (B)**

Ghi chú: ĐC: nghiệm thức đối chứng; G1: *Enterococcus* sp. G1

3.3.2. Khả năng kích thích sinh trưởng cây rau muống và cải xà lách

a. Cây rau muống

Kết quả đánh giá khả năng kích thích sinh trưởng cây rau muống của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic trong môi trường Hoagland ở điều kiện phòng thí

nghiệm sau 10 ngày nuôi cây được trình bày ở Bảng 4 và Hình 6. Kết quả cho thấy tất cả 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic thử nghiệm đều kích thích sinh trưởng cây rau muống, giúp cây cao hơn, rễ dài hơn, đường kính thân to hơn, sinh khối khô cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng không chủng VSV ( $p < 0,05$ ).

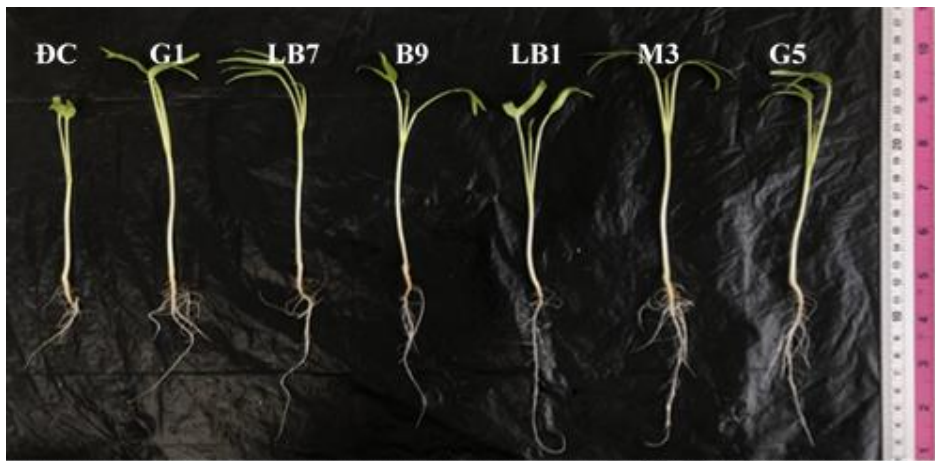
**Bảng 4.** Ảnh hưởng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên sinh trưởng cây rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm

Nghiệm thức	Chỉ tiêu sinh trưởng			
	Chiều cao thân (cm)	Chiều dài rễ (cm)	Đường kính thân (cm)	Sinh khối khô (mg/cây)
Đối chứng	10,8 <sup>b</sup>	6,63 <sup>d</sup>	0,123 <sup>b</sup>	11,8 <sup>d</sup>
<i>Enterococcus</i> sp. G1	14,7 <sup>a</sup>	9,88 <sup>bc</sup>	0,163 <sup>a</sup>	18,6 <sup>a</sup>
<i>Pichia</i> sp. B9	13,5 <sup>a</sup>	10,8 <sup>ab</sup>	0,175 <sup>a</sup>	17,0 <sup>bc</sup>
<i>Pichia</i> sp. LB1	13,4 <sup>a</sup>	8,72 <sup>c</sup>	0,162 <sup>a</sup>	15,8 <sup>c</sup>
<i>Bacillus</i> sp. LB7	13,9 <sup>a</sup>	11,8 <sup>a</sup>	0,172 <sup>a</sup>	17,5 <sup>ab</sup>
<i>Bacillus</i> sp. M3	13,7 <sup>a</sup>	10,5 <sup>ab</sup>	0,170 <sup>a</sup>	16,0 <sup>bc</sup>
<i>Bacillus</i> sp. G5	14,9 <sup>a</sup>	10,8 <sup>ab</sup>	0,175 <sup>a</sup>	17,3 <sup>ab</sup>
F	*	*	*	*
CV (%)	10,7	17,0	11,9	13,0

Ghi chú: \*: khác biệt ý nghĩa ở mức 5%. Trong cùng một cột, các chữ số có mẫu tự theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Tukey's test

Chiều cao thân và đường kính thân cây rau muống của các nghiệm thức được chủng với VSV tổng hợp acid lactic lần lượt dao động trong khoảng 13,4-14,9 cm và 0,162-0,175 cm, cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng (10,8 cm và 0,123 cm;  $p < 0,05$ ), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nhau ( $p > 0,05$ ). Tương tự, nghiệm thức được chủng với VSV có chiều dài rễ và sinh khối khô cây rau muống cao hơn so với nghiệm thức đối chứng không chủng

( $p < 0,05$ ). Nghiệm thức đối chứng không chủng VSV có chiều dài rễ và sinh khối khô thấp nhất lần lượt đạt 6,63 cm và 11,8 mg/cây. Đặc biệt, nghiệm thức chủng với dòng vi khuẩn LB7 và M5 cho các chỉ tiêu về sinh trưởng cao nhất gồm chiều cao thân, chiều dài rễ, đường kính thân và sinh khối khô. Mặt khác, nghiệm thức được chủng với VSV tổng hợp acid lactic thúc đẩy gia tăng sinh khối khô cây rau muống, dao động từ 33,9 đến 48,3% so với nghiệm thức đối chứng.



**Hình 6.** Khả năng kích thích sinh trưởng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên cây rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm

Ghi chú: ĐC: Đối chứng; B9: *Pichia* sp. B9; LB1: *Pichia* sp. LB1; G1: *Enterococcus* sp. G1; LB7: *Bacillus* sp. LB7; M3: *Bacillus* sp. M3; G5: *Bacillus* sp. G5

*b. Cây cải xà lách*

Tương tự cây rau muống, các nghiệm thức có chủng VSV tổng hợp acid lactic giúp gia tăng sinh

trưởng cây cải xà lách cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng không chủng ( $p < 0,05$ ) (Bảng 5 và Hình 7).



**Bảng 5. Ảnh hưởng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên sinh trưởng cây cải xà lách ở điều kiện phòng thí nghiệm**

Nghiệm thức	Chỉ tiêu sinh trưởng			
	Chiều cao thân (cm)	Chiều dài rễ (cm)	Đường kính thân (cm)	Sinh khối khô (mg/cây)
Đối chứng	2,60 <sup>d</sup>	1,47 <sup>d</sup>	0,046 <sup>c</sup>	0,700 <sup>c</sup>
<i>Enterococcus</i> sp. G1	4,63 <sup>ab</sup>	2,63 <sup>c</sup>	0,065 <sup>a</sup>	0,836 <sup>bc</sup>
<i>Pichia</i> sp. B9	4,72 <sup>ab</sup>	3,08 <sup>b</sup>	0,051 <sup>bc</sup>	0,928 <sup>b</sup>
<i>Pichia</i> sp. LB1	4,87 <sup>a</sup>	3,43 <sup>a</sup>	0,054 <sup>bc</sup>	0,860 <sup>b</sup>
<i>Bacillus</i> sp. LB7	3,82 <sup>c</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	0,060 <sup>ab</sup>	1,112 <sup>a</sup>
<i>Bacillus</i> sp. M3	4,25 <sup>bc</sup>	3,12 <sup>ab</sup>	0,058 <sup>ab</sup>	0,948 <sup>b</sup>
<i>Bacillus</i> sp. G5	4,92 <sup>a</sup>	3,40 <sup>ab</sup>	0,057 <sup>ab</sup>	0,975 <sup>ab</sup>
F	*	*	*	*
CV (%)	18,7	22,7	12,1	14,2

Ghi chú: \*: khác biệt ý nghĩa ở mức 5%. Trong cùng một cột, các chữ số có mẫu tự theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Tukey's test.

Các chỉ tiêu sinh trưởng gồm chiều cao thân, chiều dài rễ, đường kính thân và sinh khối khô của 6 nghiệm thức chủng với 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lần lượt dao động trong khoảng 3,82-4,92 cm, 2,63-3,43cm, 0,051-0,065 cm và 0,836-1,112 mg/cây, trong khi đó các chỉ tiêu này ở nghiệm thức đối chứng đạt giá trị thấp nhất, lần lượt đạt 2,60 cm, 1,47 cm, 0,046 cm và 0,70 mg/cây. Đặc biệt, hai nghiệm thức được chủng với dòng LB7 và G5 có hầu hết các chỉ tiêu về sinh trưởng cây cải xà lách cao hơn so với các nghiệm thức còn lại gồm nghiệm

thức đối chứng. Trong đó, nổi bật là chỉ tiêu về sinh khối khô, nghiệm thức LB7 có sinh khối khô đạt cao nhất 1,112 mg/cây, tương đương và khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức G5 (0,975 mg/cây). Các nghiệm thức được chủng với các dòng VSV còn lại gồm M3, LB1, B9 và G1 có sinh khối khô dao động trong khoảng 0,836-0,948 mg/cây ( $p>0,05$ ). Như vậy, 6 nghiệm thức được chủng với 6 dòng VSV giúp gia tăng sinh khối khô cây cải xà lách từ 19,4-58,9% so với nghiệm thức đối chứng.



**Hình 7. Khả năng kích thích sinh trưởng của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic lên cây cải xà lách ở điều kiện phòng thí nghiệm**

Ghi chú: ĐC: Đối chứng; B9: *Pichia* sp. B9; LB1: *Pichia* sp. LB1; G1: *Enterococcus* sp. G1; LB7: *Bacillus* sp. LB7; M3: *Bacillus* sp. M3; G5: *Bacillus* sp. G5

Như vậy, tất cả 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic thử nghiệm đều giúp gia tăng hiệu quả chiều cao

thân, chiều dài rễ, đường kính thân và sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách. Điều này có thể là do

các dòng VSV tổng hợp acid lactic có khả năng xâm nhập lên bề mặt rễ, nội sinh hoặc tiết các hormone thực vật, giúp gia tăng số rễ bên, số lông hút, và chiều dài rễ dẫn đến tăng khả năng hấp thu nước và muối khoáng của rễ, góp phần gia tăng sinh trưởng và sinh khối cây (Abdel-Aziz et al., 2014; Điệp & Phong, 2016). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Nhu and Riddech (2016) cho thấy 3 dòng vi khuẩn kích thích sinh trưởng giúp gia tăng chiều cao thân, chiều dài rễ và tăng số lông hút của rễ cây.

**3.4. Khả năng tương thích của 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic**

Kết quả khảo sát đặc tính tương thích giữa 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic thử nghiệm được trình bày trong Bảng 6 và Hình 8 cho thấy tất cả 6 dòng VSV thử nghiệm đều tương thích với nhau, không thể hiện khả năng đối kháng khi được nuôi cấy trên cùng một đĩa môi trường nuôi cấy, do đó, chúng có thể được tổ hợp lại với nhau để tạo thành chế phẩm VSV xử lý rác hữu cơ để làm phân bón hữu cơ cho đất và cây trồng.

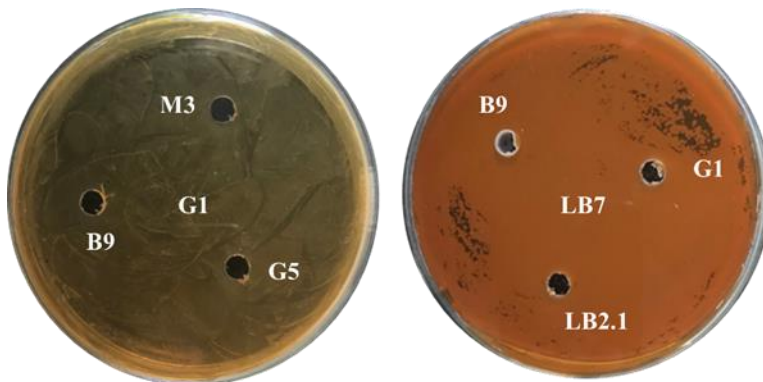
**Bảng 6. Đặc tính tương thích của 6 dòng VSV thử nghiệm**

	B9	LB1	G1	LB7	M3	G5
B9		+	+	+	+	+
LB1	+		+	+	+	+
G1	+	+		+	+	+
LB7	+	+	+		+	+
M3	+	+	+	+		+
G5	+	+	+	+	+	

Ghi chú: +: Tương thích; B9: *Pichia sp. B9*; LB1: *Pichia sp. LB1*; G1: *Enterococcus sp. G1*; LB7: *Bacillus sp. LB7*; M3: *Bacillus sp. M3*; G5: *Bacillus sp. G5*

Kết quả nghiên cứu này tương tự nghiên cứu của Hiền (2010) cho thấy 3 chủng vi khuẩn *Bacillus* T3,

T4 và T9 không ức chế, kiểm hãm lẫn nhau và có thể được tổ hợp lại để sản xuất chế phẩm sinh học.



**Hình 8. Đĩa thạch không xuất hiện vòng vô khuẩn giữa các dòng VSV**

Ghi chú: DC: Đối chứng; B9: *Pichia sp. B9*; LB1: *Pichia sp. LB1*; G1: *Enterococcus sp. G1*; LB7: *Bacillus sp. LB7*; M3: *Bacillus sp. M3*; G5: *Bacillus sp. G5*

**4. KẾT LUẬN**

Sáu dòng VSV có khả năng tổng hợp acid lactic trong nghiên cứu này tổng hợp được acid lactic từ 777 đến 18.343 mg/L. Mặt khác, 6 dòng VSV thử nghiệm còn đối kháng tốt với nấm bệnh *Fusarium oxysporum* và *Rhizoctonia solani* với hiệu suất cao nhất lần lượt trong khoảng 26,7-37,0% và 36,3-46,6%. Ba dòng VSV LB6, B9 và LB1 giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt giống rau muống từ 6,6-9,9%, trong khi đó 3 dòng VSV B9, LB7 và G5 giúp gia

tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt cải xà lách lên từ 5,2-10,8% so với đối chứng. Đặc biệt, tất cả 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic kích thích chiều cao cây, chiều dài rễ, đường kính thân và sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách hiệu quả, trong đó nổi bật là thúc đẩy gia tăng sinh khối khô cây rau muống và cải xà lách lần lượt trong khoảng 33,9-48,3% và 19,4-58,9% so với nghiệm thức đối chứng. Bên cạnh đó, 6 dòng VSV tổng hợp acid lactic nghiên cứu không ức chế kiểm hãm lẫn nhau, do đó, có thể tổ hợp chúng để sản xuất chế phẩm VSV giúp phân hủy

nhánh rác hữu cơ để tạo phân hữu cơ bón cho đất và cây trồng.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện với sự tài trợ kinh phí của Sở Khoa học và công nghệ Thành phố Cần

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bakonyi, N., Bott, S., Szabo, A., Jakab, A., Toth, B., & Makleit, P. (2013). Using biofertilizer to improve seed germination and early development of maize. *Pol. J. Environ. Stud.*, 22(6), 1595-1599.
- De, S., Pramanik, A., Das, A. K., Paul, S., & Bera, M. K. (2018). Study the effects of seed germination and plant growth promoting activity of *Lactobacillus* sp. *Int. J. Res. Pharm. Pharm. Sci.*, 3(2), 1-3.
- Diền, N. B. (2017). *Phân lập và tuyển chọn một số dòng vi khuẩn acid lactic từ hạt ngũ cốc gồm gạo lúc, bắp, đậu nành và mè giúp phân hủy nhanh rác thải sinh học và tăng sinh trưởng cây trồng*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên, Trường Đại học Cần Thơ.
- Gajbhiye, M. H., & Kapadnis, B. P. (2016). Antifungal-activity-producing lactic acid bacteria as biocontrol agents in plants. *Biocontrol Sci. Technol.*, 26(11), 1451-1470.
- Ha, P. T. T., & Xuan, T. D. (2018). Effect of lactic acid on  $\alpha$ -amylase activity and phytic acid content in germination of rice (*Oryza sativa* L.). *Int. Lett. Nat. Sci.*, 67, 9-15.
- Hiền, T. T. T. (2010). *Phân lập và tuyển chọn chủng vi khuẩn thuộc chi Bacillus ứng dụng tạo chế phẩm sinh học để xử lý môi trường nuôi trồng thủy sản*. Luận văn cao học, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- Hoagland, D. R., & Arnon, D. I. (1938). The Water-Culture Method for Growing Plants Without Soil. Circular 347, University of California, College of Agriculture, Berkeley.
- Lamont, J.R., Wilkins, O.W., Bywater-Ekegård, M., & Smith, D.L. (2017). From yogurt to yield: Potential applications of lactic acid bacteria in plant production. *Soil Biology & Biochemistry*, 111, 1-9
- Limanska, N. V., Korotaeva, N. V., Biscola, Ivanytsia, T., Merlich, A., Bdg, F., Jm, C., Ivanytsia, & Haertle, T. (2015). Study of the potential application of lactic acid bacteria in the control of infection caused by *Agrobacterium tumefaciens*. *J. Plant Pathol. Microbiol.*, 6, 1-9.
- Loreti, E., Vernieri, P., Alpi, A., & Perata, P. (2002). Repression of  $\alpha$ -amylase activity by anoxia in grains of barley is independent of ethanol toxicity or action of abscisic acid. *Plant Biol.*, 4(2), 266-272.
- Nhu, N. T. H & Riddech, N. (2016). Effects of rhizobacteria on seed germination of water spinach (*Ipomoea aquatica*). *KKU Res. J.*, 21(2), 280-290.
- Poudel, P., Tashiro, Y., & Sakai, K. (2016). New application of *Bacillus* strains for optically pure L-lactic acid production: general overview and future prospects. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 80(4), 642-654.
- Raman, J., Kim, J., Choi, K.R., Eun, H., Yang, D., Ko, Y., & Kim, S. (2022). Application of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Sustainable Agriculture: Advantages and Limitations. *International Journal of Molecular Sciences*, 23.
- Russo, P., Fares, C., Longo, A., Spano, G., & Capozzi, V. (2017). *Lactobacillus plantarum* with broad antifungal activity as a protective starter culture for bread production. *Foods*, 6(12), 1-9.
- Settanni, L., & Corsetti, A. (2008). Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. *International journal of food microbiology*, 121 2, 123-38.
- Thiện, N. H., & Kiều, N. T. T. (2019). *Phân lập và định danh một số dòng vi khuẩn từ hạt ngũ cốc lên men có khả năng đối kháng với một số nấm bệnh gây hại trên ớt trong điều kiện in vitro*. Luận văn tốt nghiệp kỹ sư ngành bảo vệ thực vật, Trường Đại học Cần Thơ.
- Vaseeharan, B., & Ramasamy, P. (2003). Control of pathogenic *Vibrio* spp. by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 36(2), 83-87.
- Wang, Y., Wu, J., Lv, M., Shao, Z., Hungwe, M., Wang, J., Bai, X., Xie, J., Wang, Y., & Gang, W. (2021). Metabolism characteristics of lactic acid bacteria and the expanding applications in food industry. *Front. Biotechnol.*, 9, 1-19.
- Zhu, Y., & Yang, Q. (2020). Isolation of Antibacterial, Nitrosylmyoglobin Forming Lactic Acid Bacteria and Their Potential Use in Meat Processing. *Frontiers in Microbiology*, 11.