



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Khoa học đất

website: [sj.ctu.edu.vn](http://sj.ctu.edu.vn)



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.067

## KHẢO SÁT KHẢ NĂNG KÍCH THÍCH NẤY MẦM VÀ SINH TRƯỞNG RAU MUỐNG CỦA MỘT SỐ DÒNG VI KHUẨN CỐ ĐỊNH ĐẠM VÀ TỔNG HỢP IAA

Lê Thị Xã<sup>1</sup>, Đỗ Thành Luân<sup>2</sup> và Nguyễn Khởi Nghĩa<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Nghiên cứu sinh Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Khởi Nghĩa (email: [nknghia@ctu.edu.vn](mailto:nknghia@ctu.edu.vn))

### ABSTRACT

The study was aimed to investigate the seed germination and growth promoting capacity of eight bacterial strains capable in both nitrogen-fixation and IAA synthesis for water spinach under the laboratory and pot condition. The seed germination promotion test was carried out by soaking water spinach seeds in a bacterial suspension ( $\sim 10^6$  cfu/mL) for 4 hours, then inoculated seeds were placed on petri dish and glass tube containing 1% agar medium. The pot experiments were conducted with five selected bacterial strains introduced into the soil with two levels of the chemical nitrogen fertilizer dose application (75% and 50% of recommended chemical N fertilizer fomular). Results showed that five out of eight tested bacterial strains showed their significantly higher capacity in seed germination rate of water spinach (varied from 82.3% to 85.5%) compared to other bacterial strains and the control treatment without bacterial inoculation. In addition, height, root length and fresh biomass of the seedling of the treatments inoculated with these five bacteria were also significantly higher than other remaining treatments. Among them, *Paenibacillus cineris* TP-1.4 was the best strain in stimulating the growth of water spinach and especially in reducing up to 25% of recommended chemical nitrogen fertilizer formula in two consecutive crops under the pot condition. The plant height, diameter, content of chlorophyll, fresh and fry biomass of water spinach in the treatment with TP-1.4 strain and together with 25%N reduced were not ignificantly different from those in the recommended chemical nitrogen fertilizer fomula treatment.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm khảo sát khả năng kích thích nẩy mầm và sinh trưởng lên rau muống của 8 dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA ở điều kiện phòng thí nghiệm và nhà lưới. Khả năng kích thích nẩy mầm được đánh giá bằng cách ngâm hạt rau muống với dung dịch vi khuẩn ( $\sim 10^6$  cfu/mL) trong 4 giờ, sau đó chuyển hạt sang đĩa petri có giấy lọc ẩm và ống nghiệm chứa 10 mL agar 1%. Thí nghiệm nhà lưới được bố trí với 5 dòng vi khuẩn được chủng vào đất kết hợp giảm 25% và 50% phân đạm khuyến cáo. Kết quả cho thấy 5 trong tổng số 8 dòng vi khuẩn giúp gia tăng tỷ lệ nẩy mầm hạt cao hơn có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với 3 dòng vi khuẩn còn lại và đối chứng, với tỷ lệ nẩy mầm dao động từ 82,3% - 85,5%. Ngoài ra, chiều cao thân, chiều dài rễ và sinh khối tươi cũng cao hơn so với các nghiệm thức còn lại trong điều kiện phòng thí nghiệm. Cả hai vụ thí nghiệm trong nhà lưới dòng vi khuẩn *Paenibacillus cineris* TP-1.4 kích thích sinh trưởng cây rau muống tốt nhất, đồng thời giúp giảm được 25% lượng phân đạm, nhưng vẫn cho chiều cao cây, đường kính thân, hàm lượng chlorophyll, sinh khối tươi và sinh khối khô tương đương với nghiệm thức bón phân hóa học theo khuyến cáo.

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 10/04/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

### Title:

Investigating the seed germination and plant growth promoting capacity on water spinach of some bacterial strains capable in nitrogen fixation and IAA synthesis

### Từ khóa:

đạm, kích thích nẩy mầm, kích thích sinh trưởng, rau muống, vi khuẩn cố định đạm, vi khuẩn tổng hợp IAA

### Keywords:

IAA synthesizing bacteria, nitrogen fixing bacteria, plant growth promotion, seed germination stimulation, water spinach

Trích dẫn: Lê Thị Xã, Đỗ Thành Luân và Nguyễn Khởi Nghĩa, 2020. Khảo sát khả năng kích thích nẩy mầm và sinh trưởng rau muống của một số dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 37-46.

## 1 GIỚI THIỆU

Trên thị trường rau là loại thực phẩm dễ bị tồn dư nhiều chất độc từ dư lượng phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật, chất kích thích sinh trưởng cây trồng,... do trong quá trình canh tác rau, đa số nông dân sử dụng phân bón hóa học, đặc biệt là phân đạm, chất kích thích sinh trưởng và thuốc bảo vệ thực vật với liều lượng cao, thêm vào đó rau là sản phẩm được thu hoạch sớm, thiếu thời gian cách ly dẫn đến các sản phẩm rau dễ bị tồn dư độc chất. Điều này không những làm sản phẩm rau không an toàn, ảnh hưởng đến sức khỏe của người tiêu dùng mà còn làm ô nhiễm môi trường bởi dư lượng chất hoá học phát tán và tồn dư trong cả môi trường không khí, đất và nước (Stinner, 2007). Vì vậy, nhu cầu rau sạch, rau an toàn và rau hữu cơ trên thị trường hiện nay là rất lớn. Do đó phương thức canh tác rau an toàn, rau sạch và rau hữu cơ với giải pháp sử dụng vi sinh vật kích thích sinh trưởng thực vật kết hợp lượng phân hoá học vừa đủ được quan tâm và ưu tiên. Các phương pháp canh tác này đảm bảo an toàn cho người sử dụng đồng thời giảm thiểu hoặc thay thế phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật hoặc chất kích thích sinh trưởng cây trồng. Bên cạnh đó, việc sử dụng chế phẩm vi sinh kích thích sinh trưởng cây rau hiệu quả có thể được coi là một trong những chiến lược quan trọng để quản lý bền vững và hạn

**Bảng 1: Tám dòng vi khuẩn vừa có chức năng cố định đạm và vừa tổng hợp IAA được sử dụng trong nghiên cứu (Xa and Nghia, 2019)**

Kí hiệu dòng vi khuẩn	Mức độ tương đồng (%)	Cơ sở dữ liệu trên NCBI	
		Dòng vi khuẩn	Số đăng ký
TP-1.3	99	<i>Paraburkholderia tropica</i>	MK336433
TP-1.4	99	<i>Paenibacillus cineris</i>	MF662488.1
MQ-2.1	99	<i>Bacillus aryabhattai</i>	MH041178.1
MQ-2.5	99	<i>Bacillus megaterium</i>	KF364492.1
MT-16.5	97	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	FJ608656.1
OM-17.2	99	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	MK834722
OM-17.5	99	<i>Bacillus megaterium</i>	MH196974.1
CP-18.2	99	<i>Pseudomonas boreopolis</i>	KM103099.1

### 2.1.2 Hạt giống rau muống

Hạt rau muống được chọn thử nghiệm trong nghiên cứu này là giống rau muống lá tre của Công ty Hạt giống Trang Nông.

### 2.1.3 Đất thí nghiệm

Đất thí nghiệm được thu thập từ đất canh tác rau chuyên canh tại xã Tài Văn, huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng. 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 (kích thước 30 cm (cao) x 30 cm (rộng)). Đất được làm tơi bề mặt trước khi gieo hạt.

chế các vấn đề ô nhiễm môi trường và canh tác nông nghiệp theo hướng bền vững (Alves *et al.*, 2004; Adesemoye *et al.*, 2009; Hungria *et al.*, 2010, 2013). Các nghiên cứu trong lĩnh vực vi sinh nông nghiệp được tập trung vào công tác tuyển chọn các dòng vi sinh vật đa chức năng bởi chúng sẽ cho hiệu quả kích thích sinh trưởng, gia tăng năng suất cây trồng hiệu quả hơn các dòng vi khuẩn đơn chức. Trong đó, vi khuẩn có 2 chức năng cố định đạm và tổng hợp idole-3-acetic acid (IAA) được quan tâm nhiều nhất. Tuy nhiên, những nghiên cứu về tác dụng kích thích sinh trưởng của vi khuẩn có cả hai chức năng này lên sự sinh trưởng của cây rau còn hạn chế. Do đó nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát khả năng kích thích nảy mầm và sinh trưởng cây rau muống của một số dòng vi khuẩn phân lập có chức năng cố định đạm và tổng hợp IAA ở điều kiện phòng thí nghiệm và nhà lưới.

## 2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1 Vật liệu thí nghiệm

#### 2.1.1 Nguồn vi khuẩn

Các dòng vi khuẩn vừa có khả năng cố định đạm và tổng hợp IAA trong nghiên cứu này (Bảng 1) là 8 dòng vi khuẩn được phân lập từ một số hệ vi sinh vật bản địa thu thập trên các hệ thống cây trồng khác nhau ở tỉnh Sóc Trăng (Xa and Nghia, 2019).

### 2.2 Đánh giá hiệu quả của 8 dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA lên khả năng kích thích nảy mầm và sinh trưởng của hạt rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm

#### 2.2.1 Ảnh hưởng của mật số vi khuẩn đến tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống

##### a. Chuẩn bị nguồn vi khuẩn

Tám dòng vi khuẩn vừa có chức năng cố định đạm và tổng hợp IAA hiệu quả được nuôi tăng sinh riêng biệt trong bình tam giác 100 mL chứa 30 mL môi trường TSB (Tryptone Soya Broth) trong ba ngày. Thành phần của 1 L môi trường TSB gồm

30 g TSB và 1 L nước cất. Sau đó, tiến hành thu sinh khối vi khuẩn bằng cách chuyển dung dịch vi khuẩn sang ống falcon 50 mL, ly tâm 6.000 vòng/phút trong 5 phút, loại bỏ phần nước bên trên. Tiếp tục cho 20 mL nước khử khoáng tiệt trùng vào, tiến hành ly tâm loại bỏ phần nước bên trên, thu sinh khối vi khuẩn bên dưới, lặp lại 3 lần để loại bỏ hoàn toàn môi trường nuôi cấy. Đối với mỗi dòng vi khuẩn tiến hành hiệu chỉnh dung dịch vi khuẩn về mật số  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  và  $10^9$  cfu/mL bằng nước khử khoáng tiệt trùng và xác định mật số từng dòng vi khuẩn bằng biện pháp đếm nhỏ giọt trên môi trường TSA (Hoben and Somasegaran, 1982).

*b. Bố trí thí nghiệm*

Tiến hành ngâm 30 hạt rau muống trong 30 mL dung dịch huyền phù mỗi dòng vi khuẩn riêng biệt cho năm mật số vi khuẩn khác đã được chuẩn bị ở mục 2.2.1 trong 4 giờ. Sau đó chuyển hạt rau muống vào đĩa Petri chứa sẵn giấy lọc đã tiệt trùng và làm ướt với nước khử khoáng tiệt trùng ở điều kiện tối của phòng thí nghiệm. Thí nghiệm được bố trí với 3 lần lặp lại cho mỗi nồng độ mật số vi khuẩn tương ứng với 3 đĩa Petri và mỗi đĩa chứa 30 hạt rau muống. Nghiệm thức đối chứng được thực hiện tương tự nhưng hạt rau muống chỉ ngâm với nước cất tiệt trùng thay cho dịch huyền phù vi khuẩn. Quan sát và ghi nhận số hạt nảy mầm liên tục trong 6 ngày.

*2.2.2 Đánh giá hiệu quả của 8 dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA tuyển chọn lên khả năng kích thích sinh trưởng rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm*

Khi hạt rau muống nảy mầm được 1 cm (thí nghiệm ở mục 2.2.1) tiến hành chuyển 10 hạt vào 10 ống nghiệm chứa 10 mL agar 1% trong điều kiện tiệt

trùng. Các ống nghiệm được đậy nắp không kín hoàn toàn và đặt ở vị trí thoáng mát trong điều kiện phòng thí nghiệm trong 10 ngày. Sau đó, tiến hành ghi nhận các chỉ tiêu: chiều cao thân (được đo từ gốc đến chóp lá cao nhất), chiều dài rễ (được đo từ gốc đến chóp rễ dài nhất) và sinh khối tươi. Tiến hành tuyển chọn 5 dòng vi khuẩn thể hiện khả năng kích thích nảy mầm và sinh trưởng cây rau muống hiệu quả nhất để đánh giá khả năng kích thích sinh trưởng cây rau muống ở điều kiện nhà lưới.

**2.3 Đánh giá ảnh hưởng của 5 dòng vi khuẩn tuyển chọn lên sinh trưởng và năng suất rau muống trong chậu ở điều kiện nhà lưới**

*2.3.1 Chuẩn bị nguồn vi khuẩn*

Năm dòng vi khuẩn được tuyển chọn từ thí nghiệm ở mục 2.2 (TP-1.3, TP- 1.4, MQ-2.5, OM-17.5, MT-16.5) được chọn để bố trí thí nghiệm. Quy trình chuẩn bị nguồn vi khuẩn thí nghiệm tương tự như mục 2.2.1.

*2.3.2 Chuẩn bị vi khuẩn cố định trong xi than*

Cách chủng vi khuẩn vào trong xi than theo phương pháp của Nguyễn Khởi Nghĩa và ctv. (2015).

*2.3.3 Bố trí thí nghiệm*

Thí nghiệm được bố trí trong chậu ở nhà lưới Bộ môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 14 nghiệm thức và 4 lặp lại (Bảng 2) từ tháng 7 năm 2019 đến tháng 10 năm 2019. Mỗi chậu thí nghiệm ứng với 1 chậu thí nghiệm. Mỗi chậu thí nghiệm chứa 6 kg đất trồng rau (tính theo trọng lượng khô) đã được chuẩn bị trước. Thí nghiệm được thực hiện qua 2 vụ rau và mỗi vụ rau muống kéo dài 30 ngày.

**Bảng 2: Các nghiệm thức thí nghiệm trong nhà lưới**

STT	Nghiệm thức	Nội dung nghiệm thức
1	NT1	Đối chứng âm (không bón phân và không chủng vi khuẩn)
2	NT2	100%NPK khuyến cáo (100 N - 48 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 24 K <sub>2</sub> O)
3	NT3	75%N-100P-100%K + vi khuẩn TP-1.3
4	NT4	75%N-100P-100%K + vi khuẩn TP-1.4
5	NT5	75%N-100P-100%K + vi khuẩn MQ-2.5
6	NT6	75%N-100P-100%K + vi khuẩn OM-17.5
7	NT7	75%N-100P-100%K + vi khuẩn MT16.5
8	NT8	75%N-100P-100%K + hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn
9	NT9	50%N-100P-100%K + vi khuẩn TP-1.3
10	NT10	50%N-100P-100%K + vi khuẩn TP-1.4
11	NT11	50%N-100P-100%K + vi khuẩn MQ-2.5
12	NT12	50%N-100P-100%K + vi khuẩn OM-17.5
13	NT13	50%N-100P-100%K + vi khuẩn MT16.5
14	NT14	50%N-100P-100%K + hỗn hợp 5 dòng vi khuẩn

Vi khuẩn được chủng vào đất với chất mang là xỉ than (mật số ~10<sup>6</sup> cfu/g đất khô) một tuần trước khi gieo hạt bằng cách trộn đều 50 g (khối lượng khô kiệt) xỉ than chứa vi khuẩn theo từng nghiệm thức trên bề mặt đất ở độ sâu 0-10 cm.

Hạt rau muống thương phẩm sau khi được ngâm với dung dịch huyền phù vi khuẩn với mật số 10<sup>6</sup> cfu/mL trong 4 giờ được gieo trực tiếp vào trong chậu với mật độ 30 hạt/chậu, sau khi cây con phát

triển tốt, tiến hành tỉa và giữ lại 10 cây/chậu. Vào các thời điểm 7, 14 và 21 ngày sau khi gieo hạt tiến hành chủng tiếp vi khuẩn vào đất bằng cách tưới dung dịch vi khuẩn theo các nghiệm thức để đạt mật số 10<sup>6</sup> cfu/g đất khô. Công thức phân bón cho rau muống theo khuyến cáo 100 N - 48 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 24 K<sub>2</sub>O vào các thời điểm 10, 20, và 25 ngày sau khi gieo (Cao Ngọc Diệp và *ctv.*, 2011). Lịch bón phân hóa học được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3: Lịch bón phân hóa học cho cây rau muống**

Loại phân bón	Công thức	Bón lần 1 (bón lót) (%)	Bón lần 2 (10NSKG) (%)	Bón lần 3 (20NSKG) (%)	Bón lần 4 (25NSKG) (%)
N	100	20	30	30	20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	100	0	0	0
K <sub>2</sub> O	24	50	20	20	10

Cỏ dại và sâu bệnh hại được quản lý thường xuyên bằng phương pháp cơ học. Sau khi gieo 30 ngày tiến hành thu hoạch rau.

Các chỉ tiêu theo dõi gồm: số lá, chiều cao cây và hàm lượng chlorophyll vào các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau khi gieo. Hàm lượng chlorophyll trong lá rau được đo bằng máy đo Chlorophyll CCI ở bước sóng 200 plus. Các chỉ tiêu đường kính thân, sinh khối tươi và sinh khối khô rau muống/chậu được thu thập vào thời điểm thu hoạch.

**2.4 Phân tích số liệu**

Số liệu thí nghiệm được phân tích kiểm định thống kê bằng phần mềm Minitab 16.2

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Khả năng kích thích nảy mầm và sinh trưởng hạt rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm của 8 dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA**

**3.1.1 Ảnh hưởng của mật số vi khuẩn lên khả năng nảy mầm của hạt rau muống**

Kết quả khảo sát ảnh hưởng mật số của 8 dòng vi khuẩn lên tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống sau 6 ngày thí nghiệm được trình bày ở Bảng 4. Kết quả cho thấy khi chủng vi khuẩn vào hạt rau muống giúp gia tăng khác biệt ý nghĩa thống kê tỷ lệ nảy mầm của hạt so với đối chứng không chủng vi khuẩn. Mật số vi khuẩn khác nhau cũng ảnh hưởng lên tỷ lệ nảy mầm của hạt khác nhau và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê (p<0,05). Trong đó dòng vi khuẩn TP-1.3, TP-1.4, MQ-2.1, và MT-16.5 ở mật số 10<sup>6</sup> cfu/mL cho tỷ lệ nảy mầm cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mật số còn lại khi so sánh trong cùng 1 dòng vi khuẩn. Trong khi các dòng vi khuẩn MQ-2.5, OM-17.2, OM-17.5 và CP-18.2 cho tỷ lệ nảy mầm hạt khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi so sánh giữa mật số 10<sup>6</sup> cfu/mL với các mật số còn lại. Như vậy, mật số 10<sup>6</sup> cfu/mL là mật số vi khuẩn thích hợp nhất cho cả 8 dòng vi khuẩn thử nghiệm giúp kích thích gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống.

**Bảng 4: Ảnh hưởng của các mật số vi khuẩn khác nhau của 8 dòng vi khuẩn thử nghiệm lên tỷ lệ nảy mầm hạt rau muống sau 6 ngày thí nghiệm**

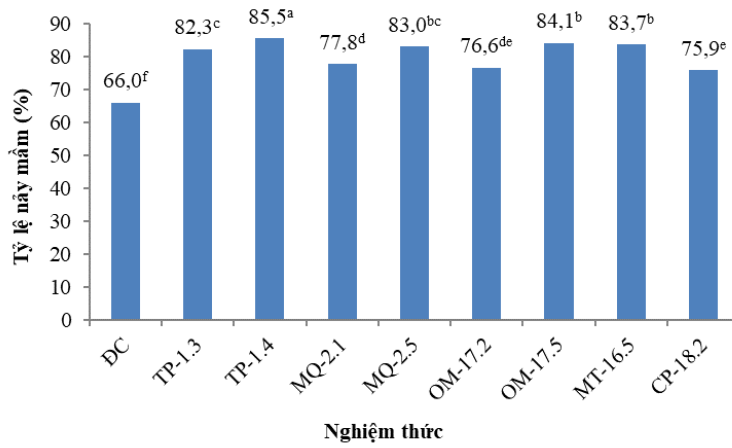
Nghiệm thức	Tỷ lệ nảy mầm (%)							
	TP-1.3	TP-1.4	MQ-2.1	MQ-2.5	MT-16.5	OM-17.2	OM-17.5	CP-18.2
Đối chứng	66,0 <sup>d</sup>	66,0 <sup>f</sup>	66,0 <sup>d</sup>	66,0 <sup>e</sup>	66,0 <sup>c</sup>	66,0 <sup>c</sup>	66,0 <sup>e</sup>	66,0 <sup>c</sup>
10 <sup>5</sup> cfu/mL	75,6 <sup>b</sup>	83,7 <sup>b</sup>	72,6 <sup>b</sup>	76,7 <sup>c</sup>	64,4 <sup>d</sup>	75,6 <sup>a</sup>	67,8 <sup>d</sup>	74,8 <sup>a</sup>
10 <sup>6</sup> cfu/mL	82,3 <sup>a</sup>	85,5 <sup>a</sup>	77,8 <sup>a</sup>	83,0 <sup>a</sup>	83,7 <sup>a</sup>	76,6 <sup>a</sup>	84,1 <sup>a</sup>	75,9 <sup>a</sup>
10 <sup>7</sup> cfu/mL	74,8 <sup>b</sup>	72,2 <sup>e</sup>	69,6 <sup>c</sup>	78,9 <sup>b</sup>	64,4 <sup>d</sup>	72,7 <sup>b</sup>	85,6 <sup>a</sup>	75,4 <sup>a</sup>
10 <sup>8</sup> cfu/mL	68,9 <sup>c</sup>	77,8 <sup>c</sup>	65,9 <sup>b</sup>	83,3 <sup>a</sup>	77,0 <sup>b</sup>	76,7 <sup>a</sup>	72,2 <sup>c</sup>	75,2 <sup>a</sup>
10 <sup>9</sup> cfu/mL	75,6 <sup>b</sup>	74,5 <sup>d</sup>	65,2 <sup>d</sup>	73,3 <sup>d</sup>	63,3 <sup>e</sup>	60,7 <sup>d</sup>	77,8 <sup>b</sup>	72,2 <sup>b</sup>

\*Lưu ý: Trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (p<0,05) theo phép thử Duncan

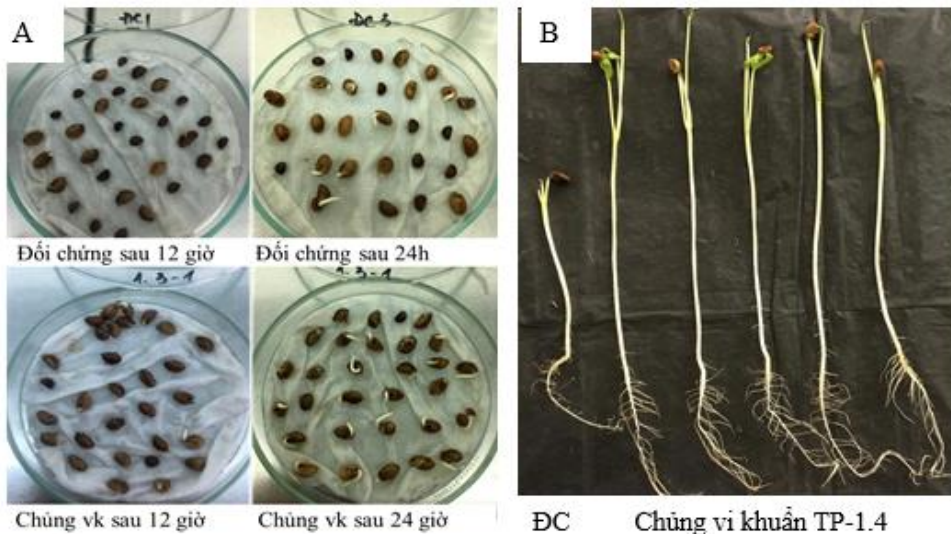
3.1.2 Ảnh hưởng của 8 dòng vi khuẩn thử nghiệm lên khả năng kích thích nảy mầm của hạt rau muống

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của 8 dòng vi khuẩn thử nghiệm ở mật số  $10^6$  cfu/mL lên tỷ lệ nảy mầm của rau muống sau 6 ngày thí nghiệm được trình bày ở Hình 1 cho thấy cả 8 dòng vi khuẩn đều giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn với tỷ lệ tăng giao động từ 9,9% đến 19,5%. Năm dòng vi

khẩn TP-1.4, OM-17.5, MT-16.5, MQ-2.5 và TP-1.3 có tỷ lệ hạt nảy mầm cao nhất, lần lượt đạt 85,5%; 84,1%; 83,7%; 83,0% và 82,3% khác biệt thống kê ( $p < 0,05$ ) so với các dòng vi khuẩn còn lại và nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn (Hình 1). Như vậy, 5 dòng vi khuẩn thử nghiệm có hiệu quả giúp gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống từ 16,3% đến 19,5%. Ngoài ra, kết quả thí nghiệm còn cho thấy khi chủng vi khuẩn còn giúp hạt rau muống nảy mầm sớm hơn (Hình 2A) và gia tăng số rễ mầm so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn (Hình 2B).



Hình 1: Tỷ lệ nảy mầm hạt rau muống của các nghiệm thức chủng vi khuẩn ở mật số  $10^6$  cfu/mL sau 6 ngày thí nghiệm



Hình 2: Sự khác biệt giữa nghiệm thức có chủng và không chủng vi khuẩn; (A): Thời gian xuất hiện hạt nảy mầm sớm hơn so với đối chứng và (B): chiều cao cây, chiều dài rễ và số rễ ở nghiệm thức chủng vi khuẩn TP-1.4 nhiều hơn so với đối chứng

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi chủng 8 dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA vào hạt rau muống giúp gia tăng 15% tỷ lệ nảy mầm hạt rau muống so với đối chứng không chủng vi khuẩn. Rõ ràng vai trò của vi khuẩn mang đến hiệu quả gia tăng tỉ lệ nảy mầm này. Một số nghiên cứu trước đây cũng cho kết quả tương tự. Nghiên cứu của Kiều Phương Nam và *ctv* (2010) đã chỉ ra rằng khi chủng các dòng vi khuẩn *Methylobacterium* ssp. giúp kích thích sinh trưởng thực vật và làm tăng tỷ lệ nảy mầm hạt đậu xanh, đậu đũa, đậu cove và hạt cà chua có ý nghĩa thống kê so với đối chứng không chủng vi khuẩn. Tương tự, nghiên cứu của Trần Bảo Trâm và *ctv* (2017) đã cho thấy khi chủng dung dịch vi khuẩn có khả năng tổng hợp IAA *Kluyvera cryocrescens* giúp tỷ lệ nảy mầm của hạt dưa chuột tăng mạnh, đạt 93,3% và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đối chứng không chủng (80%).

3.1.3 Ảnh hưởng của 8 dòng vi khuẩn thử nghiệm lên khả năng kích thích sinh trưởng rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm

Kết quả đánh giá khả năng kích thích sinh trưởng cây rau muống của 8 dòng vi khuẩn trên môi trường agar 1% ở điều kiện phòng thí nghiệm sau 10 ngày được trình bày ở Bảng 5. Kết quả cho thấy cả 8 dòng vi khuẩn đều có khả năng kích thích sinh trưởng cây rau muống cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn.

Đối với chỉ tiêu chiều cao cây mầm, tất cả các nghiệm thức chủng vi khuẩn đều có chiều cao cây mầm cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng. Trong đó các nghiệm

thức chủng dòng vi khuẩn MQ-2.5, OM-17.5 và CP-18.2 có chiều cao cây cao hơn (dao động từ 15,7-17,3 cm) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức chủng vi khuẩn còn lại và nghiệm thức đối chứng. Các nghiệm thức còn lại có chiều cao thân dao động từ 13,3 đến 15,3 cm, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn (11,1 cm).

Tương tự như chiều cao cây, chiều dài rễ của tất cả nghiệm thức có chủng vi khuẩn đều cho rễ dài hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn. Đặc biệt ở nghiệm thức chủng 3 dòng vi khuẩn TP-1.3, MQ-2.1 và MQ-2.5 cho chiều dài rễ dài nhất tương ứng đạt 8,06; 8,67 và 10,21 cm so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn (5,20 cm) và trong khi các nghiệm thức chủng vi khuẩn còn lại có chiều dài rễ dao động từ 6,75-7,79 cm.

Đối với chỉ tiêu sinh khối tươi cây rau muống, các nghiệm thức chủng 4 dòng vi khuẩn TP-1.3, TP-1.4, MQ-2.5 và OM-17.5 cho kết quả sinh khối tươi cao hơn có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức chủng các dòng còn lại với khối lượng dao động từ 927 đến 995 mg và tăng gấp 1,68 lần so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn (564 mg). Đặc biệt, dòng vi khuẩn MQ-2.5 làm gia tăng chiều cao thân, chiều dài rễ và sinh khối tươi của rau muống và đạt giá trị cao nhất. Trong khi dòng vi khuẩn TP-1.3 chỉ có hiệu quả trong việc kích thích tăng chiều dài rễ và sinh khối tươi. Tương tự, dòng vi khuẩn OM-17.5 chỉ có hiệu quả trong gia tăng chiều cao thân và sinh khối tươi và dòng vi khuẩn TP-1.4 và MT-16.5 chỉ giúp tăng sinh khối tươi.

**Bảng 5: Ảnh hưởng của 8 dòng vi khuẩn tuyển chọn lên một số chỉ tiêu sinh trưởng cây rau muống ở điều kiện phòng thí nghiệm**

STT	Nghiệm thức	Chỉ tiêu sinh trưởng		
		Chiều cao thân (cm)	Chiều dài rễ (cm)	Sinh khối tươi (mg)
1	ĐC	11,1 <sup>f</sup>	5,20 <sup>e</sup>	564 <sup>f</sup>
2	TP-1.3	13,4 <sup>e</sup>	8,06 <sup>bc</sup>	995 <sup>a</sup>
3	TP-1.4	15,3 <sup>cd</sup>	7,58 <sup>bcd</sup>	927 <sup>b</sup>
4	MQ-2.1	13,9 <sup>e</sup>	8,67 <sup>b</sup>	697 <sup>e</sup>
5	MQ-2.5	16,1 <sup>b</sup>	10,21 <sup>a</sup>	943 <sup>b</sup>
6	OM-17.2	13,3 <sup>e</sup>	7,79 <sup>bcd</sup>	705 <sup>e</sup>
7	OM-17.5	17,3 <sup>a</sup>	7,25 <sup>cd</sup>	935 <sup>b</sup>
8	MT-16.5	15,0 <sup>d</sup>	6,75 <sup>d</sup>	884 <sup>c</sup>
9	CP-18.2	15,7 <sup>bc</sup>	7,19 <sup>cd</sup>	851 <sup>d</sup>
	F	*	*	*
	CV (%)	12,2	17,7	16,7

\*Lưu ý: "\*" : khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% và trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% ( $p < 0,05$ ) theo phép thử Duncan

Trong 8 dòng vi khuẩn thử nghiệm cho thấy 5 dòng vi khuẩn TP-1.3, TP-1.4, MQ-2.5, OM-17.5 và MT-16.5 giúp kích thích tỷ lệ nảy mầm, sinh trưởng và trọng lượng tươi cây rau muống tốt hơn so với các dòng vi khuẩn còn lại (MQ-2.1, OM-17.2 và CP-18.2). Do đó 5 dòng vi khuẩn này được chọn để đánh giá ảnh hưởng của chúng lên sinh trưởng và năng suất rau muống trong điều kiện nhà lưới.

Kết quả nghiên cứu này tương tự như kết quả nghiên cứu trước đây của Vũ Thành Công (2009) khi chủng dòng vi khuẩn *Azospirillum sp.* phân lập từ rễ cây rau muống giúp gia tăng chiều dài rễ cây 1,19 lần so với đối chứng không chủng vi khuẩn. Tương tự, Bakonyi *et al.* (2013) đã ngâm hạt với các chế phẩm vi sinh đã giúp hạt tăng tỷ lệ nảy mầm thêm 20%, sinh khối khô của rễ mầm và thân mầm tăng thêm 7% so với nghiệm thức đối chứng không xử lí với chế phẩm. Nghiên cứu của Hanapi *et al.* (2014) đã cho thấy khi chủng vi khuẩn *Nitromonas europaea* hoặc hỗn hợp của nó với các dòng vi khuẩn khác đã thúc đẩy sự phát triển tốt nhất của chiều dài rễ. Trong khi hỗn hợp dòng vi khuẩn *Rhodospseudomonas palustris* và *Acinetobacter sp.* giúp kích thích sự nảy mầm và chiều cao cây mầm của hạt lúa tốt nhất. Ngoài ra, Trần Bảo Trâm và *ctv* (2017) đã cho thấy khi chủng dung dịch vi khuẩn tổng hợp IAA (*Kluyvera cryocrescens*) sau 10 ngày nuôi cấy giúp cây dưa leo sinh trưởng nhanh và đồng đều, có chiều dài thân, rễ và khối lượng thân lá cũng như số rễ phát triển tốt hơn so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn.

### 3.2 Ảnh hưởng của 5 dòng vi khuẩn thử nghiệm lên sinh trưởng và năng suất rau muống ở điều kiện nhà lưới trong hai vụ

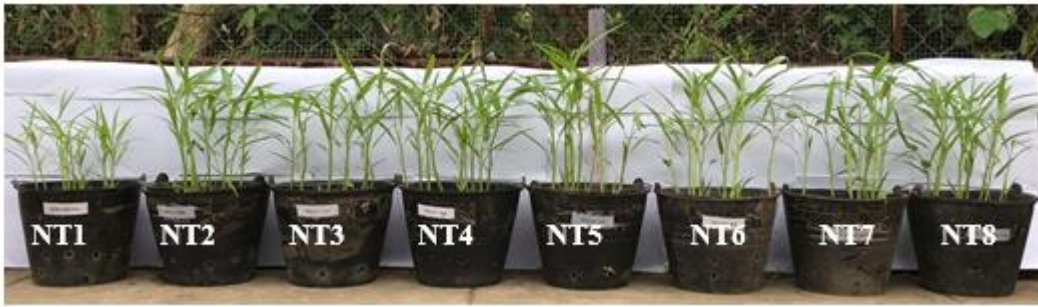
Kết quả khảo sát khả năng kích thích sinh trưởng và năng suất rau muống của 5 dòng vi khuẩn trong chậu ở điều kiện nhà lưới trong suốt hai vụ thí nghiệm được trình bày ở Bảng 6 và Bảng 7.

Kết quả về sinh trưởng và năng suất rau muống của vụ 1 được trình bày trong Bảng 6 và Hình 3 cho thấy các nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn đơn lẻ hay tổ hợp 5 dòng vi khuẩn kết hợp bốn giảm các mức phân đạm khác nhau cho sinh trưởng và năng suất cây rau muống khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) khi so sánh với nhau. Nhìn chung, các chỉ tiêu về sinh trưởng và năng suất của các nghiệm thức chủng vi khuẩn kết hợp bốn 75% phân đạm cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với chỉ kết hợp bốn 50% phân đạm. Nghiệm thức bón 75% phân đạm kết hợp chủng dòng vi khuẩn TP-1.4 và MT-16.5 cho các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều cao cây, đường kính thân, số lá, hàm lượng chlorophyll, năng suất và sinh khối khô) cao nhất và khác biệt ý nghĩa thống kê với nghiệm thức bón 100%N theo khuyến cáo (Bảng 6). Bên cạnh đó, hai nghiệm thức chủng dòng vi khuẩn MQ-2.5 và OM-17.5 kết hợp bốn 75%N cho các chỉ tiêu về sinh trưởng, năng suất và sinh khối khô tương đương và không khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức bón phân hóa học theo khuyến cáo.

**Bảng 6: Ảnh hưởng của 5 dòng vi khuẩn tuyển chọn lên sinh trưởng và năng suất rau muống ở vụ 1 của thí nghiệm nhà lưới**

Nghiệm thức	Chỉ tiêu sinh trưởng				Sinh khối	
	Chiều cao (cm)	Đường kính (cm)	Số lá (lá)	Chlorophyll (CCI)	Tươi (g)	Khô (g)
NT1: ĐC	24,47 <sup>i</sup>	0,320 <sup>c</sup>	7,93 <sup>f</sup>	7,43 <sup>c</sup>	9,33 <sup>h</sup>	0,97 <sup>i</sup>
NT2: 100% NPK KC	42,60 <sup>ab</sup>	0,535 <sup>ab</sup>	10,27 <sup>ab</sup>	14,77 <sup>a</sup>	28,30 <sup>bc</sup>	3,21 <sup>ab</sup>
NT3: 75%N+TP-1.3	37,63 <sup>fg</sup>	0,511 <sup>ab</sup>	9,80 <sup>abc</sup>	13,24 <sup>b</sup>	24,30 <sup>e</sup>	2,27 <sup>ef</sup>
NT4: 75%N+TP-1.4	43,33 <sup>a</sup>	0,574 <sup>a</sup>	9,80 <sup>abc</sup>	15,70 <sup>a</sup>	31,07 <sup>a</sup>	3,53 <sup>a</sup>
NT5: 75%N+MQ-2.5	43,13 <sup>a</sup>	0,549 <sup>ab</sup>	9,67 <sup>abcd</sup>	12,63 <sup>bc</sup>	27,57 <sup>cd</sup>	2,67 <sup>cd</sup>
NT6: 75%N+OM-17.5	41,23 <sup>cd</sup>	0,546 <sup>ab</sup>	10,53 <sup>a</sup>	15,17 <sup>a</sup>	28,90 <sup>bc</sup>	2,91 <sup>bc</sup>
NT7: 75%N+MT-16.5	42,10 <sup>bc</sup>	0,522 <sup>ab</sup>	10,07 <sup>abc</sup>	13,23 <sup>b</sup>	29,53 <sup>b</sup>	2,49 <sup>de</sup>
NT8: 75%N+MIX 5 VK	39,87 <sup>e</sup>	0,530 <sup>ab</sup>	9,09 <sup>cde</sup>	13,35 <sup>b</sup>	15,97 <sup>g</sup>	1,70 <sup>h</sup>
NT9: 50%N+TP-1.3	38,50 <sup>f</sup>	0,491 <sup>b</sup>	8,60 <sup>def</sup>	9,80 <sup>d</sup>	22,63 <sup>f</sup>	1,84 <sup>gh</sup>
NT10: 50%N+TP-1.4	38,27 <sup>fg</sup>	0,502 <sup>b</sup>	9,07 <sup>cde</sup>	10,28 <sup>d</sup>	24,40 <sup>e</sup>	2,30 <sup>ef</sup>
NT11: 50%N+MQ-2.5	39,90 <sup>e</sup>	0,510 <sup>b</sup>	9,00 <sup>cdef</sup>	11,87 <sup>c</sup>	23,50 <sup>ef</sup>	1,75 <sup>gh</sup>
NT12: 50%N+OM-17.5	36,40 <sup>h</sup>	0,488 <sup>b</sup>	9,67 <sup>abcd</sup>	10,37 <sup>d</sup>	22,60 <sup>f</sup>	2,27 <sup>ef</sup>
NT13: 50%N+MT-16.5	37,47 <sup>g</sup>	0,515 <sup>b</sup>	9,29 <sup>bcde</sup>	10,54 <sup>d</sup>	22,20 <sup>f</sup>	2,06 <sup>fg</sup>
NT14: 50%N+MIX 5VK	41,13 <sup>d</sup>	0,503 <sup>b</sup>	8,40 <sup>ef</sup>	12,70 <sup>bc</sup>	26,87 <sup>d</sup>	2,19 <sup>ef</sup>

\*Lưu ý: trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% ( $p < 0,05$ ) theo phép thử Duncan



**Hình 3: So sánh ảnh hưởng của 5 dòng vi khuẩn thử nghiệm lên sinh trưởng cây rau muống ở điều kiện nhà lưới với mức phân bón 75%N**

Kết quả cũng ghi nhận tương tự trong vụ 2 ở điều kiện nhà lưới (Bảng 7 và Hình 4) cho thấy các nghiệm thức chủng vi khuẩn kết hợp bón 75%N có các chỉ tiêu về sinh trưởng, hàm lượng chlorophyll trong lá và năng suất rau muống cao nhất và khác biệt ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại. Trong đó, nghiệm thức chủng dòng vi

khủng TP-1.4 kết hợp bón 75%N cho tất cả các chỉ tiêu về sinh trưởng và sinh khối tương đương nghiệm thức bón 100%NPK theo khuyến cáo và cao hơn các nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn còn lại ở cùng mức độ phân đạm bón 75% (Bảng 7). Kể đến là nghiệm thức chủng các dòng vi khuẩn TP-1.3, MQ-2.5 và MT-16.5 kết hợp bón 75%N.

**Bảng 7: Ảnh hưởng của 5 dòng vi khuẩn thử nghiệm lên sinh trưởng và năng suất rau muống ở vụ 2 của thí nghiệm nhà lưới**

Nghiệm thức	Các chỉ tiêu sinh trưởng				Sinh khối	
	Chiều cao (cm)	Đường kính (cm)	Số lá (lá)	Chlorophyll (CCI)	Tươi (g)	Khô (g)
NT1: ĐC	30,28 <sup>c</sup>	0,34 <sup>e</sup>	7,53 <sup>h</sup>	8,38 <sup>i</sup>	14,33 <sup>j</sup>	1,03 <sup>h</sup>
NT2: 100% NPK KC	51,91 <sup>b</sup>	0,66 <sup>a</sup>	10,00 <sup>defg</sup>	13,84 <sup>abc</sup>	52,90 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>
NT3: 75%N+TP-1.3	47,70 <sup>c</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	10,11 <sup>cdefg</sup>	13,26 <sup>cde</sup>	44,63 <sup>b</sup>	3,57 <sup>bc</sup>
NT4: 75%N+TP-1.4	53,98 <sup>a</sup>	0,65 <sup>ab</sup>	10,76 <sup>a</sup>	14,55 <sup>a</sup>	52,10 <sup>a</sup>	3,87 <sup>ab</sup>
NT5: 75%N+MQ-2.5	46,89 <sup>cd</sup>	0,59 <sup>abcd</sup>	10,35 <sup>abcd</sup>	13,84 <sup>abc</sup>	40,13 <sup>cd</sup>	3,33 <sup>bcd</sup>
NT6: 75%N+OM-17.5	46,86 <sup>cd</sup>	0,59 <sup>abcd</sup>	10,6 <sup>abc</sup>	14,20 <sup>ab</sup>	36,60 <sup>e</sup>	2,84 <sup>de</sup>
NT7: 75%N+MT-16.5	46,35 <sup>de</sup>	0,59 <sup>abcd</sup>	10,56 <sup>abc</sup>	13,39 <sup>bcd</sup>	40,98 <sup>c</sup>	3,29 <sup>bcd</sup>
NT8: 75%N+MIX 5 VK	44,13 <sup>fg</sup>	0,54 <sup>cd</sup>	10,23 <sup>bcdef</sup>	13,59 <sup>bcd</sup>	31,65 <sup>g</sup>	2,84 <sup>def</sup>
NT9: 50%N+TP-1.3	44,28 <sup>fg</sup>	0,58 <sup>abcd</sup>	10,05 <sup>defg</sup>	12,56 <sup>efg</sup>	33,65 <sup>f</sup>	2,85 <sup>de</sup>
NT10: 50%N+TP-1.4	48,03 <sup>c</sup>	0,59 <sup>abcd</sup>	10,6 <sup>abc</sup>	12,86 <sup>def</sup>	39,18 <sup>d</sup>	3,24 <sup>cd</sup>
NT11: 50%N+MQ-2.5	45,15 <sup>ef</sup>	0,55 <sup>cd</sup>	10,25 <sup>bcd</sup>	12,84 <sup>def</sup>	29,45 <sup>h</sup>	2,61 <sup>efg</sup>
NT12: 50%N+OM-17.5	43,63 <sup>g</sup>	0,53 <sup>d</sup>	9,68 <sup>g</sup>	11,13 <sup>h</sup>	25,85 <sup>i</sup>	2,23 <sup>fg</sup>
NT13: 50%N+MT-16.5	46,38 <sup>de</sup>	0,54 <sup>cd</sup>	9,75 <sup>fg</sup>	12,06 <sup>fg</sup>	31,60 <sup>g</sup>	2,79 <sup>def</sup>
NT14: 50%N+MIX 5VK	44,08 <sup>fg</sup>	0,54 <sup>cd</sup>	9,76 <sup>efg</sup>	11,84 <sup>gh</sup>	26,58 <sup>i</sup>	2,05 <sup>g</sup>

\*Lưu ý: trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% ( $p < 0,05$ ) theo phép thử Duncan

Qua 2 vụ rau muống thí nghiệm ở nhà lưới cho thấy việc giảm lượng phân đạm làm ảnh hưởng mạnh lên sự sinh trưởng của cây rau muống, tuy nhiên khi chủng dòng vi khuẩn có khả năng cố định đạm và tổng hợp IAA *Paenibacillus cineris* TP-1.4 cho hiệu quả kích thích sinh trưởng tốt và ổn định lên sự sinh trưởng của cây rau muống dù chỉ bón 75% theo khuyến cáo. Qua đó cho thấy dòng vi khuẩn *Paenibacillus cineris* TP-1.4 có khả năng có

định đạm trong không khí tạo đạm hữu dụng cho cây rau hấp thu bổ sung và thay thế lượng đạm hoá học đã giảm trừ khi bón. Ngoài ra, dòng vi khuẩn *Paenibacillus cineris* TP-1.4 còn có đặc tính tổng hợp IAA ổn định cũng là một yếu tố giúp cây rau muống tăng cường hấp thu dinh dưỡng và sinh trưởng tốt khi môi trường thiếu hụt nguồn đạm (Xa and Nghia, 2019).





**Hình 4: Ảnh hưởng của việc chủng dòng vi khuẩn TP-1.4 vào trong đất kết hợp bốn các mức phân đạm khác nhau lên sinh trưởng cây rau muống ở điều kiện nhà lưới**

Một số nghiên cứu trước đây cũng cho kết quả tương tự. Nghiên cứu của Malik *et al.* (1985) cho thấy khi chủng các dòng vi khuẩn *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Bacillus* và *Pseudomonas* trên cây lúa giúp lúa phát triển tốt và cho năng suất cao hơn so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn. Điều này do IAA được tổng hợp bởi các chủng vi khuẩn thử nghiệm đã kích thích rễ lúa phát triển nhanh và tăng sinh khối do hấp thu nước và chất dinh dưỡng tốt hơn. Nghiên cứu của Akbari *et al.*, (2007) cũng đã phân lập và tuyển chọn được một số dòng vi khuẩn *Azospirillum* sp. có khả năng sinh tổng hợp IAA giúp kích thích sinh trưởng của cây lúa mì thông qua việc làm tăng đường kính gốc lúa, chiều dài rễ, trọng lượng khô và số rễ so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn. Nghiên cứu của Kiều Phương Nam và *ctv* (2010) ở điều kiện vườn ươm cho thấy khi chủng các dòng vi khuẩn *Methylobacterium* spp. giúp gia tăng chiều cao cây mầm, chiều dài rễ, sinh khối tươi và sinh khối khô của cây đậu xanh và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng không chủng vi khuẩn. Trong các thí nghiệm ở nhà lưới và đồng ruộng tại Tiền Giang, nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Trúc (2011) đã cho thấy khi sử dụng chế phẩm vi sinh tổ hợp các dòng vi khuẩn cố định đạm và tổng hợp IAA được phân lập và tuyển chọn từ đất trồng rau ở Tiền Giang giúp tăng chiều dài rễ và chiều cao cây rau muống và rau mồng tơi. Nghiên cứu đã chỉ ra sử dụng chế phẩm vi sinh kết hợp giảm 50% lượng phân hóa học cho năng suất rau cao hơn so với nghiệm thức chỉ bón phân hóa học, đồng thời giúp giảm lượng nitrate tồn dư trong rau. Ngoài ra, nghiên cứu của Lai Quốc Chí và *ctv* (2012) cho thấy 3 dòng vi khuẩn *Rhizobium tropici*, *Bacillus subtilis* và *Rhizobium multihospitium* giúp tăng chiều cao và năng suất cây hành lá (*Allium fistulosum* sp.) và mồng tơi (*Basella alba* L.) so với nghiệm thức đối chứng bón phân hóa học theo khuyến cáo. Trên cây lúa, Nguyễn Thị Pha và *ctv.* (2014) đã khảo sát ảnh

hưởng của 2 dòng vi khuẩn cố định đạm ở điều kiện đồng ruộng cho thấy khi chủng dòng vi khuẩn PH27 giúp tiết kiệm được 50% lượng phân đạm nhưng vẫn cho năng suất lúa tương đương với bón đầy đủ 100% đạm theo khuyến cáo và không chủng vi khuẩn.

#### 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Ở điều kiện phòng thí nghiệm, mật số  $10^6$  cfu/mL là mật số tối ưu nhất cho cả tám dòng vi khuẩn thử nghiệm trong nghiên cứu này giúp tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt rau muống với tỷ lệ nảy mầm tăng từ 16,3%-19,5% và tăng 53,72% sinh khối tươi của cây rau muống so với đối chứng không chủng vi khuẩn. Trong điều kiện nhà lưới, việc chủng dòng vi khuẩn *Paenibacillus cineris* TP-1.4 vào trong đất giúp tiết kiệm đến 25% lượng phân đạm khuyến cáo cho cây rau muống nhưng vẫn bảo đảm sinh trưởng, phát triển và năng suất tương đương và khác biệt không ý nghĩa thống kê so với bón phân hoá học theo khuyến cáo.

Nghiên cứu đánh giá hiệu quả của dòng vi khuẩn *Paenibacillus cineris* TP-1.4 trong điều kiện ngoài đồng là rất cần thiết để có đủ cơ sở về hiệu quả kích thích sinh trưởng và gia tăng năng suất cây rau cũng như khả năng thích nghi và sống sót của dòng vi khuẩn này trong đất trồng rau ở thực tế đồng ruộng. Kết quả nghiên cứu này có thể ứng dụng để tạo chế phẩm sinh học giúp giảm sử dụng phân bón đạm hóa học, duy trì và tăng sinh trưởng và năng suất cây rau, đặc biệt là rau muống. Từ đó gia tăng hiệu quả kinh tế, góp phần sản xuất nông nghiệp bền vững.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A. and Kloepper, J.W., 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial Ecology*, 58(4):921-929.
- Akbari, G., Sanavy, S.A. and Yousefzadeh, S., 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivare (Triticum

- aestivum L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 10(15):2557-2561.
- Alves, B.J.R., R.M. Boddey and S. Urquiaga, 2004. The success of BNF in soybean in Brazil. Plant Soil. 252:1-9.
- Bakonyi, N., Bott, S., Gajdos, E. et al., 2013. Using Biofertilizer to Improve Seed Germination and Early Development of Maize. Polish Journal of Environmental Studies. 22(6):1595-1599.
- Cao Ngọc Diệp, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Anh và Trần Thị Giang, 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.
- Hanapi, S.Z., Supari, N., Alam, S.A.Z., et al., 2014. Microbial effects on seed germination in Malaysian rice (*Oryza sativa* L.). Proceeding of the Asia-Pacific Advanced Network 2014v. 37:42-51.
- Hoben, H.J. and Somasegaran, P., 1982. Comparison of the pour, spread, and drop plate methods for enumeration of *Rhizobium* spp. in inoculants made from presterilized peatt. Applied and Environmental Microbiology. 44(5):1246-1247.
- Hungria, M., Nogueira M.A. and Araujo, R.S., 2013. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. Biology Fertility Soils. 49(7): 791-801.
- Hungria, M., Campo, R.J. Souza E.M. and Pedrosa, F.O., 2010. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. Plant and Soil. 331:413-425.
- Kiều Phương Nam, Bùi Văn Lệ, Trần Minh Tuấn, Hồ Lê Trung Hiếu và Quách Việt Duy, 2010. Nghiên cứu ứng dụng vi khuẩn *Methylobacterium* ssp. trong việc gia tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt giống cây trồng. Báo cáo tổng kết kết quả nghiên cứu khoa học đề tài cấp Đại học Quốc gia. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Lai Quốc Chí, Nguyễn Thị Đơn và Cao Ngọc Diệp, 2012. Tuyển chọn và nhân diện vi khuẩn cố định đạm (có khả năng hòa tan lân và kali) phân lập từ vật liệu phong hóa của vùng núi đá hoa cương tại núi cảm, tỉnh An Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 10:605 – 618.
- Malik, K.A., and Zafar, Y., 1985. Quantification of root associated nitrogen fixation in kallar grass as estimated by <sup>15</sup>N isotope dilution. Nitrogen and the Environment (Malik. M.A., S.H.M. Nagvi. and M.I.H Aleem. Eds), (NIAB. Faisalabad, Pakistan). 21:161-171.
- Nguyễn Khởi Nghĩa, Nguyễn Thị Kiều Oanh, Đỗ Hoàng Sang, Lâm Từ Lăng, Dương Minh Viễn, 2015. Gia tăng tốc độ phân hủy sinh học hoạt chất propoxur trong môi trường nuôi cấy lỏng bằng vi khuẩn *Paracoccus* sp. P23-7 cố định trong biochar. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 39: 44-51.
- Nguyễn Thị Ngọc Trúc, 2011. Tuyển chọn các dòng vi khuẩn cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp IAA, để làm phân bón cho rau ở Tiền Giang. Luận án Tiến sĩ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Thị Pha, Trần Đình Giới và Nguyễn Hữu Hiệp, 2014. Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn vùng rễ PH27 và TN20 đến sinh trưởng, phát triển và năng suất giống lúa OM10424 ở điều kiện ngoài đồng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 32: 27-32.
- Stinner, D.H., 2007. The Science of Organic Farming. In William Lockeretz. Organic Farming: An International History. Oxfordshire, UK & Cambridge, Massachusetts: CAB International (CABI):978-981.
- Trần Bảo Trâm, Nguyễn Thị Hiền, Phạm Hương Sơn, Nguyễn Thị Thanh Mai, Võ Thu Giang và Phạm Thế Hải, 2017. Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn sinh tổng hợp IAA (Indole Acetic Acid) từ đất trồng sâm Việt Nam ở Quảng Nam, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 33(2S): 219-226.
- Vũ Thành Công, 2009. Phân lập và tuyển chọn một số dòng vi khuẩn tổng hợp indole-3-acetic acid (IAA) cao trong rễ cây rau muống (*Ipomoea aquatica*) ở tỉnh Đồng Tháp. Đề tài nghiên cứu khoa học.
- Xa, L.T. and N.K. Nghia, 2019. Isolation and selection of biological nitrogen fixing and indole-3-acetic acid synthesizing bacteria from different cropping systems in Soc Trang province, Vietnam. International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology (IJISSET) (Online) www.ijisset.org. 5(11): 15-23.