

TÁC ĐỘNG CỦA MỘT SỐ CHỦNG VI KHUẨN TIỀM NĂNG ĐẾN SỰ SINH TRƯỞNG CỦA CÂY HOA CÚC PHA LÊ VÀNG

Đặng Thị Thanh Tâm*, Dương Thúy Hiền, Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Vũ Phương Thảo

Khoa Công nghệ sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: thanhtram@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 29.08.2024

Ngày chấp nhận đăng: 27.12.2024

TÓM TẮT

Việc sử dụng vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng ở cây trồng trong canh tác là hướng ứng dụng thân thiện với môi trường và đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển nền nông nghiệp bền vững. Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành đánh giá tác động kích thích sinh trưởng của 03 chủng vi khuẩn tiềm năng trên cây hoa cúc Pha lê vàng. Dung dịch vi khuẩn của các đơn chủng hoặc kết hợp các chủng được bổ sung vào đất trồng cây để theo dõi động thái tăng trưởng của cây hoa cúc. Kết quả cho thấy cả ba chủng BS-KT07, BS-NA34, BP-VN09 kích thích cây cúc tăng chiều cao, tăng số lá, sinh khối. Trong đó, chủng BS-KT07 có tác động rõ rệt nhất đến sinh trưởng của cây hoa cúc. Tuy nhiên, khi kết hợp chủng này với hai chủng còn lại không thể hiện được tác động tổng hợp có lợi khi so sánh với công thức bổ sung đơn chủng BS-KT07. Kết quả nghiên cứu đã khẳng định chủng BS-KT07 là chủng tiềm năng có thể được sử dụng để phát triển chế phẩm vi sinh kích thích sinh trưởng ở cây trồng trong tương lai.

Từ khóa: *Bacillus*, cây cúc pha lê vàng, vi sinh vật vùng rễ kích thích sinh trưởng.

Evaluating the Effect of Potential Bacteria Strains on the Growth of *Chrysanthemum*

ABSTRACT

The application of plant growth-promoting rhizobacteria in plant cultivation is an environmentally friendly approach that plays an important role in developing sustainable agriculture. In this study, the growth-promoting activity of three potential bacterial strains on *Chrysanthemum* plants was evaluated. The culture of a single strain or combinations of strains was added to the soil to observe the growth dynamics of *Chrysanthemum* plants. The results showed that all three strains, BS-KT07, BS-NA34, and BP-VN09, stimulated *Chrysanthemum* growth in terms of plant height, numbers of leaves, and biomass. Comparing plants between treatments of single-strain or combined strains indicated that the treatment with the BS-KT07 strain achieved the best growth-promoting activity. In conclusion, our data suggested that the strain BS-KT07 be a potential strain for developing plant biostimulants in the future.

Keywords: *Bacillus*, *Chrysanthemum*, plant growth-promoting rhizobacteria.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, hoạt động sản xuất nông nghiệp trong trồng trọt đang có sự phụ thuộc lớn vào phân bón vô cơ để cung cấp nguồn dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng (Bishnoi, 2018). Tuy nhiên, việc lạm dụng phân bón hóa học có thể gây nên những tác động có hại đến môi trường mà không thể dự đoán được (Bishnoi, 2018). Với xu hướng xây dựng nền nông nghiệp bền vững trong tương lai, cùng với việc hạn chế sử dụng

phân bón hóa học thì sử dụng phân bón vi sinh từ những chủng vi khuẩn kích thích sinh trưởng ở cây trồng đã và đang nhận được sự quan tâm nghiên cứu ứng dụng (Calvo & cs., 2014). Các nghiên cứu chỉ ra rằng vi khuẩn kích thích sinh trưởng ở cây trồng thông qua nhiều cơ chế khác nhau. Vi khuẩn có thể trực tiếp tăng sự hấp thu, tổng hợp dinh dưỡng, tổng hợp hormone sinh trưởng hoặc gián tiếp tác động đến cây trồng thông qua sự ức chế bệnh hại, cải thiện tính chất của đất (Souza & cs., 2015). Sự tương tác

của nhóm vi khuẩn này với cây trồng làm tăng cường sức sống và khả năng sống trong điều kiện bất thuận và kết quả tăng năng suất, chất lượng của cây trồng (Mitra & cs., 2021). Nhóm vi khuẩn có lợi này bao gồm rất nhiều loài trong các chi như *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus* và nhiều chi khác (Bashan & cs., 2014). Trong đó, chi *Bacillus* được đánh giá là chi chiếm ưu thế được tìm thấy trong đất và nhiều loài của chi này như *B. megaterium*, *B. circulans*, *B. coagulans*, *B. subtilis*, *B. azotofixans*, *B. macerans*, *B. velezensis*... được báo cáo là vi khuẩn kích thích sinh trưởng ở cây trồng trong nhiều hệ sinh thái khác nhau (Saxena & cs., 2020). Các chủng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* có thể kích thích sinh trưởng ở cây trồng thông qua nhiều cơ chế như cố định đạm, hòa tan phosphat khó tan và các dinh dưỡng khác cũng như sản sinh ra các sản phẩm khác như IAA, siderophore, các enzyme thủy phân và các hợp chất kích thích hệ miễn dịch hoặc kháng điều kiện bất lợi khác (Goswami & cs., 2016). Với định hướng nghiên cứu ứng dụng các chủng vi khuẩn vùng rễ có khả năng kích thích sinh trưởng ở cây trồng, chúng tôi đã tiến hành phân lập, sàng lọc một số chủng *Bacillus* sp. tiềm năng. Trong các đối tượng hoa cây cảnh, cây hoa cúc là cây được trồng thâm canh cao, trong canh tác sử dụng nhiều phân bón và thuốc bảo vệ thực vật. Trong số nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá tác động ba trong số các chủng có tiềm năng trên cây cúc pha lê vàng trong điều kiện chậu vại trong nhà lưới nhằm xác định được chủng vi khuẩn nào có tiềm năng để sử dụng trong nghiên cứu phát triển chế phẩm vi sinh có khả năng kích thích sinh trưởng ở cây trồng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

- Cây cúc pha lê vàng sử dụng cho nghiên cứu là cây dâm cành từ cây mẹ *in vitro* đã được thích nghi ở vườn ươm 3 tuần, có chiều cao cây 8-9cm.

- Một số chủng vi khuẩn tiềm năng có khả năng sản sinh IAA và kích thích hạt lúa nảy mầm được sử dụng để đánh giá tác động đến sinh trưởng của cây trồng bao gồm: *Bacillus subtilis* KT07 (BS-KT07), *Bacillus subtilis* NA34 (BS-NA34), *Bacillus polymyxa* VN09 (BP-VN09). Các chủng vi khuẩn này nằm trong tập hợp các chủng *Bacillus* phân lập từ mẫu đất của các cây trồng khác nhau thu thập ở các tỉnh miền Bắc, Việt Nam và đã được định danh nhờ giải trình tự gen 16S rRNA.

- Giá thể sử dụng để bố trí thí nghiệm là hỗn hợp được phối trộn từ đất phù sa, trấu hun, xơ dừa đã xử lý theo tỷ lệ 3:1:1 được trộn đều, không bổ sung phân bón. Ở các thí nghiệm khác nhau, giá thể có thể được khử trùng ở 121°C trong 20 phút hoặc không khử trùng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá tác động của các chủng vi khuẩn đến sự sinh trưởng của cây cúc trên đất hấp khử trùng

Để đánh giá tác động của từng chủng vi khuẩn tiềm năng đến sinh trưởng của cây cúc, dịch khuẩn được bổ sung vào bầu đất trồng cây và đánh giá các chỉ tiêu sinh trưởng. Đất sử dụng để bố trí thí nghiệm được cân 250g cho mỗi bầu đất (đường kính 10cm) và hấp khử trùng. Đầu tiên, 50ul dịch vi khuẩn của ba chủng nghiên cứu đang được bảo quản trong glycerol được nuôi hoạt hóa trong 5ml dịch môi trường LB, ở điều kiện 37°C, lắc ở tốc độ 150 vòng/phút trong 24 giờ. Sau đó, dịch khuẩn được sử dụng để nuôi tăng thể tích 100ml ở cùng điều kiện trong 48 giờ. Sau 48 giờ, dịch khuẩn của các chủng được đo quang phổ, pha loãng để đạt giá trị $OD_{600nm} = 0,5$. Thí nghiệm bao gồm 4 công thức, mỗi công thức trồng 15 bầu (2 cây/bầu). Công thức đối chứng là công thức không bổ sung vi khuẩn, công thức 2-4 lần lượt bổ sung 1ml dịch khuẩn trên 1 bầu của các chủng BS-KT07, BS-NA34, BP-VN09. Dịch khuẩn sẽ được chuẩn bị và bổ sung vào bầu đất vào ngày đầu tiên của tuần 1, tuần 3 và tuần 5. Các công thức được tưới nước hàng ngày với lượng như nhau là 30 ml/bầu. Tổng thời gian

theo dõi sinh trưởng là 8 tuần. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: chiều dài thân (cm), số lá (lá/cây), chiều dài rễ trung bình (cm), khối lượng tươi cây (g) và khối lượng khô (g).

2.2.2. Đánh giá tác động của các chủng vi khuẩn *Bacillus* đến sự kích thích sinh trưởng của cây cúc trên đất không hấp khử trùng

Thí nghiệm được bố trí nhằm đánh giá hiệu của các chủng *Bacillus* tiềm năng với cây trồng trên nền đất có sự có mặt của các vi sinh vật khác. Thí nghiệm gồm 4 công thức: đối chứng và 3 công thức bổ sung lần lượt các chủng BS-KT07, BS-NA34, BP-VN09. Cây trồng và dịch khuẩn được nuôi, bổ sung vào giá thể được chuẩn bị như mô tả ở mục 2.1 và 2.2.1. Đất trồng cây là đất giá thể không hấp khử trùng. Thí nghiệm được theo dõi trong 8 tuần. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: chiều dài thân (cm), số lá (lá/cây), chiều dài rễ trung bình (cm), khối lượng tươi cây (g) và khối lượng khô (g).

2.2.3. Đánh giá khả năng sinh trưởng và tương tác của các chủng *Bacillus* tiềm năng trong điều kiện đồng nuôi cấy

Để đánh giá khả năng sinh trưởng, tương tác của các chủng *Bacillus* tiềm năng trong cùng một điều kiện sống, cả 3 chủng BS-KT07, BS-NA34, BP-VN09 được kết hợp lần lượt theo cặp và nuôi cấy trên đĩa môi trường LB agar ở điều kiện 35°C trong 72h. Kết quả sinh trưởng được quan sát và ghi lại theo các mốc thời gian 24, 48 và 72h.

2.3.4. Đánh giá tác động của tổ hợp các chủng vi khuẩn *Bacillus* tiềm năng đến sự kích thích sinh trưởng trên cây hoa cúc

Trong thí nghiệm này, tác động của các tổ hợp khác nhau từ ba chủng *Bacillus* tiềm năng được đánh giá. Cây trồng và dịch khuẩn được nuôi, bổ sung vào đất được chuẩn bị như mô tả ở thí nghiệm trước. Thí nghiệm gồm có 5 công thức trong đó có hai công thức đối chứng; đối chứng 1 (không có vi khuẩn), đối chứng 2 (chủng đơn BS-KT07) và 2 công thức tổ hợp chủng vi khuẩn BS-KT07 với hai chủng còn lại BS-NA34

và BP-VN09 và tổ hợp cả 3 chủng nghiên cứu. Mỗi công thức trồng 20 bầu (2 cây/bầu). Các chỉ tiêu sinh trưởng theo dõi bao gồm chiều dài thân (cm), số lá (lá/cây), chiều dài rễ trung bình (cm), khối lượng tươi cây (g) và khối lượng khô (g).

2.3.5. Chỉ tiêu theo dõi và xử lý số liệu

Chỉ tiêu theo dõi: (1) Chiều dài thân (cm) = chiều dài đoạn thân tính từ gốc rễ đến ngọn hoặc đế nụ. (2) Chiều dài rễ trung bình (cm) = Tổng chiều dài 5 rễ dài nhất/5. Chỉ tiêu chiều dài thân và chiều dài rễ trung bình được thu bằng phân tích hình ảnh nhờ phần mềm ImageJ. (3) Số lá = tổng số lá của các cây theo dõi/tổng số cây theo dõi. (4) Để đo khối lượng cây, cây thí nghiệm sẽ được lấy ra khỏi bầu, rũ sạch đất bám vùng rễ trong chậu nước lớn, lưu ý tránh làm đứt rễ. Sau khi rửa sạch, cây được thấm nước bám trên bề mặt bằng giấy thấm. Khối lượng tươi của cây được cân cả thân rễ lá. (5) Cây sau khi cân khối lượng tươi sẽ được đựng riêng rẽ trong túi giấy và sấy ở 60°C trong 5 ngày đến khối lượng không đổi, sau đó tiến hành cân khối lượng khô từng cây.

Số liệu được phân tích phương sai ANOVA dựa trên sự khác biệt bình phương nhỏ nhất (LSD) với độ tin cậy $P < 0,05$ bằng phần mềm InfoStat (phiên bản 2012).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tác động của các chủng vi khuẩn tiềm năng đến sự sinh trưởng của cây hoa cúc trên đất hấp khử trùng

Dịch vi khuẩn của ba chủng *Bacillus* tiềm năng được bổ sung vào bầu đất trồng cây và so sánh sự sinh trưởng của cây con với công thức đối chứng (không bổ sung dịch khuẩn) để đánh giá tác động của mỗi chủng đến sự sinh trưởng của cây hoa cúc. Kết quả thí nghiệm được trình bày trong bảng 1-2 và hình 1. Đối với chỉ tiêu chiều cao thân, động thái tăng trưởng của cây con tăng dần theo thời gian trồng và cao hơn so với đối chứng. Sự khác biệt giữa các công thức và đối chứng là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Sau 8 tuần trồng, ở công thức đối chứng chiều cao cây đạt $14,11 \pm 0,51$ cm, tại các công thức

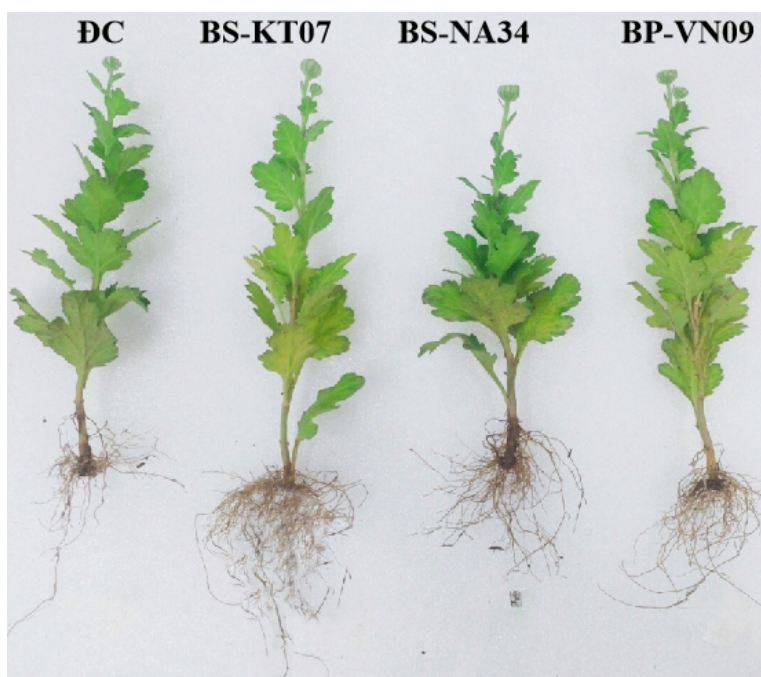
bổ sung các chủng BS-KT07, BS-NA34, BP-VN09 thì chiều cao tăng lên lần lượt đạt $20,67 \pm 0,51\text{cm}$, $18,76 \pm 0,47\text{cm}$ và $19,69 \pm 0,51\text{cm}$. Đối với chỉ tiêu số lá, cây hoa cúc ở các công thức bổ sung vi khuẩn đều có số lá/cây lớn hơn công thức đối chứng, ở công thức bổ sung chủng vi khuẩn BS-KT07 số lá/cây lớn nhất đạt $26,08 \pm 0,48$ lá/cây. Sự kích thích của các chủng vi khuẩn còn thể hiện rõ ở các chỉ tiêu khối lượng tươi và khối

lượng khô của cây. Cụ thể, sau 8 tuần trồng, khối lượng tươi và khô cụ thể ở các công thức bổ sung dịch khuẩn đều cao hơn và sai khác có ý nghĩa với cây ở công thức đối chứng. Đặc biệt, chủng BS-KT07 thể hiện sự kích thích sinh trưởng tốt hơn cả, cây hoa cúc khi được bổ sung chủng vi khuẩn này có chiều dài rễ lớn nhất đạt $20,63 \pm 0,88\text{cm}$, cây có số rễ và rễ phân nhánh nhiều (Bảng 2, Hình 1).

Bảng 1. Ảnh hưởng của đơn chủng vi khuẩn *Bacillus* tiềm năng đến sự phát triển chiều dài thân, số lá của cây hoa cúc trên đất hấp khử trùng

Thời gian	Công thức đối chứng (Không bổ sung vi khuẩn)	Công thức thí nghiệm có bổ sung chủng vi khuẩn		
		BS-KT07	BS-NA34	BP-VN09
Chiều dài thân ± SE (cm)				
Tuần 2	9,54 ^a ± 0,34	12,10 ^c ± 0,34	10,59 ^b ± 0,31	10,99 ^b ± 0,34
Tuần 4	11,74 ^a ± 0,42	15,64 ^b ± 0,42	14,16 ^b ± 0,39	14,88 ^{bc} ± 0,42
Tuần 8	14,11 ± 0,51 ^a	20,67 ^c ± 0,51	18,76 ^b ± 0,47	19,69 ^{bc} ± 0,51
Số lá trung bình/cây ± SE (lá)				
Tuần 2	9,92 ^a ± 0,28 ^a	14,17 ^c ± 0,28	13,21 ^b ± 0,26	13,58 ^c ± 0,28b
Tuần 4	14,0 ^a ± 0,37	20,5 ^d ± 0,37	17,0 ^b ± 0,34	18,58 ^c ± 0,37
Tuần 8	18,42 ^a ± 0,48	26,08 ^d ± 0,48	22,00 ^b ± 0,44	24,0 ^c ± 0,48

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).



Hình 1. Hình thái cây hoa cúc khi bổ sung các chủng vi khuẩn *Bacillus* tiềm năng trên đất hấp khử trùng (sau 8 tuần xử lý)

Bảng 2. Ảnh hưởng của các chủng *Bacillus* tiềm năng đến sự sinh trưởng của hoa cúc trên đất khử trùng (sau 8 tuần xử lý)

CT	Khối lượng tươi $\pm$ SE (g)	Khối lượng khô $\pm$ SE (g)	Chiều dài rễ $\pm$ SE (cm)	Hình thái bộ rễ
ĐC (Không bổ sung VK)	2,9 ^a $\pm$ 0,2	0,80 ^a $\pm$ 0,05	13,02 ^a $\pm$ 0,89	Rễ ít phân nhánh
CT1 (BS-KT07)	4,5 ^c $\pm$ 0,2	1,37 ^c $\pm$ 0,05	20,63 ^c $\pm$ 0,88	Rễ phân nhánh nhiều
CT2 (BS-NA34)	3,64 ^b $\pm$ 0,18	0,98 ^b $\pm$ 0,04	14,88 ^{ab} $\pm$ 0,82	Rễ ít phân nhánh
CT3 (BP-VN09)	4,02 ^{bc} $\pm$ 0,2	1,06 ^{bc} $\pm$ 0,05	16,88 ^b $\pm$ 0,89	Rễ ít phân nhánh

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết quả ở thí nghiệm này cho thấy cả 3 chủng vi khuẩn tiềm năng đều có khả năng kích thích sinh trưởng ở cây hoa cúc thể hiện qua sự tăng trưởng chiều dài thân, số lá, chiều dài rễ, trọng lượng tươi và khô. Trong đó, chủng BS-KT07 kích thích sinh trưởng tốt hơn chủng BS-NA34 và BP-VN09. Như vậy, trên nền đất hấp khử trùng, kết quả nghiên cứu đã thể hiện được khả năng kích thích sinh trưởng ở cây hoa cúc của ba chủng nghiên cứu.

3.2. Tác động của các chủng vi khuẩn tiềm năng đến sự sinh trưởng của cây hoa cúc trên đất không hấp khử trùng

Để đánh giá khả năng kích thích sinh trưởng của các chủng vi khuẩn với cây trồng và phát triển ứng dụng chủng đó trong trồng trọt thì việc đánh giá khả năng tương tác của các chủng tiềm năng với cây trồng cùng với sự tồn tại của các chủng vi sinh vật khác trong đất là điều quan trọng. Chính vì vậy, chúng tôi tiến hành thí nghiệm bổ sung ba chủng *Bacillus* tiềm năng vào đất không hấp khử trùng (không tiêu diệt các vi sinh vật khác) để đánh giá tác động của các chủng tiềm năng này. Kết quả cho thấy, sau 8 tuần xử lý, cả ba chủng vi khuẩn đều kích thích cây tăng về chiều cao và số lá khi so sánh với đối chứng. Tuy nhiên, trên nền môi trường có mặt của các chủng vi sinh vật khác thì tác động của chủng BS-NA34 là không có khác biệt so với đối chứng ở 2 tuần đầu tiên về chiều cao cây và số lá cũng như khối lượng tươi và khối lượng khô trung bình của cây sau 8 tuần. Chủng BS-KT07 trong điều kiện thí nghiệm này vẫn thể hiện được sự kích thích

sinh trưởng qua sự kéo dài thân, tăng số lá, tăng sinh khối của cây và số rễ, chiều dài và sự phân nhánh rễ (Bảng 4, Hình 2). Tương tự, chủng BP-VN09 cũng thể hiện khả năng kích thích sinh trưởng ở cây trồng thể hiện ở tất cả các chỉ tiêu theo dõi là chiều dài thân, số lá, khối lượng tươi, khối lượng khô của cây và chiều dài rễ. Như vậy, khi so sánh các chỉ tiêu thì thấy chủng BS-KT07 là thể hiện tốt nhất khả năng kích thích sinh trưởng trên cây hoa cúc.

3.3. Đánh giá khả năng sinh trưởng và tương tác của các chủng *Bacillus* tiềm năng trong điều kiện đồng nuôi cấy

Trong thí nghiệm này, tiến hành đồng nuôi cấy giữa ba chủng *Bacillus* sp.: BS-KT07, BS-NA34 và BP-VN09 trên nền môi trường thạch LB agar và so sánh với đĩa đối chứng (nuôi cấy riêng lẻ) để nhằm đánh giá có hay không sự tương tác ức chế sinh trưởng của các chủng. Kết quả thể hiện trong hình 3 cho thấy trên đĩa môi trường LB, các chủng có khả năng sinh trưởng khác nhau. Chủng BS-KT07 và BS-NA34 sinh trưởng tốt hơn chủng BP-VN09 ở tất cả các mốc thời gian từ 24h-72h. Khi đồng nuôi cấy lần lượt kết hợp 2 chủng *Bacillus* tiềm năng với nhau thì không thấy sự ức chế sinh trưởng giữa các chủng (Hình 3). Như vậy, có thể thấy 3 chủng vi khuẩn này có thể sinh sống với nhau trong cùng môi trường mà không có tác động bất lợi nào. Đây là kết quả có ý nghĩa vì nó cho phép thử nghiệm ứng dụng kết hợp các chủng với nhau để kiểm nghiệm khả năng kích thích sinh trưởng ở cây trồng.

Tác động của một số chủng vi khuẩn tiềm năng đến sự sinh trưởng của cây hoa cúc pha lê vàng

Bảng 3. Ảnh hưởng của đơn chủng vi khuẩn *Bacillus* sp. đến sự phát triển chiều dài thân, số lá của cây hoa cúc trên đất không hấp khử trùng

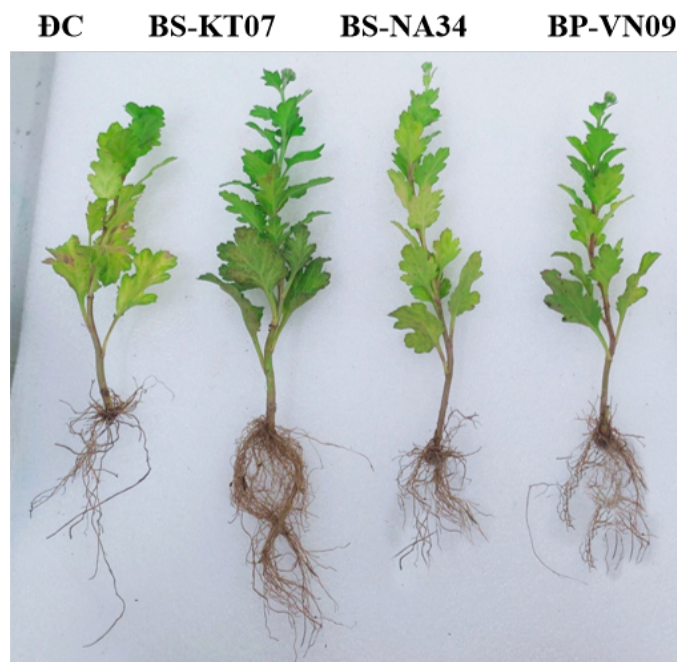
Thời gian	Công thức đối chứng (Không bổ sung vi khuẩn)	Công thức thí nghiệm có bổ sung chủng vi khuẩn		
		BS-KT07	BS-NA34	BP-VN09
Chiều dài thân ± SE (cm)				
Tuần 2	9,22 ^a ± 0,29	11,45 ^b ± 0,27	10,05 ^a ± 0,31	10,01 ^a ± 0,28
Tuần 4	11,7 ^a ± 0,41	16,21 ^c ± 0,38	12,75 ^{ab} ± 0,44	13,61 ^b ± 0,39
Tuần 8	14,52 ^a ± 0,53	20,12 ^d ± 0,49	16,65 ^b ± 0,57	18,29 ^c ± 0,51
Số lá/cây ± SE (lá)				
Tuần 2	10,62 ^a ± 0,25	12,00 ^b ± 0,23	11,27 ^a ± 0,27	10,64 ^a ± 0,24b
Tuần 4	14,38 ^a ± 0,46	17,93 ^c ± 0,5	16,18 ^b ± 0,5	17,14 ^{bc} ± 0,44
Tuần 8	18,46 ^a ± 0,52	22,4 ^c ± 0,49	20,73 ^b ± 0,57	21,36 ^{bc} ± 0,5

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong một hàng có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

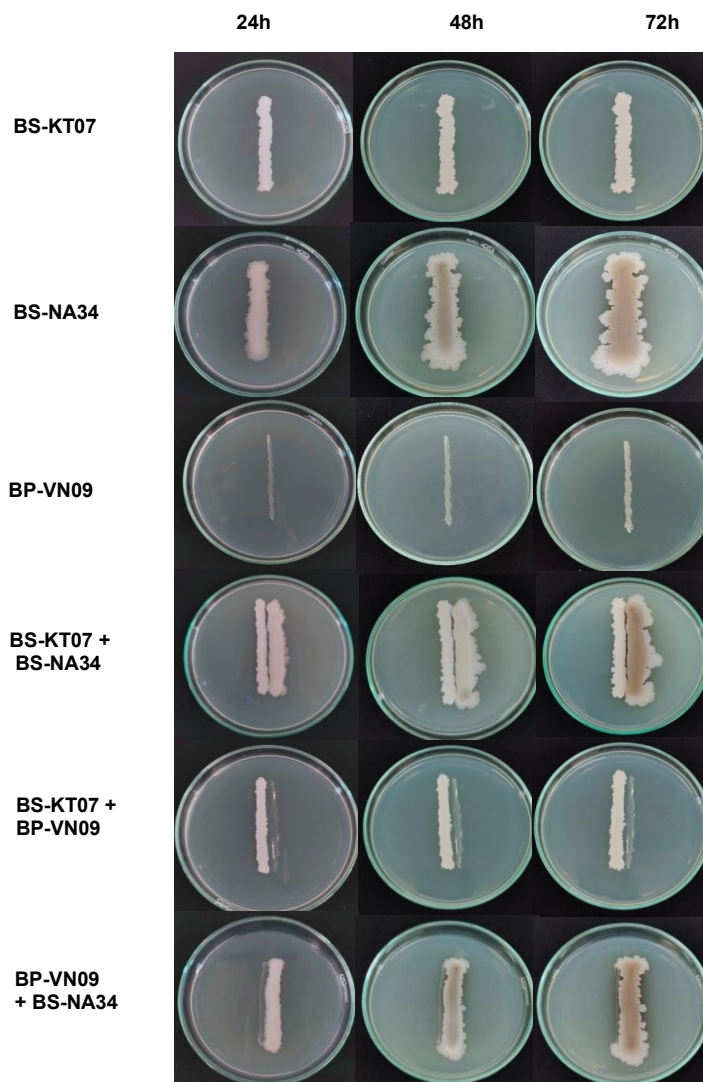
Bảng 4. Ảnh hưởng của các chủng *Bacillus* tiềm năng đến sự kích thích sinh trưởng cây hoa cúc trên đất không hấp khử trùng (sau 8 tuần xử lý)

CT	Khối lượng tươi $\pm$ SE (g)	Khối lượng khô $\pm$ SE (g)	Chiều dài rễ $\pm$ SE (cm)	Hình thái bộ rễ
ĐC (Không bổ sung VK)	3,02 ^a $\pm$ 0,22	0,85 ^a $\pm$ 0,06	14,02 ^a $\pm$ 0,94	Rễ ít phân nhánh
CT1 (BS-KT07)	4,98 ^c $\pm$ 0,21	1,30 ^b $\pm$ 0,06	19,14 ^b $\pm$ 0,88	Rễ phân nhánh nhiều
CT2 (BS-NA34)	3,26 ^a $\pm$ 0,24	0,96 ^a $\pm$ 0,05	16,89 ^b $\pm$ 1,03	Rễ ít phân nhánh
CT3 (BP-VN09)	3,91 ^b $\pm$ 0,21	1,17 ^b $\pm$ 0,04	18,02 ^b $\pm$ 0,91	Rễ ít phân nhánh

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong một cột có chữ cái khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).



Hình 2. Hình thái cây hoa cúc khi bổ sung các chủng vi khuẩn *Bacillus* tiềm năng trên đất không hấp khử trùng (sau 8 tuần xử lý)



Hình 3. Sự sinh trưởng của các chủng *Bacillus* trên môi trường thạch LB theo thời gian

3.4. Đánh giá tác động của tổ hợp chủng vi khuẩn *Bacillus* tiềm năng đến sự kích thích sinh trưởng của cây hoa cúc trên đất không hấp khử trùng

Ba chủng *Bacillus* tiềm năng thử nghiệm trong nghiên cứu này đã thể hiện được khả năng kích thích sinh trưởng ở cây hoa cúc vì thế để tìm kiếm tổ hợp chủng có sự kích thích sinh trưởng tốt nhất, chúng tôi tiến hành thí nghiệm này. Thí nghiệm được tiến hành kết hợp các chủng *Bacillus* lần lượt với nhau và đánh giá các chỉ tiêu tăng trưởng ở cây hoa cúc (Bảng 5, 6 và Hình 4). Kết quả cho thấy, khi kết hợp chủng

BS-KT07 với hai chủng BS-NA34 và BP-VN09 đã làm tăng các chỉ số sinh trưởng như chiều cao cây và có khác biệt so với đối chứng (không bổ sung vi khuẩn). Tuy nhiên các giá trị ở các chỉ tiêu sinh trưởng chiều cao cây, số lá, chiều dài rễ ở các công thức tổ hợp các chủng vi khuẩn lại thấp hơn so với công thức chỉ bổ sung chủng BS-KT07. Đặc biệt khi kết hợp chủng BS-KT07 và chủng BS-VN34, các chỉ tiêu về khối lượng cây, số lá, chiều dài rễ trung bình không có sự khác biệt với công thức đối chứng không bổ sung vi khuẩn. Điều này có thể được giải thích khi tăng số chủng vi sinh vật vào đất thí nghiệm thì sự tương tác giữa cây trồng và các chủng là sự

tương tác tổng hợp. Trong đó có sự tương tác giữa các chủng vi sinh vật dẫn đến có sự khác biệt trong các chất chuyển hóa tiết ra (Gosal & Kaur, 2017) cũng như sự tồn tại và sống sót của các chủng vi sinh vật trong đất trồng (Verbruggen & cs., 2013). Sự tổ hợp 3 chủng *Bacillus* tiềm năng cho khối lượng cây tươi và khô không có sự khác biệt với bổ sung đơn chủng BS-KT07. Như vậy có thể thấy rằng chủng *Bacillus* BS-KT07 là chủng tiềm năng có khả năng kích thích sinh trưởng tốt nhất. Chủng có khả năng kích thích tăng trưởng chiều cao cây, kéo dài rễ, tăng sự phân nhánh của rễ. Kết quả này phù hợp với khả năng sản sinh IAA của chủng BS-KT07, hormone ngoại sinh của vi khuẩn này đã tác động đến hệ rễ của cây hoa cúc và kích thích rễ phân nhánh, kéo dài.

Qua kết quả của nghiên cứu này, có thể thấy chủng *Bacillus subtilis* BS-KT07 là chủng tiềm năng có thể sử dụng làm nguồn vật liệu có giá trị

để phát triển các chế phẩm vi sinh vật kích thích sinh trưởng ở cây trồng. Dưới tác động của chủng vi khuẩn này, cây trồng tăng tích lũy sinh khối, cụ thể kéo dài thân, tăng số lá và kéo dài phân nhánh rễ. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng vi khuẩn *Bacillus subtilis* là loài vi khuẩn sống ở vùng đất rễ và có khả năng kích thích sinh trưởng ở cây trồng. Loài vi khuẩn này có thể hình thành lớp màng quanh rễ (biofilm) làm tăng sự trao đổi chất, dinh dưỡng của cây trồng (Kovács, 2019). *Bacillus subtilis* có thể cố định đạm, phân giải phosphat khó tan hoặc biến đổi phức hợp $Fe^{3+}/2+$ để làm tăng nguồn dinh dưỡng cung cấp cho cây trồng (Elkoca & cs., 2007; Kovács, 2019). Ngoài ra, các chất kích thích sinh trưởng tiết ra bởi *Bacillus subtilis* cũng là phương thức tác động có lợi của loài vi khuẩn này cho cây trồng (Arkhipova & cs., 2005). Chính vì vậy, chủng *Bacillus subtilis* BS-KT07 là chủng có giá trị cho hướng nghiên cứu này.

Bảng 5. Ảnh hưởng của tổ hợp các chủng *Bacillus* tiềm năng đến sự phát triển chiều cao cây, số lá của cây hoa cúc

Sau thời gian	Công thức đối chứng (Không bổ sung vi khuẩn)	Công thức thí nghiệm có bổ sung chủng vi khuẩn			
		BS-KT07	BS-KT07 + BS-NA34	BS-KT07 + BP-VN09	BS-KT07 + BS-NA34 + BP-VN09
Chiều cao cây ± SE (cm)					
7 ngày	8,55 ^a ± 0,26	11,25 ^c ± 0,28	9,33 ^b ± 0,26	9,85 ^b ± 0,26	9,41 ^a ± 0,28
28 ngày	11,88 ^a ± 0,27	15 ^c ± 0,29	12,09 ^a ± 0,27	13,15 ^b ± 0,27	13,29 ^b ± 0,29
50 ngày	13,86 ^a ± 0,31	18,51 ^d ± 0,33	14,8 ^b ± 0,31	15,96 ^c ± 0,31	16,48 ^c ± 0,33
Số lá ± SE					
7 ngày	10,75 ^a ± 0,31	11,83 ^b ± 0,32	10,9 ^a ± 0,31	11,45 ^{ab} ± 0,31	11,89 ^b ± 0,32
28 ngày	16,20 ^{bc} ± 0,38	16,78 ^c ± 0,4	14,7 ^a ± 0,38	15,3 ^{ab} ± 0,38	16,0 ^{bc} ± 0,4
50 ngày	20,65 ^{ab} ± 0,46	22,61 ^c ± 0,48	20,5 ^a ± 0,46	19,85 ^a ± 0,46	21,83 ^{bc} ± 0,48

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong một hàng có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 6. Ảnh hưởng của tổ hợp các chủng *Bacillus* tiềm năng đến sự kích thích sinh trưởng trên cây hoa cúc trên đất không hấp khử trùng (sau 7 tuần)

CT	Khối lượng tươi $\pm$ SE (g)	Khối lượng khô $\pm$ SE (g)	Chiều dài rễ $\pm$ SE (cm)	Hình thái bộ rễ
ĐC (Không bổ sung VK)	3,14 ^a $\pm$ 0,19	0,8 ^a $\pm$ 0,04	16,14 ^a $\pm$ 0,72	Rễ ít phân nhánh
BS-KT07	3,89 ^b $\pm$ 0,2	0,98 ^{bc} $\pm$ 0,04	20,2 ^b $\pm$ 0,76	Rễ phân nhánh nhiều
BS-KT07 + BS-NA34	3,2 ^a $\pm$ 0,19	0,81 ^a $\pm$ 0,02	16,83 ^a $\pm$ 0,72	Rễ ít phân nhánh
BS-KT07 + BP-VN09	3,8 ^b $\pm$ 0,19	0,88 ^{ab} $\pm$ 0,04	17,36 ^a $\pm$ 0,72	Rễ ít phân nhánh
BS-KT07 + BS-NA34 + BP-VN09	4 ^b $\pm$ 0,2	1,01 ^c $\pm$ 0,04	15,38 ^a $\pm$ 0,76	Rễ ít phân nhánh

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong một hàng có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).



Ghi chú: A: Đối chứng 1 (Không bổ sung vi khuẩn), B: Đối chứng 2 (BS-KT07), C. BS-KT07 + BS-NA34, D. BS-KT07 + BP-VN09, E. BS-KT07 + BS-NA34 + BP-VN09.

Hình 4. Hình thái cây hoa cúc khi bổ sung tổ hợp các chủng *Bacillus* tiềm năng trên đất không hấp khử trùng (sau 7 tuần xử lý)

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá được tác động của 03 chủng *Bacillus* tiềm năng đến sinh trưởng của cây hoa cúc trên đất hấp khử trùng và không hấp khử trùng. Cả ba chủng đều thể hiện được khả năng kích thích sinh trưởng đến quá trình sinh trưởng của cây cúc pha lê vàng sau 8 tuần trồng. Các chủng đều kích thích cây tăng chiều cao, tăng số lá, sinh khối cây. Bổ sung kết hợp chủng vi khuẩn BS-KT07 với hai chủng còn lại vào đất trồng cây cho thấy, ở các công thức kết hợp, giá trị về sinh trưởng của cây cúc không có sự khác biệt thống kê so với cây ở công thức đối chứng đơn chủng BS-KT07. Như vậy, qua đánh giá sàng lọc, chủng *Bacillus subtilis* BS-KT07 được xác định là chủng có giá trị để phục vụ phát triển các chế phẩm vi sinh kích thích sinh trưởng ở cây trồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arkhipova T., Veselov S., Melent'ev A., Martynenko E. & Kudoyarova G. (2005). Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant and Soil - PLANT SOIL*. 272: 201-209.
- Bashan Y., De-Bashan L., Prabhu S. R. & Hernandez J. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: Formulations and practical perspectives (1998-2013). *Plant and Soil*. 378: 1-33.
- Bishnoi Saran U. (2018). Agriculture and the Dark Side of Chemical Fertilizers. *Environmental Analysis & Ecology Studies*. 3(1): 198-201.
- Calvo P., Nelson L. & Kloepper J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 383(1): 3-41.
- Elkoca E., Kantar F. & Sahin F. (2007). Influence of Nitrogen Fixing and Phosphorus Solubilizing

- Bacteria on the Nodulation, Plant Growth, and Yield of Chickpea. *Journal of Plant Nutrition*. 31(1): 157-171.
- Gosal S. & Kaur J. (2017). Microbial Inoculants: A Novel Approach for Better Plant Microbiome Interactions. Trong.: 269-289 trang.
- Goswami D., Thakker J.N. & Dhandhukia P.C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review. *Cogent Food & Agriculture*. 2(1): 1127500.
- Kovács Á.T. (2019). *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiology*. 27(8): 724-725.
- Mitra D., Díaz Rodríguez A.M., Parra Cota F.I., Khoshru B., Panneerselvam P., Moradi S., Sagarika M.S., Anđelković S., Santos-Villalobos S.d.l. & Das Mohapatra P.K. (2021). Amelioration of thermal stress in crops by plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 115: 101679.
- Saxena A.K., Kumar M., Chakdar H., Anuroopa N. & Bagyaraj D.J. (2020). *Bacillus* species in soil as a natural resource for plant health and nutrition. *Journal of Applied Microbiology*. 128(6): 1583-1594.
- Souza R., Ambrosini A. & Passaglia L.M. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genet Mol Biol*. 38(4): 401-19.
- Verbruggen E., Van Der Heijden M.G., Rillig M.C. & Kiers E.T. (2013). Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: factors determining inoculation success. *New Phytol*. 197(4): 1104-9.