

PHÂN LẬP MỘT SỐ CHỦNG VI KHUẨN CÓ KHẢ NĂNG SINH INDOLE-3-ACETIC ACID (IAA) TỪ ĐẤT VÙNG RỄ CÂY SÂM NGỌC LINH TRỒNG TẠI XÃ KIM NỘI, HUYỆN MÙ CANG CHẢI, TỈNH YÊN BÁI

ISOLATION OF THE BACTERIA STRAINS HAVING THE CAPABLE OF PRODUCING INDOLE-3-ACETIC ACID (IAA) FROM PLANT SOIL NGOC LINH GINSENG IN KIM NOI, MU CANG CHAI, YEN BAI

*Nguyễn Văn Hiếu**, *Phan Thị Hồng Thảo**, *Nguyễn Thị Hồng Liên**, *Lê Thị Trà**, *Trần Thị Hương**, *Đặng Thị Nhung**, *Đào Thị Hồng Vân†*, *Nguyễn Đức Thuận‡*

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 03/10/2022

Ngày nhận kết quả phản biện đánh giá: 03/04/2023

Ngày bài báo được duyệt đăng: 28/04/2023

Tóm tắt: *Indole-3-acetic acid (IAA)* là một loại phytohormone tăng trưởng thực thuộc họ auxin, sự có mặt IAA làm cho thành tế bào giãn ra tạo nên sự sinh trưởng ở thực vật. IAA có thể sinh ra bởi một số nhóm vi sinh vật sống ở vùng rễ với các đại diện như: *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthobacter*, *Bacillus* và *Serratia*. Từ 4 mẫu đất vùng rễ cây sâm Ngọc Linh có độ tuổi 1-2 năm và đã phân lập được 14 chủng vi khuẩn có khả năng sinh IAA, trong đó có ba chủng có kí hiệu YB26, YB38 và YBD2B7 có khả năng sinh IAA >20ug/ml. Đã nghiên cứu một số đặc điểm sinh học của 03 chủng cho kết quả: sinh trưởng tốt trên các nguồn cacbon như: D- glucose và D manitol; phát triển tốt 20-30⁰C và pH từ 5 – 9, đồng thời 3 chủng đều có khả năng sinh một số enzyme ngoại bào như: amylase, cellulase và protease. Phân loại 02 chủng dựa trên trình tự gen 16S rRNA hai chủng YB26 và YB38 có độ tương đồng cao (>99%) với các gen tương ứng các chủng thuộc chi *Bacillus*. Kết quả dịch sau lên men của 02 chủng đã làm tăng khả năng nảy mầm của hạt rau cải lên 4-9%.

Từ khóa: *Indole-3-acetic acid (IAA)*, auxin, *Bacillus*, đặc điểm sinh học, vi khuẩn vùng rễ.

Abstract: *Indole-3-acetic acids* are phytohormones belonging to the auxins. IAA has produced groups of microorganisms living in the rhizosphere bacteria root, such as *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Athobacter*, *Bacillus*, and *Serratia*. From 4 samples of plant soil Ngọc Linh ginseng with an age of 1-2

* Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam

† Viện Công nghệ sinh học và công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Mở Hà Nội

‡ Công ty cổ phần đầu tư Panax Việt Nam

years and isolated 14 bacteria strains capable of producing IAA, three strains with symbols YB26, YB38, and YBD2B7 are capable of producing IAA >20ug/ml. Study on biological characteristics of 03 strains with the results: good growth on carbon sources such as D-glucose and D mannitol; temperature 20-30⁰C, pH 5 to 9, and 3 strains are able to produce extracellular enzymes such as amylase, cellulase, and protease. Classifying 02 strains based on 16S rRNA gene sequences, two strains, YB26 and YB38 have high similarity (>99%) with genes of strains of *Bacillus*. The fermentation fluid test of 02 strains increased the germination of seed vegetables by 4-9%.

Keywords: Indole-3-acetic acid (IAA), auxin, *Bacillus*, biological characteristics, rhizosphere bacteria

I. Đặt vấn đề

Indole-3-acetic acid (IAA) là những phytohormone tăng trưởng thực thuộc họ auxin, việc tác động của IAA tới tế bào thực vật, gây nên sự giảm pH trong thành tế bào, hoạt hóa enzyme phá vỡ cầu nối canxi – pectin dẫn đến cắt đứt cầu nối polysaccharide liên kết giữa các sợi xenulose và tạo điều kiện cho thành tế bào giãn ra, sự dẫn ra đồng thời của một số lớn tế bào tạo nên sự sinh trưởng [13]. Trong quá trình sinh trưởng, ngoài lượng IAA nội sinh thực vật còn nhận được một lượng IAA ngoại sinh, từ các nhóm vi sinh vật sống ở vùng rễ như: *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthobacter*, *Bacillus* và *Serratia* [9, 10].

Cây sâm Ngọc Linh là loại dược liệu không những về giá trị kinh tế, mà còn có giá trị rất lớn trong y học, được phát hiện đầu tiên và nhiều dưới chân núi Ngọc Linh lên được đặt tên theo địa danh. Việc khai thác qui mô lớn dẫn đến cạn kiệt. Mở rộng diện tích trồng, dẫn đến phải di thực cây sâm Ngọc Linh tới các vùng có điều kiện địa lý tương đồng đang được đẩy mạnh tại các địa phương Hát Lót (Sơn La), Tuần Giáo (Điện Biên), Tam Đảo (Vĩnh Phúc), Lạc Dương (Lâm Đồng) và Mù Cang Chải

(Yên Bái). Tại một số điểm di thực cây sâm chịu tác động mạnh của thổ nhưỡng, một số bệnh hại gây ra bởi nấm và vi khuẩn, với một số bệnh như bệnh gỉ sắt, thối nhũn và đốm lá đã làm chết 35-70% cây trong giai đoạn sâm một năm và hai năm tuổi [2,3]. Mở rộng diện tích, đáp ứng nhu cầu sử dụng, phải có giải pháp giảm tỉ lệ chết nhưng vẫn đảm bảo chất lượng, hạn chế sử dụng thuốc hóa học là yêu cầu bắt buộc.

Nhóm vi khuẩn vùng rễ được chú ý trong thời gian gần đây, ngoài khả năng sinh IAA giúp thực vật sinh trưởng tốt, chúng còn có khả năng tổng hợp các chất như: vitamin, enzyme, chất ức chế sinh học tiêu diệt mầm bệnh có hại đối với cây [8, 9, 10, 12]. Quản lý dịch hại đối với cây trồng bằng các biện pháp sinh học, đặc biệt là cây sâm Ngọc Linh tại các địa điểm di thực cần được đẩy mạnh, giúp cho cây sâm tại các địa điểm di thực có chất lượng cao ổn định, an toàn với người sử dụng.

Trong bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu về phân lập, xác định đặc điểm sinh học của chủng vi khuẩn được thu nhận từ đất vùng rễ của cây sâm Ngọc Linh được trồng tại xã Kim Nội, Huyện Mù Cang Chải, Tỉnh Yên Bái nhằm mục đích ứng dụng tạo chế phẩm

giúp nâng cao năng suất hạn chế sự dụng thuốc hóa học, vẫn đảm bảo được chất lượng của sâm.

II. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu: Các mẫu đất và sâm được thu nhận tại xã Kim Nội, Huyện Mộ Cang Chải, Tỉnh Yên Bái có độ tuổi 1-2 năm, thuộc Công ty cổ phần đầu tư Panax Việt Nam.

2.2. Môi trường: Môi trường Luria-Bertani (LB) (g/L): cao nấm men 5,0; trypton 10,0; NaCl 10,0; pH 7,0. Môi trường khoáng cơ bản (g/L): (NH₄)₂SO₄

2,0; MgSO₄.7H₂O 0,2; NaH₂PO₄.2H₂O 0,5; CaCl₂.2H₂O 0,1; K₂HPO₄ 0,5.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Lấy mẫu: Đất vùng rễ cây sâm Ngọc Linh có độ tuổi 1 - 2 năm được trồng tại Xã Kim Nội, Huyện Mộ Cang Chải, Tỉnh Yên Bái được lấy theo phương pháp mô tả Egorov, 1983[1].

2.3.2. Xác định hàm lượng indole-3 acetic acid (IAA): Nuôi vi khuẩn trong môi trường LB có bổ sung tryptophan nồng độ 5g/l ở 30°C trong 24 giờ, ly tâm thu dịch nổi loại sinh khối tế bào, dịch nổi sử dụng xác định nồng độ IAA theo phương pháp của Brick *et al.* (1991)[5].

2.3.3. Xác định khả năng phân giải các hợp chất hữu cơ: Các chủng vi khuẩn cấy chấm điểm trên môi trường khoáng cơ bản có bổ sung các cơ chất như: tinh bột tan, casein và carboxymethyl cellulose (CMC). Sau 72 giờ, nuôi ở nhiệt 30°C, xác định hoạt tính enzym ngoại bào bằng cách sử dụng các dung dịch thuốc thử tương ứng: Lugol 1% với môi trường chứa tinh bột; Trichloroacetic acid 5% với môi trường chứa casein; Congo đỏ 1,0% đối với môi trường chứa CMC [1].

2.3.4. Nghiên cứu đặc điểm hình thái: Nghiên cứu đặc điểm sinh học dựa theo khóa phân loại Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 1989. DNA tổng số của các chủng được tách theo phương pháp của Sambrook và Russell, 2001[14]. Gen 16S rDNA được khuếch đại bằng phản ứng PCR, sử dụng cặp mồi GR1: 5'-GGTGTGACGGGCGGTGTGTA-3' và GF1: 5'-TAACACATGCAAGTCGAA CG-3''. Sản phẩm sau phản ứng PCR được kiểm tra, tinh sạch, giải và phân tích, so sánh với trình tự gen tương ứng trên cơ sở dữ liệu GenBank và lập cây di truyền với phần mềm CLC DNA Workbench 8.0.

2.3.5. Đánh giá ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đến sự nảy mầm của hạt rau cải: Để đánh giá tác động của vi khuẩn đến sự nảy mầm của hạt rau cải, dịch lên men của 02 chủng vi khuẩn trong môi trường LB có bổ sung tryptophan nồng độ 5g/l ở 30°C trong 72 giờ, sử dụng dịch lên men chứa sinh khối; ly tâm thu dịch nổi và sinh khối tế bào sau đó tiến hành các bước theo phương pháp được mô tả bởi Phi *et al.*, 2008 [12].

III. Kết quả và thảo luận

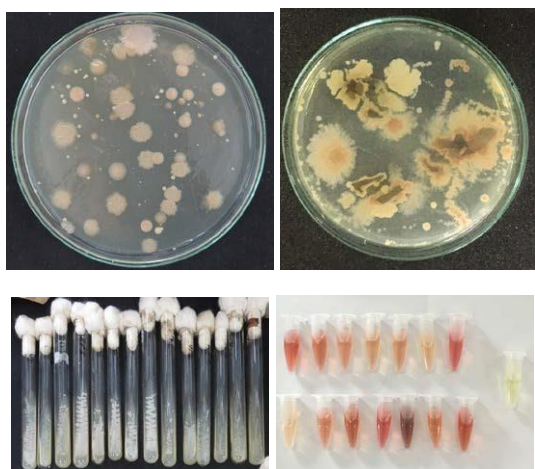
3.1. Phân lập và tuyển chọn các chủng vi khuẩn có khả năng sinh IAA cao

Từ 04 mẫu đất vùng rễ cây sâm Ngọc Linh được thu thập tại Xã Kim Nội, Huyện Mộ Cang Chải, Tỉnh Yên Bái sau quá trình phân lập và thuần khiết trên môi trường thạch LB, dựa trên các đặc điểm hình thái, màu sắc khuẩn lạc, sắc tố sinh ra trong môi trường theo phương pháp của khóa phân loại Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 1989, kết quả đã phân lập được 14 chủng với màu sắc khuẩn lạc trắng, vàng, hồng, nâu ... (hình 2A và 2B).



Hình 1. Một số hình ảnh về cây sâm. Vườn trồng sâm Ngọc Linh của Công ty cổ phần đầu tư Panax Việt Nam tại Xã Kim Nội, Huyện Mộ Cang Chải, Tỉnh Yên Bái (A), Cây sâm một năm và 2 năm tuổi bị bệnh ở lá (B và C) và 04 mẫu đất vùng rễ sâm thu nhận.

Các chủng sau quá trình thuần khiết (Hình 2C), kiểm tra khả năng sinh IAA trên môi trường LB có bổ sung thêm tryptophan 5g/L, kết quả thể hiện ở hình 2 D.

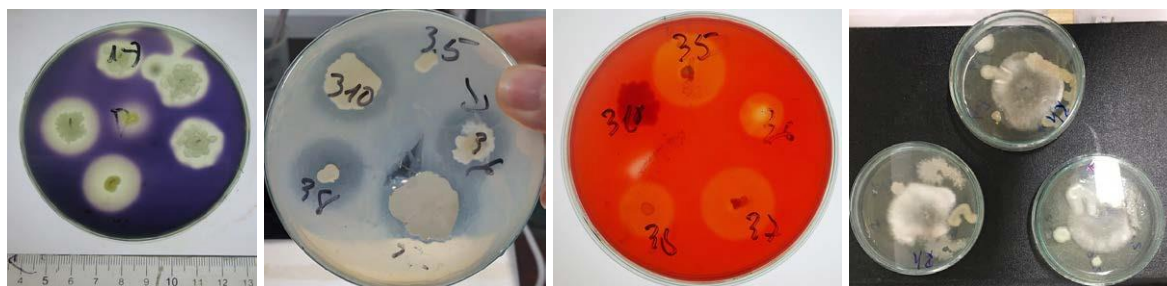


Hình 2. Hình thái một số dạng khuẩn lạc có trong mẫu đất và rễ cây sâm Ngọc Linh (A và B), các chủng vi khuẩn sau thuần khiết trong ống nghiệm (C) và khả năng sinh IAA của các chủng (D).

Trong số 14 chủng vi khuẩn có 3 chủng YB38, YB26 và YBD2B7 có khả năng sinh IAA trên 20 $\mu\text{g/ml}$ (chiếm 21,42%) (hình 2D); có 8 chủng sinh IAA trên 10 $\mu\text{g/ml}$ (chiếm 57,16%), và 3 chủng sinh IAA dưới 10 $\mu\text{g/ml}$ (chiếm 21,42%), 3 chủng có khả năng sinh IAA cao tiếp tục được nghiên cứu một số đặc điểm sinh học.

3.2. Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học của 03 chủng tuyển chọn

Đặc điểm sinh học giúp phân biệt giữa các chủng vi khuẩn, và điều chỉnh khi sử dụng trong thực tế. Theo phương pháp mô tả trong khóa phân loại Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (1989) đã xác định một số đặc điểm sinh học của 3 chủng vi khuẩn, kết quả được thể hiện ở bảng 1 và 2, hình 3.

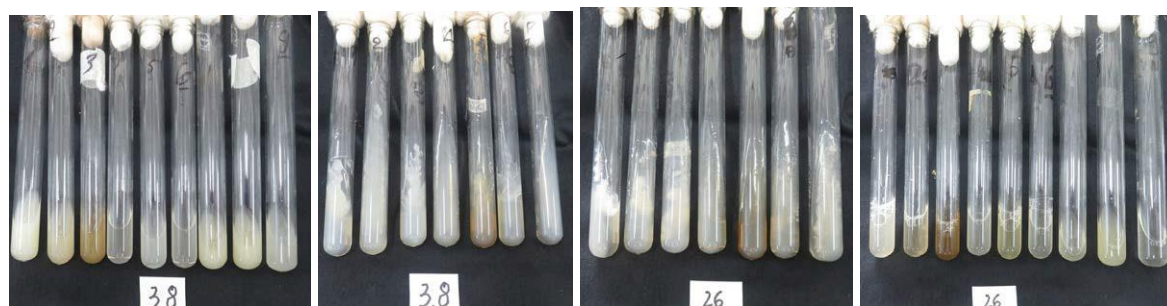


Hình 3. Hoạt tính sinh học của một số chủng. Thủy phân cơ chất tinh bột (A); CMC (B) và casein (C) và khả năng ức chế sự phát triển của nấm bệnh (D).

Bảng 1. Một số đặc điểm sinh học của 3

Đặc điểm	YBD2B7	YB26	YB38
Hình thái khuẩn lạc	Tròn, bề mặt nhẵn, nâu	Tròn, bề mặt lõm, nhày	Tròn, lõi bóng,
Màu sắc khuẩn lạc	Vàng nhạt	Vàng nhạt	Nâu rất nhạt
Tế bào	Que	Que	Que
Nhiệt độ sinh trưởng(°C)	15 – 45	10 – 45	15 - 37
pH sinh trưởng	4 -9	5 – 10	4 - 9
Sinh trưởng ở nồng độ muối (%)	≤7	≤5	≤3
Khả năng thủy phân			
Casein	+	+	+
Tinh bột	+	+	+
CMC	±	+	+
Nhuộm Gram	+	+	-

Ghi chú: + Có hoạt tính, Gram (+); - Gram (-)



Hình 3. Ảnh khả năng sử dụng nguồn cacbon và nitơ của hai chủng vi khuẩn YB38 và YB26

Khả năng đồng hóa các nguồn cacbon của 3 chủng vi khuẩn khá khác nhau: cả 3 chủng đều đồng hóa được D-glucose, D-manitol và Saccharose. Chủng vi khuẩn YB38 và YB26 sử dụng được D-xylose và D-arabinose (Bảng 2 và Hình 2). Với các nguồn nitơ, trong đó 3 chủng đều có thể sử dụng L-tryptophan, L-Asparagine, cao thịt và peptone, và

nguồn nitơ vô cơ là ure. (Bảng 3 và Hình 2). Với khả năng đồng hóa đa dạng các nguồn cacbon và nitơ đa dạng các cả 3 chủng vi khuẩn khi sử dụng các chủng trong phân bón sẽ có sự thích ứng nhanh với môi trường, rất thuận lợi cho sự dụng và sẽ đem lại hiệu quả cao. Ngoài ra, đã phân tích khả năng thủy cơ chất cellulose có trong trấu của cả 3 chủng trong môi

trường lòng, chủng YB26 và YB38 cho khả năng phân hủy tốt hơn so với chủng YBD2B7. Thực tế khi ứng dụng trồng sâm trên Xã Kim Nội, Huyện Mù Cang Chải, Tỉnh Yên Bái sử dụng trấu trong tạo lớp mùn đã được triển khai, đây là nguồn cơ chất cung cấp dinh dưỡng cho cây sau khi được vi sinh vật thủy phân, do vậy 2 chủng YB26 và YB38 có tiềm năng đã được lựa chọn nghiên cứu tiếp vì phù hợp với mục đích sử dụng.

Bảng 2. Khả năng sử dụng nguồn các bon của 3 chủng vi khuẩn

Nguồn carbon	Khả năng phát triển của các chủng		
	YBD2B7	YB26	YB38
Đối chứng	-	-	-
D-arabinose	±	++	++
raffinose			
D-manitol	+	++	++
Saccharose	+	++	++
D- fructose	±	+	+
D-xylose	±	-	+
D-glucose	+	+	+

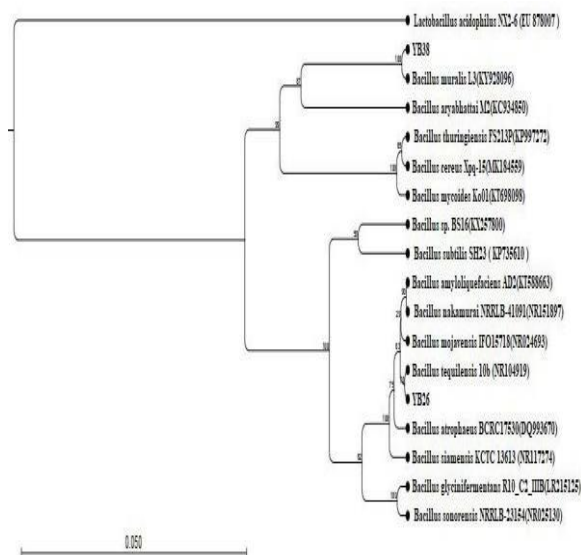
Ghi chú: ++ sinh trưởng tốt; + phát triển; ± không rõ ràng; - không phát triển.

Bảng 3. Khả năng sử dụng nguồn các nito của 3 chủng vi khuẩn

Nguồn Nito	Khả năng phát triển của các chủng		
	YBD2B7	YB26	YB38
Đối chứng	-	-	-
L-tryptophan	++	++	+
L-Asparagine	+	++	+
L-tyrosine	-	-	+
(NH ₄) ₂ SO ₄	±	+	+
Urê	+	+	+
NH ₄ NO ₃	±	+	+
Cao thịt	+	++	++
Peptone	+	++	++

Ghi chú: ++ sinh trưởng tốt; + phát triển; ± không rõ ràng; - không phát triển.

Sử dụng phương pháp phân loại dựa trên trình tự gen 16S rRNA cho 2 chủng vi khuẩn YB26 và YB38 sẽ giúp quá trình phân loại nhanh, kết quả sau khi giải trình tự gen 16S rRNA và đối chiếu với các gen tương ứng trên cơ sở dữ liệu GenBank, dựng cây di truyền sử dụng gen 16S rRNA của hai chủng YB36 và YB26 thu được với kết quả có độ tương đồng cao (>99%) với các gen tương ứng của các chủng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* (Hình 4).



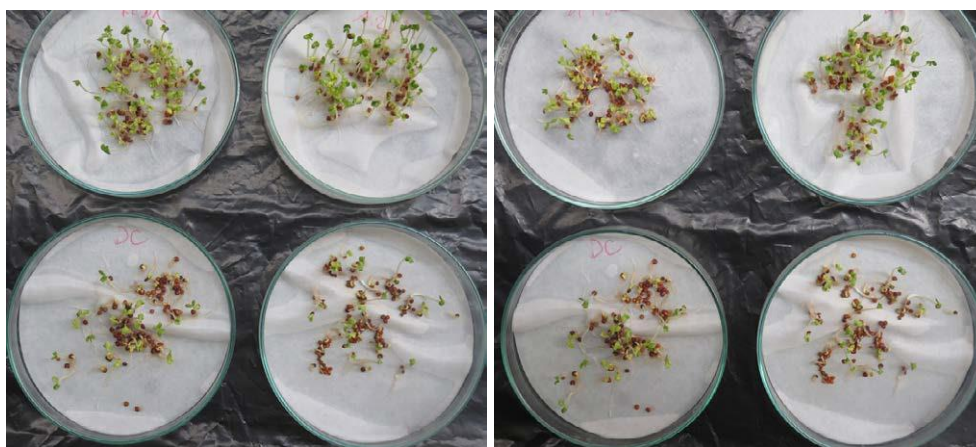
Hình 4. Cây tương đồng di truyền được lập giữa trên gen 16S rRNA của hai chủng YB26 và YB38 với các chủng vi khuẩn có họ hàng gần

Kết quả nghiên cứu thu nhận được khá tương đồng với một số nghiên cứu, đây là nhóm vi khuẩn khá phổ biến, xuất hiện nhiều trong vùng rễ của các loại cây trồng như lúa, ớt, cà chua, khoai tây, thuốc lá, sâm, quế và nhiều loại cây dược liệu. . . Trên thế giới đã có những nghiên cứu khả năng sinh IAA của các nhóm vi khuẩn *Bacillus* và ứng dụng để sản xuất phân bón vi sinh sử dụng trong nông nghiệp [8, 9]. Các chủng vi khuẩn thuộc nhóm *Bacillus* có nhiều đặc tính sinh học quý đã được ứng dụng như sinh nhiều loại enzyme giúp phân hủy các nguồn cơ chất khác nhau khó phân hủy, cung cấp dinh dưỡng, tăng cường hệ thống kháng bệnh

trên cây trồng [4, 8, 10]. Để có thể ứng dụng các chủng vi khuẩn trong tạo sản phẩm bổ sung trong chăm sóc và bảo vệ cây trồng, cần có các đánh giá tác động trực tiếp của vi khuẩn đối với cây trồng. Nghiên cứu tiếp theo sẽ đánh giá tác động của 02 chủng vi khuẩn này đến khả năng nảy mầm của hạt rau cải.

3.3. Ảnh hưởng của 02 chủng đến khả năng nảy mầm của hạt rau cải

Sau khi xử lý hạt rau cải với sinh khối, hỗn hợp dịch lên men chứa cả sinh khối có mật độ tế bào $4-6.10^5$ CFU/hạt rau cải và dịch sau lên men đã loại sinh khối, sự tác động các yếu tố lên sự nảy mầm của hạt được thể hiện ở bảng 4 và hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của các chủng vi khuẩn đến khả năng nảy mầm của hạt rau cải.

Bảng 4. Kết quả ảnh hưởng của 02 chủng đến khả năng nảy mầm của hạt rau cải.

Chủng	Thí nghiệm	Tỉ lệ nảy mầm (%)
	Đối chứng	85
YB26	Sinh khối	87
	Dịch loại sinh khối	90
	Dịch lên men	91
YB38	Sinh khối	89
	Dịch loại sinh khối	92
	Dịch lên men	93

Qua bảng 4 và hình 5 cho thấy, tác động của của dịch lên men đến sự nảy mầm của ở hạt rau cải giữa 2 chủng là khá khác nhau. Tất cả các mẫu hạt sau khi ngâm ủ với sinh khối, dịch sau ly tâm và dịch sau lên men có chứa sinh khối vi khuẩn đều có tỷ lệ nảy mầm cao hơn so với đối chứng. Điều này chứng tỏ tác động kích thích nảy mầm của hạt ngoài IAA có trong dịch lên men, sử dụng sinh khối vi khuẩn cũng cho hiệu quả nảy mầm của hạt tăng (2-4%), điều này được giải

thích, do chủng vi khuẩn khi tiếp xúc với hạt đã xâm nhập vào trong hạt, hoạt động của vi khuẩn đã làm thay đổi sự cân bằng hormone, tạo thuận lợi cho sự nảy mầm (Hình 4). Như vậy khi hạt giống được tiếp xúc với cả hai yếu tố IAA và sinh khối vi khuẩn có kết quả nảy mầm cao nhất, điều này có thể giải thích trong một số nghiên cứu khi tiếp xúc với hai yếu tố trên đã làm thay đổi tỉ lệ cân bằng hormone của hạt, kích thích sự nảy mầm, các tế bào vùng rễ xuất hiện để tạo các mầm rễ bất định, các mầm rễ này sinh trưởng nhanh phá vỡ cấu trúc vỏ và chui ra khỏi vỏ, hình thành rễ và cùng với các phytohormone khác điều chỉnh sự hình thành mầm chồi [8, 10, 13]. Như vậy cả hai vi khuẩn YB38 và YB26 khi tiếp xúc với hạt rau cải đã không gây hỏng và chết đối với hạt, mà chúng còn có tác dụng tốt kích thích và cải thiện đến quá trình nảy mầm của hạt rau cải. Hai chủng YB38 và YB26 rất có tiềm năng ứng dụng trong tạo sản phẩm bổ sung trong nông nghiệp, tuy nhiên trong thời gian tới cần có các nghiên cứu đầy đủ hơn ở các qui mô khác nhau để có thể ứng dụng có hiệu quả.

IV. Kết luận:

Từ 4 mẫu đất vùng rễ cây sâm Ngọc Linh có độ tuổi 1 năm và 2 năm được trồng tại Xã Kim Nọi, Huyện Mù Cang Chải, Tỉnh Yên Bái đã phân lập được 14 chủng vi khuẩn có khả năng sinh IAA. Trong đó có ba chủng có kí hiệu YB26, YB38 và YBD2B7 có khả năng sinh IAA >20ug/ml.

Đã nghiên cứu một số đặc điểm sinh học của 03 chủng cho kết quả đều sinh trưởng tốt trên các nguồn carbon như: D-glucose và D manitol, nguồn nitơ cao thịt,

peptone và tryptophan; phát triển tốt 20-30°C và pH từ 5 – 9, cả 3 chủng có khả năng sinh một số enzyme ngoại bào như: amylase, cellulase và protease. Phân loại O2 chủng YB26 và YB38 dựa trên trình tự gen 16S rRNA thu kết quả chúng có độ tương đồng cao (>99%) với các gen của các chủng thuộc chi *Bacillus*.

Kết quả khi sử dụng dịch sau lên men của 2 chủng vào giai đoạn nảy mầm của hạt rau cải cho thấy, sự có mặt của dịch sau lên men đều làm tăng mức độ nảy mầm của hạt thêm 4-9%.

Lời cảm ơn: Công trình được sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài “Nghiên cứu tuyển chọn một số chủng vi sinh vật có hoạt tính Indole-3-acetic acid (IAA) và cellulase thuộc vùng rễ cây sâm ngọc Linh được trồng tại Mù Cang Chải- Yên Bái định hướng ứng dụng trong tạo chế phẩm sinh học” Mã số: CS22-08 của Viện Công nghệ Sinh học, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam và Công ty cổ phần đầu tư Panax Việt Nam trong việc cung cấp mẫu.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Egorov N. X (Nguyễn Lâm Dũng dịch), “Thực tập vi sinh vật học”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (1976).
- [2]. Phan Công Du, Nguyễn Lê Quốc Hùng, Hoàng Thanh Tùng, Đỗ Mạnh Cường, Lê Xuân Thám, Dương Tấn Nhật, “Nghiên cứu điều kiện nuôi trồng cây sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis* Ha et Grushv.) *in vitro* ở điều kiện nhà kính và tự nhiên tại Lâm Đồng”, Tạp chí Khoa học và công nghệ, 61 (12), 24-31 (2019).
- [3]. Trương Thị Chiên, Nguyễn Thị Thanh Mai, Nguyễn Xuân Cảnh, Nguyễn Ngọc Lan, Nguyễn Thị Hiền, Trần Bảo Trâm, “Phân lập và tuyển chọn chủng vi

khuẩn có hoạt tính kháng *Erwinia carotovora* từ đất trồng sâm Ngọc Linh tại Quảng Nam”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ*, 61 (12), 31-35(2019).

[4]. Ali B., Sabri A. N., Ljung K., Hasnain S., “Quantification of indole-3-acetic acid from plant associated *Bacillus* spp. and their phytostimulatory effect on *Vigna radiate* (L.)”, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(3), 519–526 (2009).

[5]. Brick J. M., Bostock R. M., Silverstone S. E., “Rapid in situ assay for indole acetic acid production by bacteria immobilized on nitrocellulose membrane”, *Applied and Environmental Microbiology*, 57(2), 535–538 (1991).

[6]. Francis I., Holsters M., Vereecke D., “The Gram-positive side of plant–microbe interactions”, *Environmental microbiology journal*, 12(1), 1–12 (2010).

[7]. Han H. S., Lee K. D., “Plant Growth Promoting Rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of *Lettuce* under soil salinity”, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(3), 210-215 (2005).

[8]. Kloepper J. W., Ryu C., Zhang S., “Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp.”, *Journal of Phytopathology*, 94(11), 1259–1266 (2004).

[9]. López B. J., Campos C. J., Hernández C. E., Vela’squez B. C, Farias R. R, Macias R. L., Valencia C. E., “*Bacillus megaterium* rhizobacteria promote growth and alter root system architecture through an auxin and ethylene-independent signaling mechanism

in *Arabidopsis thaliana*”, *Molecular Plant-Microbe Interactions - APS Journals*, 20(2), 207–217 (2007).

[10]. Mahalakshmi S., Reetha D., “Assessment of plant growth promoting activities of bacterial isolates from the rhizosphere of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)”, *Recent Research in Science and Technology*, 1(1), 26-29 (2009).

[11]. Perley J. W., Stowe B. B., “On the ability of *Taphrina deformans* to produce indole acetic acid from tryptophan by way of tryptamine”, *Journal of Plant Physiology*, 41(2), 234–237 (1966).

[12]. Phi Q. T., Oh S. H., Park Y. M., Park S. H., Ryu C. M., Ghim S. Y., “Isolation and characterization of transposon-insertional mutants from *Paenibacillus polymyxa* E681 altering the biosynthesis of indole-3-acetic acid”, *Journal of Current Microbiology*, 56(5), 524–530 (2008).

[13]. Spaepen S., Vanderleyden J., Remans R., “Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling”, *FEMS Microbiology Reviews*, 31(4), 425–448 (2007).

[14]. Sambrook J., Russell D. W., *Molecular cloning. A laboratory manual*, 3rd ed, Cold spring harbor laboratory press, New York, (2001).

Địa chỉ tác giả: Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Email: hieuan2008.3.20@gmail.com

