

identification based on 16S rRNA gene sequencing identified strain RB.HP41 as *Calidifontibacillus erzurumensis* based on 100% 16S rRNA sequence similarity to reference sequences in the NCBI database. These findings suggest that RB.HP41 is a promising rhizobacterial strain with potential application in the development of biological control agents against *Fusarium* diseases in *Brassica* spp. crop production.

Keywords: Antagonistic bacteria against *Fusarium oxysporum*, antagonistic activity, chitinase, protease, beta-glucanase, identification

Ngày nhận bài: 06/5/2026

Người phản biện: GS.TS. Phạm Văn Toàn, TS. Lê Thị Thanh Thủy

Ngày duyệt đăng: 11/6/2026

Ngày phản biện: 07/5/2026

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG KÍCH THÍCH SINH TRƯỞNG VÀ PHÒNG TRỪ NẤM BỆNH (*Fusarium oxysporum*) CỦA CÁC CHỦNG VI KHUẨN VÙNG RỄ PHÂN LẬP TỪ CÂY CÀ PHÊ ARABICA (*Coffea arabica* L.) TẠI TỈNH SƠN LA

Lê Văn Mạnh¹, Hồ Mạnh Tường³, Phạm Quang Huy¹, Nguyễn Thị Hồng Hà¹, Trần Thị Hoa¹, Phan Quyền¹, Phạm Phương Thảo Linh¹, Trần Thái Đạt¹, Trần Hồ Quang^{1,2}, Chu Hoàng Hà^{1,2}, Đỗ Tiến Phát^{1,2*}

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm sàng lọc vi khuẩn kích thích sinh trưởng và kiểm soát nấm bệnh trên cây cà phê tại tỉnh Sơn La. Trong 14 chủng vi khuẩn phân lập từ vùng rễ cây cà phê chè, đã tuyển chọn được 03 chủng vi khuẩn tiềm năng và được định danh bằng trình tự gen 16S rRNA. Ba chủng vi khuẩn, ký hiệu là 34R, 42R và 5E có độ tương đồng 98 - 99% lần lượt với loài *Bacillus subtilis*, *B. tropicus*, *B. velezensis*. Chế phẩm phối trộn 03 chủng vi khuẩn này với giá thể PCB ở điều kiện thí nghiệm trong nhà lưới giúp tăng khả năng phát triển của cây cà phê chè. Khối lượng của thân và rễ tươi tăng lần lượt 13,08% và 28,35%; khối lượng khô tăng tương ứng 34,78% và 65,75% so với đối chứng. Trong điều kiện lây nhiễm nấm *Fusarium oxysporum*, chế phẩm này giúp cây cà phê chè phát triển ổn định và giảm tỷ lệ lá cây nhiễm bệnh xuống 49,06% và 53,23% so với đối chứng lần lượt vào giai đoạn sau thí nghiệm 03 và 06 tháng. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng trong phát triển chế phẩm phối trộn 03 chủng vi khuẩn 34R, 42R và 5E với giá thể PCB trong chăm sóc và quản lý bệnh hại do nấm *Fusarium oxysporum* trên cà phê chè tại tỉnh Sơn La.

Từ khóa: Arabica, *Bacillus*, cà phê, *Fusarium oxysporum*, PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria), Sơn La

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây cà phê (*Coffea arabica* L.) là cây trồng quan trọng, có giá trị kinh tế cao, được trồng ở hơn 70 quốc gia trên thế giới (Bagyaraj *et al.*, 2015). Việt Nam là nước xuất khẩu cà phê đứng thứ hai trên thế giới sau Brazil. Hiện tại, ở Việt Nam có 02 loài cà phê được trồng chính là cà phê chè (Arabica) và cà phê vối (Robusta). Đặc biệt, giống cà phê Arabica có chất lượng tốt được trồng tập trung chủ yếu trên địa bàn huyện Mai Sơn, Thuận Châu và thành phố Sơn La (USDA Foreign Agricultural Service, 2019). Trong 4 tháng đầu năm 2025, Việt Nam đã xuất khẩu gần 43.700 tấn cà phê Arabica, thu về 284 triệu USD - tăng 32% về lượng và 191% về kim ngạch so với cùng kỳ năm 2024. Mức giá xuất khẩu bình quân khoảng 6.500 USD/tấn - cao hơn đáng kể so với cà phê Robusta (Hải quan Việt Nam, 2025). Năm 2024, diện tích sản xuất cà phê của tỉnh Sơn La đạt 23.312 ha, chiếm 73,84% diện tích và 75,52% sản lượng cà phê của miền Bắc; chiếm 3,18 % tổng diện tích cà phê và chiếm 47,9%

diện tích cà phê chè của cả nước và là tỉnh có diện tích cà phê chè lớn nhất nước (Vusta.vn, 2025). Tuy nhiên, việc phát triển cây cà phê ở Sơn La gặp nhiều khó khăn do vấn đề bệnh hại, điển hình là bệnh thối rễ và thân do các tác nhân gây bệnh tồn tại trong đất gây thiệt hại về năng suất, chất lượng cà phê.

Việc ứng dụng các chế phẩm vi sinh nhằm cải thiện chất lượng đất, thúc đẩy sinh trưởng cây trồng theo hướng bền vững đã thu hút sự quan tâm đáng kể. Trong số đó, nhóm vi khuẩn kích thích sinh trưởng thực vật (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria - PGPR) đóng vai trò quan trọng nhờ khả năng cư trú tại vùng rễ và thúc đẩy sinh trưởng cây thông qua các cơ chế trực tiếp và gián tiếp bao gồm cố định đạm sinh học, hòa tan các hợp chất dinh dưỡng khó tan và tăng cường khả năng chống chịu của cây trước các điều kiện bất lợi của môi trường (de Andrade *et al.*, 2023).

Từ các cơ sở khoa học và yêu cầu thực tiễn trên, nghiên cứu này được tiến hành nhằm sàng lọc, lựa chọn

¹ Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

² Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³ Bộ môn Công nghệ Sinh học, Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

* Tác giả liên hệ, email: dtphat@ibt.ac.vn

và định danh các chủng vi khuẩn tiềm năng từ vùng rễ cây cà phê chè tại các vườn trồng thuộc tỉnh Sơn La phục vụ phát triển các chế phẩm sinh học nhằm chăm sóc và bảo vệ cây cà phê tại Sơn La cũng như ở các vùng trồng cà phê khác của Việt Nam.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mười bốn chủng vi khuẩn tiềm năng và chủng nấm *Fusarium oxysporum* phân lập từ mẫu đất vùng rễ cây cà phê chè (Arabica) trồng ở xã Chiềng Mai, tỉnh Sơn La được lưu giữ tại Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Cây cà phê chè giai đoạn 30 ngày tuổi (cung cấp bởi

vườn ươm cây giống xã Chiềng Mai, tỉnh Sơn La) được chuyển về nhà lưới trong Khu Triển khai Công nghệ cao Nguyễn Văn Hiệu, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá khả năng kháng nấm bệnh

Dịch nuôi vi khuẩn (nuôi lắc 200 vòng/phút trong môi trường LB ở 28°C, sau 12 giờ) được cấy vạch thành hình tam giác đều trên đĩa thạch PDA cách tâm đĩa 3 cm, chủng nấm *Fusarium oxysporum* (Fs) được cấy vào giữa tâm tam giác. Sau 7 ngày nuôi tĩnh trong tối, nhiệt độ 28°C, khả năng đối kháng nấm của vi khuẩn được đánh giá theo phương pháp của Cui và cộng sự (2024). Công thức tính chỉ số đối kháng nấm:

Chỉ số kháng nấm =
$$\frac{\text{Đường kính từ tâm đĩa tới đường vạch khuẩn} - \text{Đường kính nấm mọc}}{\text{Đường kính từ tâm đĩa tới đường vạch khuẩn}} \times 100$$

2.2.2. Định danh vi khuẩn

ADN tổng số của vi khuẩn được tách chiết theo phương pháp Alkaline lysis buffer (Nguyễn Thị Thu Hằng và cs., 2023). Các chủng vi khuẩn được định danh dựa trên trình tự gen 16S rRNA sử dụng cặp mồi 27F (5'-AGAGTTTGTATCTGGCTCAG-3') và 1492R (5'-ACGGCTACCTTGTTA-3').

2.2.3. Định lượng khả năng sinh tổng hợp IAA trong điều kiện in vitro

Khả năng sinh tổng hợp IAA của các chủng vi khuẩn nghiên cứu được đánh giá dựa trên phương pháp đo màu của Gordon và Weber (1951). Hàm lượng IAA được tính toán theo phương pháp Guardado-Fierros (2023). Công thức tính nồng độ IAA dựa vào đường chuẩn: $y = a \times x + b$. Trong đó: y - là OD_{530} của mẫu; x - là nồng độ IAA của mẫu ($\mu\text{g/mL}$); a - là hệ số góc của đường chuẩn; b - là hệ số chặn.

2.2.4. Lựa chọn chất mang để tạo chế phẩm

Các chủng vi khuẩn tiềm năng được nuôi cấy riêng rẽ trong môi trường LB lỏng, tốc độ lắc 200 vòng/phút, nhiệt độ 28°C, sau 24 giờ. Giá thể sử dụng gồm PCB (tổ hợp perlite, vermiculite và đất hữu cơ), trấu hun và mùn cưa. Bổ sung vi khuẩn theo tỷ lệ 1 mL dung dịch huyền phù với 2,5 g chất mang (Singh & Kumar, 2023). Cây cà phê giống 30 ngày tuổi được trồng vào các chậu cây (36 x 33 cm) chứa đất phù sa (đối chứng) và đất phù sa kết hợp với chế phẩm theo tỉ lệ 1:1. Sau 01 tháng trong điều kiện nhà lưới, các chỉ tiêu số lá, chiều cao cây cà phê được đánh giá lần 1 và tiếp tục theo dõi đánh giá liên tục trong 06 tháng. Khối lượng tươi, khô của thân và rễ cây cà phê cũng được thu thập sau 06 tháng kể từ ngày bổ sung chế phẩm (Phan Thị Hồng Thảo và cs., 2016).

2.2.5. Đánh giá khả năng kích thích sinh trưởng và phòng bệnh của chế phẩm trên cây cà phê

Các công thức giá thể gồm: Đ/c: đất hữu cơ; PCB: đất hữu cơ và chế phẩm PCB tỷ lệ 1:1; PCB + Fs: đất hữu cơ và chế phẩm PCB tỷ lệ 1:1 và 100 mL dung dịch nấm Fs; Fs: đất hữu cơ bổ sung 100 mL dung dịch nấm Fs. Chỉ tiêu lá nhiễm bệnh, chiều cao cây được theo dõi 03 tháng/lần kể từ ngày bổ sung chế phẩm và chiều dài rễ cây cà phê tại thời điểm thu mẫu sau 06 tháng (Phan Thị Hồng Thảo và cs., 2016; Mulatu *et al.*, 2023).

2.2.6. Xử lý thống kê

Các thí nghiệm được lặp lại 03 lần. Sự khác biệt có ý nghĩa của các giá trị trung bình được xác nhận bằng kiểm định Duncan.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 10 năm 2024 đến tháng 06 năm 2025 tại Phòng Công nghệ tế bào thực vật và khu nhà lưới trong Khu Triển khai Công nghệ cao Nguyễn Văn Hiệu, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sàng lọc chủng vi khuẩn có khả năng kháng nấm *Fusarium* từ mẫu rễ cà phê

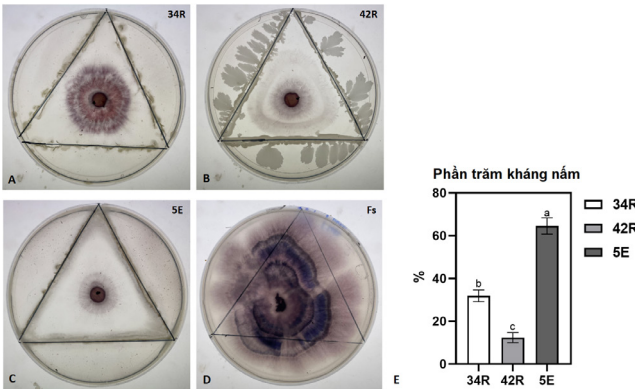
Hoạt tính kháng nấm *Fusarium oxysporum* gây thối rễ của 14 chủng vi khuẩn phân lập từ vùng rễ cây cà phê tại tỉnh Sơn La đã được xác định thông qua sự hình thành vùng ức chế phát triển hệ sợi nấm xung quanh khuẩn lạc vi khuẩn đối kháng trên môi trường PDA (Bảng 1). Kết quả xác định được 03 chủng vi khuẩn (34R, 42R và 5E) có khả năng đối kháng tốt với nấm bệnh *Fusarium oxysporum* so với các chủng vi khuẩn khác.

Bảng 1. Khả năng kháng nấm bệnh *Fusarium oxysporum* của các chủng vi khuẩn tuyển chọn tại tỉnh Sơn La

STT	Kí hiệu chủng	Khả năng kháng nấm	STT	Kí hiệu chủng	Khả năng kháng nấm
1	14R	-	8	73R	-
2	10E	-	9	5E	+
3	75R	-	10	35R	-
4	34R	+	11	12R	-
5	42R	+	12	8R	-
6	17R	-	13	59R	-
7	34E	-	14	56R	-

Ghi chú: (-) không kháng; (+) có kháng.

Khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum* của các chủng vi khuẩn tiềm năng thể hiện trong hình 1. Chủng 34R có vùng ức chế nấm rõ rệt, tạo thành vòng bao quanh khu vực cấy khuẩn. Chủng 42R cho thấy vùng ức chế không rõ ràng, sự phát triển của hệ sợi nấm lan rộng bám sát vào đường nuôi cấy. Chủng 5E thể hiện khả năng kháng nấm vượt trội với vòng ức chế rộng và rõ nét trong 03 chủng tiềm năng. Kết quả tính toán chỉ số đối kháng cho thấy các chủng 34R, 42R và 5E đã hình thành vùng ức nấm lần lượt đạt $31,95 \pm 2,74\%$, $12,36 \pm 2,32\%$ và $64,47 \pm 3,78\%$.



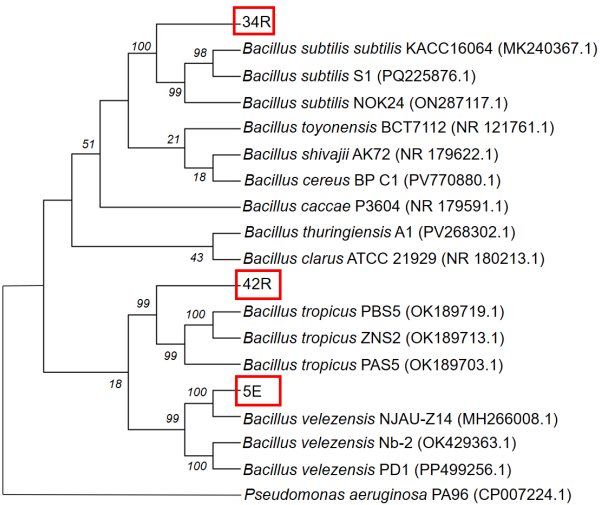
Hình 1. Khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum* của các chủng vi khuẩn 34R, 42R và 5E trong điều kiện *in vitro*

Ghi chú: (A) Chủng 34R; (B) chủng 42R; (C) chủng 5E; (D) đối chứng; (E) tỷ lệ ức chế sinh trưởng của nấm bởi các chủng vi khuẩn ($p < 0,05$).

3.2. Định danh chủng vi khuẩn tiềm năng

Để đánh giá tính an toàn và tiềm năng sử dụng các chủng khuẩn, nhóm nghiên cứu tiến hành định danh các chủng này bằng trình tự gen 16S rRNA. Kết quả giải trình tự cho thấy sản phẩm khuếch đại có kích thước 1.492 bp với tỷ lệ GC đều đạt trên 55%. So sánh với các trình tự cơ sở dữ liệu GenBank (NCBI), 03 chủng tiềm năng có mức độ tương đồng cao với các loài thuộc chi *Bacillus*. Cụ thể, chủng 34R có độ tương đồng cao (99,53%) với *B. subtilis*, chủng 42R có độ tương đồng cao (99,68%) với *B. tropicus* và chủng 5E có độ tương đồng cao (99,45%) với *B. velezensis* (Hình 2). Đây là chi vi khuẩn có tính an toàn cao và được sử dụng nhiều trong các chế phẩm ứng dụng trong kích thích sinh trưởng và

phòng bệnh cho cây trồng ở các nghiên cứu trước đây (de Andrade *et al.*, 2023).

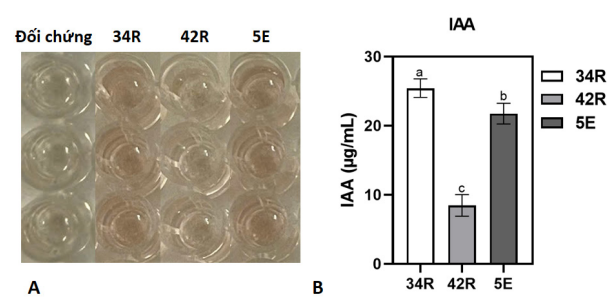


Hình 2. Cây phát sinh chủng loại của các chủng vi khuẩn tiềm năng

3.3. Khả năng sinh tổng hợp IAA trong điều kiện *in vitro*

Cả 03 chủng khuẩn lựa chọn đều có khả năng sinh tổng hợp IAA trong điều kiện *in vitro* với môi trường nuôi cấy được bổ sung 1% tryptophan. Cụ thể, sau 24 giờ nuôi lắc 200 vòng/phút ở 28°C, lượng IAA được sinh tổng hợp bởi các chủng 34R, 42R và 5E lần lượt đạt $25,45 \pm 1,34 \mu\text{g/mL}$, $8,46 \pm 1,56 \mu\text{g/mL}$, và $21,75 \pm 1,74 \mu\text{g/mL}$ (Hình 3).

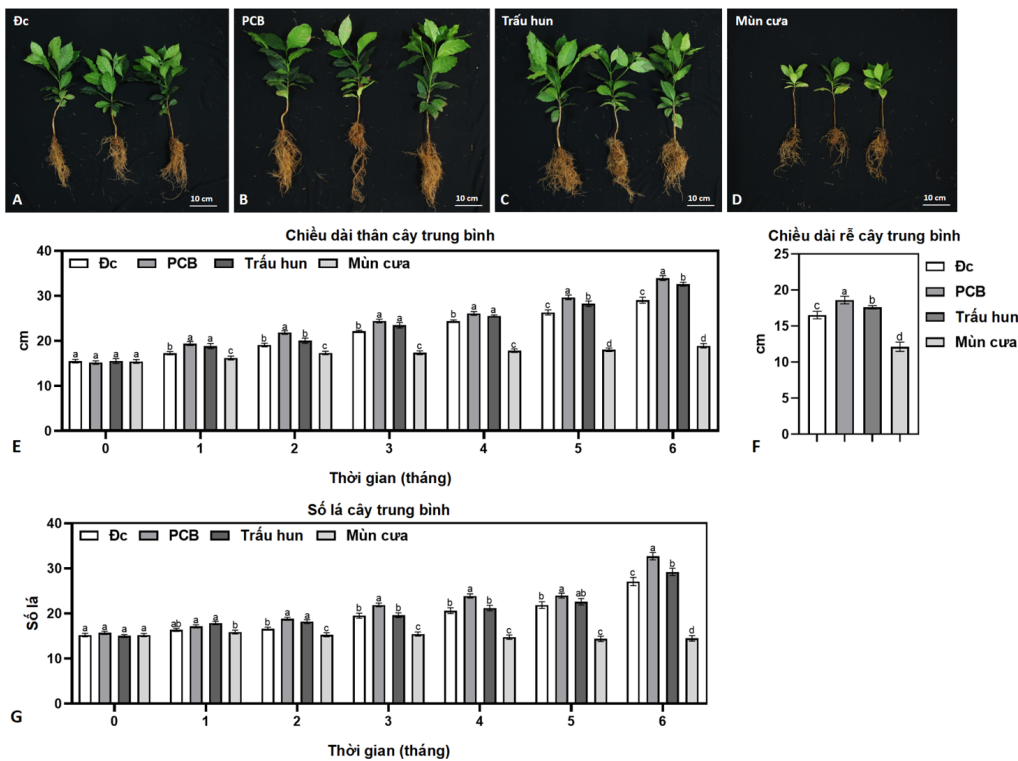
Trong nghiên cứu của Wagi và Ahmed (2019) đã công bố về loài *B. subtilis* ghi nhận khả năng sinh tổng hợp IAA dao động từ 10 tới 60 $\mu\text{g/mL}$, phù hợp với khả năng sinh tổng hợp IAA của chủng 34R. Chủng 42R sinh tổng hợp IAA ở mức $8,46 \pm 1,56 \mu\text{g/mL}$, tương tự như các kết quả từ nghiên cứu trước đây ghi nhận một số *B. tropicus* có mức IAA thấp (dao động trong khoảng 10 $\mu\text{g/mL}$), điều này được Shyam và cộng sự (2024) cho rằng do có sự khác biệt về điều kiện nuôi cấy và kiểu gen. Ngoài ra, trong nghiên cứu với *B. velezensis* phân lập từ *Alternanthera philoxeroides* của Philip và cộng sự (2023), lượng IAA sinh tổng hợp từ chủng này đạt khoảng $30,42 \pm 2,09 \mu\text{g/mL}$, cao hơn so với chủng 5E đã ghi nhận.



Hình 3. Khả năng sinh tổng hợp IAA của các chủng vi khuẩn tiềm năng sau 24 giờ nuôi cấy
Ghi chú: (A) Phản ứng tạo màu trong giếng; (B) Định lượng IAA sinh tổng.

3.4. Ảnh hưởng của chất mang chứa vi khuẩn tiềm năng tới cây cà phê

Sau 06 tháng thí nghiệm, chiều dài thân trung bình của cây cà phê tăng lần lượt 16,77% và 12,30%; chiều dài rễ trung bình cũng tăng tương ứng 12,63% và 6,53% khi sử dụng chế phẩm PCB và trấu hun so với đối chứng. Số lá mới hình thành lần lượt đạt 20,73% và 7,89% sau 06 tháng. Cây cà phê trồng với chế phẩm chứa giá thể mùn cưa có xu hướng giảm sinh trưởng so với cây đối chứng, chiều cao thân, chiều dài rễ và số lá lần lượt giảm 38,84%, 25,59% và 46,51% (Hình 4).



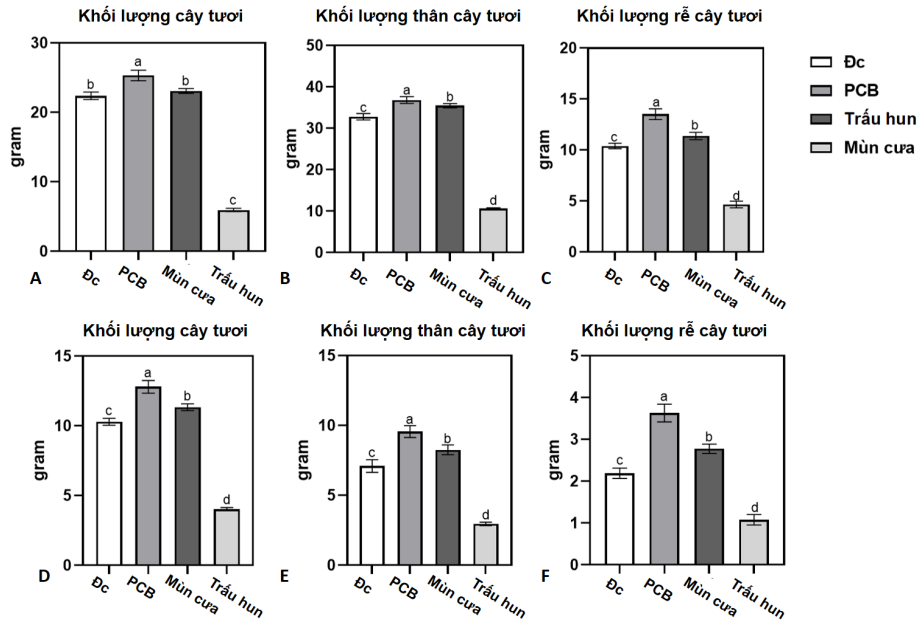
Hình 4. Ảnh hưởng của chất mang chứa vi khuẩn tới cây cà phê trong điều kiện nhà lưới

Ghi chú: Hình thái cây cà phê: đối chứng (A), PCB (B), trấu hun (C) và mùn cưa (D). Chỉ tiêu thí nghiệm: chiều dài thân (E), chiều dài rễ (F), số lá (G) ($p < 0,05$).

Công thức phối trộn vi khuẩn và giá thể PCB có hiệu quả tốt nhất ghi nhận khối lượng tươi của thân và rễ tăng lần lượt 13,08% và 28,35%; khối lượng khô cũng tăng tương ứng 34,78% và 65,75% so với cây đối chứng. Với công thức sử dụng giá thể trấu hun, khối lượng rễ tươi tăng 9,42% so với đối chứng, trong khi khối lượng khô của thân và rễ tăng lần lượt 16,20% và 26,48%. Khi sử dụng mùn cưa, khối lượng tươi của thân và rễ cây cà phê giảm lần lượt 13,08% và 28,35% so với cây đối chứng (Hình 5).

Việc phối trộn các chủng vi khuẩn tiềm năng với hai giá thể là PCB và trấu hun đều có tác động tích cực đến sinh trưởng và tích lũy sinh khối của cây cà phê qua kết quả tăng khối lượng tươi và khô của thân và rễ.

Vermiculite và perlite trong giá thể PCB đều là các vật liệu khoáng được sử dụng phổ biến trong hệ giá thể trồng cây và làm vật liệu mang cho vi sinh vật, bên cạnh cơ chế kích thích sinh trưởng bởi *Bacillus* spp. Các nghiên cứu cho thấy *Bacillus* spp. cố định trên hai chất trợ trên có thể làm tăng sinh trưởng cây ớt từ 15 đến 35% (chiều cao, sinh khối khô hoặc tươi), đồng thời tăng khả năng hấp thu P từ 20 đến 40% so với đối chứng không xử lý vi khuẩn, nhờ cơ chế sản sinh phytohormone (IAA) và hòa tan phosphate (Bashan *et al.*, 2014). Kết quả nghiên cứu này khẳng định sự phù hợp của giá thể PCB trong phối trộn với các vi sinh vật tiềm năng nhằm tạo chế phẩm kích thích sinh trưởng cây cà phê.



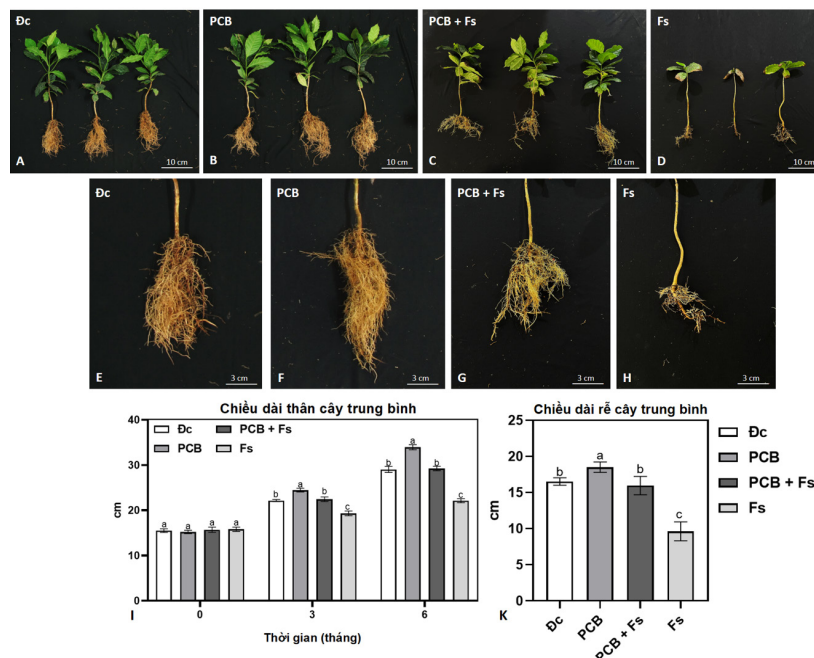
Hình 5. Ảnh hưởng của chế phẩm đến sinh khối tươi và khô của cây cà phê

Ghi chú: Khối lượng tươi: (A) cây; (B) thân; (C) rễ; khối lượng khô: (D) cây; (E) thân; (F) rễ. Các công thức: đối chứng (Đ/c), PCB, trấu hun và mùn cưa ($p < 0,05$).

3.5. Ảnh hưởng của chế phẩm sinh học tới cây cà phê chèn trong điều kiện lây nhiễm nấm bệnh *Fusarium oxysporum* trong điều kiện nhà lưới

Chiều dài thân và rễ của cà phê sau 06 tháng thí nghiệm cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các công thức sử dụng chế phẩm so với cây đối chứng (Hình 6). Cây xử lý bằng chế phẩm PCB và không lây nhiễm có chiều dài thân tăng lên khoảng 4,93 cm và chiều dài rễ tăng khoảng 1,97 cm. Cây cà phê ở công thức có lây nhiễm nấm *Fusarium oxysporum* và bổ sung chế phẩm PCB

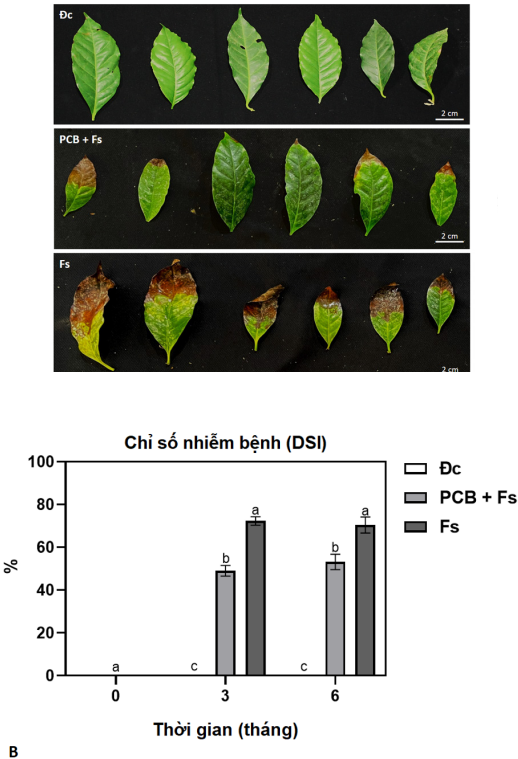
vẫn duy trì tốc độ sinh trưởng tương tự cây đối chứng. Chiều dài thân cây tăng 0,22 cm và chiều dài rễ cây giảm 0,57 cm so với đối chứng. Cây cà phê ở công thức lây nhiễm *Fusarium oxysporum* nhưng không bổ sung chế phẩm PCB (Fs) sinh trưởng giảm mạnh, với chiều dài thân và rễ tương ứng lần lượt giảm 6,91 cm và 7,12 cm so với đối chứng. Kết quả này khẳng định việc bổ sung chế phẩm PCB làm giảm tác hại của nấm *Fusarium oxysporum*, đồng thời kích thích sinh trưởng cho cây cà phê trong thời gian 06 tháng nghiên cứu.



Hình 6. Ảnh hưởng của chế phẩm tới cây cà phê khi lây nhiễm nấm bệnh *Fusarium oxysporum* trong điều kiện nhà lưới
Ghi chú: Hình thái cây (A-D) và rễ (E-H) các công thức thí nghiệm; chiều dài thân (I) và rễ (K) cây cà phê sau 06 lây nhiễm ($p < 0,05$).

Các chủng *Bacillus* (34R, 42R và 5E tương ứng với các loài *B. subtilis*, *B. tropicus* và *B. velezensis*) đạt hiệu quả cao với nấm *Fusarium oxysporum* trong thí nghiệm kháng nấm *in vitro* trên môi trường thạch LB theo phương pháp cấy rìa các chủng khuẩn bên ngoài và chủng nấm được cấy giữa đĩa. Trong các nghiên cứu đã thực hiện, các loài vi khuẩn này có khả năng tiết các lipopeptide dạng vòng (iturin, bacillomycin, fengycin) phá hủy màng tế bào nấm, các enzyme thủy phân (chitinase, β -1,3-glucanase, protease) phân giải vách tế bào nấm và các siderophore cạnh tranh sắt trong vùng rễ, làm hạn chế sinh trưởng của nấm *Fusarium* sp. (Raaijmakers *et al.*, 2010). Khi được cố định và bảo vệ bởi hệ giá thể, chất mang phối trộn (bao gồm vermiculite-perlite) các cơ chế này có thể được duy trì ổn định hơn, dẫn đến hiệu quả kháng nấm cao và bền vững hơn trong điều kiện trồng đất và nhà lưới (Bashan *et al.*, 2014; Ongena & Jacques, 2008).

Sau 03 tháng theo dõi, các công thức có xử lý nấm *Fusarium oxysporum* ghi nhận các mức độ biểu hiện bệnh khác nhau (Hình 7).



Hình 7. Ảnh hưởng của chế phẩm đến lá bệnh do nấm *Fs*. gây ra trong điều kiện nhà lưới

Ghi chú: (A) Triệu chứng bệnh trên lá cà phê: Đối chứng (Đ/c), PCB + *Fs* và *Fs* (B) Chỉ số nhiễm bệnh (DSI) của cây cà phê theo thời gian ở các công thức khác nhau ($p < 0,05$).

Trong đó, công thức PCB + *Fs* có tỷ lệ lá bệnh trung bình 49,06%, thấp hơn đáng kể so với công thức *Fs* (72,35%). Như vậy, việc bổ sung chế phẩm PCB đã làm giảm khoảng 32,2% tỷ lệ lá bệnh so với cây không dùng chế phẩm. Thí nghiệm này tiếp tục được theo dõi tại thời

điểm 06 tháng, tỷ lệ lá bệnh ở công thức PCB + *Fs* tăng nhẹ lên 53,23%, trong khi công thức *Fs* vẫn duy trì ở mức cao (trên 70%). Như vậy, việc sử dụng chế phẩm PCB giúp tiếp tục bảo vệ cây cà phê trước tác động của nấm *Fusarium oxysporum* ở thời điểm 06 tháng sau xử lý. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng chế phẩm PCB giúp giảm thiểu tác hại của nấm *Fusarium oxysporum* đối với cây cà phê trong điều kiện nhà lưới. Mặc dù vậy, tỷ lệ lá bệnh ở công thức có bổ sung PCB vẫn tăng theo thời gian, cho thấy cần nghiên cứu điều chỉnh liều lượng và thời gian bổ sung chế phẩm nhằm mang lại hiệu quả bảo vệ cây cà phê khỏi nấm *Fusarium oxysporum* trong điều kiện thực tế.

Các chủng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* đặc biệt đóng vai trò quan trọng trong kiểm soát sinh học bệnh rễ trên cà phê thông qua cơ chế đối kháng nấm kết hợp với việc cải thiện sức khỏe hệ rễ (Ongena & Jacques, 2008). Việc xử lý *B. subtilis* giúp giảm bệnh thối rễ ở cây cà phê non xuống khoảng 40 - 60% và tăng sinh trưởng lên 15 - 25% so với đối chứng (Raaijmakers *et al.*, 2010). Chủng vi khuẩn *B. velezensis* cũng cho thấy hiệu quả giảm bệnh vàng lá, thối rễ trên cây cà phê trong điều kiện nhà lưới xuống 72 - 85% (Ongena & Jacques, 2008). Với vi khuẩn *B. tropicus*, hiện còn ít nghiên cứu trên cà phê; tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây ghi nhận loài vi khuẩn này có hoạt tính đối kháng với nấm *Fusarium* spp. nhờ khả năng sinh tổng hợp enzyme ngoại bào.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Sàng lọc các chủng vi khuẩn phân lập được từ vùng rễ cây cà phê tại xã Chiềng Mai, tỉnh Sơn La đã tuyển chọn được 03 chủng vi khuẩn tiềm năng gồm: *B. subtilis* (34R), *B. tropicus* (42R) và *B. velezensis* (5E) có khả năng sinh tổng hợp IAA và ức chế sự phát triển của nấm *Fusarium oxysporum* gây bệnh thối rễ trên cà phê. Nghiên cứu cũng đã lựa chọn được giá thể PCB làm chất mang hiệu quả trong phối trộn với các chủng vi khuẩn để tạo chế phẩm vi sinh trong chăm sóc cây cà phê. Kết quả đánh giá trong điều kiện nhà lưới ghi nhận khả năng kích thích sinh trưởng và giảm tác hại của nấm *Fusarium oxysporum* đối với cây cà phê chè.

4.2. Đề nghị

Nghiên cứu này là cơ sở khoa học nhằm phát triển chế phẩm vi sinh có chứa 03 chủng 34R, 42R và 5E ứng dụng trong chăm sóc và bảo vệ cây cà phê tại tỉnh Sơn La cũng như các vùng trồng khác của Việt Nam. Tuy nhiên cần thử nghiệm ở quy mô thực địa trước khi nhân rộng và kết hợp các giải pháp an toàn sinh học khác.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài với mã số TĐCPVS.02/23-25 và sử dụng các trang thiết bị tại Phòng Công nghệ Tế bào thực vật, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hảiquan Việt Nam**, 2025. *Cà phê Việt lập kỷ lục xuất khẩu: cơ hội lớn trong áp lực nguồn cung tăng*. Địa chỉ: <https://kv02.customs.gov.vn/portal/index.jsp?pageId=3244&aid=211546&cid=5271>. (Ngày truy cập 12/09/2025).
- Nguyễn Thị Thu Hằng, Nguyễn Thanh Tuyền, Trương Quỳnh Như, Nguyễn Trọng Ngũ**, 2023. Khảo sát sự hiện diện của vi bào tử trùng *Enterocytozoon heparopenaei* (EHP) trên tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) nuôi ở tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 59 (3): 149-160.
- Phan Thị Hồng Thảo, Nguyễn Vũ Mai Linh, Nguyễn Văn Hiếu, Nguyễn Thị Hồng Liên**, 2016. Đặc điểm sinh học và khả năng sinh tổng hợp chất kích thích sinh trưởng thực vật của xạ khuẩn nội sinh *Streptomyces hebeiensis* TQR8-7. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 54 (4A): 31-39.
- Vusta.vn.**, 2025. *Sơn La: Phát triển chuỗi liên kết trong sản xuất, chế biến và tiêu thụ cà phê*. Địa chỉ: <https://vusta.vn/son-la-phat-trien-chuoi-lien-ket-trong-san-xuat-che-bien-va-tieu-thu-ca-phe-p94165.html>. (Ngày truy cập: 28/12/2025).
- Bagyaraj D.J., Thilagar G., Ravisha C., Kushalappa C.G., Krishnamurthy K.N., Vaast P.**, 2015. Below ground microbial diversity as influenced by coffee agroforestry systems in the Western Ghats, India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 202: 198-202.
- Bashan Y., de-Bashan L.E., Prabhu S.R., Hernandez J.P.**, 2014. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). *Plant and Soil*, 378 (1): 1-33.
- Cui Yongliang, Zhu Yuhang, Dong Guanyong, Li Yanmei, Xu Jing, Cheng Zuqiang, Li Lijun, Gong Guoshu, Yu Xiumei**, 2024. Evaluation of the control efficacy of antagonistic bacteria from V-Ti magnetite mine tailings on kiwifruit brown spots in pot and field experiments. *Frontiers in Microbiology*, 15: 1280333.
- de Andrade L.A., Santos C.H.B., Frezarin E.T., Sales L.R., Rigobelo E.C.**, 2023. Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural production. *Microorganisms*, 11 (4): 1088.
- Guardado-Fierros B.G., Tuesta-Popolizio D.A., Lorenzo-Santiago M.A., Rodriguez-Campos J., Contreras-Ramos S.M.**, 2024. Comparative study between Salkowski reagent and chromatographic method for auxins quantification from bacterial production. *Frontiers in Plant Science*, 15: 1378079.
- Mulatu A., Megersa N., Teferi D., Alemu T., Vetukuri R.R.**, 2023. Biological management of coffee wilt disease (*Fusarium xylarioides*) using antagonistic *Trichoderma* isolates. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1113949.
- Ongena M. & Jacques P.**, 2008. *Bacillus lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol*. *Trends in microbiology*, 16 (3): 115-125.
- Philip I., Sarojini S., Biswas S., Jayaram S.**, 2023. Exploring the potential of *Bacillus velezensis*, an endophytic bacteria isolated from *Alternanthera philoxeroides* for plant growth promotion and bioremediation properties. *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 17 (3): 1748-1763.
- Raaijmakers J.M., De Bruijn I., Nybroe O., Ongena M.**, 2010. Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. *FEMS Microbiology Reviews*, 34 (6): 1037-1062.
- Singh V. & Kumar B.**, 2023. A review of agricultural microbial inoculants and their carriers in bioformulation. *Rhizosphere*, 29: 100843.
- Shyam D. & Narzary D.**, 2024. Plant growth promoting rhizospheric bacteria associated with *Oroxylum indicum* (L.) Benth. ex. *Journal of Bioresources*, 12 (2): 01-11.
- USDA Foreign Agricultural Service**, 2019. *Vietnam Coffee Annual 2019*. Available from: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Coffee%20Annual_Hanoi_Vietnam_5-20-2019.pdf. (Accessed on 10/10/2022).
- Wagi S. & Ahmed A.**, 2019. *Bacillus* spp.: Potent microfactories of bacterial IAA. *PeerJ - The Journal of Life & Environmental Sciences*, 7: e7258.

Evaluation of plant growth-promoting and antifungal potential of rhizosphere bacteria isolated from Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) plants in Son La province

Manh Van Le, Tuong Manh Ho, Huy Quang Pham, Ha Hong Thi Nguyen, Hoa Thi Tran, Quyen Phan, Linh Thao Phuong Pham, Dat Thai Tran, Quang Ho Tran, Ha Hoang Chu, Phat Tien Do

Abstract

This study aimed to screen and select bacterial strains with plant growth-promoting and antifungal potential in coffee plants in Son La Province. From a total of 14 rhizosphere bacterial isolates, three promising bacterial strains were selected and identified using the 16S rRNA gene sequencing. The selected strains, designated as 34R, 42R, and 5E, showed high similarity (98 - 99%) to *Bacillus subtilis*, *B. tropicus*, and *B. velezensis*, respectively. Under greenhouse conditions, the application of these bacterial isolates combined with a PCB-based bioformulation increased fresh stems and root weights by 13.08% and 28.35%, respectively, and dry weights by 34.78% and 65.75%, compared to untreated controls. In the presence of *Fusarium oxysporum*, treatment with these rhizobacterial strains maintained plant growth and reduced the proportion of disease leaves to 49.06% and 53.23% at 3 and 6 months after treatment, respectively. The results demonstrate the potential for further development of these strains as sustainable and environmentally friendly agents for coffee cultivation in Son La Province and other regions.

Keywords: Arabica, *Bacillus*, coffee, *Fusarium oxysporum*, PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria), Son La

Ngày nhận bài: 06/5/2026

Ngày duyệt đăng: 11/6/2026

Người phản biện: TS. Mai Văn Hào, TS. Phan Công Kiên

Ngày phản biện: 07/5/2026