

The potential for biocontrol of *Ceratocystis manginecans* causing acacia wilt disease using endophytic fungi

Nguyen Manh Dat, Nguyen Thi Minh Hang, Nguyen Thi Loan, Nguyen Thanh Tuan, Dao Ngoc Quang, Tran Thanh Trang, Nguyen Manh Ha

Abstract

This study aimed to screen endophytic fungal isolates with inhibitory activity against *Ceratocystis manginecans*. The results indicated that 2 isolates, AHL15 and AHR39, demonstrated antifungal activity against *C. manginecans*, with inhibitory efficacy of 71.8% and 72.3% in dual culture antagonism experiments, respectively. The culture filtrate from these 2 isolates exhibited an inhibitory effect on mycelial growth of 91.7% for AHL15 and 87.1% for AHR39. Additionally, the efficacy in inhibiting sporulation was 96.0% for AHL15 and 83.6% for AHR39, while both isolates achieved 100% inhibition in spore germination. The inhibition zone diameter of the culture extract from isolate AHL15 was 21.2 mm, compared to 5.2 mm for isolate AHR39. Isolate AHL15 was identified as *Alternaria alternata*, while isolate AHR39 was identified as *Chaetomium globosum*. These isolates show significant potential for developing biological control agents against *C. manginecans*.

Keywords: *Acacia* hybrid, biocontrol, *Ceratocystis manginecans*, endophytic fungi, wilt disease

Ngày nhận bài: 05/5/2026

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Thanh Xuân, TS. Nguyễn Đức Huy

Ngày duyệt đăng: 11/6/2026

Ngày phản biện: 06/5/2026

TUYỂN CHỌN VI KHUẨN *Bacillus* VÀ *Pseudomonas* PHÁT HUỖNH QUANG TRONG KIỂM SOÁT SINH HỌC BỆNH HÉO RŨ TRÊN CÂY DỪA LEO

Đoàn Thị Kiều Tiên¹, La Thùy Dung¹, Neáng Chanh Dy¹, Nguyễn Thị Thu Nga^{1*}

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm sàng lọc các vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Pseudomonas* phát huỳnh quang và chi *Bacillus* có khả năng phòng bệnh héo rũ trên cây dừa leo trong điều kiện nhà lưới. Nấm *Fusarium oxysporum* được xác định là tác nhân gây bệnh héo rũ trên cây dừa leo dựa trên các đặc điểm hình thái như khuẩn lạc màu trắng mịn đan vào nhau, mặt dưới thường có sắc tố tím, hình thành tiểu bào tử và đại bào tử. Bên cạnh đó, mẫu nấm ký hiệu FocN1 được giải trình tự vùng ITS cho thấy mức độ tương đồng 96,11% với loài *Fusarium oxysporum*. Dòng nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 phân lập tại huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long (nay là xã Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long) là dòng nấm độc gây bệnh héo rũ trên cây dừa leo trong điều kiện nhà lưới. Kết quả phân lập được một trăm mười tám dòng vi khuẩn vùng rễ cây dừa leo, trong đó có chín mươi dòng thuộc chi *Bacillus*, chiếm 76,27%, và mười tám dòng thuộc chi *Pseudomonas* phát huỳnh quang, chiếm 12,71%. Kết quả sàng lọc vi khuẩn vùng rễ dựa trên khả năng đối kháng với nấm *Fusarium oxysporum* đã tìm ra ba dòng vi khuẩn vùng rễ *Bacillus* với ký hiệu B11, B13 và B18 có khả năng ức chế nấm *Fusarium oxysporum* với hiệu suất đối kháng lần lượt là 65,5%, 75,9% và 45,8%. Trong điều kiện nhà lưới, ba dòng vi khuẩn *Bacillus* với ký hiệu B11, B13 và B18 thể hiện hiệu quả kiểm soát bệnh ở giai đoạn sớm, khác biệt so với đối chứng không xử lý. Trong đó, dòng vi khuẩn *Bacillus* B13 ở mật số 10⁶ CFU/g đất, đạt hiệu quả kiểm soát bệnh khoảng 65%.

Từ khóa: *Bacillus*, bệnh héo rũ, *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas* phát huỳnh quang

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh héo rũ do nấm *Fusarium oxysporum* là một trong những bệnh hại nguy hiểm và phổ biến trên nhiều loại cây trồng ở các vùng sản xuất nông nghiệp trên thế giới, gây thiệt hại đáng kể về năng suất và chất lượng nông sản (Agrios, 2005; Shahid *et al.*, 2023). Trên cây dừa leo, bệnh có thể xuất hiện ở tất cả các giai đoạn sinh trưởng, từ cây con đến giai đoạn mang trái, làm cây vàng lá, héo rũ và chết, dẫn đến tổn thất năng suất từ 40 đến 70% trong điều kiện bệnh phát triển thuận lợi

(Vasić *et al.*, 2025). Đặc tính tồn lưu lâu dài của nấm trong đất dưới dạng bào tử hậu và khả năng lây lan qua đất, nước tưới và tàn dư thực vật khiến việc quản lý bệnh gặp nhiều khó khăn. Trong thực tế sản xuất, thuốc bảo vệ thực vật hóa học vẫn là biện pháp được sử dụng phổ biến để phòng trừ bệnh héo rũ. Tuy nhiên, việc lạm dụng thuốc hóa học trong thời gian dài không chỉ làm gia tăng nguy cơ ô nhiễm môi trường, suy giảm độ phì nhiêu và đa dạng sinh học đất mà còn thúc đẩy sự hình thành các quần thể nấm kháng thuốc, làm giảm hiệu quả phòng trừ và ảnh hưởng đến tính bền vững của hệ thống canh

¹Khoa Bảo vệ Thực Vật, Trường Nông Nghiệp, Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ, email: nttnga@ctu.edu.vn

tác (Egel & Martyn, 2007). Trước những thách thức đó, việc phát triển các giải pháp sinh học an toàn, hiệu quả và thân thiện với môi trường nhằm thay thế hoặc giảm sự phụ thuộc vào thuốc hóa học đang trở thành xu hướng tất yếu trong quản lý bệnh cây hiện đại. Trong số các tác nhân kiểm soát sinh học, vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng thực vật (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria - PGPR) được xem là nhóm vi sinh vật có tiềm năng lớn nhờ khả năng vừa ức chế mầm bệnh vừa thúc đẩy sinh trưởng cây trồng (Bardin and Pugliese, 2020; Dimkić *et al.*, 2022). Các nghiên cứu gần đây cho thấy nhiều chủng vi khuẩn vùng rễ có khả năng kiểm soát hiệu quả các bệnh do nấm tồn tại trong đất thông qua nhiều cơ chế như cạnh tranh dinh dưỡng và vị trí cư trú, tiết kháng sinh, enzyme phân giải vách tế bào nấm, siderophore và kích thích tính kháng bệnh lưu dẫn ở cây trồng (Dobrzyński & Jakubowska, 2025). Trong đó, hai nhóm vi khuẩn được quan tâm nhiều nhất hiện nay là *Bacillus* và *Pseudomonas* phát huỳnh quang. Nhiều nghiên cứu từ năm 2020 đến nay đã chứng minh hiệu quả của các chủng *Bacillus* và *Pseudomonas* trong kiểm soát các bệnh do *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora infestans* và *Colletotrichum siamense*, đồng thời cải thiện khả năng sinh trưởng và năng suất cây trồng (Wang & Long, 2023; Solórzano *et al.*, 2025; Niu *et al.*, 2026).

Mặc dù tiềm năng ứng dụng của *Bacillus* và *Pseudomonas* phát huỳnh quang đã được ghi nhận trên nhiều đối tượng cây trồng, việc tuyển chọn các chủng vi khuẩn bản địa có hiệu quả cao đối với bệnh héo rũ dưa leo do *Fusarium oxysporum* vẫn còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu phân lập và tuyển chọn các chủng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* và *Pseudomonas* phát huỳnh quang có khả năng phòng trị bệnh héo rũ trên dưa leo do *Fusarium oxysporum* trong điều kiện nhà lưới được thực hiện, nhằm xác định tác nhân gây bệnh và tuyển chọn các chủng vi khuẩn đối kháng có hiệu quả cao trong kiểm soát bệnh. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học cho việc phát triển chế phẩm sinh học và xây dựng các biện pháp quản lý bệnh héo rũ theo hướng an toàn, bền vững và thân thiện với môi trường.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các mẫu dưa leo héo rũ được thu thập tại huyện Trà Ôn và huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long (nay là xã Trà Ôn và xã Mỹ Thuận, tỉnh Vĩnh Long). Các mẫu đất phân lập vi khuẩn vùng rễ được thu ở các tỉnh Vĩnh Long, Cần Thơ, Đồng Tháp và An Giang.

Giống dưa leo dùng trong thí nghiệm: dưa leo Pattaya.

Vi khuẩn vùng rễ có khả năng ức chế *Fusarium oxysporum* và kiểm soát bệnh héo rũ trên dưa leo.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân lập và xác định tác nhân gây bệnh héo rũ trên dưa leo

Cây dưa leo có triệu chứng như lá héo vào trưa nắng, héo một phần cây hay toàn cây, lá vàng. Mẫu được phân lập theo phương pháp của Burgess và cộng sự (2008): Chọn phần mạch gỗ hóa nâu, cắt thành nhiều đoạn nhỏ, chuyển vào gạc y tế và ngâm cồn 70° trong 10 giây, làm khô bằng giấy thấm. Chuyển mẫu bệnh vào đĩa môi trường thạch agar và ủ trong điều kiện phòng thí nghiệm trong 48 giờ, nếu có sự xuất hiện của sợi nấm, tách rỗng đến thuần, trữ nguồn nấm và bảo quản ở 4°C (ký hiệu mẫu nấm: FocN1 (phân lập tại xã Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long), FocN2 (phân lập tại xã Mỹ Thuận, tỉnh Vĩnh Long)).

Quy tắc Koch theo mô tả của Agrios (2005): Hạt dưa leo được ngâm trong nước ấm (nhiệt độ khoảng 54°C - 2 sôi, 3 lạnh) trong 3 giờ. Gieo 5 hạt dưa leo vào mỗi chậu chứa 2,5 kg đất (với tỷ lệ phối trộn 1 đất thịt : 1 xơ dừa, tất cả được khử trùng nhiệt ướt ở 121°C trong 30 phút). Nguồn nấm được nuôi cấy trên môi trường PDA (dịch trích 200 g khoai tây, 20 g D-glucose, 20 g Agar, pH 6,8) trong 10 ngày. Phun 10 mL huyền phù bào tử nấm (tương đương mật số 4×10^3 bào tử/g) vào mỗi chậu ở giai đoạn 10 ngày sau khi gieo (5 cây/chậu). Sau đó, tất cả các chậu được đặt trong điều kiện nhà lưới và được chăm sóc. Quan sát cây dưa leo có biểu hiện triệu chứng héo tương tự ngoài đồng và tái phân lập các mẫu bệnh.

Đánh giá khả năng gây hại của hai chủng nấm phân lập gây héo rũ trên dưa leo: Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, một nhân tố và 3 lần lặp lại (một lần lặp lại là một chậu trồng 5 cây). Phun 10 mL huyền phù bào tử nấm (tương đương mật số 4×10^3 bào tử/g) vào mỗi chậu ở giai đoạn 10 ngày sau khi gieo (5 cây/chậu). Tất cả các chậu được đặt trong điều kiện nhà lưới và chăm sóc, quan sát, ghi nhận chỉ tiêu về trung bình cấp bệnh theo thang đánh giá của Tziros và cộng sự (2007).

Định danh nấm gây bệnh héo rũ trên cây dưa leo dựa trên kỹ thuật sinh học phân tử: Nấm được nuôi cấy trong môi trường PDA lỏng trong 3 ngày, thu sinh khối nấm và làm khô bằng giấy thấm vô trùng. Phương pháp ly trích DNA theo Doyle và Doyle (1987), sau đó, mẫu được trữ ở -20°C để thực hiện các phản ứng tiếp theo. Sản phẩm DNA được khuếch đại bằng cặp mồi ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3')/ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') với chu trình nhiệt 95°C trong 5 phút, 95°C trong 30 giây; 58°C trong 30 giây; 72°C trong 30 giây (35 chu kỳ), 10°C trong 20 phút. Sản phẩm PCR được giải trình tự tại công ty TNHH DNA Sequencing. Trình tự mẫu sau đó được so sánh với trình tự trong cơ sở dữ liệu đã được công bố nhờ

công cụ tìm kiếm BLAST trên NCBI (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Cây phát sinh loài được vẽ trên phần mềm MEGA version 12 với bootstrap 1.000 lần.

2.2.2. Phân lập và tuyển chọn vi khuẩn vùng rễ phòng trừ bệnh héo rũ trên dưa leo

Mẫu đất xung quanh cây dưa leo ở độ sâu từ 0 đến 20 cm được thu thập tại các tỉnh Đồng Tháp, An Giang, Vĩnh Long, Cần Thơ. Các mẫu được ghi địa điểm cụ thể trong túi nilon.

Phân lập vi khuẩn vùng rễ theo phương pháp của Shreshtha và cộng sự (2025) có hiệu chỉnh. Cân 2 g đất, cho vào 20 mL nước cất vô trùng và trộn đều đến khi đất tan hoàn toàn, thu được dung dịch đất. Pha loãng mỗi mẫu ra bốn hệ số pha loãng là 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , rút 20 μ L huyền phù vi khuẩn tương ứng của ba hệ số pha loãng 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} sang các đĩa khác nhau có chứa môi trường King's B và trải đều trên môi trường bằng phương pháp cấy gạc, quan sát sự hình thành khuẩn lạc trên môi trường dinh dưỡng trong 24 - 48 giờ. Tách đơn từng khuẩn lạc, trữ nguồn trong glycerol 40% ở -80°C.

Xác định chi *Pseudomonas* phát huỳnh quang theo phương pháp của Vlassak và cộng sự (1992). Vi khuẩn được trải trên môi trường King's B trong 48 giờ, các đĩa phân lập được đặt dưới đèn UV (365 nm) xác định khuẩn lạc phát huỳnh quang được đánh dấu và tiến hành tách riêng. Vi khuẩn đã thuần được trữ trong môi trường glycerol 40% bảo quản ở -80°C.

Xác định chi *Bacillus* theo phương pháp của Schaad và cộng sự (2001). Khuẩn lạc vi khuẩn từng dòng riêng lẻ được hòa đều trên Lame có chứa một giọt KOH 3%. Nếu vi khuẩn Gram âm sau khi hòa vào dung dịch KOH 3%, sẽ thấy hiện tượng tạo keo nhầy và kéo sợi. Ngược lại, vi khuẩn Gram dương sẽ không thấy hiện tượng vi khuẩn keo nhầy. Từ các chủng vi khuẩn không tạo keo nhầy trong dung dịch KOH 3%, tiếp tục, nhuộm với malachite green trong 15 phút, rửa nhẹ và nhanh dưới vòi nước khoảng 10 giây, để khô tự nhiên. Sau đó, nhỏ 1 giọt safranin trong 15 giây, rửa nước, để khô và quan sát mẫu ở vật kính $\times 100$. Nội bào tử sẽ có màu xanh, tế bào dinh dưỡng có màu đỏ, từ đó xác định được vi khuẩn thuộc chi *Bacillus*.

Tuyển chọn vi khuẩn vùng rễ đối kháng với nấm *Fusarium oxysporum* gây bệnh héo rũ trên dưa leo: Các chủng vi khuẩn vùng rễ được xác định thuộc chi *Pseudomonas* và chi *Bacillus*. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên một nhân tố với ba lần lặp lại, theo phương pháp đồng nuôi của Vincent (1947) có cải tiến. Nấm được cấy vào trung tâm của môi trường thạch PDA, nhỏ 10 μ L từng dòng vi khuẩn vùng rễ riêng lẻ đối xứng qua tâm khoanh nấm. Chỉ tiêu ghi nhận bán kính vòng vô khuẩn (được đo từ rìa của nấm

bị ức chế đến rìa vi khuẩn ức chế nấm) và hiệu suất đối kháng (%) = (Bán kính nấm đối chứng – Bán kính nấm bị ức chế/Bán kính nấm đối chứng) $\times 100$.

2.2.3. Đánh giá hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ trên cây dưa leo do nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 bằng các dòng vi khuẩn vùng rễ trong điều kiện nhà lưới

Thí nghiệm được bố trí theo hình thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm sáu nghiệm thức (dòng vi khuẩn: *Bacillus* B11, *Bacillus* B13, *Bacillus* B18, hỗn hợp 3 dòng vi khuẩn, thuốc hóa học Prochloraz và đối chứng không xử lý) với 4 lần lặp lại (mỗi lần lặp lại là 1 chậu chứa 10 cây dưa leo, cây dưa leo được sử dụng để chủng bệnh ở giai đoạn có một lá thật, tương ứng khoảng 7 ngày sau gieo). Việc chủng bệnh nhân tạo được thực hiện bằng cách bổ sung huyền phù bào tử *Fusarium oxysporum* vào đất trồng ở mật số 10^4 bào tử/g đất. Vi khuẩn vùng rễ được tưới 1 ngày trước và 7 ngày sau lây bệnh (mật số vi khuẩn xử lý là 2×10^5 tế bào/g đất).

Chỉ tiêu ghi nhận: Theo dõi và ghi nhận chỉ tiêu tỷ lệ bệnh qua các thời điểm 14, 18, 22 ngày sau khi lây bệnh (NSKLB).

2.2.4. Đánh giá mật số tối ưu của vi khuẩn *Bacillus* B13 trong kiểm soát bệnh héo rũ trên cây dưa leo do nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 trong điều kiện nhà lưới

Thí nghiệm được bố trí theo hình thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên một nhân tố gồm 5 nghiệm thức (*Bacillus* B13 ở mật số 1×10^5 CFU/g, vi khuẩn *Bacillus* B13 ở mật số 2×10^5 CFU/g, *Bacillus* B13 ở mật số 5×10^5 CFU/g, *Bacillus* B13 ở mật số 1×10^6 CFU/g) với bốn lần lặp (mỗi lần lặp lại là một chậu chứa 10 cây). Cách lây bệnh (mật số nấm *Fusarium oxysporum* ở 10^4 bào tử/g đất) và xử lý vi khuẩn vùng rễ tương tự phần thí nghiệm ở mục 2.2.3.

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và chạy thống kê bằng phần mềm MSTATC qua phép thử Duncan.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

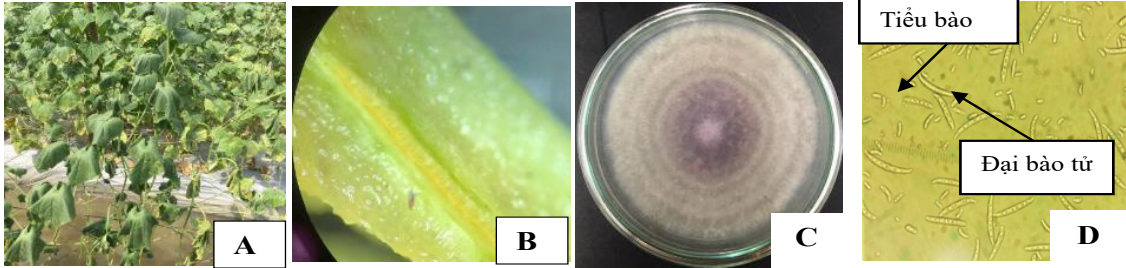
Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 02 đến tháng 10 năm 2023 tại Phòng thí nghiệm Bệnh cây và nhà lưới Khoa Bảo vệ Thực vật, Trường Nông Nghiệp, Đại học Cần Thơ.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân lập và xác định tác nhân gây bệnh héo rũ trên dưa leo

Triệu chứng đầu tiên thường xuất hiện ở các lá gần gốc bị héo, dẫn đến ngọn đều có hiện tượng héo rũ vào buổi trưa và tươi trở lại buổi chiều hay tối. Triệu chứng héo ở lá và héo từng phần của cây sẽ xảy ra trong vài ngày, sau đó triệu chứng héo sẽ lan ra cả cây, làm cho cây chết. Đặc điểm để nhận diện bệnh là cắt phần mô bệnh,

quan sát thấy mô có màu vàng nâu hiện diện tại mạch gỗ, chạy từ rễ lên phần thân (Hình 1A). Kết quả phân lập đã ghi nhận đặc điểm khuẩn lạc nấm phân lập trên môi trường PDA (Hình 1B) dạng tròn, sợi nấm màu trắng mịn đan vào nhau, mặt dưới thường có sắc tố tím, tập trung đậm ở tâm và nhạt dần ra xung quanh. Tiểu bào tử có kích thước nhỏ, thường không có vách ngăn (Hình 1D).

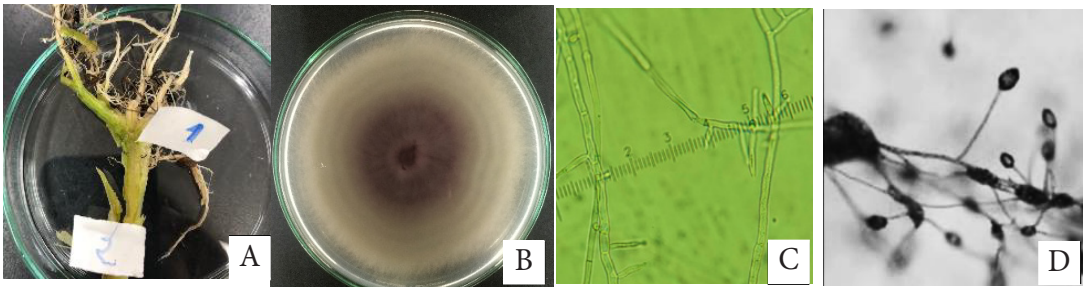


Hình 1. Triệu chứng và đặc điểm nấm gây bệnh héo rũ trên cây dưa leo

Ghi chú: (A) Triệu chứng héo rũ tại vườn; (B) Hóa nâu mạch dẫn dưới kính lúp; (C) khuẩn lạc nấm FocN1 được nuôi trên môi trường PDA; (D) Bào tử nấm FocN1 dưới kính hiển vi ở vật kính 40×.

Kết quả lây bệnh nhân tạo theo quy tắc Koch cho thấy cây dưa leo có xuất hiện triệu chứng với lá bắt đầu héo rũ sau 14 ngày lây bệnh, tương đồng với thí nghiệm của Cao Thị Thùy Trang và cộng sự (2021): các chủng nấm *Fusarium* spp. phân lập trên cây mè cũng bắt đầu có triệu chứng héo rũ vào giai đoạn 14 ngày sau khi lây bệnh. Tái phân lập và tách ròng để kiểm tra và so sánh hình dạng, màu sắc, hình thái của bào tử nấm xuất hiện với màu sắc và hình dạng của khuẩn lạc nấm tương đồng với nấm đã chủng bệnh ban đầu (Hình 2B). Ngoài ra, so sánh cảnh bào đài của nấm FocN1 (Hình 2C) ngắn

hơn và khác biệt so với cảnh bào đài của nấm *Fusarium solani* đã được Burgess và cộng sự (2008) ghi nhận dưới kính hiển vi (Hình 2D). Từ kết quả lây bệnh, biểu hiện triệu chứng bệnh và tái phân lập nấm từ cây bị bệnh héo rũ trên cây dưa leo, một phần khẳng định do nấm *Fusarium oxysporum*. Tuy nhiên, để định danh đúng tên loài gây bệnh, việc xác định bằng kỹ thuật sinh học phân tử cần thực hiện. Bên cạnh đó, khả năng gây hại của hai dòng nấm gây bệnh cần được đánh giá nhằm làm nguồn vật liệu cho nghiên cứu phòng trừ của các chủng vi khuẩn vùng rễ trong điều kiện nhà lưới.



Hình 2. Triệu chứng héo rũ và đặc điểm khuẩn lạc nấm sau khi tái phân lập

Ghi chú: (A) Triệu chứng mạch dẫn hóa nâu cây dưa leo mẫu FocN1; (B) Khuẩn lạc nấm được nuôi cấy trên môi trường PDA; (C) cảnh bào đài nấm dưới kính hiển vi ở vật kính 40×; (D) Cảnh bào đài nấm *Fusarium solani* dưới kính hiển vi (Burgess et al., 2008).

Kết quả đánh giá khả năng gây hại của 2 dòng nấm được phân lập tại huyện Trà Ôn và huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long (nay là xã Trà Ôn và xã Mỹ Thuận, tỉnh Vĩnh Long) qua bốn thời điểm cho thấy rằng triệu chứng ban đầu các lá gần gốc bị héo rũ vào buổi trưa và tươi trở lại buổi chiều, bệnh phát triển tương đối chậm và gây thiệt hại cao ở hai nghiệm thức FocN1 và FocN2 ở 14 ngày sau khi lây bệnh (Bảng 1).

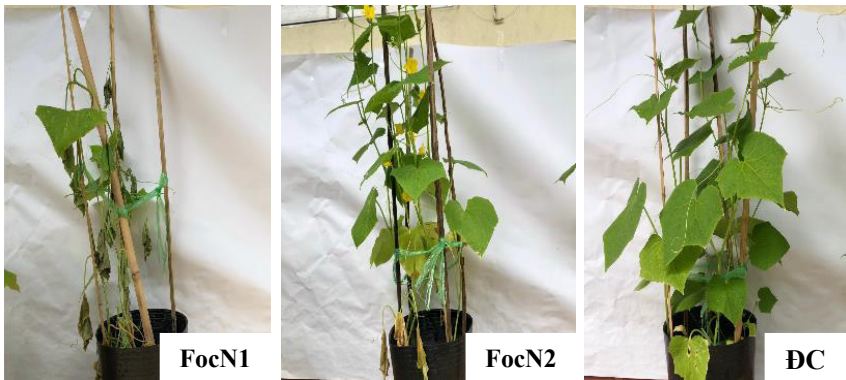
Bảng 1. Trung bình cấp độ bệnh của hai dòng nấm *Fusarium oxysporum*

Dòng nấm	Trung bình cấp độ bệnh			
	14 NSLB	18 NSLB	22 NSLB	26 NSLB
FocN1	0,4	1,6	3,2	3,7 ^a
FocN2	1,1	1,6	2,0	2,5 ^b
Mức ý nghĩa	ns	ns	ns	**
CV (%)	21,8	27,8	10,6	3,9

Ghi chú: Các số trong cùng một cột theo sau bằng một hoặc nhiều kí tự giống nhau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1%, theo phép thử Duncan (**), ns: không có khác biệt giữa các nghiệm thức. NSLB: ngày sau lây bệnh.

Nhìn chung, hai dòng nấm gây bệnh héo rũ trên cây dưa leo thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về cấp độ bệnh ở mức 1%. Tại thời điểm 26 ngày sau lây bệnh (NSLB), dòng FocN1 gây cấp độ bệnh trung bình cao hơn 1,5 lần so với dòng FocN2. Dựa trên mức độ gây

bệnh cao và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%, dòng FocN1 được lựa chọn làm nguồn vật liệu cho các thí nghiệm tiếp theo nhằm nghiên cứu các biện pháp phòng trừ bệnh héo rũ trên cây dưa leo (Hình 3).

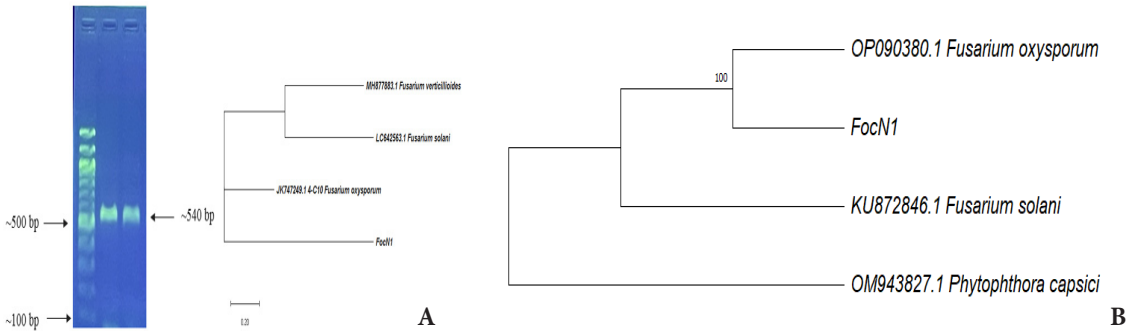


Hình 3. Triệu chứng héo rũ trên dưa leo được 26 NSLB

Ghi chú: (FocN1 phân lập tại xã Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long; FocN2 phân lập tại xã Mỹ Thuận, tỉnh Vĩnh Long; ĐC: đối chứng).

Kết quả điện di của dòng nấm ký hiệu FocN1 gây bệnh héo rũ trên dưa leo dựa vào sản phẩm PCR cho thấy trọng lượng phân tử khoảng 540 bp (Hình 4A) được khuếch đại với cặp mồi ITS1 và ITS4. Trình tự vùng gen ITS của chủng nấm ký hiệu FocN1 cũng được so sánh với các trình tự đã công bố trên GenBank và cho thấy mức độ tương đồng 96,11% với loài *Fusarium oxysporum*. Ngoài ra, dựa vào cây phát sinh loài tại Hình 4B, chủng nấm với ký hiệu FocN1 có quan hệ gần gũi với loài *Fusarium*

oxysporum. Như vậy, kết hợp kết quả phân lập, kiểm chứng theo quy tắc Koch và định danh bằng kỹ thuật sinh học phân tử, kết luận rằng tác nhân gây bệnh héo rũ trên cây dưa leo là *F. oxysporum*, với chủng đại diện được ký hiệu là focN1 (Hình 4B). Kết quả này cung cấp nguồn vật liệu quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm tuyển chọn các chủng vi khuẩn vùng rễ có khả năng đối kháng cao, góp phần phát triển biện pháp phòng trừ sinh học bệnh héo rũ trên cây dưa leo đạt hiệu quả.

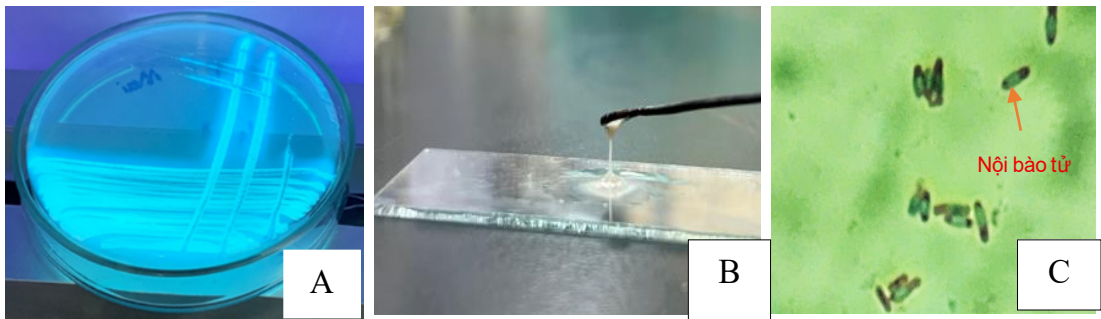


Hình 4. (A) Kết quả điện di sản phẩm PCR (Giếng M: GeneRuler 100 bp DNA Ladder (Thermo Scientific); Giếng 1, 2: Dòng nấm FocN1); (B) Cây phân loại của chủng nấm *Fusarium* FocN1 với hệ số bootstrap 1.000 lần

3.2. Tuyển chọn vi khuẩn vùng rễ đối kháng với nấm *Fusarium oxysporum* gây héo rũ trên dưa leo

Từ những mẫu đất thu được trên các ruộng dưa leo ở các tỉnh Vĩnh Long, Đồng Tháp, An Giang, Cần Thơ, kết quả phân lập được 118 dòng vi khuẩn vùng rễ, trong đó 90 dòng vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Bacillus* chiếm tỷ lệ 76,27%, 15 dòng vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Pseudomonas* phát huỳnh quang chiếm tỷ lệ 12,71% và 13 dòng vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Pseudomonas* không phát huỳnh quang chiếm tỷ lệ 11,02%.

Kết quả đánh giá nhanh khả năng đối kháng của 118 dòng vi khuẩn vùng rễ cho thấy có 29 dòng vi khuẩn vùng rễ thể hiện khả năng đối kháng với nấm *Fusarium oxysporum* FocN1, trong đó bao gồm: 2 dòng *Pseudomonas* phát huỳnh quang, 5 dòng *Pseudomonas* không phát huỳnh quang và 22 dòng *Bacillus*. Qua đó, chọn được 14 dòng vi khuẩn đều thuộc *Bacillus* có bán kính vô khuẩn trung bình từ 2,0 đến 4,9 mm, gồm các dòng vi khuẩn được ký hiệu: B2, B11, B13, B18, B31, B54, B56, B57, B59, B64, B73, B87, B93, B103 ở hai thời điểm 5 và 7 NSBT với hiệu suất đối kháng trên 40%.



Hình 5. Một số đặc điểm vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Pseudomonas* và chi *Bacillus*

Ghi chú: (A) Vi khuẩn *Pseudomonas* phát huỳnh quang dưới UV (365 nm); (B) Vi khuẩn Gram âm tạo nhớt với dung dịch KOH 3%; (C) Vi khuẩn *Bacillus* sp. hình thành nội bào tử dưới vật kính 100×.

Mười bốn dòng vi khuẩn được lựa chọn từ thí nghiệm sàng lọc sơ bộ, với hiệu suất đối kháng lớn hơn 40%, đã được sử dụng để đánh giá chi tiết khả năng đối kháng nấm *Fusarium oxysporum* FocN1. Kết quả trình bày ở bảng 2 cho thấy, bán kính vòng vô khuẩn và hiệu suất đối kháng của 14 dòng vi khuẩn vùng rễ khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%, phản ánh sự khác nhau về khả năng ức chế sự sinh trưởng của nấm gây bệnh giữa các chủng vi khuẩn khảo sát. Vào thời điểm 9 NSBT, bán kính vòng vô khuẩn của các dòng *Bacillus* B11, B13 và B18 lần lượt là 2,1 mm, 8,6 mm và 4,9 mm, và hiệu suất đối kháng lần lượt là 65,5%; 75,9% và 45,8%, thể hiện khác biệt với các dòng vi khuẩn còn lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy các dòng vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Bacillus* có tiềm năng cao trong việc ức chế tác nhân gây bệnh *Fusarium oxysporum* FocN1.

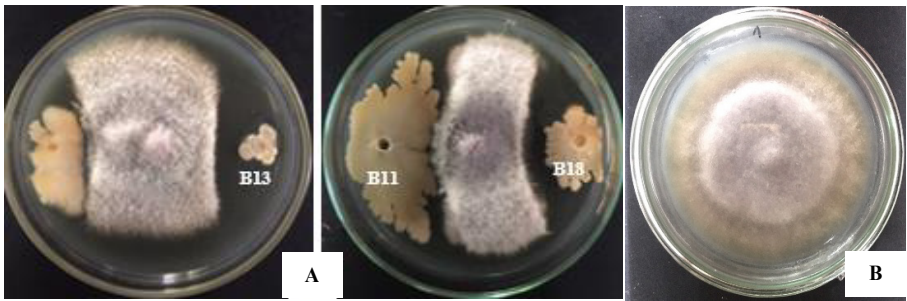
Kết quả này phù hợp với nhiều công bố trước đây, trong đó các loài thuộc chi *Bacillus* đã được chứng minh có khả năng đối kháng với nhiều tác nhân gây bệnh thực vật quan trọng như *Fusarium*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium* spp. và *Phytophthora* spp. Cơ chế đối kháng chủ yếu của chi *Bacillus* được cho là liên quan đến khả năng sinh tổng hợp các hợp chất kháng sinh và các chất chuyển hóa thứ cấp có hoạt tính kháng vi sinh vật, góp phần ức chế sự sinh trưởng và phát triển của nhiều loài nấm và vi khuẩn gây bệnh trên cây trồng (Alqahtani, 2025). Thực vậy, nhiều loài hoặc chủng *Bacillus* spp. được chứng minh là sản sinh kháng

sinh và enzyme, với hơn 60 dạng chất kháng sinh khác nhau đã được xác định (Zhang *et al.*, 2025). Vì vậy, dựa trên các cơ sở thực nghiệm, chi *Bacillus* là một trong những nhóm vi sinh vật vùng rễ thể hiện vai trò trong quản lý bệnh cây. Do đó, 3 dòng vi khuẩn thuộc chi *Bacillus* với ký hiệu B11, B13 và B18 được chọn để áp dụng phòng trừ bệnh héo rũ trong điều kiện nhà lưới.

Bảng 2. Bán kính vô khuẩn và hiệu suất đối kháng của 14 dòng vi khuẩn vùng rễ ức chế nấm *Fusarium oxysporum* FocN1

Dòng vi khuẩn	Bán kính vô khuẩn (mm)		Hiệu suất đối kháng (%)	
	5 NSBT	9 NSBT	5 NSBT	9 NSBT
B2	4,3 ^c	2,6 ^{bcd}	30,6 ^b	52,9 ^{bc}
B11	4,4 ^c	2,1 ^{bcd}	41,8 ^a	65,5 ^{ab}
B13	7,6 ^{abc}	8,6 ^a	28,6 ^{bc}	75,9 ^a
B18	10,5 ^a	4,9 ^{abc}	24,5 ^{bcd}	45,8 ^{cde}
B31	10,0 ^{ab}	1,3 ^d	15,8 ^d	27,6 ^f
B54	6,5 ^{abc}	4,1 ^b	26,0 ^{bcd}	45,8 ^{cde}
B56	6,5 ^{abc}	4,0 ^{bc}	27,6 ^{bc}	46,8 ^{cde}
B57	5,6 ^c	2,3 ^{bcd}	19,9 ^{cd}	47,4 ^{cde}
B59	4,3 ^c	2,1 ^{bcd}	31,1 ^b	49,0 ^{cd}
B64	5,5 ^c	2,8 ^{bcd}	24,5 ^{bcd}	44,5 ^{cde}
B73	6,0 ^{bc}	3,9 ^{bc}	32,1 ^b	50,3 ^{cd}
B87	7,1 ^{abc}	1,8 ^{bcd}	16,8 ^d	31,5 ^{ef}
B93	7,8 ^{abc}	2,8 ^{bcd}	16,8 ^d	35,7 ^{def}
B103	6,8 ^{abc}	3,5 ^{bcd}	22,5 ^{bcd}	40,3 ^{def}
Mức ý nghĩa	*	**	**	**
CV (%)	39,06	41,56	24,19	20,24

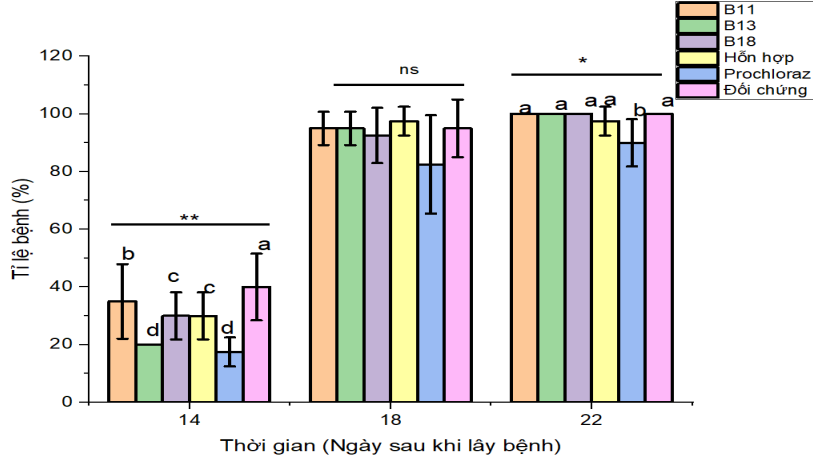
Ghi chú: Các số trung bình trong cùng một cột theo sau bằng một hoặc nhiều ký tự giống nhau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 5%, 1%, theo phép thử Duncan; (**) khác biệt ở mức ý nghĩa 1%, (*) khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.



Hình 6. Hiệu quả đối kháng của các dòng vi khuẩn vùng rễ triển vọng đối với nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 ở thời điểm 9 NSBT

Trong điều kiện nhà lưới, về tỷ lệ bệnh ở các thời điểm, cả bốn nghiệm thức xử lý gồm vi khuẩn vùng rễ *Bacillus* B13, hỗn hợp vi khuẩn vùng rễ và Prochloraz có tỷ lệ bệnh thấp hơn và khác biệt với nghiệm thức đối chứng ở thời điểm 14 ngày sau khi lây bệnh (Hình 7). Trong đó, dòng vi khuẩn nổi bật là *Bacillus* B13 cho thấy bệnh thấp hơn và khác biệt với các nghiệm thức có xử lý vi khuẩn vùng rễ đơn lẻ hay hỗn hợp vi khuẩn vùng rễ. Tuy nhiên, các thời điểm quan sát tiếp theo, các nghiệm thức xử lý tương đương và khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng. Nguyên nhân dẫn đến có thể liên quan đến nhiều yếu tố như sự tương tác giữa cây trồng và mầm bệnh, các điều kiện môi trường như nhiệt độ, ẩm độ, pH sẽ ảnh hưởng đến khả năng sống sót và mật số của các dòng vi khuẩn vùng rễ, từ đó ảnh hưởng đến hiệu quả không ngăn chặn được bệnh ở các giai đoạn sau. Ngoài ra, bản chất

nấm *Fusarium oxysporum* có khả năng xâm nhiễm và định vị trong mạch gỗ cây dưa leo. Tuy nhiên, các dòng vi khuẩn vùng rễ lại phân lập bên ngoài vùng rễ cây dưa leo, có thể rất khó kiểm soát khi nấm đã xâm nhiễm vào bên trong mạch gỗ cây dưa leo. Chính vì vậy, cần cải thiện bằng cách tối ưu hóa mật độ vi khuẩn nhằm nâng cao hiệu quả phòng trị bệnh héo rũ. Từ kết quả so sánh, các dòng vi khuẩn vùng rễ khác nhau tiếp tục chọn dòng vi khuẩn *Bacillus* B13 đã thể hiện hiệu quả khác biệt vào thời điểm 14 ngày sau khi lây bệnh. Giả thuyết đặt ra là mật số vi khuẩn sẽ ảnh hưởng đến kết quả phòng trừ nấm *Fusarium oxysporum* FocN1. Vì vậy, dòng vi khuẩn vùng rễ *Bacillus* B13 được chọn là dòng vi khuẩn có tiềm năng trong việc tối ưu mật số khác nhau (1×10^5 CFU/g, 2×10^5 CFU/g, 5×10^5 CFU/g và 1×10^6 CFU/g) để phòng trừ nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 trong điều kiện nhà lưới.



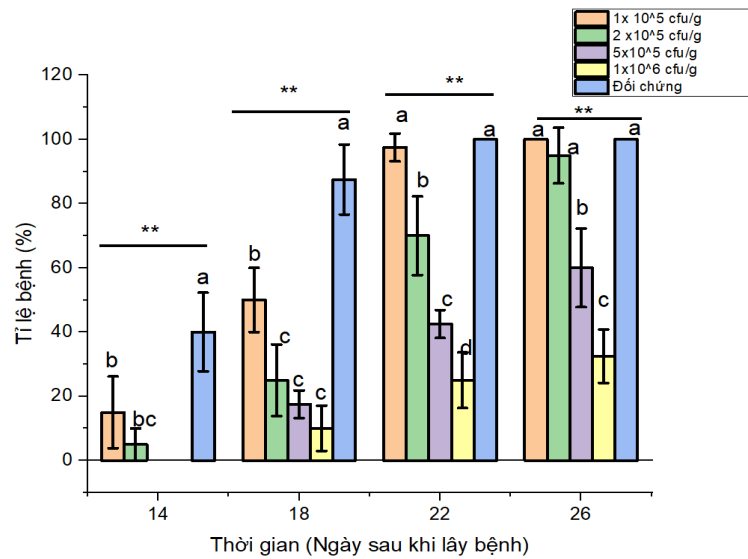
Hình 7. Hiệu quả phòng bệnh héo rũ trên dưa leo do nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 của các chủng vi khuẩn *Bacillus* spp. trong điều kiện nhà lưới

Kết quả về việc tối ưu mật độ vi khuẩn *Bacillus* B13 tương ứng các mật số 1×10^5 CFU/g, 2×10^5 CFU/g, 5×10^5 CFU/g và 1×10^6 CFU/g tại hình 8 đều thể hiện hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ ở các mức độ khác nhau. Trong đó, mật số 1×10^6 CFU/g có tỷ lệ bệnh thấp nhất, khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê so với nghiệm thức xử lý vi khuẩn ở mật số 1×10^5 CFU/g, 2×10^5 CFU/g. Tuy nhiên, mật số 1×10^5 CFU/g khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng không xử lý ở thời điểm 22 và 26 NSLB. Bên cạnh đó, mật số 2×10^5 CFU/g cũng không thể hiện hiệu quả phòng trừ vào thời điểm 26 NSLB vì không khác biệt ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng. Qua kết quả này nhận thấy giả thuyết mật độ vi khuẩn vùng rễ là yếu tố góp phần thành công trong phòng trừ bệnh héo rũ. Rõ ràng, kết quả nâng mật số vi khuẩn lên gấp 2,5 lần so với thí nghiệm đầu tiên (tương ứng mật số 5×10^5 CFU/g) có hiệu quả đến 22 NSLB. Đặc biệt tăng mật số vi khuẩn tăng lên gấp 5 lần so với thí nghiệm đầu tiên (tương ứng mật số

10×10^5 CFU/g) đã thấy rõ hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ cây dưa leo kéo dài đến 26 NSLB so với các mật số khác và khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng không xử lý. Điều này chứng tỏ mật số vi khuẩn là yếu tố quan trọng góp phần ngăn chặn nấm *Fusarium oxysporum* Foc N1 trước khi xâm nhiễm vào rễ cây. Ngược lại, mật số thấp hơn có hiệu quả khác biệt ở giai đoạn sớm và giảm dần hiệu quả đến các giai đoạn sau. Tương tự, nghiên cứu của Sun và cộng sự (2023) đã ghi nhận hiệu quả của chủng *Bacillus velezensis* BVE7 trên cây đậu nành phòng trừ bệnh thối rễ hay héo rũ đậu nành do *Fusarium oxysporum*. Nhóm nghiên cứu đã áp dụng mật số khác nhau tương ứng với thể tích tưới *Bacillus velezensis* BVE7 vào cây đậu lần lượt là 0,5 mL/cây, 1,0 mL/cây và 1,5 mL/cây với hiệu quả phòng trừ tương ứng là 68,3%, 71,2% và 75,1%. Chứng tỏ rằng mật số vi khuẩn cũng liên quan đến hiệu quả phòng trừ nấm *Fusarium oxysporum*. Như vậy, kết quả này đã khẳng định *Bacillus* B13 ở mật số 10×10^5 CFU/g

mang lại hiệu quả phòng bệnh héo rũ khoảng 65% là mật số tiềm năng trong việc nghiên cứu và áp dụng

dòng vi khuẩn *Bacillus* B13 phòng trừ bệnh héo rũ cây dưa leo ở điều kiện đồng ruộng.



Hình 8. Ảnh hưởng của mật số sử dụng đến hiệu quả kiểm soát bệnh héo rũ trên dưa leo do nấm *F. oxysporum* của dòng vi khuẩn *Bacillus* B13

IV. KẾT LUẬN

Fusarium oxysporum được xác định là tác nhân gây bệnh héo rũ cây dưa leo với đặc điểm khuẩn lạc màu trắng mịn đan vào nhau, mặt dưới thường có sắc tố tím, hình thành tiểu bào tử và đại bào tử. Mẫu bệnh được thu thập tại xã Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long. Ngoài ra, nghiên cứu đã phân lập được 118 dòng vi khuẩn vùng rễ cây dưa leo tại Vĩnh Long, Cần Thơ, Đồng Tháp, An Giang. Qua kết quả sàng lọc, ba dòng vi khuẩn vùng rễ *Bacillus* với ký hiệu B11, B13 và B18 ức nấm *Fusarium oxysporum* Foc N1 được xác định với hiệu suất đối kháng lần lượt là 65,5%, 75,9% và 45,8% trong điều kiện *in vitro*. Dòng vi khuẩn *Bacillus* B13 ở mật số 1×10^6 CFU/g đất thể hiện hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ do nấm *Fusarium oxysporum* FocN1 cao trong điều kiện nhà lưới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Cao Thị Thùy Trang, Lê Vinh Thúc, Lý Ngọc Thanh Xuân, Trần Ngọc Hữu, Nguyễn Ngọc Khương, 2021. Phân lập, định danh và đánh giá khả năng gây hại của các chủng nấm *Fusarium* spp. gây bệnh héo rũ trên mè (*Sesamum indicum* L.) tại huyện Châu Phú, tỉnh An Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 17: 1859-1867.

Agrios G.N., 2005. *Plant pathology*, 5th edition. San Diego, California: Elsevier Academic Press, 948 p.

Alqahtani F.S., 2025. The utilization of microorganisms for biological control of soil-borne plant pathogens: a sustainable strategy for managing plant diseases-a comprehensive review. *Journal of Plant Pathology*, 107: 1-25.

Bardin M. & Pugliese M., 2020. Biocontrol agents against diseases. In *Integrated pest and disease management in greenhouse crops*, Cham: Springer International Publishing. pp. 385-407.

Burgess L.W., Knight T.E., Tesoriero L., Phan H.T., 2008. *Diagnostic manual for plant diseases in Vietnam*. ACIAR: Canberra, 210 p.

Doyle J.J. & Doyle J.L., 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical bulletin*, 19 (1): 11-15.

Dimkić I., Janakiev T., Petrović M., Degraasi G., Fira D., 2022. Plant-associated *Bacillus* and *Pseudomonas* antimicrobial activities in plant disease suppression via biological control mechanisms - A review. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 117: 101754.

Dobrzyński J. & Jakubowska Z., 2025. *Pseudomonas* protegens as a biocontrol agent against phytopathogenic fungi-mini review. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 41 (11): 1-10.

Egel D. S. & Martyn R.D., 2007. *Fusarium* wilt of watermelon and other cucurbits. *The Plant Health Instructor*, 10: 1094.

Kloepper J.W., 1992. *Plant Growth-promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents*. Marcel Dekker Inc, pp. 255-274.

Niu Y., Zhu X., Mao C., Qian X., Liu N., Ai J., Liu S. 2026. Phyllosphere *Bacillus subtilis* Strain L-1 Enhances Resistance of Mango Leaves to *Colletotrichum* Infection. *Microorganisms*, 14 (4): 906.

Leslie J.F., Summerell B.A., Bullock S., 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*, 2 (10). Ames, IA: Blackwell Publishing, 338 pp.

Schaad N.W., Jones J.B., Chun W., 2001. *Laboratory Guide for the Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. The American Phytopathological Society, 409 pp.

Shreshtha K., Prakash A., Pandey P.K., Pal A.K., Singh J., Tripathi P., Tripathi V., 2025. Isolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria from cacti root under drought condition. *Current Research in Microbial*

Sciences, 8: 100319. doi: 10.1016/j.crmicr.2024.100319.

Shahid S., Choudhary H., Jat G.S., 2023. *Fusarium* wilt-A major problem in cucurbits. *Agroscience Today*, 4 (3): 0570-0572.

Solórzano R., Ramírez Magaña H.A., Johnson L., Ureta Sierra C., Cruz J., 2025. Current progress in microbial biocontrol of banana *Fusarium* wilt: A systematic review. *Agronomy*, 15 (3): 619.

Sun L., Wang W., Zhang X., Gao Z., Cai S., Wang S., Li Y., 2023. *Bacillus velezensis* BVE7 as a promising agent for biocontrol of soybean root rot caused by *Fusarium oxysporum*. *Frontiers in Microbiology*, 14: 1275986.

Tziros G.T., Lagopodi A.L., Tzavella-Klonari K., 2007. Reduction of *Fusarium* wilt in watermelon by *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 and *P. fluorescens* WCS365. *Phytopathologia mediterranea*, 46 (3): 320-323.

Zhang J., Yang X., Qiu J., Zhang W., Yang J., Han J., Ni L., 2025. The characterization, biological activities, and

potential applications of the antimicrobial peptides derived from *Bacillus* spp.: a comprehensive review. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 17 (3): 1624-1647.

Vasić T., Živković S., Filipović S., Mitra D., Jevremović D., 2025. *Fusarium oxysporum*, the cause of *Fusarium* wilt on cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Serbia. *Biologica Nyssana*, 16 (1): 8 pp.

Vincent, J. M., 1947. Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors. *Nature*, 159 (4051): 850-850.

Vlassak K., Van Holm L., Duchateau L., Vanderleyden J., De Mot R., 1992. Isolation and characterization of fluorescent *Pseudomonas* associated with the roots of rice and banana grown in Sri Lanka. *Plant and Soil*, 145 (1): 51-63.

Wang W. & Long Y., 2023. A review of biocontrol agents in controlling late blight of potatoes and tomatoes caused by *Phytophthora infestans* and the underlying mechanisms. *Pest Management Science*, 79 (12): 4715-4725.

Screening of fluorescent *Pseudomonas* and *Bacillus* genus for preventing vascular wilt caused by *Fusarium oxysporum* on cucumber

Doan Thi Kieu Tien, La Thuy Dung, Neáng Chanh Dy, Nguyen Thi Thu Nga

Abstract

This study was conducted to screen rhizobacterial isolates belonging to the genera *Bacillus* and fluorescent *Pseudomonas* for the management of *Fusarium* wilt of cucumber under greenhouse conditions. *Fusarium oxysporum* was identified as the causative agent of wilt disease on cucumber plants based on morphological characteristics such as interwoven white colonies, often with purple pigmentation on the underside, and the formation of microspores and macrospores. In addition, the fungal sample labelled FocN1 showed 96.11% compatibility antagonist *Fusarium oxysporum* through ITS region sequencing. The *Fusarium oxysporum* FocN1 strain, isolated in Tra On ward, Vinh Long province, was selected as a virulent strain on cucumber plants under greenhouse conditions. Out of 118 rhizobacterial isolates isolated around the cucurbit rhizosphere, 90 belonged to *Bacillus* (76.27%) and 15 were identified as fluorescent *Pseudomonas* (12.71%). Screening of rhizobacterial isolates for antagonistic activity against *F. oxysporum* under *in vitro* conditions identified three *Bacillus* isolates, designated B11, B13, and B18, which inhibited mycelial growth of the pathogen with antagonistic efficiencies of 65.5%, 75.9%, and 45.8%, respectively. Under greenhouse conditions, all three isolates significantly reduced disease incidence during the early stages following pathogen inoculation compared with the untreated control. Among them, *Bacillus* isolate B13 applied at a density of 10⁶ CFU/ g soil provided the highest level of disease reduction, about 65%.

Keywords: *Bacillus*, *Fusarium oxysporum*, fluorescent *Pseudomonas*, plant growth promoting rhizobacteria, vascular wilt

Ngày nhận bài: 06/5/2026

Ngày duyệt đăng: 11/6/2026

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Bảo Quốc, TS. Võ Thị Ngọc Hà

Ngày phản biện: 07/5/2026

XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH ĐỐI KHÁNG NẤM *Fusarium oxysporum* CỦA MỘT SỐ CHỦNG VI KHUẨN VÙNG RỄ CÂY RAU CẢI (*Brassica* sp.)

Trịnh Thị Huyền Trang^{1*}, Nguyễn Ngô Khánh Trinh²

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tuyển chọn và đánh giá khả năng đối kháng nấm *Fusarium oxysporum* của các chủng vi khuẩn vùng rễ cây rau cải. Từ 63 chủng vi khuẩn phân lập từ vùng rễ cây rau cải đã xác định được hai chủng ký hiệu RB.HP41 và RB.HP61 thể hiện hoạt tính đối kháng mạnh nhất với tỷ lệ ức chế sinh trưởng tàn nấm đạt 45,83%. Cả hai chủng vi khuẩn nghiên cứu đều có khả năng sinh tổng hợp các enzyme chitinase, protease và β-glucanase với hoạt tính enzyme đạt lần lượt 4,260 U/mL và 5,947 U/mL đối với chitinase, 0,105 U/mL và 0,171 U/mL đối với protease và 5,798 U/mL

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Đại học Tây Nguyên; ² Lớp Cao học Sinh học thực nghiệm K2025, Đại học Tây Nguyên
 *Tác giả liên hệ, email: tthtrang@tn.edu.vn