

2013. Actinobacteria as promising biofactories for antimicrobial compounds. *Marine Drugs*, 11 (1): 52-72.
- Palaniyandi S.A., Yang S.H., Zhang L., Suh J.W., 2013. Effects of actinobacteria on plant disease suppression and growth promotion. *Apply Microbiology Biotechnology*, 97: 9621-9636.
- Rahman M.A., Islam M.Z., Islam M.A., 2019. Antimicrobial activity of Streptomyces species against phytopathogenic bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 126 (3): 762-773.
- Sathya A., Vijayabharathi R., Gopalakrishnan S., 2017. Plant growth-promoting actinobacteria: A new strategy for enhancing sustainable agriculture and combating soil-borne pathogens. *Microbiological Research*, 206: 125-133.
- Wang G., Tian T., Meng J., Xiao X., Xiao Y., 2020. First report of *Fusarium incarnatum* causing rot disease on lotus in China. *Journal of Plant Pathology*, 102 (2): 595-595.
- Yin X., Li X., Yin J., Wu X., 2016. First report of *Phytophthora helicoides* causing rhizome rot of Asian lotus in China. *Plant Disease*, 100 (2): 532.
- Zhang Q., Huang L., Liu Y., Ai Y., Peng D., 2018. First report of leaf spot of lotus (*Nelumbo nucifera*) caused by *Nigrospora oryzae* in China. *Plant Disease*, 102 (5): 1038-1038.

Evaluation of antibacterial activity of actinomycetes isolates on *Erwinia chrysanthemi* causing flower soft rot disease on Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn)

Le Minh Tuong, Vo Thi Nhu Huynh, Pham Quoc Thai, Le Minh, Nguyen Van Tap, Dinh Hoang Kha

Abstract

The research was conducted in the laboratory of Plant Protection Faculty, College of Agriculture, Can Tho University to screen actinomycetes ability to control flower soft rot disease on Lotus by *Erwinia chrysanthemi*. The antagonistic ability of 20 actinomycetes isolates on *Erwinia chrysanthemi* was tested in the laboratory condition with 5 replications. The results found that 5 isolates (UMT-82, UMT-14, UMT-16, UMT-128 and TG-55) have the highest antagonistic ability with the radiuses of inhibition zones reaches 5.58 mm; 5.52 mm; 5.50 mm; 5.47 mm and 5.32 mm respectively at 4 days after inoculation. The ability to inhibit bacterial population growth using suspensions and extracts of 5 isolates (UMT-82, UMT-14, UMT-16, UMT-128 and TG-55) was also tested under laboratory conditions with 5 replicates. The results showed that the suspension of CL-TG18 isolate had the greatest inhibition of *E. chrysanthemi* density with 7.920 (CFU/mL) at 48 hours after testing. The research should be tested in the net house condition to develop the measures to control flower rot disease on lotus.

Keywords: Actinomycetes, *Erwinia chrysanthemi*, *Nelumbo nucifera*, flower soft rot disease

Ngày nhận bài: 05/5/2026

Người phản biện: GS.TS. Nguyễn Văn Tuất, TS. Nguyễn Thế Hình

Ngày duyệt đăng: 11/6/2026

Ngày phản biện: 07/5/2026

TUYỂN CHỌN VÀ ĐỊNH DANH VI KHUẨN ĐỐI KHÁNG PHÂN LẬP TỪ ĐẤT RUỘNG TỈNH AN GIANG CÓ KHẢ NĂNG PHÒNG TRỊ BỆNH THỐI HẠT LÚA DO VI KHUẨN *Burkholderia glumae*

Phạm Thiết Trình¹, Thái Trần Anh Thu¹, Nguyễn Đắc Khoa^{1*}

TÓM TẮT

Thối hạt do vi khuẩn *Burkholderia glumae* là bệnh quan trọng ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng lúa gạo. Nghiên cứu này tuyển chọn và định danh vi khuẩn đối kháng bản địa phân lập từ đất ruộng ở Xã Bình Mỹ và Phường Châu Đốc của Tỉnh An Giang có khả năng giúp giảm bệnh thối hạt lúa. Có 8/27 chủng vi khuẩn ức chế mầm bệnh *B. glumae* trên đĩa thạch. Chủng BM-15 được chọn để khảo sát khả năng giúp giảm bệnh thối hạt do có khả năng đối kháng mạnh nhất và kích thích quá trình nảy mầm và phát triển của hạt giống sau khi được ngâm với huyền phù vi khuẩn. Ba mật độ 10^3 , 10^5 và 10^7 CFU/mL của huyền phù vi khuẩn BM-15 được dùng để khảo sát trong điều kiện nhà lưới bằng ba biện pháp xử lý gồm tưới vào đất 1 ngày trước khi gieo, ngâm hạt lúa giống 2 giờ trước khi gieo và phun lên bông lúa 24 giờ trước khi lấy bệnh. Tỷ lệ hạt bệnh được ghi nhận ở thời điểm 5, 10 và 15 ngày sau lấy bệnh (NSLB). Tất cả các nghiệm thức xử lý hạt với chủng vi khuẩn BM-15 đều cho thấy bệnh giảm đáng kể so với đối chứng không xử lý. Vi khuẩn BM-15 đối kháng với mầm bệnh bằng cơ chế cạnh tranh sắt nhờ khả năng tổng hợp ra hợp chất hút sắt siderophore. Ngoài ra, vi khuẩn BM-15 còn có khả năng kích thích cây lúa tăng trưởng do sinh ra chất indole-3-acetic acid (IAA). Kết quả định danh vi khuẩn bằng kỹ thuật giải trình tự gen 16S rRNA kết hợp với các khảo sát sinh hóa cho thấy BM-15 là vi khuẩn *Bacillus subtilis*.

Từ khóa: *Bacillus subtilis*, *Burkholderia glumae*, lúa, *Oryza sativa*, thối hạt, vi khuẩn đối kháng

¹ Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ

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

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa (*Oryza sativa* L.) là cây lương thực chính trên thế giới. Việt Nam là quốc gia sản xuất lúa gạo hàng đầu. Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng sản xuất lúa trọng điểm của cả nước, đóng góp hơn 50% sản lượng lúa gạo (Tổng cục Thống kê, 2020). Trong đó, tỉnh An Giang có khoảng 1,3 triệu ha diện tích canh tác lúa và sản lượng đạt gần 6,5 triệu tấn, đóng góp khoảng 16% tổng sản lượng của vùng (Cổng thông tin điện tử An Giang, 2025). Năng suất lúa gạo trên thế giới và cũng như ở Việt Nam đối mặt với nhiều loại bệnh hại quan trọng, trong đó có bệnh thối hạt lúa (Azzahra *et al.*, 2024). Bệnh thối hạt lúa do vi khuẩn *Burkholderia glumae* được ghi nhận lần đầu tiên tại Nhật Bản vào năm 1956, sau đó lan rộng đến hơn 20 quốc gia trên thế giới (Ham *et al.*, 2011). Tại Việt Nam, bệnh được ghi nhận đầu tiên vào năm 1991 và lây lan trên khoảng 100.000 ha tại nhiều nơi. Bệnh gây thối và nặng hơn là lép hạt lúa dẫn đến thiệt hại năng suất ước tính lên đến 75% (Trung *et al.*, 1993). Ngoài ra, bệnh có khả năng lây truyền qua hạt giống gây ảnh hưởng đến tỷ lệ nảy mầm và phát triển của hạt lúa (Tsushima, 1996). Dưới tác động của biến đổi khí hậu, mức độ gây hại do *B. glumae* có xu hướng tăng; khi nhiệt độ tăng lên 1°C có thể làm giảm đáng kể năng suất và chất lượng hạt (Shew *et al.*, 2019). Vùng ĐBSCL với đặc trưng khí hậu nóng ẩm và chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (Phuong *et al.*, 2024), tạo điều kiện thuận lợi cho bệnh thối hạt do *B. glumae* gây thất thoát năng suất lúa gạo. Hiện nay, việc quản lý bệnh thối hạt chủ yếu dựa vào các biện pháp hóa học như sử dụng axit oxolinic. Tuy nhiên, việc sử dụng lâu dài và quá liều dẫn đến phát sinh các chủng vi khuẩn *B. glumae* kháng thuốc (Maeda *et al.*, 2006). Ngoài ra, thuốc hóa học gây ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe con người (Ahmad *et al.*, 2024). Trước những hạn chế này, biện pháp phòng trừ sinh học đang được quan tâm, trong đó, vi khuẩn đối kháng bản địa được xem là giải pháp phòng trừ bệnh thân thiện với môi trường và bền vững (Bonaterra *et al.*, 2022). Nhiều nghiên cứu ghi nhận được khả năng kiểm soát bệnh thối hạt lúa của các chủng vi khuẩn như *Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus*, *Pantoea dispersa* BB1 (Akimoto-Tomiyama, 2021; Kouzai *et al.*, 2022) và các chủng *Bacillus* vùng rễ như *B. methylotrophicus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. oryzae* (Chung *et al.*, 2015). Bên cạnh ức chế mầm bệnh, một số chủng vi khuẩn đối kháng có khả năng kích thích sinh trưởng và giúp gia tăng năng suất lúa như *B. velezensis* (Perea-Molina *et al.*, 2022) và chế phẩm dạng bột chứa *Streptomyces* (Suárez-Moreno *et al.*, 2019; Ngaliemat *et al.*, 2021; Ngaliemat *et al.*, 2022). Xuất phát từ thực tiễn đó, đề tài này được thực hiện nhằm tuyển chọn các chủng vi khuẩn đối kháng bản địa tại tỉnh An Giang, là địa phương sản xuất lúa chủ đạo của ĐBSCL, có khả năng

phòng trừ sinh học bệnh thối hạt lúa. Kết quả nghiên cứu là tiền đề cho sản xuất chế phẩm sinh học góp phần giúp giảm thiệt hại năng suất lúa do bệnh thối hạt, giảm phụ thuộc vào thuốc hóa học, hướng đến mục tiêu canh tác lúa bền vững tại tỉnh An Giang và ĐBSCL.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vi khuẩn *Burkholderia glumae* TL1 (phân lập tại ruộng lúa phường Long Xuyên, tỉnh An Giang) được cung cấp bởi Nhóm Bệnh học Thực vật, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ.

Chủng vi khuẩn BM-1 (chọn từ 27 chủng vi khuẩn phân lập được từ mẫu đất ruộng lúa thu thập tại xã Bình Mỹ và phường Châu Đốc, tỉnh An Giang)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân lập vi khuẩn đối kháng

Mẫu đất được thu trên các ruộng lúa khỏe hoặc bị bệnh nhẹ thuộc khu vực có xuất hiện bệnh thối hạt, đất được trộn đều và cho vào túi. Trên túi ghi rõ tên địa phương, ngày thu mẫu và mã số mẫu. Các túi chứa mẫu sau đó được chuyển về phòng thí nghiệm để tiến hành phân lập vi khuẩn.

Từ mỗi mẫu đất, 10 g đất cho vào bình tam giác chứa 90 mL nước cất đã tiệt trùng và đặt trên máy lắc ở tốc độ 120 vòng/phút trong 30 phút. Huyền phù được tiến hành pha loãng tuần tự theo hệ số thập phân, 1 mL dịch huyền phù cho vào 9 mL nước cất, cho đến khi đạt các nồng độ pha loãng 10^{-3} , 10^{-4} và 10^{-5} . Tiếp theo, 100 μ L huyền phù ở mỗi nồng độ được trải trên đĩa Petri (đường kính 9 cm) chứa môi trường thạch dinh dưỡng (3 g cao thịt - beef extract), 5 g NaCl, 5 g peptone, 20 g agar và 1.000 mL nước cất), sau đó sử dụng que trải để dàn đều dịch trên bề mặt thạch. Sau 24 giờ ủ, các khuẩn lạc có hình thái khác nhau sẽ được được lựa chọn và làm thuần để sử dụng ở các nội dung nghiên cứu sau (Khoa *et al.*, 2016).

2.2.2. Khảo sát khả năng đối kháng với vi khuẩn *Burkholderia glumae* trên đĩa thạch

Vi khuẩn *Burkholderia glumae* được nuôi cấy trên môi trường thạch King's B (20 g protein peptone, 1,5 g K_2HPO_4 , 1,5 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 15 mL glycerol, 20 g agar và 1.000 mL nước cất) trong 24 giờ ở 37°C, sinh khối vi khuẩn được thu bằng que cấy và chuyển vào ống nghiệm chứa 10 mL dung dịch đệm phosphate để thu được huyền phù vi khuẩn ở mật số 10^8 CFU/mL (OD = 0,3). Sau đó, 50 μ L huyền phù được trải đều trên bề mặt môi trường thạch King's B bằng tăm bông. Tiếp đến, dùng que cấy lấy khuẩn lạc vi khuẩn đất đã phân lập, chấm thành các điểm cách đều nhau trên bề mặt thạch. Sau 48 giờ ủ ở 37°C, ghi nhận vòng ức chế xung quanh khuẩn lạc vi khuẩn đối kháng. Kết quả thí nghiệm này là cơ sở

ban đầu để tuyển chọn các chủng vi khuẩn có hoạt tính đối kháng cho các nghiên cứu tiếp theo.

Sau khi đã chọn được các chủng vi khuẩn tạo vòng ức chế với vi khuẩn *Burkholderia glumae*, loại bỏ các chủng vi khuẩn không tạo được vòng ức chế. Tiến hành khảo sát khả năng đối kháng của huyền phù vi khuẩn đối kháng với vi khuẩn *Burkholderia glumae* bằng phương pháp khuếch tán giếng trên đĩa thạch theo phương pháp của Suárez-Moreno và cộng sự (2019). Các chủng vi khuẩn đối kháng được tuyển chọn từ thí nghiệm đồng nuôi cấy được cấy trên môi trường thạch dinh dưỡng và ủ trong 24 - 48 giờ. Sau đó tiến hành lấy đầy 1 vòng que cấy vi khuẩn và cho vào ống nghiệm chứa 9 mL môi trường dinh dưỡng lỏng (3 g cao thịt (beef extract), 5 g NaCl, 5 g peptone và 1.000 mL nước cất) đã tiệt trùng và ủ trong 48 giờ ở nhiệt độ phòng. Huyền phù vi khuẩn *B. glumae* chuẩn bị tương tự thí nghiệm đồng nuôi cấy. Trên bề mặt môi trường King's B đã được trải đều 50 μ L huyền phù vi khuẩn *B. glumae*, tiến hành tạo các giếng có đường kính 6 mm và bố trí cách đều nhau. Trong đó, mỗi giếng chứa 50 μ L huyền phù vi khuẩn đối kháng và 50 μ L môi trường dinh dưỡng lỏng làm đối chứng. Bán kính vòng ức chế được đo sau 24 giờ ủ ở 37°C.

2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của vi khuẩn đối kháng đến khả năng nảy mầm và phát triển của hạt lúa

Hạt lúa OM4900 được xử lý nảy mầm bằng nước ở nhiệt độ 55°C, song song đó loại bỏ các hạt lép lửng. Sau đó, các hạt lúa được ngâm trong nước ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Các chủng vi khuẩn đối kháng được nuôi cấy trong môi trường dinh dưỡng lỏng trong 24 giờ. Các hạt lúa đã xử lý nảy mầm được ngâm với huyền phù vi khuẩn trong 2 giờ. Sau đó, 50 hạt lúa được đặt thành 5 hàng trên giấy Whatman đã được làm ẩm (10 hạt/hàng). Tiếp theo, một tờ giấy Whatman ẩm được đặt trên bề mặt các hạt lúa nhằm cố định vị trí hạt giữa hai tờ giấy, cuộn nhẹ và ủ theo phương thẳng đứng, đảm bảo độ ẩm của cuộn giấy trong quá trình ủ.

Thí nghiệm được thực hiện 3 lần lặp lại. Chiều dài mầm và chiều dài rễ được ghi nhận ở 3, 5, 7 ngày sau khi đặt hạt.

Tỷ lệ nảy mầm được ghi nhận ở ngày 7 sau khi đặt hạt:

$$\text{Tỷ lệ nảy mầm (\%)} = \frac{\text{Tổng số hạt nảy mầm}}{\text{Tổng số hạt quan sát}} \times 100$$

Chỉ số khỏe mạnh là chỉ số tổng quát được tính dựa trên tỷ lệ nảy mầm và tổng chiều dài rễ và mầm ở thời điểm 7 ngày sau khi đặt hạt:

$$\text{Chỉ số nảy mầm (\%)} = (\text{Chiều dài mầm} + \text{Chiều dài rễ}) \times \text{Tỷ lệ nảy mầm}$$

2.2.4. Khảo sát khả năng làm giảm bệnh thối hạt lúa trong điều kiện nhà lưới của vi khuẩn đối kháng

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu

nhien gồm 20 nghiệm thức và 3 lần lặp lại, mỗi chậu lúa tương ứng với 1 lần lặp lại. Chủng vi khuẩn BM-15 được khảo sát ở 3 mật số (10^3 , 10^5 , và 10^7 CFU/mL) bằng 3 biện pháp xử lý gồm tưới vào đất 1 ngày trước gieo, ngâm hạt lúa giống 2 giờ trước khi gieo và phun lên bông lúa 24 giờ trước khi lấy bệnh. Lây bệnh nhân tạo được thực hiện bằng cách phun huyền phù vi khuẩn *B. glumae* ở mật số 10^8 CFU/mL ($OD_{600} = 0,3$) lên bông lúa ở giai đoạn trổ đều (Mizobuchi *et al.*, 2018). Thuốc hóa học Starner 20WP (1 mg/mL) được sử dụng làm đối chứng dương và nước cất được sử dụng làm đối chứng âm. Tỷ lệ hạt bệnh được ghi nhận tại 5, 10 và 15 ngày sau lây bệnh (NSLB) (ghi nhận 5 bông/lấp lại).

$$\text{Tỷ lệ hạt bệnh trên bông (\%)} = \frac{\text{Số hạt bị nhiễm bệnh/bông}}{\text{Tổng số hạt/bông}} \times 100$$

Chỉ số tích lũy bệnh theo thời gian được tính thông qua chỉ số AUDPC (area under the disease progress curve) theo công thức của Shanner và Finney (1977).

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) \times (t_{i+1} - t_i)$$

Trong đó: n : số lần ghi nhận chỉ tiêu; y_i : tỷ lệ hạt bệnh tại lần ghi nhận thứ i ; t_i : thời gian tại lần ghi nhận thứ i .

2.2.5. Khảo sát khả năng sinh siderophore

Chủng BM-15 được nuôi tăng sinh trong môi trường dinh dưỡng lỏng, lắc 200 vòng/phút ở 30°C trong 24 giờ. Huyền phù vi khuẩn (3 μ L) được nhỏ trên môi trường thạch CAS-blue và ủ trong điều kiện tối. Sự thay đổi màu trên môi trường xung quanh khuẩn lạc của vi khuẩn được xác định sau 5 ngày ủ (Hu & Xu, 2011). Thí nghiệm được thực hiện 3 lần lặp lại.

Siderophore do chủng BM-15 sinh ra được định lượng theo phương pháp của Ghosh và cộng sự (2015). Vi khuẩn đã được nuôi cấy trên môi trường thạch dinh dưỡng trong 48 giờ, được nuôi trong môi trường dinh dưỡng lỏng với mật số 10^3 , 10^5 , 10^7 CFU/mL và ủ trong điều kiện lắc với tốc độ 120 vòng/phút ở 30°C trong 60 giờ. Tại các thời điểm 12, 24, 36, 48 và 60 giờ, dịch nuôi cấy vi khuẩn được ly tâm với tốc độ 10.000 vòng/phút trong 15 phút và thu dịch nổi. Sau đó, 1,5 mL dịch nổi được trộn với 1,5 mL dung dịch CAS và độ hấp thụ quang được đo ở bước sóng 630 nm so với đối chứng bao gồm 0,5 mL môi trường dinh dưỡng lỏng nhưng không chứa vi khuẩn và 0,5 mL dung dịch CAS. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần và hàm lượng siderophore trong dịch nổi được tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\text{Phần trăm đơn vị siderophore (psu)} = \frac{A_r - A_s}{A_r} \times 100$$

Trong đó: A_r : Độ hấp thụ của đối chứng ở bước sóng 630 nm (thuốc thử CAS); A_s : Độ hấp thụ của mẫu ở bước sóng 630 nm.

2.2.6. Khảo sát khả năng sinh IAA

Thí nghiệm khảo sát khả năng sinh IAA của chủng vi khuẩn BM-15 được thực hiện theo phương pháp của Glickmann và Dessaux (1995). Chủng BM-15 được nuôi tăng sinh ở ba mật số (10^3 , 10^5 , 10^7 CFU/mL), sau đó được nuôi trong môi trường dinh dưỡng lỏng có bổ sung tryptophan ở nồng độ 0,1 g/L, được đặt trên máy lắc ở nhiệt độ phòng trong điều kiện tối. Huyền phù vi khuẩn (2 mL) được ly tâm ở 12.000 vòng/phút trong 10 phút để loại bỏ tế bào và thu dịch nổi. Sau đó, 1,5 mL dịch nổi được trộn với 1,5 mL thuốc thử Salkowski R2 (0,45 g $FeCl_3$, 100 mL H_2SO_4 10,8 M). Hỗn hợp được ủ ở nhiệt độ phòng 25 phút và ở điều kiện tối. Hàm lượng IAA được xác định bằng cách đo độ hấp thụ quang của dung dịch ở bước sóng 530 nm; mẫu blank gồm môi trường dinh dưỡng lỏng có bổ sung tryptophan 0,1 g/L và thuốc thử Salkowski R2. Hàm lượng IAA được khảo sát ở 2, 4, 6, 8 ngày sau khi nuôi trong môi trường dinh dưỡng lỏng có bổ sung tryptophan 0,1 g/L. Thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại.

2.2.7. Định danh chủng vi khuẩn BM-15

a) Giải trình tự vùng gene 16S rRNA

Chủng vi khuẩn BM-15 được định danh bằng kỹ thuật sinh học phân tử. Gene 16S rRNA của BM-15 được giải trình tự tại Công ty Cổ phần Phù Sa Genomics, Việt Nam. Mức độ tương đồng của chủng BM-15 được so sánh với các trình tự 16S rRNA trên GeneBank thuộc NCBI (National Center for Biotechnology Information) bằng công cụ BLASTN (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Cây phát sinh chủng loại được xây dựng dựa trên trình tự 16S rRNA bằng phương pháp UPMA (Unweighted pair group method with arithmetic mean) trên phần mềm MEGA 12 (Kumar *et al.*, 2024).

b) Thử nghiệm indole

Chủng BM-15 được nuôi cấy trên môi trường Tryptone lỏng (10 g Tryptone, 5 g NaCl, 1.000 mL nước cất). Sau 48 giờ ủ tại nhiệt độ phòng, dung dịch thuốc thử Kovác được nhỏ trực tiếp vào huyền phù vi khuẩn. Kết quả dương tính được ghi nhận khi vòng màu đỏ xuất hiện trên bề mặt môi trường, trong khi thuốc thử vẫn giữ màu vàng (không đổi màu) được ghi nhận là âm tính (Isenberg & Sundheim, 1958).

c) Phân giải tinh bột

Chủng BM-15 được nuôi cấy trên môi trường thạch dinh dưỡng có chứa tinh bột tan (1% w/v). Sau 48 giờ ủ tại nhiệt độ phòng, dung dịch lugol được bổ sung lên bề mặt môi trường và quan sát sự xuất hiện vùng trong suốt xung quanh khuẩn lạc (Abo-Kamer *et al.*, 2023).

2.2.8. Xử lý số liệu

Các thí nghiệm được thực hiện 3 lần lặp lại, số liệu

được trình bày và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019. Các giá trị trung bình được phân tích bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 20 thông qua phân tích phương sai một chiều (one way-ANOVA) và kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa 5%.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian: từ tháng 9 năm 2024 đến tháng 11 năm 2025.

Địa điểm: Phòng thí nghiệm Sinh học Phân tử thuộc Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm và Nhà lưới thuộc Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân lập vi khuẩn đối kháng

Từ mẫu đất thu tại xã Bình Mỹ và phường Châu Đốc, tỉnh An Giang, 27 chủng vi khuẩn đã được phân lập, trong đó có 16 chủng từ xã Bình Mỹ và 11 chủng từ phường Châu Đốc. Các chủng này thể hiện sự đa dạng đáng kể về hình thái khuẩn lạc, bao gồm hình dạng chính là dạng tròn và dạng không đều. Màu sắc khuẩn lạc dao động từ trắng đục, trắng trong đến vàng cam, kết hợp với các đặc điểm bề mặt khác nhau như khô hoặc ẩm ướt. Sự khác nhau về hình thái phản ánh tính đa dạng sinh học cao của quần thể vi khuẩn trong mẫu đất. Bên cạnh đó, hầu hết các chủng vi khuẩn đều có thời gian sinh trưởng tương đối nhanh, chủ yếu trong khoảng 24 giờ. Đặc điểm này không chỉ cho thấy khả năng thích nghi tốt của các chủng trong điều kiện nuôi cấy mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho việc sàng lọc và đánh giá các chủng có tiềm năng đối kháng trong các bước nghiên cứu tiếp theo.

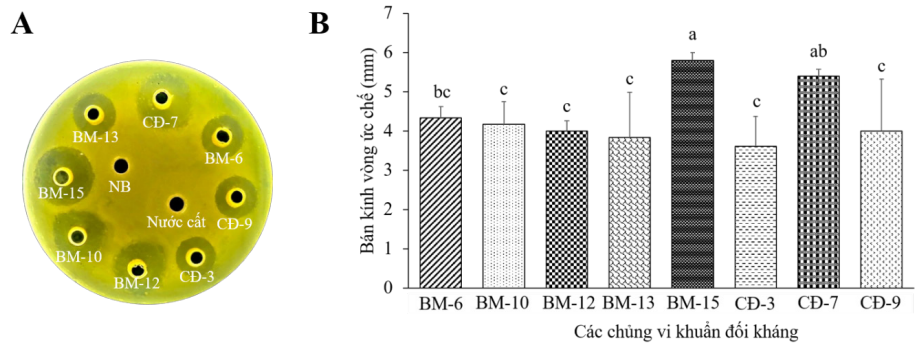
3.2. Khả năng đối kháng với *Burkholderia glumae* trên đĩa thạch

Thông qua thí nghiệm đồng nuôi cấy 8/27 chủng vi khuẩn có khả năng đối kháng với vi khuẩn *B. glumae*, tiếp đến, 8 chủng vi khuẩn này được xác định khả năng đối kháng bằng phương pháp khuếch tán giếng thạch và kết quả được thể hiện qua bán kính vòng ức chế (Hình 1). Nhìn chung, tất cả các chủng khảo sát đều thể hiện hoạt tính ức chế sự phát triển của vi khuẩn gây bệnh; tuy nhiên, mức độ đối kháng có sự khác biệt rõ rệt và có ý nghĩa thống kê giữa các chủng. Trong đó, chủng BM-15 thể hiện khả năng đối kháng mạnh nhất với bán kính vòng ức chế đạt 5,8 mm, khác biệt có ý nghĩa so với hầu hết các chủng còn lại (ngoại trừ CD-7). Chủng CD-7 cũng cho kết quả khả quan với bán kính ức chế đạt 5,4 mm. Ngược lại, các chủng như BM-10, BM-12, BM-13, CD-3, CD-9 nằm trong nhóm có hoạt tính thấp hơn, với bán kính dao động từ 3,6 đến 4,2 mm, trong đó chủng CD-3 cho thấy mức độ đối kháng yếu nhất (3,6 mm). Đã có nhiều nghiên cứu về các vi khuẩn như *Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus* và *Pantoea dispersa* BB1 có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn

B. glumae (Akimoto-Tomiya, 2021; Cordero *et al.*, 2022; Kouzai *et al.*, 2022).

Sự xuất hiện của vòng ức chế bao quanh khuẩn lạc đối kháng là minh chứng cho khả năng tiết ra các chất biến dưỡng thứ cấp có hoạt tính kháng sinh vào môi trường thạch, làm ức chế hoặc tiêu diệt tế bào *B. glumae*. Theo nghiên cứu của Kang và Lee (2025) về các dòng *Bacillus velezensis*, các hợp chất lipopeptide như surfactin và fengycin đóng vai trò then chốt trong việc phá vỡ màng tế bào của *Burkholderia* spp., tạo ra các vòng ức chế rõ rệt trong điều kiện *in vitro* tương tự như kết quả ghi nhận

ở chủng BM-15 và CD-7. Bên cạnh đó *Pseudomonas protegens* PBL3 có khả năng sản sinh các hợp chất chuyển hóa thứ cấp giúp ức chế sự phát triển của *B. glumae* trong điều kiện phòng thí nghiệm (Ortega *et al.*, 2020) và hợp chất này đã được xác định là 2,4-diacetylphloroglucinol đóng vai trò chủ yếu làm giảm bệnh thối hạt lúa (Dahal *et al.*, 2024). Ngoài ra, các chủng *Enterobacter* vùng rễ sinh axit 3-phenylpropanoic có tính kháng khuẩn cao đối với *B. glumae* (Peñaloza Atuesta *et al.*, 2020). Kết quả này cho thấy hai chủng BM-15 và CD-7 là những ứng viên tiềm năng nhất cho các khảo sát tiếp theo.



Hình 1. Khả năng đối kháng của các chủng vi khuẩn phân lập từ đất trên đĩa thạch

Ghi chú: (A) Vòng ức chế được tạo ra bởi các chủng vi khuẩn đối kháng với vi khuẩn *Burkholderia glumae* trên môi trường King's B bằng phương pháp khuếch tán giếng thạch. (B) Trung bình bán kính vòng ức chế do vi khuẩn đối kháng tạo ra với vi khuẩn *B. glumae*. Các chữ cái trên các cột giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan.

3.3. Ảnh hưởng của vi khuẩn đối kháng đến khả năng nảy mầm và phát triển của hạt lúa

Thông qua thí nghiệm xử lý hạt bằng cách ngâm với huyền phù của 2 chủng vi khuẩn đối kháng BM-15 và CD-7, kết quả cho thấy tỷ lệ hạt lúa nảy mầm ở các nghiệm thức xử lý vi khuẩn đều đạt trên 90%, không khác biệt so với nghiệm thức không xử lý. Thông qua chỉ số khỏe mạnh, chủng BM-15 có khả năng thúc đẩy khả năng nảy mầm cũng như sinh trưởng của hạt lúa (Bảng 1).

Kết quả chiều dài mầm và rễ lúa ở các thời điểm khảo sát được trình bày ở bảng 2. Tại thời điểm 3 ngày sau đặt hạt (NSDH), chiều dài mầm và rễ ở các nghiệm thức xử lý bằng BM-15 và CD-7 khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với đối chứng được xử lý bằng nước cất vô trùng. Điều này chứng tỏ trong giai đoạn nảy mầm sớm, cả hai chủng vi khuẩn đều không tác động tiêu cực đến quá trình sinh trưởng ban đầu của hạt lúa. Tại 5 NSDH, xu hướng tương tự được ghi nhận; chiều dài mầm và rễ trong các nghiệm thức xử lý vẫn tương đương với đối chứng, khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. Kết quả này cho thấy các chủng vi khuẩn BM-15 và CD-7 duy trì tính an toàn đối với hạt lúa trong giai đoạn phát triển sơ khởi, không làm chậm hoặc ức chế sự nảy mầm và phát triển ban đầu của rễ và mầm. Đến 7 NSDH, chủng

BM-15 ghi nhận khả năng kích thích phát triển cao hơn so với đối chứng, với chiều dài mầm và chiều dài rễ đạt 4,65 cm và 7,74 cm. Trong khi đó, chủng CD-7 vẫn cho kết quả tương đương với đối chứng, cho thấy khả năng kích thích phát triển của chủng này ở giai đoạn 7 NSDH là không đáng kể. Từ kết quả trên, chủng BM-15 được tuyển chọn để khảo sát khả năng giảm bệnh thối hạt lúa trong điều kiện nhà lưới. Nhìn chung, kết quả khảo sát ảnh hưởng của 2 chủng vi khuẩn BM-15 và CD-7 đến sự phát triển chiều dài mầm và rễ của hạt lúa cho thấy cả hai chủng không gây ức chế nảy mầm, tạo cơ sở tin cậy để tiếp tục các nghiên cứu đánh giá khả năng giảm bệnh trong điều kiện nhà lưới. Trong đó, BM-15 không ảnh hưởng đến sự nảy mầm mà còn kích thích sự phát triển của mầm và rễ, vì thế chủng này được chọn để khảo sát khả năng giảm bệnh thối hạt lúa trong điều kiện nhà lưới.

Bảng 1. Chỉ số khỏe mạnh của giống lúa OM4900 khi được ngâm với huyền phù vi khuẩn đối kháng sau 7 ngày ủ

Nghiệm thức	BM-15	CD-7	Không xử lý
Chỉ số khỏe mạnh	581,91 ^a	435,87 ^b	459,930 ^b
P-value	0,002		
CV (%)	5,52		

Ghi chú: Các giá trị trung bình theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan.

Bảng 2. Chiều dài mầm và rễ của giống lúa OM4900 khi được ngâm với huyền phù vi khuẩn đối kháng sau 3, 5, 7 ngày đặt hạt

Thí nghiệm	Chiều dài mầm (cm)			Chiều dài rễ (cm)		
	3 NSĐH	5 NSĐH	7 NSĐH	3 NSĐH	5 NSĐH	7 NSĐH
BM-15	0,26 ^a	1,79 ^a	4,65 ^a	0,66 ^a	3,90 ^a	7,73 ^a
Đ-7	0,22 ^a	1,41 ^a	3,77 ^b	0,49 ^a	2,64 ^b	5,68 ^b
Không xử lý	0,33 ^a	1,49 ^a	3,85 ^b	0,46 ^a	2,68 ^b	3,72 ^b
P-value	0,193	0,24	0,00	0,169	0,010	0,05
CV (%)	20,45	8,32	3,26	21,78	12,16	8,35

Ghi chú: Các giá trị trung bình theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan.

3.4. Khả năng giúp giảm bệnh thối hạt lúa trong điều kiện nhà lưới

Bảng 3 trình bày tỷ lệ hạt bệnh trên bông khi cây lúa được xử lý với chủng BM-15 ở các mật số khác nhau. Ở 5 NSLB, các thí nghiệm xử lý BM-15, tỷ lệ hạt bệnh dao động 5,17 - 11,66%, thấp hơn đối chứng không xử lý (12,61%), cho thấy BM-15 đã góp phần hạn chế hình thành hạt bệnh ngay từ giai đoạn đầu. Trong đó, Starner 20WP cho tỷ lệ thấp nhất (5,17%), tiếp đến là 10⁷ CFU/mL (9,00%) và 10⁵ CFU/mL (10,68%). Đến 10 NSLB và 15 NSLB, tỷ lệ hạt bệnh tăng mạnh ở đối chứng lên 26,75% và 28,35%, trong khi các thí nghiệm BM-15 vẫn giữ mức thấp hơn rõ rệt; đặc biệt, 10⁵ CFU/mL và 10⁷ CFU/mL cho hiệu quả tương đối tốt ở 10 NSLB, còn Starner 20WP duy trì mức thấp nhất ở cả hai thời điểm (8,75 - 11,10%). Điều này cho thấy BM-15 có khả năng kiểm soát bệnh nhưng hiệu lực còn phụ thuộc vào mật số và phương pháp đưa vi khuẩn vào môi trường rễ. Cách tưới đất 24 giờ trước gieo có thể chưa đủ thời gian để quần thể đối kháng thiết lập và phát triển ổn định quanh vùng rễ, nên hiệu lực bảo vệ giảm dần khi cây bước vào giai đoạn trổ bông. Về mặt sinh học, kết quả này gợi ý BM-15 có thể cạnh tranh vị trí, dinh dưỡng và tạo điều kiện thuận lợi cho cây lúa. Nghiên cứu của Khoa và cộng sự (2016) cũng cho thấy phương pháp tưới đất với huyền phù vi khuẩn *S. nematodiphia* CT-78 không thể hiện hiệu quả rõ rệt đối với bệnh bạc lá.

Bảng 3. Tỷ lệ hạt bệnh trên bông lúa khi xử lý vi khuẩn đối kháng BM-15 bằng phương pháp tưới đất 24 giờ trước khi gieo qua các thời điểm khảo sát

Thí nghiệm	Tỷ lệ hạt bệnh/bông (%)			AUDPC
	5 NSLB	10 NSLB	15 NSLB	
10 ³ CFU/mL	11,66 ^b	24,95 ^b	28,78 ^c	135,55 ^b
10 ⁵ CFU/mL	10,68 ^b	10,65 ^a	14,91 ^{ab}	104,68 ^{ab}
10 ⁷ CFU/mL	9,00 ^{ab}	13,17 ^a	18,44 ^b	89,89 ^a
Starner 20WP	5,17 ^a	8,75 ^a	11,10 ^a	84,41 ^a
Không xử lý	12,61 ^b	26,75 ^b	28,35 ^c	236,15 ^c
P-value	0,013	0,010	0,011	0,001

Ghi chú: Số liệu được chuyển sang arcsin (x là tỷ lệ hạt bệnh trên bông) trước khi xử lý thống kê. Các giá trị trung bình theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan.

Kết quả cho thấy xử lý BM-15 bằng phương pháp

ngâm hạt 2 giờ đã làm giảm đáng kể tỷ lệ hạt bệnh so với đối chứng ở cả ba thời điểm khảo sát (Bảng 4). Ở 5 NSLB, mật số 10⁵ CFU/mL đạt hiệu quả tốt nhất trong nhóm BM-15 với 4,30%, thấp hơn rõ rệt so với đối chứng không xử lý (12,61%) và tiệm cận thí nghiệm Starner 20WP (5,17%). Tại 10 NSLB, các thí nghiệm BM-15 dao động 10,34 - 16,85%, trong đó 10⁵ CFU/mL tiếp tục cho tỷ lệ thấp nhất (10,34%), còn đối chứng tăng lên 26,75%; đến 15 NSLB, tỷ lệ hạt bệnh vẫn tăng theo thời gian nhưng BM-15 vẫn duy trì mức thấp hơn đối chứng, đặc biệt 10⁵ CFU/mL đạt 18,96% so với 28,35% ở đối chứng. Xu hướng này cho thấy ngâm hạt giúp vi khuẩn tiếp xúc trực tiếp với bề mặt hạt, tạo điều kiện nảy mầm so với việc đưa vi khuẩn vào đất, nhờ đó nâng hiệu quả phòng trừ ở giai đoạn đầu. Mật số 10⁵ CFU/mL là mức cân bằng tốt giữa khả năng thiết lập quần thể và tránh hiện tượng cạnh tranh khi mật số quá cao; trong khi 10³ CFU/mL có thể chưa đủ để tạo quần thể ổn định, còn 10⁷ CFU/mL không cho thấy lợi thế rõ rệt hơn, có thể do cạnh tranh dinh dưỡng và không gian ngay từ đầu. Bên cạnh đó, việc xử lý hạt bằng vi khuẩn đối kháng có thể kích thích hệ thống phòng vệ của cây lúa, giúp cây lúa kháng lại mầm bệnh một cách bền vững (van Loon *et al.*, 1998). Nghiên cứu của Ngalamat và cộng sự (2023) cho thấy vi khuẩn *Streptomyces* spp. có khả năng kích kháng cây lúa chống lại *B. glumae* trong điều kiện nhà lưới.

Bảng 4. Tỷ lệ hạt bệnh trên bông khi cây lúa được xử lý với vi đối kháng BM-15 bằng phương pháp ngâm hạt 2 giờ trước khi gieo qua các thời điểm khảo sát

Thí nghiệm	Tỷ lệ hạt bệnh/bông (%)			AUDPC
	5 NSLB	10 NSLB	15 NSLB	
10 ³ CFU/mL	8,29 ^a	13,74 ^b	18,45 ^b	225,85 ^b
10 ⁵ CFU/mL	8,41 ^a	9,80 ^{ab}	13,87 ^{ab}	117,23 ^a
10 ⁷ CFU/mL	5,46 ^a	8,45 ^a	13,59 ^{ab}	134,45 ^a
Starner 20WP	5,17 ^a	8,75 ^a	11,10 ^a	84,41 ^a
Không xử lý	12,61 ^b	26,75 ^c	28,35 ^c	236,15 ^b
P-value	0,001	0,002	0,002	0,001

Ghi chú: Số liệu được chuyển sang arcsin (x là tỷ lệ hạt bệnh trên bông) trước khi xử lý thống kê. Các giá trị trung bình theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan.

Khi được xử lý bằng phương pháp phun lên bông lúa, BM-15 vẫn cho xu hướng làm giảm tỷ lệ hạt bệnh so với đối chứng, nhưng mức độ khác nhau giữa các mật số

và thời điểm (Bảng 5).

Bảng 5. Tỷ lệ hạt bệnh trên bông khi xử lý với vi đối kháng BM-15 bằng phương pháp phun lên bông lúa 24 giờ trước khi lấy bệnh qua các thời điểm khảo sát

Thí nghiệm	Tỷ lệ hạt bệnh/bông (%)			AUDPC
	5 NSLB	10 NSLB	15 NSLB	
10 ³ CFU/mL	7,21 ^b	16,85 ^b	24,66 ^c	163,94 ^b
10 ⁵ CFU/mL	4,30 ^a	10,34 ^a	18,96 ^b	109,84 ^a
10 ⁷ CFU/mL	7,1 ^b	11,02 ^a	18,13 ^b	118,36 ^a
Starter 20WP	5,17 ^{ab}	8,75 ^a	11,10 ^a	84,41 ^a
Không xử lý	12,61 ^c	26,75 ^c	28,35 ^c	236,15 ^c
P-value	0,006	0,009	0,010	0,001

Ghi chú: Số liệu được chuyển sang arcsin (x là tỷ lệ hạt bệnh trên bông) trước khi xử lý thống kê. Các giá trị trung bình theo sau bởi các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan.

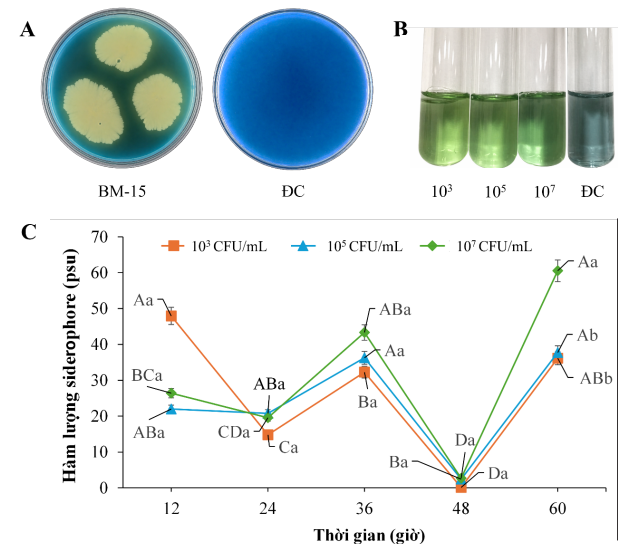
Ở 5 NSLB, các thí nghiệm BM-15 dao động 5,46 - 8,41%, thấp hơn đối chứng không xử lý (12,61%); đặc biệt, 10⁷ CFU/mL và Starter 20WP cho tỷ lệ thấp nhất (5,46% và 5,17%). Ở 10 NSLB, mức bệnh tăng lên ở tất cả thí nghiệm BM-15, nhưng vẫn thấp hơn nhiều so với đối chứng; Starter 20WP (8,75%) và 10⁷ CFU/mL (8,45%) vẫn duy trì tỷ lệ hạt bệnh thấp, kể đến là 10⁵ CFU/mL (9,80%), trong khi 10³ CFU/mL có tỷ lệ hạt bệnh đạt cao nhất (13,74%). Đến 15 NSLB, sự khác biệt giữa các mật số BM-15 vẫn còn, với Starter 20WP duy trì thấp nhất (11,10%), còn BM-15 dao động 13,59 - 18,45%; đối chứng vẫn cao nhất (28,35%). Kết quả cho thấy khi xử lý bằng ngâm hạt, BM-15 có thể phát huy hiệu lực khá sớm, nhất là ở mật số trung bình đến cao, nhưng để duy trì hiệu quả về sau thì cần có khả năng bám trụ và tồn tại tốt trên bề mặt hạt và trong vùng rễ. Nghiên cứu của Khoa và cộng sự (2016) cho thấy biện pháp phun huyền phù vi khuẩn *S. nematophilus* CT-78 lên lá lúa giúp vi khuẩn định cư và thể hiện khả năng đối kháng trực tiếp với mầm bệnh.

Nhìn chung, cả ba phương pháp xử lý bằng vi khuẩn đối kháng BM-15 đều có khả năng làm giảm tỷ lệ hạt bệnh trên bông so với đối chứng không xử lý, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê qua các thời điểm khảo sát. Trong đó, phương pháp ngâm hạt 2 giờ trước khi gieo cho hiệu quả ổn định và cao nhất, đặc biệt ở các mật số trung bình đến cao (10⁵ và 10⁷ CFU/mL), nhờ tạo điều kiện cho vi khuẩn định cư sớm và bảo vệ cây ngay từ giai đoạn nảy mầm. Phương pháp phun bông đúng ở vị trí thứ hai về hiệu quả, thể hiện vai trò quan trọng trong việc tác động trực tiếp lên cơ quan dễ nhiễm bệnh ở giai đoạn trổ, góp phần hạn chế sự hình thành hạt bệnh trong điều kiện áp lực bệnh cao. Trong khi đó, phương pháp tưới đất 24 giờ trước khi gieo cho hiệu quả thấp hơn và kém ổn định hơn theo thời gian, có thể do vi khuẩn chưa thiết lập được quần thể ưu thế trong vùng rễ và chịu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đất. Như vậy, kết hợp hợp lý các phương pháp, đặc biệt ưu tiên xử lý hạt và phun ở giai

đoạn mầm cảm, có thể là hướng tiếp cận hiệu quả nhằm nâng cao khả năng kiểm soát bệnh trên lúa.

3.5. Khả năng sinh siderophore

Vi khuẩn BM-15 được ghi nhận có khả năng sinh siderophore vì chủng này có thể làm chuyển đổi màu môi trường CAS-blue (Hình 2A). Kết quả cho thấy hàm lượng siderophore biến động rõ rệt theo thời gian và mật số ban đầu của chủng vi khuẩn (Hình 2C).



Hình 2. Khả năng sinh siderophore của chủng vi khuẩn BM-15

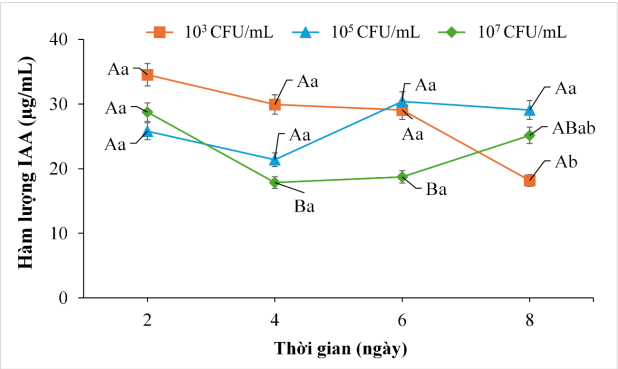
Ghi chú: (A) Sự thay đổi màu trên môi trường CAS-blue xung quanh khuẩn lạc so với đối chứng (ĐC). (B) Sự thay đổi màu của thuốc thử CAS khi bổ sung dịch nổi từ huyền phù vi khuẩn BM-15 ở các mật số 10³, 10⁵ và 10⁷ CFU/mL vào thuốc thử CAS so với ĐC. (C) Hàm lượng siderophore ở các mật số tạo ra ở các thời điểm 12, 24, 36, 48, 60 giờ sau khi nuôi cấy. Các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan. Chữ cái in hoa: Sự thay đổi của 1 thí nghiệm từ 12 giờ đến 60 giờ. Chữ cái thường: Sự thay đổi của 3 thí nghiệm trong cùng một giờ.

Ở giai đoạn đầu (12 - 24 giờ), siderophore có xu hướng giảm ở hầu hết các thí nghiệm, sau đó tăng trở lại ở 36 giờ, giảm mạnh gần như về 0 tại 48 giờ và tiếp tục tăng mạnh ở 60 giờ, đặc biệt ở mật số 10⁷ CFU/mL. Sự dao động này cho thấy quá trình sinh tổng hợp siderophore chịu sự điều hòa chặt chẽ bởi tình trạng sắt khả dụng trong môi trường. Đến 60 giờ, khi nguồn sắt khả dụng tiếp tục suy giảm do nhu cầu trao đổi chất tăng, quá trình sinh tổng hợp siderophore được cảm ứng trở lại, đặc biệt ở mật số cao do nhu cầu thu nhận sắt lớn hơn. Siderophore được xem là một trong những cơ chế quan trọng giúp vi khuẩn đối kháng hạn chế sự phát triển của mầm bệnh thông qua cạnh tranh sắt, nguyên tố thiết yếu cho nhiều quá trình sinh trưởng của vi sinh vật gây bệnh (Timofeeva et al., 2022). Do đó, chủng BM-15 không chỉ có khả năng đối kháng với vi khuẩn *B. glumae* bằng cách tiết các hợp chất kháng khuẩn (Mục 3.2) mà còn có khả năng cạnh tranh dinh dưỡng với mầm bệnh, từ đó làm giảm khả

năng sinh trưởng và gây bệnh của vi khuẩn *B. glumae*.

3.6. Khả năng sinh IAA

Kết quả khảo sát cho thấy hàm lượng IAA sinh ra có sự biến động rõ rệt tùy thuộc vào mật số vi khuẩn ban đầu và thời gian nuôi cấy (Hình 3). Ở mật số 10³ CFU/mL, vi khuẩn duy trì khả năng sinh IAA ổn định từ ngày 2 đến ngày 8. Tương tự, mật số 10⁵ CFU/mL thể hiện sự ổn định và duy trì nồng độ IAA từ ngày 6 đến ngày 8. Đối với mật số 10⁷ CFU/mL, mặc dù nồng độ IAA giảm vào ngày thứ 4, nhưng đã có sự phục hồi đáng kể và tăng dần lên mức 25 µg/mL vào ngày cuối của thí nghiệm. Sự sụt giảm hàm lượng IAA ở giai đoạn muộn hoặc ở mật số cao có thể liên quan đến sự cạn kiệt nguồn tiền chất (L-tryptophan) trong môi trường hoặc sự tích lũy các sản phẩm phụ ức chế quá trình chuyển hóa (Lebrazi *et al.*, 2020). Kết quả mật số 10⁵ CFU/mL duy trì được hàm lượng IAA cao và ổn định cho thấy đây là ngưỡng mật số tối ưu, đảm bảo sự cân bằng giữa sinh khối tế bào và khả năng duy trì hoạt động trao đổi chất bền vững. Điều này cho thấy việc kiểm soát mật số vi khuẩn ban đầu là yếu tố quyết định để tối ưu hóa sản sinh các chất kích thích sinh trưởng. Thông qua khảo sát này, có thể kết luận rằng vi khuẩn BM-15 kích thích trưởng của hạt lúa (Mục 3.3) do sự sản sinh IAA trong quá trình phát triển.



Hình 3. Hàm lượng IAA do vi khuẩn BM-15 ở các mật số 10³, 10⁵ và 10⁷ CFU/mL tạo ra ở các thời điểm 2, 4, 6, 8 ngày sau nuôi cấy

Ghi chú: Các chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo kiểm định Duncan. Chữ cái in hoa: Sự thay đổi của 1 nghiệm thức từ ngày 2 đến ngày 8. Chữ cái thường: Sự thay đổi của 3 nghiệm thức trong cùng một giờ.

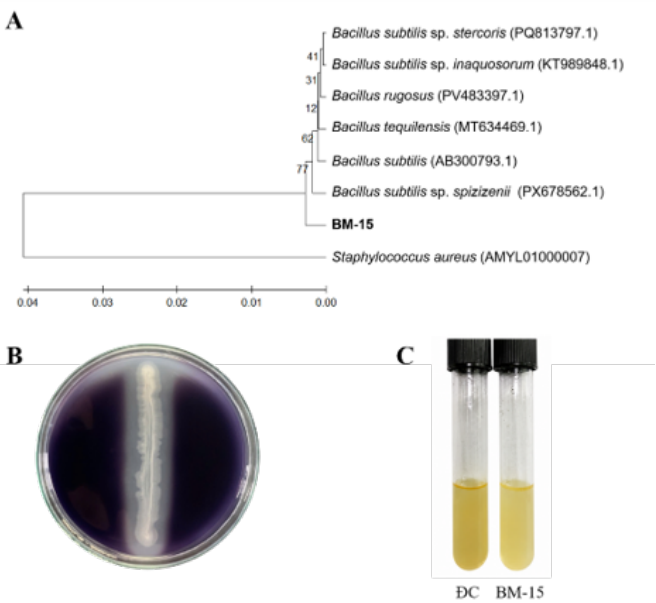
3.7. Định danh chủng vi khuẩn BM-15

Kết quả so sánh trình tự vùng gen bảo tồn 16S RNA đặc trưng cho loài của chủng vi khuẩn BM-15 với các chủng trong cơ sở dữ liệu GenBank (NCBI, Mỹ) bằng công cụ BLASTN cho thấy vùng gen này của chủng BM-15 có độ tương đồng rất cao với ba loài gồm *Bacillus subtilis* (98,12%), *Bacillus tequilensis* (98,12%) và *Bacillus rugosus* (98,04%) (Bảng 6). Hình 4A trình bày các phân nhóm dựa vào mức độ tương đồng về trình tự gen 16S rRNA của các vi khuẩn này.

Bảng 6. So sánh trình tự 16S rRNA của chủng BM-15 với các loài vi khuẩn trên cơ sở dữ liệu NCBI

Loài	Số hiệu trình tự*	Độ dài so sánh (%)	Độ tương đồng (%)
<i>Bacillus subtilis</i>	AB300793.1	100	98,12
<i>Bacillus tequilensis</i>	MT634469.1	100	98,12
<i>Bacillus rugosus</i>	PV130091.1	100	98,04
<i>Bacillus subtilis</i> (sp. <i>stercoris</i>)	PQ813797.1	100	98,04
<i>Bacillus subtilis</i> (sp. <i>inaquosorum</i>)	KT989848.1	100	98,04
<i>Bacillus subtilis</i> (sp. <i>spizizenii</i>)	PX678562.1	100	98,04

Ghi chú: * từ cơ sở dữ liệu GenBank của NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).



Hình 4. Cây phát sinh chủng loại và đặc tính sinh hóa của chủng BM-15

Ghi chú: (A): Cây phát sinh chủng loại được xây dựng dựa trên độ tương đồng trình tự gen 16S rRNA bằng phương pháp UPMA, với giá trị bootstrap là 1.000; vi khuẩn *Staphylococcus aureus* được sử dụng làm outgroup. (B): vùng trong suốt quanh khuẩn lạc trên môi trường thạch dinh dưỡng có bổ sung tinh bột sau khi xử lý Lugol. (C): vòng màu vàng trên bề mặt môi trường Tryptone lỏng sau khi thêm thuốc thử Kovacs; đối chứng (Đ/C) là môi trường Tryptone lỏng; mẫu khảo sát BM-15 được nuôi cấy trong môi trường Tryptone lỏng.

Vi khuẩn BM-15 được phân lập từ ruộng lúa đất ngọt phù sa tại Xã Bình Mỹ, Tỉnh An Giang nên không thể là *Bacillus rugosus* do vi khuẩn này thường sống trong môi trường biển hoặc những nơi nhiễm mặn (Bhattacharya *et al.*, 2020; Shokrak *et al.*, 2024). Hai loài còn lại có độ tương đồng cao về trình tự gen 16S rRNA gồm *Bacillus subtilis* và *Bacillus tequilensis* khác nhau về khả năng phân giải tinh bột và tryptophan. *Bacillus subtilis* có khả năng phân giải tinh bột (dương tính) trong khi *Bacillus tequilensis* không có khả năng này (âm tính) khi thực hiện phương pháp nhuộm lugol (Gatson *et al.*, 2006). Kết quả khảo sát khả năng phân giải tinh bột của chủng vi khuẩn BM-15 cho thấy vi khuẩn này có khả năng phân hủy tinh bột (dương tính) khi tạo ra vùng sáng trong suốt

(vùng vô màu) xung quanh khuẩn lạc do tinh bột ở vùng này đã bị vi khuẩn phân hủy nên không thể phản ứng với iốt tạo thành phức chất màu xanh đen (Hình 4B). Kết quả này cho thấy vi khuẩn BM-15 là *Bacillus subtilis*. Ngoài ra, *Bacillus subtilis* không có khả năng phân giải tryptohan (âm tính) trong khi *Bacillus tequilensis* có khả năng này (dương tính) khi thực hiện thử nghiệm indole (Gatson *et al.*, 2006). Vòng màu đỏ (hoặc hồng cánh sen) sẽ xuất hiện trên bề mặt môi trường khi vi khuẩn có khả năng phân giải tryptophan. Vi khuẩn BM-15 không tạo được vòng màu này nên không có khả năng phân giải tryptohan (âm tính) (Hình 4C). Kết quả này xác nhận lần nữa vi khuẩn BM-15 là *Bacillus subtilis*.

Bacillus subtilis hiện diện trong nhiều môi trường, trong đó có ruộng lúa (Lei *et al.*, 2023). Vi khuẩn này được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau từ y học, thực phẩm đến nông nghiệp (Mahmoodi *et al.*, 2024; Gao *et al.*, 2025), trong đó có lĩnh vực phòng trị bệnh hại và kích thích sinh trưởng cây trồng (Uyên và cs., 2018; Johnson *et al.*, 2025) Kết quả nghiên cứu này cho thấy tiềm năng ứng dụng của vi khuẩn *Bacillus subtilis* BM-15 vào thực tế sản xuất để phòng trị bệnh thối hạt lúa, từng bước thay thế thuốc hóa học, bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng, giảm thiểu tồn dư hóa chất trong lúa gạo thương phẩm. Đối với bệnh thối hạt lúa, *B. subtilis* được ghi nhận có hiệu quả trong ức chế vi khuẩn *B. glumae* và kiểm soát bệnh thối hạt lúa (Shrestha *et al.*, 2016; Pérez Cordero *et al.*, 2022). Mặc dù khả năng phòng trị bệnh thối hạt lúa của *B. subtilis* đã được ghi nhận. Tuy nhiên, hiệu quả sinh học của các chủng vi khuẩn phụ thuộc đáng kể vào nguồn phân lập và khả năng thích nghi với điều kiện sinh thái địa phương. Các vi sinh vật bản địa thường có ưu thế thích nghi với điều kiện môi trường sở tại, từ đó tăng khả năng tồn tại, cạnh tranh và phát huy hiệu quả sinh học ngoài đồng ruộng. Tuy nhiên, hiệu quả phòng trừ của chủng *Bacillus subtilis* BM-15 được ghi nhận trong điều kiện phòng thí nghiệm và nhà lưới, nên cần tiếp tục được đánh giá trong điều kiện ngoài đồng ruộng nhằm xác định khả năng tồn tại, thích nghi và hiệu quả phòng trị bệnh trong điều kiện canh tác thực tế.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Đã xác định được 8 chủng vi khuẩn đối kháng với mầm bệnh *Burkholderia glumae* gây bệnh thối hạt lúa, trong đó chủng BM-15 có khả năng đối kháng mạnh nhất và kích thích khả năng nảy mầm và phát triển của hạt giống. Chủng vi khuẩn này có khả năng giúp giảm bệnh thối hạt trong điều kiện nhà lưới, cả ba mật độ 10^3 , 10^5 và 10^7 CFU/mL giúp giảm bệnh cao hơn so với nghiệm thức không xử lý. Trong đó, mật độ 10^5 và 10^7 ở các biện pháp xử lý cho hiệu quả giảm bệnh duy trì ổn

định đến 15 NSLB. Chủng BM-15 có khả năng sinh ra hợp chất siderophore để cạnh tranh sắt với mầm bệnh và đồng thời có khả năng sinh ra chất kích thích sinh trưởng indole-3-acetic acid (IAA). Vi khuẩn BM-15 được xác định là *Bacillus subtilis* có tiềm năng ứng dụng trong việc phòng trị bệnh thối hạt lúa.

4.2. Đề nghị

Khảo sát khả năng làm giảm bệnh thối hạt lúa của chủng BM-15 ở điều kiện ngoài đồng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Cần Thơ, mã số đề tài: T2025-123.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Cổng thông tin điện tử tỉnh An Giang**, 2025. *An Giang: Sản lượng lúa thu hoạch đạt gần 6,5 triệu tấn*. Địa chỉ: <https://angiang.gov.vn/vi/an-giang-san-luong-lua-thu-hoach-dat-gan-65-trieu-tan>. (Ngày truy cập 07/3/2026).
- Tổng cục Thống kê**, 2020. *Đồng bằng sông Cửu Long - Phát huy lợi thế vừa lúa số một cả nước*. <https://www.nso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2021/08/dong-bang-song-cuu-long-phat-huy-loi-the-vua-lua-so-mot-ca-nuoc/>. (Ngày truy cập 07/3/2026).
- Abo-Kamer A.M., Abd-El-Salam I.S., Mostafa F.A., Mustafa A.A., Al-Madboly L.A.**, 2023. A promising microbial α -amylase production, and purification from *Bacillus cereus* and its assessment as antibiofilm agent against *Pseudomonas aeruginosa* pathogen. *Microbial Cell Factories*, 22 (1): 141. <https://doi.org/10.1186/s12934-023-02139-6>.
- Ahmad M.F., Ahmad F.A., Alsayegh A.A., Zeyaulah M., AlShahrani A.M., Muzammil K., Saati A.A., Wahab S., Elbendary E.Y., Kambal N., Abdelrahman M.H., Hussain S.**, 2024. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon*, 10 (7): e29128. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29128>.
- Akimoto-Tomiyama C.**, 2021. Multiple endogenous seed-born bacteria recovered rice growth disruption caused by *Burkholderia glumae*. *Scientific Reports*, 11: 4177. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83794-w>.
- Azzahra R.S.N., Miranti M., Prismantoro D., Suhaimi N.S.M., Alizadeh M., Mispan M.S., Doni F.**, 2024. Bacterial panicle blight caused by *Burkholderia glumae*: a major disease in rice cultivation. *Cogent Food & Agriculture*, 10 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2381600>.
- Bonaterrea A., Badosa E., Daranas N., Francés J., Roselló G., Montesinos E.**, 2022. Bacteria as biological control agents of plant diseases. *Microorganisms*, 10 (9): 1759. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091759>.
- Chung E.J., Hossain M.T., Khan A., Kim K.H., Jeon C.O., Chung Y.R.**, 2015. *Bacillus oryzicola* sp. nov., an endophytic bacterium isolated from the roots of rice with antimicrobial, plant growth promoting, and systemic resistance inducing

- activities in rice. *Plant Pathology Journal*, 31: 152-164. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.12.2014.0136>.
- Cordero A.P., Vergara D.E.M., Mendoza Y.A., 2022.** *In vitro* antagonistic potential of endophytic bacteria against *Burkholderia glumae*. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 5380-5388. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S10.654>.
- Dahal S., Alvarez S., Balboa S.J., Hicks L.M., Rojas C.M., 2024.** Defining the secondary metabolites in the *Pseudomonas protegens* PBL3 secretome with antagonistic activity against *Burkholderia glumae*. *Phytopathology*, 114(12): 2481-2490. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-24-0140-R>.
- Ghosh S.K., Pal S., Chakraborty N., 2015.** The qualitative and quantitative assay of siderophore production by some microorganisms and effect of different media on its production. *International Journal of Chemical Science*, 13 (4): 1621-1629.
- Glickmann E. & Dessaux Y., 1995.** A critical examination of the specificity of the Salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 793-796.
- Ham J.H., Melanson R.A., Rush M.C., 2011.** *Burkholderia glumae*: next major pathogen of rice?. *Molecular Plant Pathology*, 12 (4): 329-339. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00676.x>.
- Hu Q. & Xu J., 2011.** A simple double-layered chrome azurol S agar (SD- CASA) plate assay to optimize the production of siderophores by a potential biocontrol agent *Bacillus*. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (25): 4321-4327.
- Isenberg H.D. & Sundheim L.H., 1958.** Indole reactions in bacteria. *Journal of Bacteriology*, 75 (6): 682-690. <https://doi.org/10.1128/jb.75.6.682-690.1958>.
- Kang J.A. & Lee Y.H., 2025.** Biocontrol of bacterial seedling rot in rice plants using *Bacillus velezensis* JBCS608 and its formulated products. *The Plant Pathology Journal*, 41 (6): 790-799. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.08.2025.0101>.
- Khoa N.D., Giau N.D.N., Tuan T.Q., 2016.** Effects of *Serratia nematodiphila* CT-78 on rice bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Biological Control*, 103: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.07.010>.
- Kouzai Y. & Akimoto-Tomiya C., 2022.** A seed-borne bacterium of rice, *Pantoea dispersa* BB1, protects rice from the seedling rot caused by the bacterial pathogen *Burkholderia glumae*. *Life (Basel, Switzerland)*, 12 (6): 791. <https://doi.org/10.3390/life12060791>.
- Kumar S., Stecher G., Suleski M., Sanderford M., Sharma S., Tamura K., 2024.** MEGA12: Molecular evolutionary genetic analysis version 12 for adaptive and green computing. *Molecular Biology and Evolution*, 41 (12): 263. <https://doi.org/10.1093/molbev/msae263>.
- Lebraz S., Niehaus K., Bednarz H., Fadil M., Chraibi M., Fikri-Benbrahim K., 2020.** Screening and optimization of indole-3-acetic acid production and phosphate solubilization by rhizobacterial strains isolated from *Acacia cyanophylla* root nodules and their effects on its plant growth. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18 (1): 71. <https://doi.org/10.1186/s43141-020-00090-2>.
- Lei L. Y., Xiong Z.X., Li J.L., Yang D.Z., Li L., Chen L., Zhong Q.F., Yin F.Y., Li R.X., Cheng Z.Q., Xiao S.Q., 2023.** Biological control of *Magnaporthe oryzae* using natively isolated *Bacillus subtilis* G5 from *Oryza officinalis* roots. *Frontier in Microbiology*. 14:1264000. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1264000>.
- Maeda Y., Kiba A., Ohnishi K., Hikichi Y., 2006.** Amino acid substitutions in GyrA of *Burkholderia glumae* are implicated in not only oxolinic acid resistance but also fitness on rice plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (4): 1114-1119. <https://doi.org/10.1128/aem.02400-06>.
- Mizobuchi R., Fukuoka S., Tsuiki C., Tsushima S., Sato H., 2018.** Evaluation of major Japanese rice cultivars for resistance to bacterial grain rot caused by *Burkholderia glumae* and identification of standard cultivars for resistance. *Breeding Science*, 68 (4): 413-419. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.18018>.
- Ngalimat M.S., Hata E.M., Zulperi D., Ismail S.I., Ismail M.R., Zainudin N.A.I.M., Saidi N.B., Yusof M.T., 2022.** *Streptomyces*-mediated growth enhancement and bacterial panicle blight disease suppression in rice plants under greenhouse conditions. *Journal of Biotechnology*, 359: 148-160. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.09.018>
- Ngalimat M.S., Hata E.M., Zulperi D., Yusof M.T., 2023.** Induction of systemic resistance in rice plants against *Burkholderia glumae* infection by bioformulation of *Streptomyces* spp. under greenhouse conditions. *Biological Control*, 178: 105073. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2023.105073>.
- Ngalimat M.S., Mohd Hata E., Zulperi D., Ismail S.I., Ismail M.R., Mohd Zainudin N.A.I., Saidi N.B., Yusof M.T., 2021.** Characterization of *Streptomyces* spp. from rice fields as a potential biocontrol agent against *Burkholderia glumae* and rice plant growth promoter. *Agronomy*, 11 (9): 1850. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091850>.
- Ortega L., Walker K.A., Patrick C., Wamish Y., Rojas A., Rojas C.M., 2020.** Harnessing *Pseudomonas protegens* to control bacterial panicle blight of rice. *Phytopathology*, 110 (10): 1657-1667.
- Peñaloza Atuesta G.C., Murillo Arango W., Eras J., Oliveros D.F., Méndez Arteaga J.J., 2020.** Rice-associated Rhizobacteria as a source of secondary metabolites against *Burkholderia glumae*. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25 (11): 2567. <https://doi.org/10.3390/molecules25112567>.
- Perea-Molina P.A., Pedraza-Herrera L.A., Beauregard P.B., Uribe-Vélez D., 2022.** A biocontrol *Bacillus velezensis* strain decreases pathogen *Burkholderia glumae* population and occupies a similar niche in rice plants. *Biological Control*, 17: 105067.
- Phuong T.T., Vien T.D., Son C.T., Thuy D.T., Greiving S., 2024.** Impact of climate change on agricultural production and food security: A case study in the Mekong River Delta of Vietnam. *Sustainability*, 16 (17): 7776. <https://doi.org/10.3390/su16177776>.
- Shaner G., Finney R.E., 1977.** The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing

resistance in knox wheat. *Phytopathology*, 115 (8V): 1051-1056. <https://doi.org/10.1094/Phyto-67-1051>.

Shew A.M., Durand-Morat A., Nalley L.L., Zhou X.G., Rojas C., Thoma G., 2019. Warming increases Bacterial Panicle Blight (*Burkholderia glumae*) occurrences and impacts on USA rice production. *PLoS ONE*, 14 (7): e0219199. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219199>.

Shrestha B.K., Karki H.S., Groth D.E., Jungkhun N., Ham J.H., 2016. Biological control activities of rice-associated *Bacillus* sp. strains against sheath blight and bacterial panicle blight of rice. *PloS One*, 11 (1): e0146764. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146764>.

Suárez-Moreno Z.R., Vinchira-Villarraga D.M., Vergara-Morales D.I., Castellanos L., Ramos F.A., Guarnaccia C., Degraasi G., Venturi V., Moreno-Sarmiento N., 2019. Plant-growth promotion and biocontrol properties of three *Streptomyces* spp.

isolates to control bacterial rice. *Frontiers in Microbiology*, 10: 290. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00290>.

Timofeeva A.M., Galyamova M.R., Sedykh S.E., 2022. Bacterial siderophores: classification, biosynthesis, perspectives of use in agriculture. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11 (22): 3065. <https://doi.org/10.3390/plants11223065>.

Trung H.M., Van Van N., Vien N.V., Lien M., 1993. Occurrence of rice grain rot disease in Viet Nam. *International Rice Research Notes (Philippines)*, 18 (3): 30.

Tsushima S., 1996. Epidemiology of bacterial grain rot of rice caused by *Pseudomonas glumae*. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 30 (2): 85-89.

van Loon L.C., Bakker P.A., Pieterse C.M., 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review of Phytopathology*, 36: 453-483. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.453>.

Screening and identification of antagonistic soil bacteria isolated from rice fields of An Giang province to control rice grain rot caused by *Burkholderia glumae*

Pham Thiet Trinh, Thai Tran Anh Thu, Nguyen Dac Khoa

Abstract

Grain rot caused by *Burkholderia glumae* seriously damages rice yield and quality. This study aimed at screening and identification of antagonistic soil bacteria isolated from rice fields in Binh My Commune and Chau Doc Ward of An Giang Province capable of reducing the disease. Eight antagonistic bacterial strains against *B. glumae* on Petri plates were selected. As the strongest antagonistic bacterium which stimulated germination and development of rice seeds after being soaked in its suspension, strain BM-15 was selected to test for disease-reducing effects against grain rot. Three cell densities of the BM-15 suspensions (10^3 , 10^5 and 10^7 CFU/mL) were tested under net house conditions using three different application methods, i.e., soil drenching 1 day before sowing, seed soaking 2 hours before sowing and foliar spraying 24 hours before pathogen inoculation. Percent infected grains were recorded at 5, 10 and 15 days after pathogen inoculation. All treatments with BM-15 applications showed significant disease reductions compared to that of the untreated control. BM-15 competes ferric ions with the pathogen by production of siderophores. In addition, this bacterial strain stimulates rice growth by production of indole-3-acetic acid (IAA). Strain BM-15 was identified as *Bacillus subtilis* using 16S rRNA gene sequencing combined with supportive biochemical characterizations.

Keywords: Antagonism, *Bacillus subtilis*, *Burkholderia glumae*, grain rot, *Oryza sativa*, rice

Ngày nhận bài: 05/5/2026

Người phản biện: PGS.TS. Trần Thị Thu Hà, GS.TS. Nguyễn Văn Tuất

Ngày duyệt đăng: 11/6/2026

Ngày phản biện: 07/5/2026

MẬT SỐ VÀ HIỆU QUẢ GIẢM BỆNH BẠC LÁ LÚA (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) CỦA VI KHUẨN *Serratia nematodiphila* CT-78 SAU 13 - 18 THÁNG TỒN TRỮ

Thái Trần Anh Thu¹, Nguyễn Quang Tiến¹, Nguyễn Thị Phi Oanh¹, Nguyễn Đắc Khoa^{1*}

TÓM TẮT

Vi khuẩn đối kháng *Serratia nematodiphila* CT-78 được chứng minh có khả năng duy trì mật số và giúp giảm bệnh bạc lá lúa do vi khuẩn *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* sau khi được tồn trữ 12 tháng trong các chất mang cám, trấu và bột talc. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, hai chất mang trấu và bột talc có khả năng duy trì mật số vi khuẩn CT-78 đến 18 tháng tồn trữ, lần lượt đạt trên 10^6 và 10^5 CFU/g chế phẩm. Vi khuẩn CT-78 (10^5 CFU/mL) vẫn duy trì được khả năng giúp giảm bệnh bạc lá trong điều kiện nhà lưới. Trấu là chất mang thích hợp vì có khả năng duy trì mật số vi khuẩn tốt hơn, dễ kiếm tìm và có giá thành rẻ hơn bột talc. Cần tiếp tục tối ưu hóa thành phần dinh dưỡng và điều kiện tồn trữ để nâng cao hiệu quả của vi khuẩn đối kháng *S. nematodiphila* CT-78 khi ứng dụng vào thực tiễn sản xuất.

Từ khóa: Bạc lá, bột talc, cám, *Serratia nematodiphila*, tồn trữ, trấu

¹ Đại học Cần Thơ

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