



DOI:10.22144/ctujos.2025.215

## TUYỂN CHỌN VÀ ỨNG DỤNG XẠ KHUẨN ƯA NHIỆT CÓ KHẢ NĂNG PHÂN GIẢI CELLULOSE TRONG NUÔI TRỒNG NẤM RƠM (*Volvariella volvacea* L.)

Trần Văn Bé Năm<sup>1</sup>, Nguyễn Hữu Thoại<sup>2</sup>, Huỳnh Ngọc Thanh Tâm<sup>1</sup> và Trần Hữu Hậu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

<sup>2</sup>Sinh viên ngành Sinh học, Khóa 47, Khoa Khoa học Tự nhiên, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ (Corresponding author): thhau@ctu.edu.vn

### Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 15/06/2025

Sửa bài (Revised): 16/07/2025

Duyệt đăng (Accepted): 24/10/2025

**Title:** Selection and application of thermophilic actinomycetes capable of cellulose degradation in the cultivation of straw mushroom (*Volvariella volvacea* L.)

**Author:** Tran Van Be Nam<sup>1</sup>, Nguyen Huu Thoai<sup>2</sup>, Huynh Ngoc Thanh Tam<sup>1</sup> and Tran Huu Hau<sup>1\*</sup>

**Affiliation(s):** <sup>1</sup>Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam; <sup>2</sup>Biology undergraduate student, Course 47, College of Natural Sciences, Can Tho University, Viet Nam

### TÓM TẮT

Trong nghiên cứu, việc phân lập và tuyển chọn được các dòng xạ khuẩn ưa nhiệt có khả năng phân giải cellulose từ rơm đã được thực hiện nhằm ứng dụng trong nuôi trồng nấm rơm. Tổng cộng có 12 dòng xạ khuẩn thể hiện khả năng phân giải CMC ở dải nhiệt độ từ 45°C đến 60°C. Trong số đó, sáu dòng (R2, R4, R5, R8, Đ3 và Đ4) có hoạt tính phân giải mạnh, với đường kính vùng phân giải dao động từ 22 đến 28 mm. Đặc biệt, dòng R8 cho thấy hiệu quả phân giải rơm cao ở nhiệt độ 50°C mà không gây ảnh hưởng bất lợi đến quá trình lan toả của nấm rơm. Dựa trên đặc điểm hình thái và phân tích trình tự vùng gen 16S rRNA, dòng xạ khuẩn R8 được xác định thuộc loài *Streptomyces thermoviolaceus*, với mức độ tương đồng trình tự đạt 99,89%. Đáng chú ý, khi bổ sung *S. thermoviolaceus* R8 vào giá thể, năng suất nấm rơm thu được tăng đến 21,27% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu cho thấy các dòng xạ khuẩn có tiềm năng ứng dụng trong việc xử lý rơm làm cơ chất trồng nấm, góp phần nâng cao hiệu quả trong nuôi trồng nấm.

**Từ khóa:** Nấm rơm, phân giải rơm, *Streptomyces thermoviolaceus*, *Volvariella volvacea*, xạ khuẩn ưa nhiệt

### ABSTRACT

This study successfully isolated and selected thermophilic actinomycete strains capable of degrading cellulose from agricultural residues for use in straw mushroom cultivation. A total of 12 actinomycete strains demonstrated the ability to degrade CMC within a temperature range of 45°C to 60°C. Six strains (R2, R4, R5, R8, Đ3, and Đ4) exhibited strong cellulolytic activity, with clear zone diameters ranging from 22 to 28 mm. Notably, strain R8 showed high efficiency in degrading straw at 50°C without adversely affecting the mycelial growth of straw mushrooms. Based on morphological characteristics and 16S rRNA gene sequence analysis, strain R8 was identified as *S. thermoviolaceus*, with a sequence similarity of 99.89%. Remarkably, the addition of *S. thermoviolaceus* R8 to the substrate increased the yield of straw mushrooms by up to 21.27% compared to the control. The results demonstrated the potential of actinomycete strains in using straw as a substrate, thereby enhancing efficiency in mushroom production.

**Keywords:** Straw degradation, straw mushroom, *Streptomyces thermoviolaceus*, thermophilic actinomycete, *Volvariella volvacea*

## 1. GIỚI THIỆU

Trong nông nghiệp, những nguyên liệu giàu cellulose như rơm rạ, bông phế thải và lá chuối thường được dùng làm cơ chất trong nuôi trồng nấm rơm (*Volvariella volvacea*) (Chang & Miles, 2004). Trong đó, rơm là một phụ phẩm nông nghiệp dồi dào, dễ thu gom tại Việt Nam và được xem là nguồn nguyên liệu đặc biệt phù hợp làm giá thể trồng nấm rơm. Để trồng nấm đạt hiệu quả cao, nguyên liệu cần được xử lý sơ bộ, trong đó ủ "compost" là một bước quan trọng. Quá trình này có tác dụng loại bỏ vi sinh vật cạnh tranh hoặc gây hại, đồng thời thúc đẩy sự phân hủy một phần chất hữu cơ trong nguyên liệu rơm. Giai đoạn ủ yêu cầu duy trì nhiệt độ trên 40°C để phân hủy các chất hữu cơ thành dạng dễ hấp thụ, tiêu diệt vi sinh vật có hại và nâng cao giá trị dinh dưỡng của cơ chất (Duong et al., 2012). Trong suốt quá trình ủ, các vi sinh vật đóng vai trò quan trọng nhờ khả năng hoạt động mạnh trong điều kiện nhiệt độ cao, thúc đẩy sự phân giải chất hữu cơ và nâng cao chất lượng cơ chất (Nguyen & Nguyen, 2018). Trong đó, xạ khuẩn là nhóm vi sinh vật nổi bật, có khả năng sinh tổng hợp nhiều loại enzyme ngoại bào như amylase, protease, chitinase và cellulase giúp phân giải hiệu quả các thành phần hữu cơ phức tạp (Nguyen et al., 2021). Đặc biệt, xạ khuẩn ưa nhiệt không chỉ thích nghi tốt với môi trường nhiệt độ cao mà còn có khả năng sản sinh các chất kháng sinh tự nhiên giúp ức chế vi khuẩn và nấm gây hại, từ đó cải thiện môi trường nuôi trồng. Việc ủ rơm với *S. chartreusis* và *Pleurotus ostreatus* làm tăng 70 – 100% C hữu cơ, 50 – 115% P hòa tan và hoạt tính enzyme đất (Sadeghi et al., 2022). Bên cạnh đó, việc phối hợp *Streptomyces-Bacillus* giúp tăng 47% N tổng và rút ngắn giai đoạn sinh nhiệt còn 8 ngày (Zhou et al., 2024).

Nghiên cứu này nhằm phân lập các dòng xạ khuẩn ưa nhiệt từ các đồng ủ rơm và mẫu đất thu thập tại phường Vị Thanh, thành phố Cần Thơ. Đồng thời, đánh giá khả năng phân giải cellulose của các dòng xạ khuẩn này, qua đó xác định tiềm năng ứng dụng trong quá trình nuôi trồng nấm rơm.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu thí nghiệm

Mẫu rơm và đất được thu thập từ các khu vực chuyên canh trồng nấm rơm tại phường Vị Thanh, thành phố Cần Thơ. Giống nấm rơm sử dụng trong nghiên cứu được cung cấp bởi Phòng thí nghiệm Giống cây trồng, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ. Meo giống nấm rơm Thần Nông (Công ty TNHH Nấm Thần Nông, phường Phước Thới, thành phố Cần Thơ).

### 2.2. Phân lập và tuyển chọn xạ khuẩn

Xạ khuẩn được phân lập từ mẫu đất và rơm theo phương pháp mô tả bởi Tran et al. (2018). Mẫu đất và rơm sau khi thu về được ủ ở 50°C trong 3 ngày nhằm tăng sinh các vi sinh vật ưa nhiệt. Sau đó, cân 1 g mẫu đất (0,5 g đối với mẫu rơm) và tiến hành pha loãng theo hệ số  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  và  $10^{-6}$ . Từ mỗi nồng độ pha loãng, 100  $\mu$ L dịch huyền phù được lấy và trải đều lên bề mặt môi trường CMC (carboxymethyl cellulose), ủ ở 50°C. Sau 5 ngày, các khuẩn lạc xạ khuẩn được quan sát, ghi nhận và cấy thuần trên môi trường Gause-I, sau đó tiến hành mô tả đặc điểm khuẩn lạc dựa theo công bố của Shirling and Gottlieb (1966a, 1966b).

Các dòng xạ khuẩn sau khi phân lập được đánh giá khả năng an toàn đối với nấm rơm bằng phương pháp cấy kép, theo mô tả của Tran et al. (2023). Thí nghiệm được thực hiện trên môi trường PDA (potato dextrose agar). Những dòng xạ khuẩn có khả năng ức chế sự phát triển của nấm rơm sẽ bị loại khỏi thí nghiệm.

### 2.3. Đánh giá khả năng phân giải cellulose của các dòng xạ khuẩn phân lập được

Khả năng phân giải cellulose của các dòng xạ khuẩn được xác định bằng phương pháp khuếch tán qua giếng thạch, dựa theo mô tả của Vu et al. (2018), có điều chỉnh một số điều kiện nuôi cấy cho phù hợp. Các dòng xạ khuẩn được nuôi tăng sinh trong môi trường Gause-I, ủ lắc ở tốc độ 150 vòng/phút (rpm). Trên đĩa Petri chứa môi trường CMC, các giếng có đường kính 6 mm được tạo ra, sau đó thêm vào mỗi giếng 50  $\mu$ L dịch huyền phù xạ khuẩn đã được chuẩn hóa ( $OD_{600} = 0,7$ ). Các đĩa được ủ tại các nhiệt độ khác nhau (45°C, 50°C, 55°C và 60°C) trong 3 ngày.

Sau thời gian ủ, khả năng phân giải cellulose được đánh giá bằng cách nhuộm với dung dịch Congo đỏ 0,1% (w/v) để xác định vùng phân giải. Đường kính vòng phân giải được đo và khả năng thủy phân cellulose được tính theo công thức:

Khả năng phân giải (mm) = Đường kính vòng phân giải - đường kính của giếng chứa mẫu (6 mm)

### 2.4. Đánh giá khả năng phân giải rơm của các dòng xạ khuẩn phân lập được

Khả năng phân giải rơm của các dòng xạ khuẩn được thực hiện theo phương pháp của Nguyen et al. (2020), có hiệu chỉnh một số bước như sau: Rơm được cắt thành đoạn dài 3 - 5 cm, sau đó sấy ở 60°C cho đến khi đạt khối lượng không đổi. Mỗi mẫu thí nghiệm sử dụng 5 g rơm, cho vào túi nilon sạch, vô

trùng, sau đó thêm 20 mL dịch nuôi tăng sinh xạ khuẩn (OD<sub>600</sub> = 0,7) và tiến hành ủ trong 10 ngày ở nhiệt độ 50°C.

Sau thời gian ủ, rom được rửa sạch và sấy ở 60°C cho đến khi đạt khối lượng không đổi và xác định khả năng phân giải (Vo & Cao, 2011):

$$\text{Khả năng phân giải (\%)} = \frac{[(\text{Khối lượng ban đầu} - \text{Khối lượng sau khi ủ}) / \text{Khối lượng ban đầu}] \times 100}{1}$$

**2.5. Định danh xạ khuẩn**

Dòng xạ khuẩn có khả năng phân giải cellulose tốt nhất được lựa chọn để định danh bằng kỹ thuật sinh học phân tử. Trình tự vùng gen 16S rRNA được khuếch đại bằng phản ứng PCR sử dụng cặp mồi 27F (5'-AGAGTTTATCCTGGCTC-3') và 1492R (5'-TACGGTTACCTTGTACACT-3'). Sản phẩm PCR sau đó được giải trình tự và so sánh với cơ sở dữ liệu trình tự nucleotide trên ngân hàng GenBank của NCBI để xác định loài của dòng xạ khuẩn.

**2.6. Thử nghiệm ứng dụng xạ khuẩn trồng nấm rom**

Chuẩn bị cơ chất: Rom được ngâm trong dung dịch nước vôi 2% trong 20 phút, sau đó để ráo, cho cơ chất vào từng túi nhỏ (mỗi túi 2 kg), hấp tiệt trùng ở 121°C trong 30 phút, để nguội. Tiếp theo, việc phun dịch xạ khuẩn với mật độ 10<sup>8</sup> CFU/mL lên bề mặt cơ chất đã khử trùng được tiến hành và trộn đều. Tỷ lệ phun là 20 mL dung dịch cho 1 kg cơ chất. Đối với mẫu đối chứng âm, phun 20 mL nước thay cho dung dịch xạ khuẩn.

Xếp mô và cấy giống: mô có kích thước dài x rộng x cao (40 x 30 x 20 cm). Một lớp cơ chất dày khoảng 10 - 12 cm được trải vào khuôn. Một lớp giống được cấy xung quanh khuôn, cách mép khuôn

khoảng 4 - 5 cm. Tiếp tục thực hiện tương tự để tạo đủ ba lớp. Lớp giống trên cùng được rải đều khắp bề mặt khuôn. Tổng lượng giống được sử dụng cho mỗi mô là 50 g. Sau khi cấy giống, mô được phủ kín bằng nilon trong vòng 7 ngày, sau đó tiến hành tưới nước để kích thích hình thành quả thể. Việc ghi nhận thời gian xuất hiện đỉnh ghim và tổng sản lượng nấm ở tất cả các nghiệm thức được thực hiện.

**2.7. Phương pháp xử lý số liệu**

Các số liệu thu được từ thí nghiệm được phân tích phương sai (ANOVA) bằng phần mềm Minitab 16.0, với mức ý nghĩa thống kê 5% (p < 0,05). Dữ liệu được ghi nhận và biểu diễn kết quả bằng phần mềm Microsoft Office Excel 2019.

**3. KẾT QUẢ THẢO LUẬN**

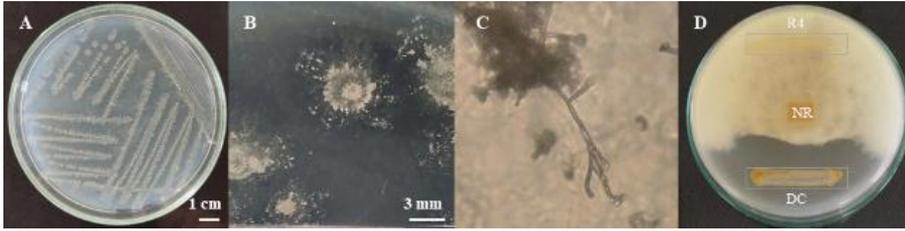
**3.1. Phân lập và tuyển chọn xạ khuẩn**

Phân lập được 12 dòng xạ khuẩn từ mẫu đất và rom thu thập tại phường Vị Thanh, thành phố Cần Thơ, trong đó có 8 dòng được phân lập từ rom và 4 dòng từ đất. Hình thái xạ khuẩn có sự khác biệt về hình dạng và kích thước giữa các dòng xạ khuẩn đã phân lập (Bảng 1, Hình 1). Trên môi trường Gause-I cho thấy sự khác biệt rõ rệt về kích thước khuẩn lạc giữa các dòng xạ khuẩn. Trong đó, 9 dòng có kích thước khuẩn lạc dao động từ 2 đến 4 mm và 4 dòng xạ khuẩn (R4, R5, R3 và Đ3) có kích thước khuẩn lạc lớn hơn, từ 4 đến 10 mm. Về đặc điểm sắc tố, có 8/12 dòng xạ khuẩn có màu trắng, chiếm tỷ lệ 66,67% và 4/12 dòng có màu xám, chiếm tỷ lệ 33,33%. Về hình thái khuẩn lạc, cả 12 dòng xạ khuẩn thể hiện sự đa dạng về hình dạng và cấu trúc bề mặt, tuy nhiên đều có đặc điểm chung là hình dạng khuẩn lạc không đều, không tiết sắc tố tan và không ức chế sự phát triển của nấm rom trên môi trường nuôi cấy.

**Bảng 1. Đặc điểm của các dòng xạ khuẩn**

Xạ khuẩn	Khuẩn lạc			Khuẩn ty		Sắc tố tan	Tác động đến nấm rom	
	Kích thước (mm)	Độ nổi	Hình dạng	Dạng bề	Khí sinh			
R1	2,0 - 4,0	Đẹp	Không đều	Nguyên	Xám	Xám	Không	Không
R2	2,0 - 3,0	Đẹp	Không đều	Sợi	Trắng	Trắng	Không	Không
R3	4,0 - 6,0	Đẹp	Không đều	Sợi	Trắng	Trắng	Không	Không
R4	7,0 - 10,0	Nhỏ	Không đều	Phân thùy	Trắng	Trắng	Không	Không
R5	4,0 - 7,0	Đẹp	Không đều	Sợi	Xám	Xám	Không	Không
R6	2,0 - 4,0	Đẹp	Không đều	Sợi	Xám	Xám	Không	Không
R7	2,0 - 4,0	Nhỏ	Không đều	Răng cưa	Trắng	Trắng	Không	Không
R8	2,0 - 4,0	Đẹp	Không đều	Răng cưa	Xám	Xám	Không	Không
Đ1	2,0 - 4,0	Đẹp	Không đều	Răng cưa	Trắng	Trắng	Không	Không
Đ2	2,0 - 4,0	Nhỏ	Không đều	Sợi	Trắng	Trắng	Không	Không
Đ3	4,0 - 6,0	Nhỏ	Không đều	Răng cưa	Trắng	Trắng	Không	Không
Đ4	2,0 - 4,0	Đẹp	Không đều	Sợi	Trắng	Trắng	Không	Không

Ghi chú: Hình thái khuẩn lạc của xạ khuẩn được quan sát trên môi trường Gause-I.



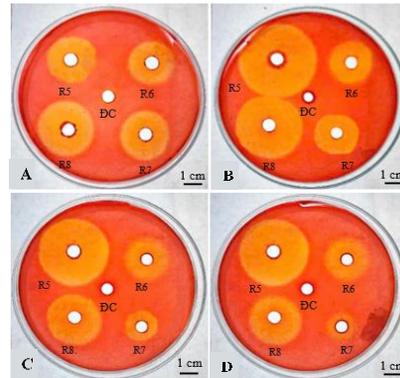
**Hình 1. Đặc điểm của xạ khuẩn R8**

Chú thích: (A) xạ khuẩn trên môi trường Gause-I, (B) khuẩn lạc, (C) khuẩn ty, (D) khả năng an toàn đối với nấm rom, (R4) xạ khuẩn R4, (NR) nấm rom, (DC) vi khuẩn có khả năng ức chế nấm rom.

**3.2. Khả năng phân giải CMC**

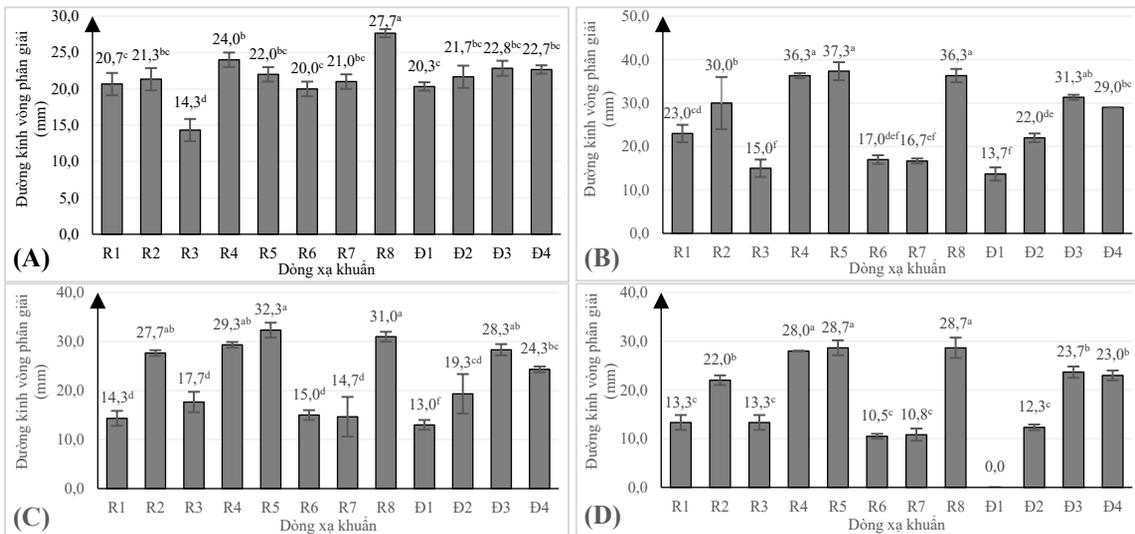
Các dòng xạ khuẩn đều có khả năng phân giải cellulose trong môi trường CMC ở các mức nhiệt độ từ 45 đến 60°C (Hình 2, Hình 3). Các dòng xạ khuẩn có khả năng tiết enzyme cellulase ngoại bào phân giải liên kết β-1,4-glucoside, các vùng cellulose bị phân giải bởi cellulase sẽ không bắt màu với thuốc nhuộm congo red tạo thành vòng sáng (vùng trong suốt) xung quanh giếng (Teather & Wood, 1982). Ở 45°C, dòng xạ khuẩn R8 thể hiện hoạt tính phân giải mạnh nhất với đường kính vòng phân giải đạt 27,7 mm, trong khi các dòng còn lại chỉ dao động từ 14,3 đến 23 mm. Khi tăng lên 50°C, hoạt tính phân giải CMC tăng rõ rệt, đặc biệt ở các dòng R5, R8 và R4 với đường kính vòng phân giải đạt khoảng 37,3 mm. Ở 55°C, hoạt tính bắt đầu giảm nhẹ nhưng vẫn cao ở R5 và R8 (32,3 mm), trong khi R7, R6 và R1 suy giảm mạnh với vòng phân giải nhỏ hơn 15 mm. Đến 60°C, hoạt tính tiếp tục giảm, chỉ các dòng R5, R8

và R4 vẫn duy trì hiệu suất tốt trong khi các dòng còn lại giảm mạnh dưới 15 mm.



**Hình 2. Khả năng phân giải CMC**

Chú thích: (DC) môi trường Gause I lỏng, (A) nhiệt độ 45°C, (B) nhiệt độ 50°C, (C) nhiệt độ 55°C, (D) nhiệt độ 60°C.



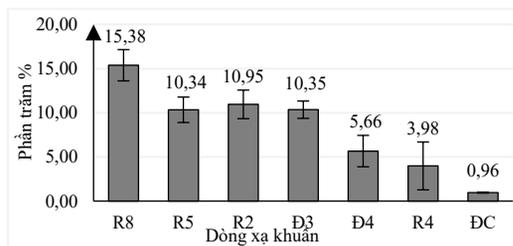
**Hình 3. Khả năng phân giải CMC của các dòng xạ khuẩn ở từng nhiệt độ khác nhau**

Chú thích: (A) nhiệt độ 45°C, (B) nhiệt độ 50°C, (C) nhiệt độ 55°C, (D) nhiệt độ 60°C. Trong cùng một biểu đồ, các giá trị trung bình mang ký hiệu chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%, theo phép thử Tukey.

Nhìn chung, các dòng xạ khuẩn thể hiện khả năng phân giải CMC tốt nhất ở 50°C và hoạt tính có xu hướng giảm dần khi nhiệt độ tăng đến 60°C. Riêng dòng Đ1 không còn khả năng phân giải ở 60°C. Sáu dòng xạ khuẩn có hoạt tính phân giải CMC nổi bật gồm R2, R4, R5, R8, Đ3 và Đ4. Nên những dòng xạ khuẩn này sẽ được lựa chọn để đánh giá khả năng phân giải rơm.

### 3.3. Khả năng phân giải rơm

Sau 5 ngày ủ với xạ khuẩn ghi nhận rơm mềm hơn và xuất hiện lớp phấn xám trắng trên bề mặt. Sau 10 ngày, rơm chuyển sang màu sẫm, mềm hơn do được phân giải bởi vi sinh vật. Trong khi đó, mẫu đối chứng vẫn giữ nguyên màu vàng, cứng và gần như chưa ghi nhận sự thay đổi rõ rệt so với trước khi ủ. Sau 10 ngày ủ ở nhiệt độ 50°C (điều kiện tối ưu cho hoạt động của xạ khuẩn đã được xác định từ thí nghiệm trước) khối lượng rơm còn lại ở các mẫu xử lý dao động từ 4,2 đến 4,8 g. Trong khi đó, mẫu đối chứng không xử lý vẫn giữ khối lượng cao ở mức 4,95 g. Điều này cho thấy khả năng tự phân giải của rơm trong điều kiện thí nghiệm là không đáng kể. Các dòng xạ khuẩn thể hiện hiệu quả phân giải với tỷ lệ từ 3,98 đến 15,38% (Hình 4). Đáng chú ý, dòng R8 đạt hiệu quả cao nhất với tỷ lệ phân giải 15,38%, gần gấp bốn lần so với dòng R4 chỉ đạt 3,98%. Dòng xạ khuẩn R8 tuy phân giải CMC kém hơn R5 nhưng phân hủy rơm rạ hiệu quả hơn. Khả năng phân giải CMC không phản ánh đầy đủ khả năng phân hủy cellulose do khác biệt về cơ chế enzyme (Tran et al., 2018; Ngo et al., 2021, Nguyen et al., 2022). Một số dòng chỉ tiết endoglucanase, trong khi phân hủy cellulose cần toàn bộ hệ enzyme cellulase gồm endo-(1,4)-β-D-glucanase (EC 3.2.1.4), exo-(1,4)-β-D-glucanase (EC 3.2.1.91) và β-glucosidase (EC 3.2.1.21) (Kuhad et al., 2011; Juturu et al., 2014).



Hình 4. Khả năng phân giải rơm của các dòng xạ khuẩn sau 10 ngày

### 3.4. Định danh xạ khuẩn

Kết quả giải trình tự vùng gen 16S rRNA và phân tích so sánh với cơ sở dữ liệu GenBank của NCBI cho thấy dòng R8 thuộc chi *Streptomyces*, có mức độ tương đồng cao với *S. thermoviolaceus*, đạt

99,89%. Chi *Streptomyces* là vi khuẩn Gram dương, hiếu khí, thuộc lớp Actinobacteria, được biết đến với khả năng sinh tổng hợp nhiều hợp chất hoạt tính sinh học như kháng sinh, enzyme ngoại bào và chất ức chế vi sinh vật. Chúng phân bố rộng rãi trong đất, nước và các môi trường hữu cơ, đóng vai trò quan trọng trong chu trình phân giải chất hữu cơ nhờ hệ enzyme đa dạng như cellulase, chitinase, lignin peroxidase và protease và làm giảm tỷ lệ C/N trong quá trình ủ rơm (Al-Dhabaan et al., 2021; Nguyen et al., 2021; Gong et al., 2022).

*S. thermoviolaceus* được ứng dụng trong công nghiệp dược phẩm, nông nghiệp và xử lý môi trường nhờ khả năng phân giải các hợp chất hóa học. Chúng có khả năng sản xuất các enzyme chitinase (Chi40, Chi35, Chi30, Chi25), enzyme peroxidase ngoại bào (P-3 và P-5), cũng như tổng hợp kháng sinh streptazolin (Iqbal et al., 1994; Djinni et al., 2018). Đáng chú ý, enzyme StChi40 thuộc họ glycoside hydrolase 18 (GH18), có cấu trúc dạng TIM-barrel, hoạt động tối ưu ở nhiệt độ 70 – 80°C và có khả năng phục hồi hoạt tính sau khi bị biến tính do nhiệt hoặc hóa chất (Tsuji et al., 1998; Tsuji et al., 2000). Ngoài ra, *S. thermoviolaceus* LC-10 phân hủy hiệu quả lignin và cellulose; khi kết hợp với *B. paralicheniformis* giúp kéo dài giai đoạn ủ nhiệt, đồng thời tăng tốc độ phân hủy cellulose, hemicellulose và lignin từ 18,37 đến 50,43% so với đối chứng (Zhang et al., 2024). Những đặc điểm này cho thấy *S. thermoviolaceus* có tiềm năng ứng dụng trong các lĩnh vực như xử lý môi trường và sản xuất enzyme.

Bảng 2. Độ tương đồng của trình tự vùng gen 16S của xạ khuẩn R8 với cơ sở dữ liệu NCBI

Tên loài	Độ phủ (%)	Độ tương đồng (%)	Mã số
<i>S. thermoviolaceus</i>	100	99,80	MK392142.1
<i>S. thermoviolaceus</i>	100	99,80	OR564111.1
<i>S. thermoviolaceus</i>	100	99,80	MT760626.1

### 3.5. Ứng dụng xạ khuẩn trong sản xuất nấm rơm

Việc bổ sung dòng xạ khuẩn R8 đã tác động rõ rệt đến các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất của nấm rơm (Bảng 3). Cụ thể, thời gian xuất hiện đỉnh ghim ở nghiệm thức có bổ sung R8 được rút ngắn còn 5,33 ngày, nhanh hơn 1,67 ngày so với đối chứng (7,00 ngày). Việc rút ngắn thời gian hình thành đỉnh ghim là yếu tố quan trọng, giúp giảm thời gian trồng nấm và nâng cao hiệu quả sản xuất. Bên cạnh đó, số lượng quả thể thu được ở nghiệm thức bổ sung R8

cũng cao hơn so với đối chứng. Tương tự, tổng khối lượng nấm rơm thu hoạch cũng tăng lên rõ rệt, đạt  $309,71 \pm 15,29$  g/mô, so với  $255,40 \pm 23,91$  g/mô ở nghiệm thức không bổ sung.

**Bảng 3. Tác động của xạ khuẩn thời gian sinh trưởng và năng suất nấm**

Nghiệm thức	Ngày xuất hiện đỉnh ghim	Tổng khối lượng nấm (g/mô)
Đối chứng	7,00	255,40±23,91
Bổ sung R8	5,33*±0,58	309,71*±15,29

Ghi chú: \*Khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không bổ sung xạ khuẩn R8 ( $p < 0,05$ , kiểm định t-test độc lập)

Thời gian xuất hiện đỉnh ghim trên rơm thường vào khoảng 7 ngày (Thiribhuvanamala et al., 2012), tuy nhiên còn phụ thuộc vào giống nấm và các điều kiện môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, nước và oxy. Tơ nấm cần đạt độ trưởng thành nhất định và có sự phối hợp của các yếu tố này mới có thể hình thành đỉnh ghim. Việc bổ sung xạ khuẩn R8 có khả năng phân giải cellulose từ rơm đã góp phần thúc

đẩy quá trình sinh trưởng của nấm rơm, thể hiện qua thời điểm hình thành đỉnh ghim xuất hiện vào ngày thứ 5. Tuy nhiên, thời gian xuất hiện đỉnh ghim chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác nhau, do đó các nghiên cứu cần được thực hiện thêm nhằm làm rõ vai trò của xạ khuẩn phân giải cellulose trong việc rút ngắn thời gian hình thành đỉnh ghim của nấm rơm.

#### 4. KẾT LUẬN

Dòng xạ khuẩn *S. thermoviolaceus* R8 được tuyển chọn có khả năng phân giải CMC hiệu quả trong khoảng nhiệt độ 45 - 60°C, đồng thời phân giải rơm đạt hiệu suất 15,38% sau 10 ngày ủ. Việc ứng dụng dòng R8 vào quá trình xử lý rơm và bổ sung trong giai đoạn nuôi trồng nấm rơm đã góp phần thúc đẩy sự phát triển của nấm, với thời gian hình thành đỉnh ghim ghi nhận ở mức 5,33 ngày, đồng thời làm tăng tổng năng suất quả thể lên 21,1%. Dòng R8 được đánh giá là có tiềm năng ứng dụng trong sản xuất nấm rơm theo hướng bền vững, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế và tối ưu hóa quy trình sử dụng phụ phẩm nông nghiệp.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Al-Dhabaan, F. (2021). Safety disposal of rice straw by biodegradation using *Streptomyces tendae*. *Sustainability*, 13(24), 13640. <https://doi.org/10.3390/su132413640>
- Chang, S.-T., & P. Miles. (2004). *Volvariella - A high-temperature cultivated mushroom. In Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. CRC Press. 451pp.
- Djinni, I., Djoudi, W., Souagui, S., Rabia, F., Rahmouni, S., Mancini, I., & Kecha, M. (2018). *Streptomyces thermoviolaceus* SRC3 strain as a novel source of the antibiotic adjuvant streptazolin: A statistical approach toward the optimized production. *Journal of Microbiological Methods*, 148, 161-168. DOI.org/10.1016/j.mimet.2018.04.008
- Duong, D. H., Le, C. N. P., Vo, T. K. T., Le, T. A. H., Tran, Q. V., & Phung, H. H. (2012). production of bio-organic fertilizer from sawdust after mushroom harvest and livestock wastes. *Academia Journal of Biology*, 34(3SE), 154-160 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.15625/0866-7160/v34n3se.1794>
- Gong, X., Yu, Y., Hao, Y., Wang, Q., Ma, J., Jiang, Y., & Qian, C. (2022). Characterizing corn-straw-degrading actinomycetes and evaluating application efficiency in straw-returning experiments. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1003157. <https://doi.org/10.1099/00221287-140-6-1457>
- Iqbal, M., Mercer, D. K., Miller, P. G., & McCarthy, A. J. (1994). Thermostable extracellular peroxidases from *Streptomyces thermoviolaceus*. *Microbiology*, 140(6), 1457-1465. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.077>
- Juturu, V., & Wu, J. C. (2014). Microbial cellulases: Engineering, production and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 188-203. DOI.org/10.1016/j.rser.2014.01.077
- Kuhad, R. C., Gupta, R., & Singh, A. (2011). Microbial cellulases and their industrial applications. *Enzyme Research*, 2011, 1-10. <https://doi.org/10.4061/2011/280696>
- Ngo, T. P., Nguyen, T. C. V., Nguyen, T. T. D., & Bui, T. V. (2021). Determination of cellulose degrading capability of bacteria and fungi strains isolated from gut of termite collected in Binh Tan district, Vinh Long province. *CTU Journal of Science*, 57(4), 65-72 (in Vietnamese). Doi.org/10.22144/ctu.jvn.2021.114
- Nguyen, H. T. D., Ngo, T. P., Pham, T. B. N., & Bui, T. V. (2022). Determination of carboxymethyl cellulose and cellulose degrading ability of microorganisms isolated from gut of termites collected in Mang Thit district, Vinh Long province, Vietnam. *CTU Journal of Science*, 58(CĐ Khoa học tự nhiên), 186-191 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.136>

- Nguyen, T. D. H., Hua, T. C., Dang, B. N., Nguyen, T. T. T., Nguyen, N. A., & Phan. T. V. (2021). Isolation and selection of actinomycetes producing high bioactive substances. *Journal of Science and Technology*, 53(B), 56-67 (in Vietnamese).
- Nguyen, T. T. T., & Nguyen, T. L. (2018). Cellulose-decomposing microorganisms to produce organic fertilizer from agricultural waste and their influence on groundnut accession 114 in Huong Tra, Thua Thien Hue. *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*, 127(3B), 5-19 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.26459/hueuni-jard.v127i3B.4483>
- Nguyen, T. T., Phan, T. P., Tran, T. X. L., Tran, V. B. N., Do, T. K., & Tran, N. D. (2020). Selection of lignocellulose-degrading bacteria for treatment of straw substrate used in the cultivation of straw mushroom (*Volvariella volvacea*). *Industry and Trade Magazine*, 9, 93-99 (In Vietnamese).
- Sadeghi, E., Ghorbani Nasrabadi, R., Movahedi, S. A., & Etesami, H. (2022). Actinobacterial and fungal strain-enriched wheat straw as an effective strategy for alleviating the effect of salinity stress on soil chemical and biochemical properties. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1), 90. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00356-6>
- Shirling, E. B., & Gottlieb, D. (1966a). Methods for characterization of *Streptomyces* species. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 16(3), 313-340. <https://doi.org/10.1099/00207713-16-3-313>
- Shirling, E. B., & Gottlieb, D. (1969b). Cooperative description of type cultures of *Streptomyces*. IV. Species descriptions from the second, third and fourth studies. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 19(4), 391-512. <https://doi.org/10.1099/00207713-19-4-391>
- Teather, R. M., & Wood, P. J. (1982). Use of Congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. *Applied and Environmental Microbiology*, 43(4), 777-780. <https://doi.org/10.1128/aem.43.4.777-780.1982>
- Tsujibo, H., Hatano, N., Endo, H., Miyamoto, K., & Inamori, Y. (2000). Purification and characterization of a thermostable chitinase from *Streptomyces thermoviolaceus* OPC-520 and cloning of the encoding gene. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 64(1), 96-102. <https://doi.org/10.1271/bbb.64.96>
- Tsujibo, H., Hatano, N., Mikami, T., Hirasawa, A., Miyamoto, K., & Inamori, Y. (1998). A novel  $\beta$ -N-acetylglucosaminidase from *Streptomyces thermoviolaceus* OPC-520: gene cloning, expression, and assignment to family 3 of the glycosyl hydrolases. *Applied and environmental microbiology*, 64(8), 2920-2924. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.8.2920-2924.1998>
- Thiribhuvanamala, G., Krishnamoorthy, S., Manoranjitham, K., Praksasm, V., & Krishnan, S. (2012). Improved techniques to enhance the yield of paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*) for commercial cultivation. *African Journal of Biotechnology*, 11(64), 12740-12748. <https://doi.org/10.5897/AJB11.4066>
- Tran, H. D., Huynh, V. H., Tran, D. D., & Nguyen, T. C. (2018). Isolation of cellulose-degrading microbes for rice straw decomposition. *Version B of Vietnam Journal of Science and Technology*, 60(6), 32-36 (in Vietnamese). [https://b.vjst.vn/index.php/ban\\_b/article/view/600](https://b.vjst.vn/index.php/ban_b/article/view/600)
- Tran, H. D., Huynh, V. H., Tran, D. H., & Nguyen, T. C. (2018). Isolation of cellulose-degrading microbes for rice straw decomposition. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 60(6), 32-36 (in Vietnamese).
- Tran, T. N. N., Pham, N. M., Thach, T. C., Do, T. T. H., Nguyen, D. T. V., Vo, T. T. H., & Nguyen, V. P. (2023). Potential to inhibit *Neoscytalidium dimidiatum* causing canker disease on dragon fruit of *Pseudomonas* sp. *CTU Journal of Science*. 59(1B), 132-139 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2023.015>
- Vo, V. P. Q., & Cao, N. D. (2011). Isolation and identification of cellulose-degrading bacteria. *CTU Journal of Science*, 18(a), 177-184 (in Vietnamese).
- Vu, T. D., Phan, T. T. N., Hoang, T. D., Tran, L. H. (2018). Isolation and selection of bacteria strains adapted to high temperatures, wide ph range, have high cellulase activity and the first initial application to wastewater treatment of paper mills. *Journal of Forestry Science and Technology*, 1, 3-10 (in Vietnamese).
- Zhang, J., Zou, Y. J., Wang, S. L., Zhang, W. W., Chen, Q. J., Wang, Q. Y., Guan, T. K., Zhang, J. Y., Zhao, M. R., & Zhang, G. Q. (2024). The inoculation of *Bacillus paralicheniformis* and *Streptomyces thermoviolaceus* enhances the lignocellulose degradation and microbial communities during spent mushroom substrate composting. *Environmental Research*, 263, 120157. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120157>
- Zhou, Z., Shi, X., Bhople, P., Jiang, J., Chater, C. C., Yang, S., & Liu, D. (2024). Enhancing C and N turnover, functional bacteria abundance, and the efficiency of biowaste conversion using *Streptomyces-Bacillus* inoculation. *Journal of Environmental Management*, 358, 120895. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120895>