

Nghiên cứu sàng lọc các chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy cellulose trong chất thải hữu cơ

Phan Nguyễn Thu Phương, Nguyễn Vũ Phương Thảo, Đặng Thị Thanh Tâm*

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Screening of cellulose-degrading bacteria in organic waste

Phan Nguyen Thu Phuong, Nguyen Vu Phuong Thao, Dang Thi Thanh Tam*

Vietnam National University of Agriculture

*Corresponding author: thanhntam@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.5.2026.013-021>

TÓM TẮT

Hiện nay lượng rác thải phát sinh trên toàn thế giới ngày càng gia tăng, trong đó rác thải hữu cơ chiếm tỷ trọng lớn. Sử dụng vi sinh vật trong quá trình xử lý rác thải hữu cơ này được cho là một giải pháp bền vững với nhiều ưu điểm hơn phương pháp truyền thống. Từ các chủng vi khuẩn phân lập, 12 chủng đã được chọn lọc có khả năng phân giải cellulose tốt, với bán kính vòng phân giải carboxymethyl cellulose (CMC) lớn hơn 18 mm. Các chủng này cũng được đánh giá *in vitro* khả năng phân giải tinh bột và lipid. Bên cạnh đó, kết quả đánh giá khả năng phân hủy cellulose trên vật liệu thực tế cho thấy 04 trong số 12 chủng có thể phân hủy giấy lọc sau 7 ngày. Ngoài ra, đánh giá khả năng phân giải rơm khô của 12 chủng cho thấy có 03 chủng phân hủy hiệu quả từ 44,42% đến 48,71% rơm sau 20 ngày. Dựa trên kết quả định danh phân tử, 03 chủng này được xác định là *Bacillus sp. P18*, *Serratia sp. T20* và *Bacillus sp. T38*. Kết quả cho thấy đây là ba chủng vi khuẩn tiềm năng cho hướng nghiên cứu phát triển các chế phẩm sinh học giúp xử lý rác thải hữu cơ.

ABSTRACT

The amount of waste worldwide is increasing, with organic waste accounting for a large proportion. The use of microorganisms to treat organic waste is considered a sustainable approach and has more advantages than traditional methods. From the isolated, twelve bacterial strains exhibiting strong cellulose-degrading ability were selected, with carboxymethyl cellulose (CMC) clearance zone radii greater than 18 mm. These strains were also evaluated *in vitro* for starch and lipid degradation. In addition, evaluating cellulose degradation on practical materials showed that four of the twelve strains were able to degrade filter paper after 7 days. Further *in vitro* evaluation of rice straw degradation by the twelve strains revealed that three strains could effectively degrade between 44.42% and 48.71% of rice straw after 20 days. Based on molecular identification, these three strains were classified as *Bacillus sp. P18*, *Serratia sp. T20* and *Bacillus sp. T38*. The results indicate that these strains are potential candidates for developing bioinoculants to treat organic waste.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 27/02/2026

Ngày phản biện: 27/03/2026

Ngày quyết định đăng: 28/04/2026

Từ khóa:

Bacillus sp, cellulose, rác thải hữu cơ, *Serratia sp*, vi khuẩn phân hủy cellulose.

Keywords:

Bacillus sp, cellulose, cellulose-degrading bacteria, organic waste, *Serratia sp*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lượng rác thải đang ngày càng tăng trên toàn thế giới. Theo báo cáo của Ngân hàng Thế giới, hàng ngày mỗi người thải ra trung bình 0,74 kg rác thải và dự kiến tổng lượng rác thải

toàn cầu sẽ chạm mốc 3,4 tỷ tấn vào năm 2050 [1]. Trong đó, rác thải hữu cơ chiếm tỷ trọng lớn nhất, bao gồm các vật liệu có nguồn gốc từ thực vật và động vật như thức ăn thừa, phụ phẩm nông nghiệp, gỗ, giấy, xác và phân động

vật [1, 2]. Đối với rác thải thực vật, cellulose đóng vai trò là khung xương của thành tế bào và cũng chiếm phần sinh khối lớn nhất [3]. Cellulose là một chuỗi polymer gồm các đơn vị glucose liên kết chặt chẽ với nhau bằng liên kết β -1,4-glycoside [4]. Do có cấu trúc bền vững, rác thải hữu cơ giàu cellulose như rơm rạ, bã ngô thường khó phân hủy tự nhiên. Vì vậy, vi sinh vật như vi khuẩn và nấm có khả năng phân hủy cellulose mạnh thường được ứng dụng để xử lý rác thải nông nghiệp giàu cellulose nhờ khả năng tiết enzyme cellulase [3]. Thông qua quá trình ủ phân, phân giải kỵ khí hoặc hiếu khí, cellulose sẽ bị vi sinh vật phân hủy thành các đơn vị glucose thông qua hoạt động của nhiều enzyme cellulase khác nhau như endo- β -1,4-glucanase, exo- β -1,4-glucanase và β -1,4-glucosidase [3, 4]. Sản phẩm của quá trình này là mùn, khí sinh học (CO_2 và metan), nước và các khoáng chất khác [2].

So với phương pháp truyền thống như chôn lấp (khó kiểm soát) hay thiêu hủy (hiệu suất thu hồi năng lượng thấp), việc ứng dụng vi sinh vật để xử lý rác thải hữu cơ có nhiều ưu điểm hơn. Các loại vi khuẩn có khả năng phân hủy cellulose thường được phân lập từ đất, có khả năng cải thiện và tăng tốc độ ủ phân, giá rẻ và không gây ô nhiễm thứ cấp [3]. Phương pháp này còn tạo ra các sản phẩm có giá trị như nhiên liệu sinh học và phân bón hữu cơ, hướng tới phát triển bền vững [5]. Cụ thể, phân bón vi sinh từ hoạt động ủ phân có thể giúp kích thích sinh trưởng cây trồng hiệu quả. Nghiên cứu của Onyia và cộng sự đã ghi nhận phân bón vi sinh từ thực phẩm và phế phẩm nông nghiệp có khả năng giúp cây ngô sinh trưởng và đạt năng suất tốt hơn so với việc sử dụng phân bón hóa học (NPK), đồng thời cũng giúp bảo vệ cây ngô khỏi sự tấn công của mầm bệnh và côn trùng [6]. Hơn nữa, sản xuất nhiên liệu sinh học từ nguồn chất thải giàu lignocellulose như phế phẩm nông nghiệp đang được quan tâm như một giải pháp bảo vệ môi trường, hướng tới phát triển bền vững [7]. Fu và cộng sự (2024) đã ghi nhận chủng *Bacillus tropicus* có khả năng phân giải cellulose và sản xuất ethanol từ chất thải bánh

dầu dừa khi đồng nuôi cấy với *Saccharomyces cerevisiae* [8].

Tại Việt Nam, theo Báo cáo Hiện trạng Môi trường Quốc gia giai đoạn 2016-2020, lượng chất thải từ hoạt động sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và chăn nuôi đang gia tăng hằng năm. Tuy nhiên, chỉ 16% lượng rác thải này được xử lý tại các nhà máy compost, phần lớn vẫn dựa vào chôn lấp và thiêu đốt [9]. Theo Nghị quyết số 122/NQ-CP ngày 08/05/2025 của Chính phủ, Việt Nam đang định hướng giảm tỷ lệ chất thải phải chôn lấp, tăng tỷ lệ chất thải được tái chế và tái sử dụng [10]. Do đó, việc ứng dụng vi sinh vật để xử lý rác thải hữu cơ, đồng thời tạo ra sản phẩm có giá trị như phân bón vi sinh được xem là một giải pháp hiệu quả và bền vững. Phương pháp này có thể áp dụng ở nhiều quy mô, từ các nhà máy sản xuất phân compost công nghiệp đến mô hình phân loại và xử lý rác thải hữu cơ tại hộ gia đình [9]. Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này thực hiện phân lập vi khuẩn từ các mẫu rác ủ nhằm tuyển chọn các chủng có khả năng phân giải chất hữu cơ. Kết quả của nghiên cứu là cơ sở quan trọng để ứng dụng và phát triển các chế phẩm sinh học giúp xử lý rác thải hữu cơ có thành phần chính là cellulose.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp phân lập vi khuẩn có hoạt tính enzyme cellulase từ mẫu rác ủ

Mẫu rác ủ được thu thập tại 2 địa điểm tại phường Hải An, thành phố Hải Phòng và xã Gia Lâm, thành phố Hà Nội. Để phân lập được các chủng vi khuẩn có khả năng phân giải cellulose, mẫu rác ủ thu thập được pha loãng và cấy trải trên môi trường thạch 1% CMC - Carboxymethyl cellulose (Peptone 10 g/l; CMC 10 g/l; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,3 g/l; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2,5 g/l; agar 20 g/l; pH = 7) [11]. Cụ thể, 1 g mẫu được bổ sung vào 9 ml nước cất vô trùng (10^{-1}) và lắc đều cho hỗn hợp đồng nhất. Tiếp tục chuyển 1 ml dung dịch trên vào 9 ml nước cất vô trùng và lặp lại tới khi hệ số pha loãng đạt 10^{-5} . Cấy trải 100 μl dịch pha loãng 10^{-5} lên đĩa môi trường 1% CMC và nuôi ở 35°C trong 24 giờ. Chọn lọc các khuẩn lạc và làm thuần để đánh

giá ở các thí nghiệm tiếp theo.

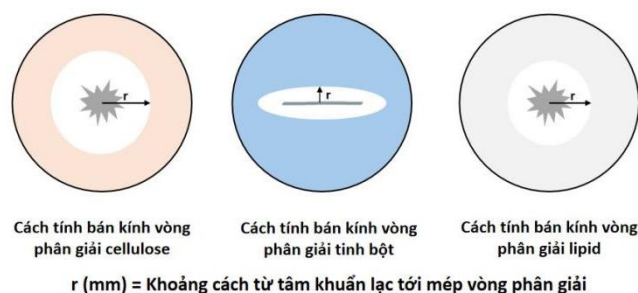
2.2. Phương pháp đánh giá khả năng phân giải cellulose, tinh bột, lipid của các chủng phân lập

Khả năng phân giải cellulose của các chủng vi khuẩn được đánh giá trên môi trường 1% CMC. Các chủng vi khuẩn được cấy chấm điểm trên đĩa môi trường và nuôi ở 35°C trong 72 giờ. Sau đó, nhuộm đĩa bằng dung dịch Congo red 0,1% (w/v) trong 15 phút và rửa bằng dung dịch muối NaCl 1 M [12]. Vi khuẩn có khả năng phân giải CMC sẽ tạo vòng không màu xung quanh khuẩn lạc. Bán kính (BK) vòng phân giải CMC được tính như mô tả ở Hình 1.

Để đánh giá khả năng phân giải tinh bột, chủng vi khuẩn được cấy vạch 4 đường thẳng chiều dài 2 cm đối xứng với tâm đĩa môi trường chứa 1% tinh bột (Tinh bột hoà tan 10 g/l; agar

20 g/l; pH= 7,0 – 7,2) và nuôi ở 35°C trong 48 giờ. Nhuộm đĩa bằng dung dịch Lugol (Gram's Iodine) trong 30 giây [13]. Chủng có khả năng phân giải tinh bột sẽ xuất hiện vòng trong suốt xung quanh khuẩn lạc. Bán kính vòng phân giải tinh bột được tính như mô tả ở Hình 1.

Đánh giá khả năng phân giải lipid của các chủng vi khuẩn được tiến hành theo phương pháp của Gopinath và cộng sự (2005). Sử dụng môi trường thạch Tween 20 (Peptone 10 g/l; NaCl 5 g/l; CaCl₂.2H₂O 0,1 g/l; Tween-20 10 ml/l; agar 20 g/l; pH = 7), cấy các chủng vi khuẩn vào 4 góc cách 2 cm đối xứng với tâm đĩa và nuôi ở 35°C trong 72 giờ [14]. Các chủng có khả năng sản sinh enzyme lipase sẽ thể hiện qua sự kết tủa. Bán kính vòng phân giải lipid được tính như mô tả ở Hình 1.



Hình 1. Phương pháp tính bán kính vòng phân giải các cơ chất

2.2.2. Đánh giá khả năng phân huỷ giấy lọc của các chủng chọn lọc

Để đánh giá khả năng phân huỷ giấy lọc, dịch nuôi các chủng vi khuẩn được bổ sung vào môi trường phân huỷ giấy lọc (KH₂PO₄ 1 g/l; NaCl 0,1 g/l; MgSO₄.7H₂O 0,5 g/l; NaNO₃ 1 g/l; Yeast extract 0,1 g/l; CaCl₂ 0,1 g/l; giấy lọc đã khử trùng kích thước 1 x 6 cm) và theo dõi sau 7 ngày [15]. Cụ thể, các chủng vi khuẩn được nuôi tăng sinh trong 5 ml môi trường CMC lỏng (Peptone 10 g/l; CMC 10 g/l; K₂HPO₄.7H₂O 0,3 g/l; (NH₄)₂SO₄ 2,5 g/l; pH=7) và lắc ở 120 vòng/phút ở nhiệt độ thường. Sau 72 giờ, 5 ml dịch tế bào vi khuẩn trên được bổ sung vào bình tam giác chứa 10 ml môi trường phân huỷ giấy lọc và nuôi lắc 120 vòng/phút [15]. Ở công thức đối chứng (ĐC), dịch vi khuẩn

được thay bằng nước cất vô trùng. Sau 7 ngày, tiến hành thu các mẫu giấy lọc và sấy khô ở 65°C. Các mẫu giấy lọc được cân khối lượng và quan sát dưới kính hiển vi để xem mức độ phân huỷ. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần và bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Phần trăm phân huỷ (%) của giấy lọc được tính theo công thức:

$$\text{Phần trăm phân huỷ giấy lọc (\%)} = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100$$

Trong đó:

m₁ là khối lượng của giấy lọc ở mẫu ĐC sau 7 ngày (g);

m₂ là khối lượng của giấy lọc ở công thức bổ sung các chủng vi khuẩn sau 7 ngày (g).

2.2.3. Đánh giá khả năng phân giải rơm khô trong điều kiện in vitro của các chủng chọn lọc

Để đánh giá khả năng phân giải rơm khô, các

chủng vi khuẩn chọn lọc được nuôi tăng sinh khối, bổ sung vào các bình chứa rơm và đánh giá sau 20 ngày. Rơm khô sử dụng trong thí nghiệm được cắt thành các đoạn nhỏ dài khoảng 3 cm và chia vào các bình trụ có nắp, mỗi bình chứa 3 g rơm. Các chủng vi khuẩn chọn lọc được nuôi tăng sinh trong 1 ml môi trường LB lỏng (Tryptone 10 g/l; yeast extract 5 g/l; NaCl 5 g/l; pH = 7), lắc ở tốc độ 180 vòng/phút trong 24 giờ. Sau đó, các chủng tiếp tục được làm giàu bằng cách bổ sung 1 ml dịch vi khuẩn vào 15 ml môi trường LB lỏng mới và nuôi ở cùng điều kiện. Sau 24 giờ, tiến hành pha loãng dịch tế bào vi khuẩn đến khi đạt $OD_{600nm} = 0,2$. Tiếp theo, bổ sung 150 ml dịch pha loãng vi khuẩn của từng chủng vào các bình thí nghiệm chứa rơm. Công thức đối chứng sẽ được bổ sung 150 ml nước không chứa vi khuẩn. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần và được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Sau 20 ngày, rơm được thu, sấy khô ở 65°C và cân khối lượng.

Tỷ lệ phân huỷ rơm khô (%)

$$= (m_1 - m_2) / m_1 \times 100$$

Trong đó:

m_1 : khối lượng của rơm khô ban đầu (g);

m_2 : khối lượng của rơm khô sau 20 ngày (g).

2.2.4. Định danh các chủng vi khuẩn tiềm năng

Các chủng vi khuẩn tiềm năng được định danh qua khảo sát các đặc điểm sinh hoá (Gram, hoạt tính catalase), hình thái khuẩn lạc và phân tích trình tự gen 16S rRNA. Nhuộm Gram được thực hiện theo phương pháp của Nguyễn Lâm Dũng (2011) [16]. Thử nghiệm hoạt tính catalase của các chủng tiềm năng được tiến hành theo phương pháp của Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 13614:2022 [13]. DNA tổng số của các chủng vi khuẩn tiềm năng được tách chiết theo phương pháp của Farah và cộng sự (2016) có cải tiến [17]. Trình tự gen 16s RNA được nhân lên bằng phản ứng PCR với cặp mồi: 27F (5'-AGAGTTTGTATCCTGGCTCAG-3') và 1492R (5'-GGTTACCTTGTACGACTT-3') ở nhiệt độ gắn mồi $T = 53^\circ\text{C}$. Sản phẩm PCR được tinh sạch và giải trình tự tại Công ty 1st BASE (Singapore). Kết quả

giải trình tự gen 16S rRNA của các chủng vi khuẩn tiềm năng được căn trình tự trên phần mềm Bioedit và so sánh mức độ tương đồng thông qua công cụ Blast trên Genbank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

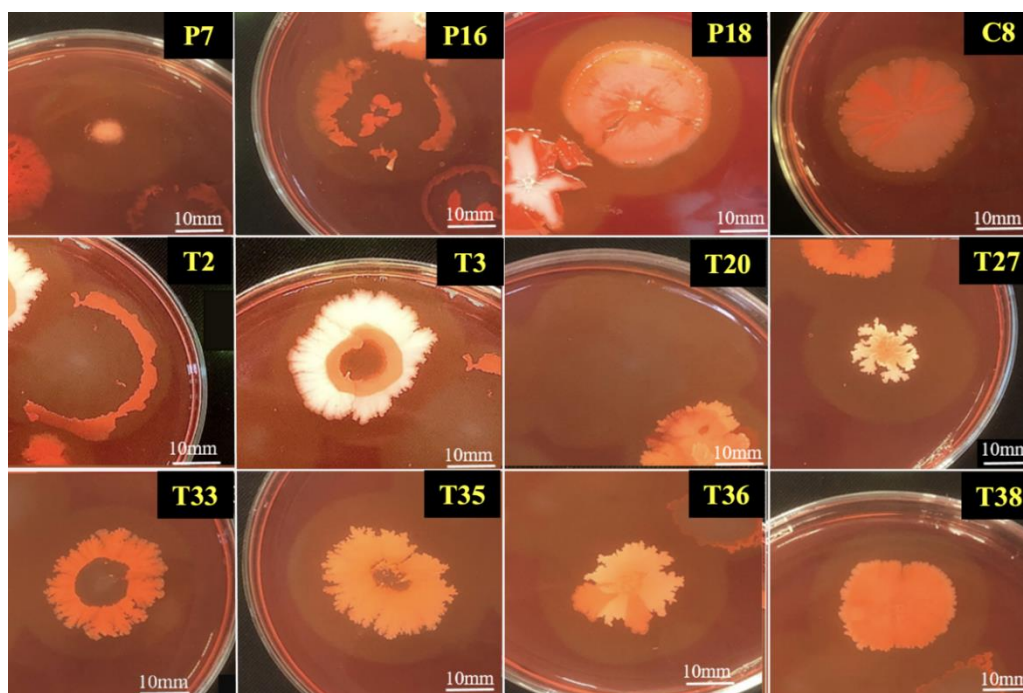
3.1. Sàng lọc các chủng vi khuẩn có hoạt tính enzyme cellulase và đánh giá đặc điểm sinh hóa liên quan

Từ mẫu rác thải hữu cơ thu thập, nhóm tác giả phân lập được 69 chủng vi khuẩn có khả năng sinh trưởng trên môi trường 1% CMC. Các chủng được đặt tên lần lượt là P1 - P19 và C1 - C10 đối với mẫu rác thu thập ở Hải Phòng và T1 - T40 đối với mẫu thu thập ở Hà Nội. Tiếp tục đánh giá khả năng sản sinh enzyme cellulase của các chủng trên bằng môi trường CMC và nhuộm bằng Congo red 0,1% xác định được 30 chủng có khả năng phân giải cellulose. Trong đó có 12 chủng thể hiện khả năng phân giải cellulose mạnh, với bán kính vòng phân giải CMC lớn hơn 18 mm (Bảng 1). Đáng chú ý, chủng vi khuẩn T20 là chủng có khả năng phân giải CMC tốt nhất, bán kính vòng phân giải đạt trung bình $23,69 \pm 0,71$ mm. Để sàng lọc được chủng tiềm năng, 12 chủng vi khuẩn tiếp tục được đánh giá khả năng phân giải tinh bột và chất béo. Kết quả thể hiện ở bảng 1 cho thấy, 12 chủng vi khuẩn nghiên cứu có đặc điểm sinh hoá khá đa dạng, các chủng đều có ít nhất 2 đặc điểm sinh hoá khác nhau liên quan tới khả năng phân giải cơ chất. Cả 12 chủng chọn lọc đều có khả năng phân giải tinh bột. Trong đó, chủng C8 có khả năng phân giải tinh bột mạnh nhất, bán kính vòng phân giải đạt trung bình $12,3 \pm 0,65$ mm. Ngược lại, chỉ có 5/12 chủng có khả năng phân giải chất béo. Trong đó chủng T2 cho khả năng phân giải chất béo mạnh nhất, bán kính vòng phân giải đạt trung bình $20,99 \pm 0,88$ mm.

Kết quả cho thấy, trên 12 chủng nghiên cứu có một số chủng vi khuẩn sở hữu nhiều hơn 2 đặc điểm sinh hoá liên quan tới khả năng phân giải cơ chất bao gồm chủng P7, P18, C8, T2 và T3 (Hình 2).

Bảng 1. Đánh giá đặc điểm sinh hoá liên quan đến khả năng phân giải các cơ chất của các chủng vi khuẩn chọn lọc

TT	Chủng	Địa điểm	BK vòng phân giải CMC ± SD (mm)	BK vòng phân giải tinh bột ± SD (mm)	BK vòng phân giải chất béo (Tween 20) ± SD (mm)
1	P7	Hải Phòng	18,32 ± 0,45	8,23 ± 0,67	14,48 ± 1,6
2	P16	Hải Phòng	18,31 ± 0,079	7,64 ± 0,40	0
3	P18	Hải Phòng	19,94 ± 0,37	8,13 ± 0,41	16,98 ± 1,5
4	C8	Hải Phòng	18,07 ± 0,29	12,3 ± 0,65	18,33 ± 0,86
5	T2	Hà Nội	21,11 ± 1,2	5,29 ± 0,31	20,99 ± 0,88
6	T3	Hà Nội	19,70 ± 1,8	5,61 ± 0,89	15,28 ± 1,5
7	T20	Hà Nội	23,69 ± 0,71	8,08 ± 0,40	0
8	T27	Hà Nội	18,22 ± 0,51	5,51 ± 0,44	0
9	T33	Hà Nội	18,53 ± 0,29	6,75 ± 0,72	0
10	T35	Hà Nội	21,39 ± 1,1	5,66 ± 0,07	0
11	T36	Hà Nội	19,02 ± 0,65	4,0 ± 1,23	0
12	T38	Hà Nội	19,09 ± 0,29	6,13 ± 1,28	0



Hình 2. Khả năng phân giải CMC của 12 chủng vi khuẩn chọn lọc

3.2. Khả năng phân giải cellulose trên giấy lọc của các chủng vi khuẩn chọn lọc

Để đánh giá hiệu quả phân giải cellulose trên vật liệu thực tế, tiến hành khảo sát khả năng phân huỷ giấy lọc của các chủng vi khuẩn chọn lọc trong 7 ngày. Sau quá trình phân huỷ, giấy được sấy khô, cân khối lượng. Kết quả ở Bảng 2 cho thấy, có 04 chủng vi khuẩn (P18, T3, T35 và T36) thể hiện khả năng phân huỷ giấy lọc tốt.

Khối lượng giấy lọc ở các công thức bổ sung các chủng vi khuẩn này có sai khác có ý nghĩa với đối chứng (hệ số phân huỷ tăng hơn 10%). Trong đó, chủng P18 có khả năng phân huỷ mạnh nhất, với hiệu suất phân huỷ tăng 17,23% so với đối chứng sau 7 ngày. Quan sát hình thái giấy lọc (Hình 3) cho thấy mẫu giấy lọc của chủng P18 và T3 cho khả năng phân huỷ rõ ràng nhất, tờ giấy bị mất một phần, xơ hoá mạnh và

có thể thấy các sợi cellulose bung ra. Đối với chủng T35 và T36, tuy cấu trúc giấy lọc vẫn còn nguyên nhưng các góc và viền giấy đã có dấu hiệu xơ hoá. Ngược lại, 08 chủng còn lại đều không có tác động nhiều tới giấy lọc, khối lượng giấy lọc sau 7 ngày không có sự khác biệt so với đối chứng. Ở các công thức bổ sung 08 chủng vi khuẩn này, hình dạng giấy lọc gần như còn nguyên vẹn (Hình 3).

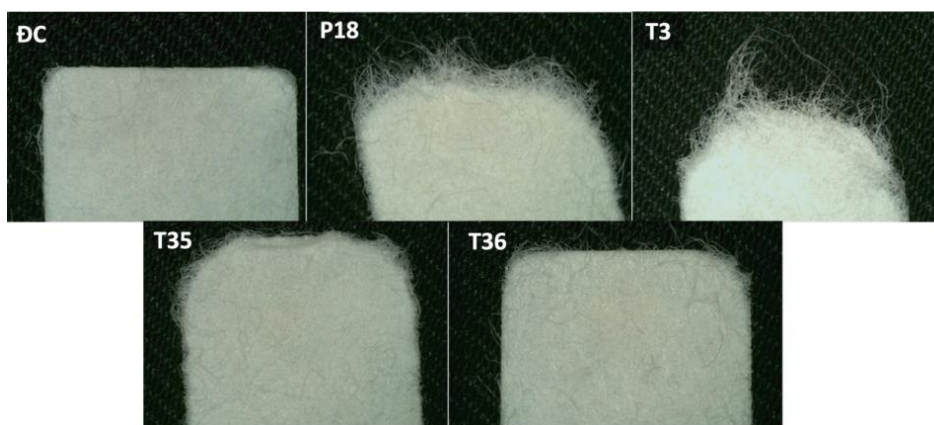
Kết quả của nghiên cứu này tương đồng với

nghiên cứu của Guder và Krishna (2019), khi chỉ ra rằng không phải mọi chủng vi khuẩn có khả năng phân giải CMC cũng có khả năng phân huỷ giấy lọc. Do cấu trúc cellulose trong CMC ở dạng bột mịn, dễ hoà tan, trong khi cellulose trong giấy lọc có cấu trúc rắn, bền vững hơn [18]. Vì vậy, các chủng vi khuẩn phân huỷ giấy lọc được xem là có hoạt tính phân giải cellulose mạnh hơn.

Bảng 2. Khả năng phân huỷ giấy lọc của các chủng vi khuẩn chọn lọc so với đối chứng sau 7 ngày

Chủng vi khuẩn	Khối lượng giấy lọc sau 7 ngày ± SD (mg)	Hệ số phân huỷ giấy lọc tăng so với ĐC sau 7 ngày (%)	Hình thái giấy lọc
ĐC	56,5 ± 1,35	-	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
P7	52,5 ± 3,43	7,14	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
P16	51,8 ± 0,93	8,38	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
P18	46,8 ± 2,06***	17,23	Mấy giấy xơ mạnh ở rìa và bề mặt
C8	51,6 ± 3,11	8,61	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
T2	52,9 ± 1,62	6,31	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
T3	48,7 ± 4,12**	13,86	Mấy giấy xơ mạnh ở rìa và bề mặt
T20	54,8 ± 1,65	3,01	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
T27	52,7 ± 1,32	6,73	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
T33	51,6 ± 0,361	8,67	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít
T35	49,9 ± 3,93*	11,68	Mẫu giấy bị xơ mạnh ở góc và bề mặt
T36	49,6 ± 1,0*	12,15	Mẫu giấy bị xơ góc và bề mặt
T38	53,5 ± 2,44	5,31	Mẫu giấy nguyên vẹn, giấy xơ ít

Ghi chú: dấu * thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đối chứng ($p < 0,05$).



Hình 3. Hình ảnh giấy lọc bị phân huỷ bởi các chủng vi khuẩn có hoạt tính phân giải mạnh sau 7 ngày

3.3. Khả năng phân giải rơm khô trong điều kiện *in vitro* của các chủng chọn lọc.

Tiếp tục thử nghiệm đánh giá khả năng phân

giải rơm khô trong điều kiện *in vitro* của 12 chủng chọn lọc, kết quả sau 20 ngày ủ mẫu thể hiện trong Bảng 3. Kết quả cho thấy 12 chủng

đều có khả năng phân huỷ rơm khô, với tỷ lệ phân huỷ đều đạt trên 30%. Tuy nhiên, chỉ có 5 chủng vi khuẩn P18, C8, T20, T35, T38 thể hiện khả năng phân huỷ mạnh và có sai khác có ý nghĩa thống kê so với đối chứng. Tỷ lệ phân huỷ rơm ở các công thức xử lý với các chủng vi khuẩn này tăng so với đối chứng từ 16,02-23,28%. Trong đó, ba chủng P18, T20, T38 thể hiện khả năng phân huỷ rơm mạnh với hiệu suất đạt trên 44%, cao hơn nhiều so với đối chứng (25,43%). Đáng chú ý, chủng P20 cho khả năng phân huỷ rơm khô mạnh nhất, đạt 48,71% sau 20 ngày. Ngoài ra, đánh giá trực quan cho thấy rơm khô ở các công thức có bổ sung vi khuẩn trở nên mềm, nhớt và có mùi đặc trưng của quá trình phân huỷ của xác thực vật. Ngược lại, ở công thức đối chứng, rơm vẫn còn thô, cứng và chỉ biểu hiện dấu hiệu phân huỷ nhẹ. Kết quả này là phù hợp với đặc điểm sinh hóa của ba chủng P18, T20 và T38 thu được ở thí nghiệm trước. Khi cả ba chủng đều thể hiện khả

năng phân giải CMC cao, trong đó chủng P18 thể hiện khả năng phân giải cellulose của giấy lọc tốt. Ngoài ra, rơm khô là phế phẩm hữu cơ chiếm tỷ trọng lớn từ hoạt động sản xuất nông nghiệp, với thành phần cấu tạo chính bao gồm cellulose, hemicellulose và lignin [19]. Trong nghiên cứu này, khả năng phân giải rơm khô của ba chủng vi khuẩn P18, T20, T38 sau 20 ngày đều đạt mức cao (trên 44%). Kết quả này có sự tương đồng với các nghiên cứu khác. Cụ thể, Võ Văn Phước Quê và cộng sự (2011) đã ghi nhận khả năng phân giải rơm rạ của 4 chủng Q4, Q5, Q8, Q9 đạt 53 - 55% sau 10 ngày [20]. Tương tự, Zhang và cộng sự (2025) khi thử nghiệm tổ hợp vi khuẩn SXJG15 (gồm: *Sphingobacterium*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*) đạt tỷ lệ phân huỷ rơm là 52,5% sau 18 ngày [21]. Như vậy, 03 chủng P18, T20, T38 là những chủng vi khuẩn tiềm năng có khả năng phân giải rác thải hữu cơ có thành phần chính là cellulose.

Bảng 3. Khả năng phân giải rơm khô trong điều kiện *in vitro* của các chủng chọn lọc sau 20 ngày

Tên chủng	Khối lượng rơm sau 20 ngày ± SD (g)	Tỷ lệ phân huỷ (%)	Tỷ lệ phân huỷ tăng so với đối chứng (%)
ĐC	2,24 ± 0,047	25,43 ^a	-
P7	2,05 ± 0,023	31,51 ^{ab}	6,08
P16	2,06 ± 0,016	31,32 ^{ab}	5,89
P18	1,62 ± 0,233	46,08 ^{cd}	20,65
C8	1,75 ± 0,117	41,63 ^{bcd}	16,20
T2	2,0 ± 0,117	33,32 ^{abc}	7,89
T3	1,93 ± 0,119	35,65 ^{ad}	10,22
T20	1,54 ± 0,082	48,71 ^d	23,26
T27	2,04 ± 0,149	32,08 ^{ab}	6,65
T33	2,00 ± 0,243	33,23 ^{abc}	7,80
T35	1,73 ± 0,119	42,25 ^{bcd}	16,82
T36	2,07 ± 0,027	30,99 ^{ab}	5,56
T38	1,67 ± 0,237	44,42 ^{bcd}	18,99

Ghi chú: các ký tự a, b, c trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê $p < 0,05$.

3.4 Đánh giá đặc điểm hình thái, sinh hóa và định danh các chủng vi khuẩn tiềm năng

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, ba chủng là vi khuẩn Gram dương, có khả năng sản sinh catalase và hình thái khuẩn lạc có màu trắng đục, tâm nhẵn/lồi, viền bóng/nhăn. Kết hợp với

trình tự gen 16S rRNA, nhóm tác giả đã xác định được hai chủng P18 và T38 có độ tương đồng cao với chi *Bacillus*, chủng T20 có độ tương đồng cao với chi *Serratia*. Do vậy, 03 chủng vi khuẩn tiềm năng được đặt tên là *Bacillus* sp. P18, *Serratia* sp. T20 và *Bacillus* sp. T38.

Các nghiên cứu khác chỉ ra rằng, các loài thuộc chi *Bacillus* và *Serratia* thể hiện khả năng tổng hợp đa dạng các enzyme thủy phân (như cellulase, lipase, amylase...) giúp xử lý hiệu quả rác thải hữu cơ và có khả năng sinh trưởng mạnh mẽ trong nhiều điều kiện môi trường [22, 23]. Bên cạnh đó, hai chi này có thể giúp kích thích sinh trưởng và tăng sức chống chịu của

cây trồng, phù hợp với hướng nghiên cứu ứng dụng sản xuất phân bón vi sinh từ rác thải hữu cơ [24, 25].

Như vậy, ba chủng vi khuẩn của nghiên cứu này có tiềm năng để ứng dụng phát triển các biện pháp sinh học giúp xử lý rác thải hữu cơ có thành phần chính là cellulose.

Bảng 4. Định danh dựa trên đặc điểm hình thái, sinh hoá và trình tự gen 16S rRNA của các chủng vi khuẩn tiềm năng

Chủng	Gram	Khả năng sinh catalase	Đặc điểm khuẩn lạc	Phân tích trình tự gen 16S rRNA trên NCBI (mã số trình tự tương đồng lớn nhất)	Kết luận
P18	+	+	Có tâm nhẵn, khô, màu trắng đục, mép viền bóng	98,43 - 98,07% với các loài thuộc chi <i>Bacillus</i> (OR690892.1)	<i>Bacillus</i> sp. P18
T20	+	+	Tròn, tâm lồi, màu trắng đục	93 - 95% với các loài thuộc chi <i>Serratia</i> (MW981415.1)	<i>Serratia</i> sp. T20
T38	+	+	Viền nhẵn, có tâm trắng đục, mặt nhầy	99,58 - 99,67% với các loài thuộc chi <i>Bacillus</i> (PQ814007.1)	<i>Bacillus</i> sp. T38

4. KẾT LUẬN

Từ mẫu rác hữu cơ thu thập ở Hà Nội và Hải Phòng, nghiên cứu đã phân lập và chọn lọc được 12 chủng vi khuẩn có khả năng phân giải CMC tốt, với đường kính vòng phân giải cao nhất là 23,69 mm. Tất cả 12 chủng này đều có thể phân giải tinh bột, một số chủng có thể phân giải lipid. Trong đó, 04 chủng thể hiện khả năng phân giải cellulose của giấy lọc sau 7 ngày. Tiếp tục đánh giá khả năng phân giải *in vitro* trên vật liệu thực tế của 12 chủng cho kết quả có 03 chủng P18, T20, T38 có thể phân giải 44,42 - 48,71% rơm khô sau 20 ngày. Hai chủng P18 và T38 được định danh là các chủng thuộc chi *Bacillus*, chủng T20 thuộc chi *Serratia*. Các chủng này là nguồn vật liệu có giá trị cho hướng nghiên cứu phát triển các biện pháp sinh học giúp xử lý rác thải hữu cơ có thành phần chính là cellulose.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Silpa K., Lisa Y., Perinaz B.-T. & Frank Van W. (2018). What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-1329-0

[2]. Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, Australia Government. (2025). Recovering organic waste. Truy cập từ: <https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/waste/food-waste/recovering-organic-waste>

[3]. Li H., Zhang M., Zhang Y., Xu X., Zhao Y., Jiang X., Zhang R. & Gui Z. (2023). Characterization of cellulose-degrading bacteria isolated from silkworm excrement and optimization of its cellulase production. *Polymers*. 15(20): 4142.

[4]. Hussain A. A., Abdel-Salam M. S., Abo-Ghaila H. H., Hegazy W. K. & Hafez S. S. (2017). Optimization and molecular identification of novel cellulose degrading bacteria isolated from Egyptian environment. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 15(1): 77-85.

[5]. Molina-Peñate E. & Sánchez A. (2025). An Overview of the Technological Evolution of Organic Waste Management over the Last Decade. *Processes*. 13(4): 940.

[6]. Onyia C., Okoh M. A. & Okoh I. (2020). Production of plant growth-promoting bacteria biofertilizer from organic waste material and evaluation of its performance on the growth of corn (*Zea mays*). *American Journal of Plant Sciences*. 189-200.

[7]. Ninh Cơ (2024). Gỡ vướng cho nhiên liệu sinh học. Báo Nhân dân. Truy cập từ: <https://nhandan.vn/go-vuong-cho-nhien-lieu-sinh-hoc-post816511.html>

[8]. Fu Z., Zhong L., Tian Y., Bai X. & Liu J. (2024).

Identification of cellulose-degrading bacteria and assessment of their potential value for the production of bioethanol from coconut oil cake waste. *Microorganisms*. 12(2): 240.

[9]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). Báo cáo Hiện trạng Môi trường Quốc gia Giai đoạn 2016-2020. Truy cập từ:

https://moit.gov.vn/upload/2005517/fck/files/20211108_Bao_cao_HTMT_2016-2020_F_a4980.pdf

[10]. Nghị quyết Chính phủ (2025). Nghị quyết số 122/NQ-CP. Truy cập từ:

<https://vanban.chinhphu.vn/?pageid=27160&docid=213568>

[11]. Hussein A. A., Khudhair S. H. & Mohammed M. K. (2017). Isolation and screening of thermophilic bacteria for producing cellulase enzyme using agricultural waste. *Al-Nahrain Journal of Science*. 20(2): 103-107.

[12]. Andro T., Chambost J.-P., Kotoujansky A., Cattaneo J., Bertheau Y., Barras F., Van Gijsegem F. & Coleno A. (1984). Mutants of *Erwinia chrysanthemi* defective in secretion of pectinase and cellulase. *Journal of bacteriology*. 160(3): 1199-1203.

[13]. Tiêu chuẩn Việt Nam (2022). TCVN 13614:2022.

[14]. Gopinath S. C., Hilda A. & Anbu P. (2005). Extracellular enzymatic activity profiles in fungi isolated from oil-rich environments. *Mycoscience*. 46(2): 119-126.

[15]. Zhang G. & Dong Y. (2022). Design and application of an efficient cellulose-degrading microbial consortium and carboxymethyl cellulase production optimization. *Frontiers in Microbiology*. 13: 957444.

[16]. Nguyễn Lâm Dũng (2010). *Vi sinh vật học*. NXB Giáo dục Việt Nam.

[17]. Farhad M.-A., Jabbari L., Nekouei R. K. & Aalami A. (2016). A simple and rapid system for DNA and RNA isolation from diverse plants using handmade kit. *Protocol Exchange*.

[18]. Guder D. G. & Krishna M. (2019). Isolation and characterization of potential cellulose degrading bacteria from sheep rumen. *J Pure Appl Microbiol*. 13(3): 1831-1839.

[19]. Ramos M., Laveriano E., San Sebastián L., Perez M., Jiménez A., Lamuela-Raventos R. M., Garrigós M. C. & Vallverdú-Queralt A. (2023). Rice straw as a valuable source of cellulose and polyphenols: Applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*. 131: 14-27.

[20]. Võ Văn Phước Quê & Cao Ngọc Diệp (2011). Phân lập và nhận diện vi khuẩn phân giải cellulose. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. 18a: 177-184.

[21]. Zhang Z., Islam M. S., Noman M., Hao Z., Chai R., Qiu H., Wang J., Cai Y., Wang Y. & Wang J. (2025). Enhanced Mesophilic Degradation of Rice Straw by Microbial Consortium SXJG15 Through Coordinated Enzymatic Activity and Community Reshaping. *Microorganisms*. 13(12): 2707.

[22]. Chhetri B. R., Silwal P., Jyapu P., Maharjan Y., Lamsal T. & Basnet A. (2022). Biodegradation of organic waste using *Bacillus* species isolated from soil. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*. 10(2): 104-111.

[23]. Kumar H. N., Mohana N. C., Rakshith D., Abhilash M. & Satish S. (2023). Multicomponent assessment and optimization of the cellulase activity by *Serratia marcescens* inhabiting decomposed leaf litter soil. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 31: 100951.

[24]. Tsotetsi T., Nephali L., Malebe M. & Tugizimana F. (2022). *Bacillus* for plant growth promotion and stress resilience: what have we learned? *Plants*. 11(19): 2482.

[25]. Kulkova I., Wróbel B. & Dobrzyński J. (2024). *Serratia* spp. as plant growth-promoting bacteria alleviating salinity, drought, and nutrient imbalance stresses. *Frontiers in Microbiology*. 15: 1342331.