



DOI:10.22144/ctujos.2024.478

## PHÂN LẬP VÀ TUYỂN CHỌN CÁC CHỦNG VI KHUẨN CÓ TIỀM NĂNG PHÂN HỦY NHỰA POLYSTYRENE (PS) TỪ ĐẤT BÃI RÁC TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Huỳnh Ngọc Thanh Tâm\*, Nguyễn Văn Khởi, Đinh Ngọc Bích, Lê Trần Y Khoa, Dương Thanh Nhựt Lâm, Trần Thị Thu Trang và Huỳnh Yến Nhi

Viện Công nghệ Sinh học & Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

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

### Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 06/06/2024

Sửa bài (Revised): 23/07/2024

Duyệt đăng (Accepted): 31/08/2024

**Title:** Isolation and selection of bacterial strains capable of decomposing polystyrene from landfill soil in Can Tho city

**Author(s):** Huynh Ngoc Thanh Tam\*, Nguyen Van Khoi, Dinh Ngoc Bich, Le Tran Y Khoa, Duong Thanh Nhut Lam, Tran Thi Thu Trang and Huynh Yen Nhi

**Affiliation(s):** Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam

### TÓM TẮT

Polystyrene (PS) là loại nhựa nhiệt dẻo được sử dụng phổ biến với những đặc tính tiện lợi và giá thành rẻ. Tuy nhiên, lượng rác thải từ loại nhựa này đang ngày càng gia tăng ở mức đáng báo động và gây ra những tác hại đến môi trường cũng như sức khỏe con người. Nghiên cứu này nhằm mục đích phân lập và tuyển chọn các chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS trong điều kiện phòng thí nghiệm. Nghiên cứu cho thấy, 15 chủng vi khuẩn phân lập có thể tồn tại trong môi trường Basal salt medium có bổ sung 0,1% bột nhựa polystyrene. Hai chủng CT26 và CT10 chỉ phát triển sinh khối mạnh tại vị trí có đặt tấm nhựa polystyrene trên môi trường thạch. Đồng thời, hai chủng vi khuẩn này có khả năng làm giảm khối lượng bột nhựa lần lượt là 42,12% và 34,08% sau 28 ngày nuôi cấy trong môi trường lỏng. Kết quả giải trình tự gene 16S rRNA cho thấy hai chủng CT26 và CT10 được xác định lần lượt là *Cronobacter sakazakii* và *Pseudomonas aeruginosa* với độ tương đồng đạt lần lượt là 99,85% và 100%.

**Từ khóa:** Hộp xốp nhựa PS, nhựa polystyrene, phân hủy sinh học, vi khuẩn

### ABSTRACT

Polystyrene (PS) is a commonly used thermoplastic with convenient properties and low price. Nevertheless, the amount of waste from this type of plastic has been alarmingly increasing and creating negative impacts on the environment and humans. This study aimed to isolate and select bacterial strains that have the capability of degrading PS plastics. Fifteen isolated bacterial strains were found to survive in a Basal salt medium supplemented with 0,1% PS plastic powder. Research results showed that the two strains CT26 and CT10, only developed substantial biomass at the location where polystyrene plastic sheets were placed on an agar medium. At the same time, these two bacterial strains were found to possess the PS degrading ability through the weight loss of plastic powder by 42.12% and 34.08%, respectively, after 28 days of culture in the liquid environment. The results of 16S rRNA gene sequencing showed that the two strains CT26 and CT10 were identified as *Cronobacter sakazakii* and *Pseudomonas aeruginosa*, respectively, with similarities reaching 99.85% and 100%, respectively.

**Keywords:** Bacteria, biodegradation, PS foam box, polystyrene plastic

## 1. GIỚI THIỆU

Nhựa polystyrene (PS) là một loại nhựa nhiệt dẻo đã và đang sử dụng rất phổ biến trong đời sống sinh hoạt hằng ngày với đặc tính bền, đa dạng và tiện dụng. Đối với các ngành công nghiệp, nhựa PS phổ biến bởi đặc tính hữu ích, chi phí thấp, trọng lượng nhẹ, dễ sản xuất, tính linh hoạt, hiệu suất nhiệt và khả năng chống ẩm. Tuy nhiên, theo Ho et al. (2018) vì đặc tính bền nên nhựa PS rất khó bị phân hủy ngoài môi trường sau khi thải bỏ. Monomer của PS là styrene, có công thức là  $C_6H_5-CH=CH_2$  là một trong những loại monomer có vòng thơm, lần đầu tiên được chiết xuất vào thế kỷ 19 từ quá trình chưng cất storax, một loại nhựa thơm tự nhiên. Nhựa PS có thể chia thành 3 loại phụ thuộc vào nhu cầu sử dụng bao gồm: nhựa PS thông dụng (general purpose polystyrene – GPPS) có đặc tính vật lý giòn, chịu va đập kém và có độ trong như thủy tinh; nhựa PS chịu va đập cao (high impact polystyrene - HIPS) có độ bền cao; nhựa PS giãn nở (expandable polystyrene - EPS) là loại nhựa dạng xốp phổ biến, có đặc tính cách nhiệt do cấu tạo xốp có hơn 95% là không khí (Salisu & Maigari, 2022).

Nhu cầu sử dụng các sản phẩm nhựa dùng một lần hiện nay rất lớn dẫn đến lượng rác thải nhựa ngày càng tăng, các loại nhựa này thường không thể tái chế và sẽ bị tích tụ trong một thời gian dài. Sự tích tụ và xâm nhập của các sản phẩm phân hủy nhựa vào chuỗi thức ăn có thể gây ra các vấn đề sức khỏe nghiêm trọng cho cả con người và động vật (Gilami et al., 2023). Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm tuyển chọn vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS từ mẫu đất bãi rác trên địa bàn thành phố Cần Thơ. Nhựa PS đã được chứng minh là được phân hủy bởi *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus megaterium*, *Rhodococcus ruber*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* và các chủng vi khuẩn khác (Amobonye et al., 2021). Kết quả từ nghiên cứu của Sekhar et al. (2016) với các chủng vi khuẩn chỉ ra rằng *Enterobacter* sp. là chủng có tỉ lệ giảm khối lượng cao nhất 12,4% HIPS (có chứa decabromodiphenyl oxide và antimon trioxide được tổng hợp trong phòng thí nghiệm) là nguồn carbon duy nhất bị mất trong vòng 30 ngày khi sử dụng chủng phân lập. Sự phân hủy sinh học của nhựa do vi khuẩn xảy ra khi chúng có thể sử dụng nhựa làm nguồn carbon để phát triển. Quá trình phân hủy sinh học PS bắt đầu khi vi sinh vật bắt đầu phát triển trên bề mặt PS và tiết ra enzyme của chúng để phân hủy polymer thành các mảnh phân tử nhỏ hơn là oligomer và có thể là monomer, styrene có thể được sử dụng như một

nguồn carbon cho sự tăng trưởng bởi một số vi sinh vật (Ho et al., 2018).

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mẫu đất được thu thập tại bãi rác Cờ Đỏ ( $10^{\circ}05'12.1''N$ ,  $105^{\circ}27'52.7''E$ ) và bãi rác Hưng Lợi ( $10^{\circ}01'07.4''N$ ,  $105^{\circ}46'12.3''E$ ) trên địa bàn thành phố Cần Thơ. Hạt nhựa được mua từ địa chỉ đường Xuân Thới Thượng 3, tổ 16, ấp 1, xã Xuân Thới Thượng, Hóc Môn, thành phố Hồ Chí Minh. Hộp nhựa được mua tại cửa hàng Thu Mart (126, đường 30/4, phường An Phú, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ), hộp xốp được mua tại cửa hàng bán lẻ bao bì Chiêu Thủy (162, đường Trần Ngọc Quế, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ).

Môi trường phân lập vi khuẩn Nutrient Agar (NA): peptone (6 g/L), meat extract (1 g/L), yeast extract (2 g/L), NaCl (5 g/L), agar (20 g/L). Môi trường Basal salt medium (BSM) được sử dụng theo nghiên cứu của Kim et al. (2021), bao gồm:  $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$  (12,8 g/L),  $KH_2PO_4$  (3 g/L), NaCl (0,5 g/L),  $NH_4Cl$  (1 g/L),  $MgSO_4$  (0,24 g/L),  $CaCl_2$  (0,011 g/L).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phân lập vi khuẩn

##### Thu mẫu

Mẫu đất được thu từ 2 bãi rác ở Cờ Đỏ và Hưng Lợi trên địa bàn thành phố Cần Thơ, mỗi địa điểm thu 3 mẫu đất. Đất được thu ở độ sâu khoảng 3 – 5 cm, đất ở gần vị trí có các hộp xốp đang bị phân hủy hoặc bên dưới các hộp xốp đang trong quá trình phân hủy, có dán nhãn ghi thời gian thu và địa điểm lấy mẫu.

##### Xử lý mẫu

Đất được cân 1 g và cho vào bình tam giác có dung tích 50 mL đã khử trùng, thêm 9 mL nước cất khử trùng, đập bình bằng giấy bạc. Đặt bình tam giác lên máy khuấy từ trong 30 phút và để lắng trong 1 giờ. Pha loãng mẫu bằng cách hút 1 mL dung dịch gốc cho vào 9 mL nước cất khử trùng, lần lượt pha loãng đến nồng độ  $10^{-5}$  sau đó hút 50  $\mu$ L ở mỗi nồng độ cấy trải trên đĩa thạch môi trường NA.

##### Phân lập vi khuẩn

Sau 48 giờ cấy trải, các khuẩn lạc trên đĩa thạch có sự khác nhau về hình dạng, kích thước, màu sắc được cấy chuyển ra đĩa thạch môi trường NA mới, sau đó tiếp tục cấy chuyển nhiều lần cho đến khi

nhận được chủng thuần (kiểm tra độ thuần bằng cách đánh giá hình dạng khuẩn lạc và quan sát vi khuẩn dưới kính hiển vi quang học).

**2.2.2. Tuyển chọn sơ bộ các chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS**

Các chủng vi khuẩn được chuyển vào từng ống nghiệm môi trường BSM lỏng có thể tích 10 mL và có bổ sung 1 g/L bột nhựa polystyrene làm nguồn carbon duy nhất, mật số được đồng nhất là 6 log CFU/mL. Các ống nghiệm được ủ ở điều kiện nhiệt độ 28°C trong vòng 7 ngày, sau đó tiến hành xác định mật số để đánh giá khả năng sinh trưởng của vi khuẩn trong môi trường.

Mật số vi khuẩn được xác định bằng phương pháp đếm sống nhỏ giọt của Hoben & Somasegaran (1982): sau 7 ngày, dung dịch BSM trong ống nghiệm được pha loãng bằng cách hút 1 mL dung dịch cho vào ống nghiệm chứa 9 mL nước cất khử trùng, thực hiện lần lượt đến nồng độ  $10^{-5}$ , sau đó tiến hành hút 10  $\mu$ L từ dung dịch đã pha loãng nhỏ từng giọt riêng biệt lên bề mặt môi trường sao cho giọt dung dịch không bị chảy lan ra xung quanh.

**Công thức tính mật số:**

$$\text{Mật số vi khuẩn (CFU/mL)} = A \times B \times 100$$

Trong đó:

A: số khuẩn lạc trung bình đếm được

B: hệ số pha loãng

100: hệ số chuyển đổi từ 10  $\mu$ L đến 1 mL

Những chủng vi khuẩn có thể phát triển được trong môi trường BSM có bổ sung nhựa được chọn để tiếp tục thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

**2.2.3. Khảo sát khả năng phân hủy bột nhựa PS của các chủng vi khuẩn**

Bột nhựa PS được xử lý bằng cách sử dụng máy xay để xay nhỏ hạt nhựa nguyên sinh, lọc mịn bằng rây có kích thước lỗ khoảng 0,1 mm đến 0,5 mm.

Các chủng vi khuẩn được cho lần lượt vào từng ống nghiệm chứa sẵn 10 mL môi trường BSM lỏng có bổ sung 1 g/L bột nhựa polystyrene làm nguồn carbon duy nhất. Các ống nghiệm được ủ ở 28°C và ghi nhận chỉ tiêu sau 28 ngày. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Ống nghiệm đối chứng âm là ống nghiệm chỉ chứa môi trường BSM và bột nhựa PS, không chứa vi khuẩn.

Xác định khối lượng bột nhựa sau 28 ngày: Bột nhựa trong ống nghiệm có khối lượng nhẹ, nổi lên trên bề mặt dung dịch, thu nhận bột nhựa bằng cách

rót dung dịch ra giấy lọc đã sấy khô và xác định trước khối lượng, sau đó sấy khô và tiến hành cân khối lượng tổng. Khối lượng bột nhựa bằng khối lượng tổng sau khi sấy trừ khối lượng của giấy lọc.

**Công thức xác định lượng bột nhựa hao hụt:**

$$W = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

Trong đó:

W: lượng bột nhựa hao hụt (%)

W<sub>0</sub>: khối lượng bột nhựa ban đầu (mg)

W<sub>1</sub>: khối lượng bột nhựa sau thí nghiệm (mg)

Dựa vào kết quả lượng bột nhựa hao hụt, ta đánh giá khả năng phân hủy nhựa PS của các chủng vi khuẩn, sau đó tuyển chọn những chủng vi khuẩn có hoạt tính cao để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

**2.2.4. Khảo sát khả năng phân hủy mảnh hộp nhựa PS**

Hộp nhựa PS là sản phẩm nhựa có đặc tính mỏng, dai được cắt thành các mảnh có kích thước 1 x 1 cm, khử trùng bằng cách ngâm trong cồn 70% trong vòng 30 phút và để khô trong tủ cấy vô trùng. Que cấy được dùng để lấy một lượng khuẩn lạc vi khuẩn lần lượt cho vào ống nghiệm có chứa sẵn 10 mL môi trường BSM lỏng đã khử trùng, đồng nhất mẫu bằng máy vortex. Micropipette được dùng để hút 50  $\mu$ L dịch huyền phù vi khuẩn trải trên đĩa petri môi trường BSM thạch. Sau đó, các mảnh hộp nhựa PS (nguồn carbon duy nhất) được đặt lần lượt lên bề mặt môi trường. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Đánh giá sự hình thành khuẩn lạc phần rìa của mảnh hộp nhựa sau 28 ngày.

**2.2.5. Khảo sát khả năng phân hủy mảnh hộp xốp nhựa PS**

Hộp xốp nhựa PS là một loại sản phẩm phổ biến dùng trong bảo quản thực phẩm, có đặc điểm xốp nhẹ, có cấu trúc là các hạt giãn nở. Hộp xốp trong thí nghiệm này được cắt thành các mảnh có kích thước 3 x 3 cm, khử trùng bằng cách ngâm trong cồn 70% và để khô trong tủ cấy. Micropipette được dùng để hút 50  $\mu$ L dịch huyền phù vi khuẩn trải trên đĩa petri có sẵn môi trường BSM thạch. Sau đó, các mảnh hộp nhựa PS (nguồn carbon duy nhất) được đặt lần lượt lên bề mặt môi trường. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Đánh giá sự hình thành khuẩn lạc phần rìa của mảnh hộp nhựa sau 28 ngày. Sau 28 ngày, ta quan sát và ghi nhận sự hình thành khuẩn lạc xung quanh mảnh hộp xốp.

2.2.6. Định danh chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS

Chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS cao nhất sau khi được tuyển chọn từ thí nghiệm trên được chọn định danh đến mức độ loài bằng phương pháp giải trình tự vùng gene 16S rRNA và đối chiếu với dữ liệu trên trang website National Center for Biotechnology Information (NCBI). Cặp mồi tổng 27F và 1495R (Weisburg et al., 1991) được sử dụng với trình tự như sau:

27F: 5'GAGAGTTTGATCCTGGCTCAG3'

1495R: 5'CTACGGCTACCTTGTACGA3'

Chu trình PCR có 3 giai đoạn: Giai đoạn 1 có 1 chu kỳ biến tính ở nhiệt độ 94°C trong thời gian 4 phút; giai đoạn 2 có 35 chu kỳ, mỗi chu kỳ bao gồm 3 bước nhỏ: biến tính ở nhiệt độ 94°C trong 45 giây,

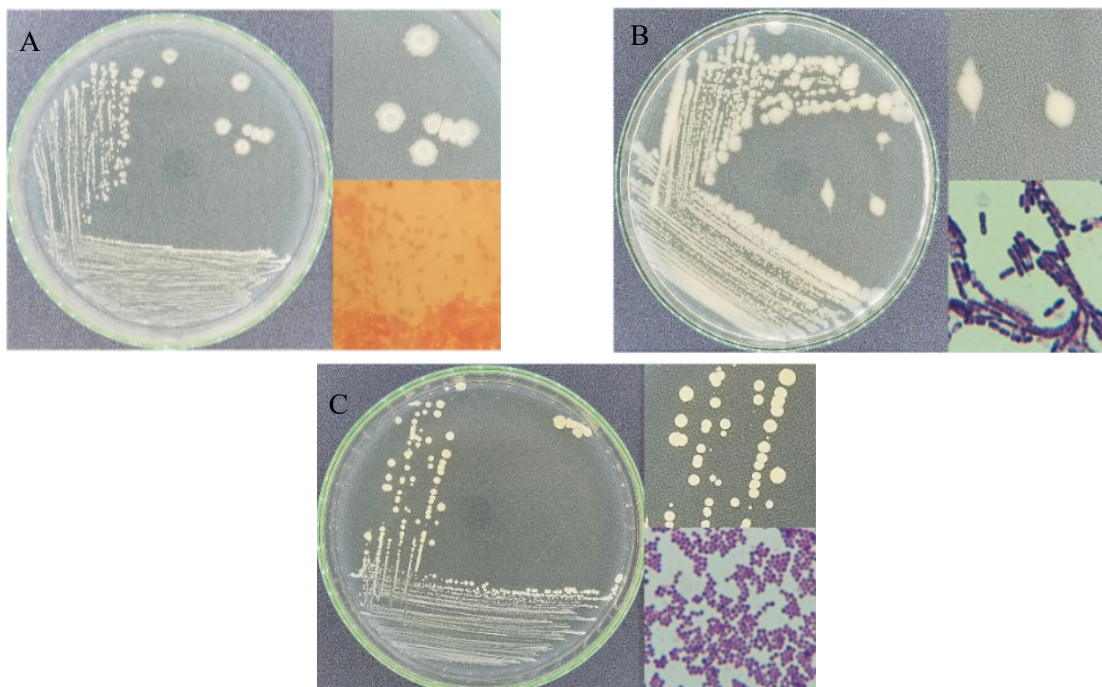
bắt cặp ở 53°C trong 45 giây, kéo dài ở nhiệt độ 72°C trong 1 phút; giai đoạn 3 có 1 chu kỳ kéo dài ở nhiệt độ 72°C trong 7 phút.

Từ kết quả giải trình tự, ta so sánh trình tự với ngân hàng gene NCBI bằng công cụ BLAST để xác định chủng vi khuẩn. Kết quả giải trình tự được dùng để kiểm tra đối chứng với các thử nghiệm sinh hóa nhằm xác định mức độ loài của chủng vi khuẩn.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân lập vi khuẩn

Từ mẫu đất thu thập tại hai bãi rác Cờ Đỏ và Hưng Lợi trên địa bàn thành phố Cần Thơ, 28 chủng vi khuẩn đã được phân lập. Đa số khuẩn lạc có hình dạng tròn (96,4%), còn lại có hình dạng không đều (3,6%). Kích thước các khuẩn lạc sau 48 giờ dao động từ 1 đến 4 mm.



Hình 1. Hình thái khuẩn lạc và tế bào của một số chủng vi khuẩn

Ghi chú: A: chủng CT1; B: chủng CT2; C: chủng CT11

Kết quả nhuộm Gram và quan sát dưới kính hiển vi quang học có độ phóng đại 1000× cho thấy có 26

chủng vi khuẩn Gram âm (chiếm 93%) và có hai chủng vi khuẩn Gram dương (chiếm 7%), hình que chiếm 71% và hình cầu chiếm 29% (Bảng 1).

**Bảng 1. Đặc điểm hình thái của các chủng vi khuẩn**

STT	Chủng vi khuẩn	Hình dạng	Gram	Đường kính (mm)
1	CT1	Que	-	1-2
2	CT2	Que	+	3-4
3	CT3	Que	-	1-1,5
4	CT4	Que	-	1,5-3
5	CT5	Que	-	3,5-4
6	CT6	Cầu	-	1-2
7	CT7	Cầu	-	2-3
8	CT8	Que	-	3,5-4
9	CT9	Que	-	2,5-3
10	CT10	Que	-	3-5
11	CT11	Cầu	+	1,2-1,5
12	CT12	Cầu	-	1-1,5
13	CT13	Cầu	-	1,5-2
14	CT14	Que	-	3-4
15	CT15	Que	-	1-1,5
16	CT16	Que	-	3-3,5
17	CT17	Cầu	-	3-3,5
18	CT18	Que	-	3-3,5
19	CT19	Que	-	3-3,5
20	CT20	Que	-	3-4
21	CT21	Cầu	-	2-2,5
22	CT22	Que	-	1,5-2,5
23	CT23	Que	-	3-3,5
24	CT24	Que	-	3-3,5
25	CT25	Cầu	-	1-1,5
26	CT26	Que	-	2-3
27	CT27	Que	-	3-3,5
28	CT28	Que	-	3,5-4

**3.2. Kết quả tuyển chọn sơ bộ các chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS**

Hai mươi tám chủng vi khuẩn sau khi đã phân lập được ủ trong môi trường BSM lỏng có bổ sung 1 g/L bột nhựa PS làm nguồn carbon duy nhất, mật số ban đầu được xác định là 6 logCFU/mL. Sau thời gian 7 ngày, mật số được xác định trên môi trường NA. Kết quả thống kê trong Bảng 2 cho thấy, sau 7 ngày nuôi cấy, mật số vi khuẩn có sự chênh lệch giữa các nghiệm thức, với các giá trị dao động từ 6 đến 8,96 logCFU/mL, trong đó CT10 là chủng vi khuẩn đạt cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ở mức ý nghĩa 5%. Điều này chứng tỏ chủng vi khuẩn CT10 có khả năng phát triển mật số cao trong môi trường BSM lỏng có bổ sung bột nhựa PS. Các chủng vi khuẩn gồm CT3, CT4, CT8, CT12, CT13, CT14, CT21, CT22, CT23 và CT24 không tìm thấy khuẩn lạc, ba chủng CT15, CT16 và CT25 phát triển không đáng

kể với các giá trị dao động từ 6 đến 6,59 logCFU/mL (Bảng 2).

**Bảng 2. Mật số vi khuẩn sau 7 ngày nuôi cấy trong môi trường BSM**

STT	Chủng vi khuẩn	Mật số vi khuẩn (logCFU/mL)
1	CT1	7,41 <sup>defg</sup> ±0,01
2	CT2	7,13 <sup>g</sup> ±0,02
3	CT3	-
4	CT4	-
5	CT5	7,58 <sup>cde</sup> ±0,04
6	CT6	7,62 <sup>cd</sup> ±0,01
7	CT7	7,40 <sup>defgh</sup> ±0,00
8	CT8	-
9	CT9	7,10 <sup>g</sup> ±0,14
10	CT10	8,96 <sup>a</sup> ±0,00
11	CT11	7,54 <sup>cdef</sup> ±0,06
12	CT12	-
13	CT13	-
14	CT14	-
15	CT15	6,59 <sup>h</sup> ±0,16
16	CT16	6,00 <sup>i</sup> ±0,00
17	CT17	7,25 <sup>efg</sup> ±0,07
18	CT18	7,81 <sup>bc</sup> ±0,14
19	CT19	6,85 <sup>bc</sup> ±0,01
20	CT20	7,22 <sup>fg</sup> ±0,15
21	CT21	-
22	CT22	-
23	CT23	-
24	CT24	-
25	CT25	6,15 <sup>i</sup> ±0,21
26	CT26	8,00 <sup>b</sup> ±0,00
27	CT27	7,15 <sup>g</sup> ±0,11
28	CT28	7,56 <sup>cdef</sup> ±0,00
<b>P-Value</b>		0,00
<b>CV (%)</b>		1,18

Ghi chú: (-) không có mật số; các giá trị trung bình theo sau bởi các ký tự giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% bằng kiểm định Tukey

Trong 28 chủng vi khuẩn phân lập được, chỉ có 15 chủng vi khuẩn lần lượt là CT1, CT2, CT5, CT6, CT7, CT9, CT10, CT11, CT17, CT18, CT19, CT20, CT26, CT27 và CT28 có thể phát triển được mật số trên môi trường BSM có bổ sung bột nhựa. Các chủng vi khuẩn còn lại không phát triển mật số hoặc có nhưng không đáng kể. Điều này cho thấy sau thời gian 7 ngày, các chủng này không đủ hoạt tính hoặc không thể sử dụng bột nhựa PS làm nguồn carbon. Qua kết quả trên, có 15 chủng vi khuẩn được chọn để tiếp tục thực hiện cho thí nghiệm tiếp theo.

### 3.3. Kết quả khảo sát khả năng phân hủy bột nhựa PS

#### Kết quả khảo sát khối lượng bột nhựa PS

Số liệu lượng bột nhựa PS hao hụt sau 28 ngày thử nghiệm trong môi trường BSM được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3. Khối lượng bột nhựa hao hụt sau thí nghiệm**

STT	Chủng vi khuẩn	Lượng PS hao hụt (%)
1	CT1	3,62 <sup>c</sup> ±2,02
2	CT2	13,24 <sup>d</sup> ±1,46
3	CT5	1,63 <sup>c</sup> ±1,11
4	CT6	12,75 <sup>d</sup> ±3,53
5	CT7	21,07 <sup>bcd</sup> ±1,81
6	CT9	2,95 <sup>c</sup> ±2,58
7	CT10	34,08 <sup>a</sup> ±4,88
8	CT11	22,13 <sup>bc</sup> ±1,49
9	CT17	25,23 <sup>b</sup> ±2,72
10	CT18	2,56 <sup>c</sup> ±0,73
11	CT19	3,99 <sup>c</sup> ±1,00
12	CT20	20,20 <sup>bcd</sup> ±1,50
13	CT26	42,12 <sup>a</sup> ±4,36
14	CT27	15,72 <sup>cd</sup> ±2,39
15	CT28	23,79 <sup>bc</sup> ±2,90
16	Đối chứng	0,00*
	<b>P-value</b>	0,00
	<b>CV(%)</b>	16,96

Ghi chú: (\*) ở nghiệm thức đối chứng không bổ sung vi khuẩn vào môi trường và không có sự thay đổi khối lượng, do đó không đưa vào thống kê so sánh; các giá trị trung bình theo sau bởi các ký tự giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% bằng kiểm định Tukey

Sau 28 ngày, các chủng vi khuẩn giúp giảm khối lượng bột PS dao động từ 1,63% đến 42,12%. Trong đó chủng vi khuẩn CT26 đạt cao nhất là 42,12% và CT10 là 34,08%. Chủng vi khuẩn CT26 không có sự khác biệt về mật thống kê với CT10. Số liệu trong thí nghiệm thấp hơn so với nghiên cứu của Asmita et al. (2015) khi khảo sát sự phân hủy PS do chủng *Bacillus subtilis* trong môi trường Bushnell Hass có sự giảm trọng lượng tối đa là 58,82%. Ngoài ra, một số nghiên cứu khác trước đây đã cho ra kết quả thấp hơn nghiên cứu hiện tại, trong nghiên cứu của Xiang et al. (2023) với vi nhựa PS sau 30 ngày nuôi cấy, tỷ lệ giảm khối lượng do *Stenotrophomonas maltophilia*, *Bacillus velezensis* và *Acinetobacter radioresistens* lần lượt là 6,9%, 2,1% và 11,5%. Sau 60 ngày xử lý, tỷ lệ giảm khối lượng của ba chủng trên lần lượt là 9,5%, 4,1% và 16,7%. Theo kết quả

của Park et al. (2023) về khả năng phân hủy PS nhờ vi khuẩn cộng sinh đường ruột phân lập từ giun bột (ấu trùng *Tenebrio molitor*) cho thấy có sự thay đổi trọng lượng từ 9,4% đến 11,8%.

#### Kết quả khảo sát mật số

Để xác định được khả năng sinh trưởng và phát triển của từng chủng trong môi trường BSM lỏng có bổ sung 1 g/L bột nhựa PS, các chủng vi khuẩn đều được xác định mật số ban đầu là 6 logCFU/mL, sau 28 ngày thu nhận đếm mật số vi khuẩn, kết quả xử lý số liệu được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4. Mật số của các chủng vi khuẩn sau 28 ngày thí nghiệm**

STT	Chủng vi khuẩn	Mật số vi khuẩn (logCFU/mL)
1	CT1	6,12 <sup>c</sup> ±0,39
2	CT2	6,06 <sup>c</sup> ±0,10
3	CT5	6,90 <sup>bcd</sup> ±0,14
4	CT6	7,04 <sup>abc</sup> ±0,12
5	CT7	6,67 <sup>bcd</sup> ±0,06
6	CT9	6,22 <sup>c</sup> ±0,07
7	CT10	7,63 <sup>a</sup> ±0,09
8	CT11	6,03 <sup>c</sup> ±0,35
9	CT17	6,89 <sup>bcd</sup> ±0,11
10	CT18	7,05 <sup>abc</sup> ±0,20
11	CT19	6,36 <sup>de</sup> ±0,10
12	CT20	6,33 <sup>de</sup> ±0,06
13	CT26	7,23 <sup>ab</sup> ±0,50
14	CT27	7,24 <sup>ab</sup> ±0,01
15	CT28	6,51 <sup>cd</sup> ±0,13
	<b>P-value</b>	0,00
	<b>CV (%)</b>	3,17

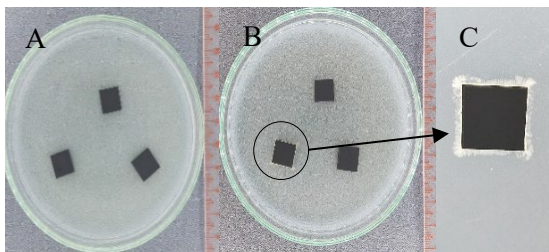
Ghi chú: Các giá trị trung bình theo sau bởi các ký tự giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% bằng kiểm định Tukey

Tất cả 15 chủng vi khuẩn được tuyển chọn đều có sự phát triển mật số vi khuẩn sau 28 ngày với các giá trị dao động từ 6,03 đến 7,63 logCFU/mL. Chủng vi khuẩn CT10 mật số đạt cao nhất (7,63 logCFU/mL), chủng vi khuẩn CT27 mật số cao thứ hai (7,24 logCFU/mL), chủng vi khuẩn CT26 mật số cao thứ ba (7,23 logCFU/mL). Ba chủng CT6, CT18 và CT27 mặc dù đạt mật số tương đối cao nhưng làm giảm khối lượng nhựa thấp hơn khi so với CT10 và CT26 (Bảng 3). Việc giảm khối lượng mẫu cho thấy vi khuẩn có thể phân hủy và sử dụng PS làm nguồn carbon cho các hoạt động trao đổi chất của chúng (Kumar et al., 2021). Theo Xiang et al. (2023), từ 10 ngày đến 30 ngày, vi khuẩn phát triển chậm và nồng độ vi khuẩn đạt trạng thái ổn định, từ ngày thứ 30 đến ngày thứ 60, ở một số

chủng vi khuẩn có sự giảm tốc độ phát triển. Từ thí nghiệm này đã cho thấy chủng CT10 và CT26 là hai chủng có hoạt tính phân hủy nhựa cao hơn so với các chủng còn lại, do đó cả hai được chọn để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

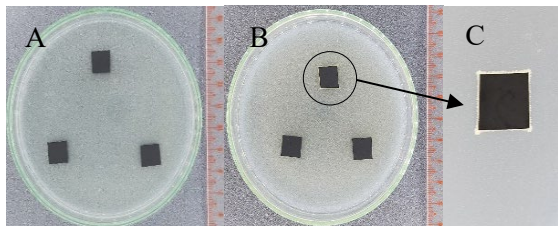
### 3.4. Kết quả khảo sát khả năng phân hủy mảnh hộp nhựa PS

Kết quả mảnh hộp nhựa sau khi tiếp xúc với hai chủng CT10 và CT26 được trình bày trong Hình 2 và Hình 3.



**Hình 2. Mảnh hộp nhựa PS sau khi tiếp xúc với chủng CT10**

Ghi chú: A: sau 7 ngày; B: sau 28 ngày; C: Khuẩn lạc CT10 xung quanh mảnh nhựa



**Hình 3. Mảnh hộp nhựa PS sau khi tiếp xúc với chủng CT26**

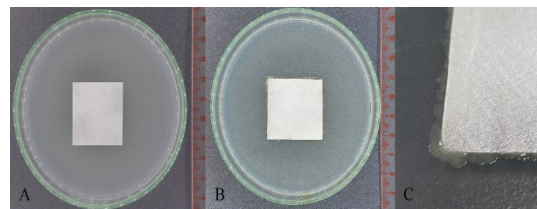
Ghi chú: A: sau 7 ngày; B: sau 28 ngày; C: Khuẩn lạc CT26 xung quanh mảnh nhựa

Qua kết quả trên, sau 7 ngày nuôi cấy trên môi trường thạch BSM, đĩa môi trường có chủng vi khuẩn CT10 và CT26 chưa có dấu hiệu khuẩn lạc bám lên rìa mảnh hộp nhựa PS (Hình 2A và 3A). Sau 28 ngày nuôi cấy, chủng CT10 và CT26 có sự xuất hiện khuẩn lạc bám xung quanh phần rìa của mảnh hộp nhựa PS. Điều này cho thấy khi phát triển được khuẩn lạc xung quanh mảnh hộp nhựa, hai chủng vi khuẩn trên đã sử dụng mảnh hộp nhựa PS làm nguồn carbon duy nhất sau 28 ngày. Ở thí nghiệm của Yang et al. (2014), chủng *Bacillus* sp. phát triển trên tấm nhựa polyethylene thành các khuẩn lạc tương đối dày có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Trong thí nghiệm này, sự xuất hiện khuẩn lạc xung quanh rìa mảnh hộp nhựa PS cho kết quả tương tự các thí nghiệm của nghiên cứu trên, điều này chỉ ra chủng CT10 và CT26 có khả năng tồn tại

và phát triển trên môi trường có mảnh hộp nhựa PS làm nguồn carbon.

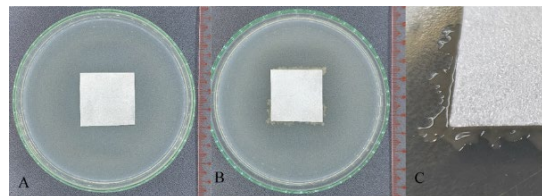
### 3.5. Kết quả khảo sát khả năng phân hủy hộp xốp PS

Hai chủng vi khuẩn CT10 và CT26 được nuôi cấy trong môi trường BSM thạch có đặt mảnh hộp xốp PS lên bề mặt tương tự như thí nghiệm với mảnh hộp nhựa PS. Kết quả được so sánh giữa hai thời điểm sau 7 ngày và sau 28 ngày được trình bày qua Hình 4 và Hình 5.



**Hình 4. Mảnh hộp xốp PS sau khi tiếp xúc với chủng vi khuẩn CT10**

Ghi chú: A: sau 7 ngày; B: sau 28 ngày; C: khuẩn lạc CT10 xung quanh mảnh hộp xốp



**Hình 5. Mảnh hộp xốp PS sau khi tiếp xúc với chủng vi khuẩn CT26**

Ghi chú: A: sau 7 ngày; B: sau 28 ngày; C: khuẩn lạc CT26 xung quanh mảnh hộp xốp

Chủng CT10 (Hình 4A) và chủng CT26 (Hình 5A) ở thời điểm 7 ngày chưa phát triển, không có khuẩn lạc xuất hiện quanh mảnh hộp xốp. Sau 28 ngày nuôi cấy, chủng vi khuẩn CT10 (Hình 4B) phát triển mạnh, lan rộng quanh bề mặt mảnh hộp xốp (Hình 4C), đồng thời chủng vi khuẩn CT26 cũng cho ra kết quả tương tự (Hình 5B và 5C). Kết quả của thí nghiệm này tương tự với kết quả nghiên cứu ở thí nghiệm của Yang et al. (2014), chủng vi khuẩn *Enterobacter asburiae* phát triển thành các khuẩn lạc mỏng, mờ và có thể nhìn thấy được. Kết quả quan sát môi trường BSM thạch bên ngoài vùng không có mảnh hộp xốp PS, các khuẩn lạc chỉ xuất hiện rất nhỏ và không có dấu hiệu tăng kích thước kể từ sau 48 giờ cấy trái, tuy nhiên vùng tiếp xúc với mảnh hộp xốp lại xuất hiện khuẩn lạc với độ nổi mủ và phát triển lan rộng. Điều này cho thấy chủng vi khuẩn có khả năng tiếp cận và sử dụng các phân tử

carbon trong PS nhờ vào các enzyme và cơ chế sinh học đặc biệt của chúng.

Qua kết quả các thí nghiệm khảo sát sự phân hủy bột nhựa PS, sự xuất hiện khuẩn lạc xung quanh mảnh hộp nhựa PS và mảnh hộp xốp PS đã chứng minh được ưu thế và khả năng phân hủy nhựa cao nhất của 2 chủng vi khuẩn CT10 và CT26. Đặc điểm khuẩn lạc khi xuất hiện xung quanh mảnh hộp nhựa PS và mảnh hộp xốp PS có sự khác biệt hình dạng bìa và màu sắc so với đặc điểm hình thái khuẩn lạc khi phát triển trên môi trường NA. Từ các kết quả trên, cả 2 chủng vi khuẩn CT10 và CT26 được chọn để giải trình tự định danh loài.

**3.6. Kết quả định danh chủng vi khuẩn có khả năng phân hủy nhựa PS**

*3.6.1. Kết quả thử nghiệm một số đặc tính sinh hóa của hai chủng CT10 và CT26*

Chủng CT10 có hình thái khuẩn lạc tròn, bìa chia thùy, độ nổi mô và có màu xanh lá. Khuẩn lạc chủng CT26 có hình dạng tròn, bìa răng cưa, độ nổi mô và có màu vàng. Kết quả một số đặc tính sinh hóa của hai chủng vi khuẩn CT10 và CT26 được trình bày trong Bảng 5.

**Bảng 5. Kết quả thử nghiệm một số phản ứng sinh hóa**

Tên vi khuẩn	Catalase	Oxidase	Gram	Hình dạng tế bào
CT10	+	+	-	Que
CT26	+	-	-	Que

*3.6.2. Kết quả giải trình tự gene 16S rRNA của hai chủng vi khuẩn CT10 và CT26*

Chủng vi khuẩn CT10 và CT26 có tiềm năng phân hủy nhựa PS cao nhất được chọn để giải trình tự gene. Kết quả giải trình tự gene 16S rRNA dòng vi khuẩn CT10 có chiều dài 1422 nucleotide và CT26 có chiều dài 1375 nucleotide.

Kết quả giải trình tự đoạn gene 16S rRNA của vi khuẩn CT10 như sau:

CCCCAGTCATGAATCACTCCGTGGTAAC  
CGTCCCCCTTGCGGTTAGACTAGCTACTTCT  
GGAGCAACCCACTCCCATGGTGTGACGGGC  
GGTGTGTACAAGGCCCGGGAACGTATTCAC  
CGTGACATTCTGATTCACGATTACTAGCGA  
TTCCGACTTCACGCAGTCGAGTTGCAGAC  
TGCGATCCGGACTACGATCGGTTTTATGGG  
ATTAGCTCCACCTCGCGGCTTGGCAACCCT  
TTGTACCGACCATTGTAGCACGTGTGTAG  
CCCTGGCCGTAAGGGCCATGATGACTTGAC  
GTCATCCCCACCTTCTCCGTTTTGTCACCG

GCAGTCTCCTTAGAGTGCCACCCGAGGT  
GCTGGTAACTAAGGACAAGGGTTGCGCTCG  
TTACGGGACTTAACCCAACATCTCACGACA  
CGAGCTGACGACAGCCATGCAGCACCTG  
TGTCTGAGTTCCCGAAGGCACCAATCCATC  
TCTGGAAAGTTCTCAGCATGTCAAGGCCAG  
GTAAGGTTCTTCGCGTTGCTTCGAATTA  
ACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCC  
CGTCAATTCATTTGAGTTTTAACCTTGCGGC  
CGTACTCCCCAGGCGGTGACTTATCGCG  
TTAGCTGCGCCACTAAGATCTCAAGGATCC  
CAACGGCTAGTCGACATCGTTTACGGCGTG  
GACTACCAGGGTATCTAATCCTGTTTGT  
CCCCACGCTTTCGCACCTCAGTGTCAGTAT  
CAGTCCAGGTGGTCGCTTCGCCACTGGTG  
TTCCTTCTATCTACGCAATTCACCGCTA  
CACAGGAAATTCCACCACCCTTACCCTAC  
TCTAGCTCAGTAGTTTTGGATGCAGTTCCC  
AGGTTGAGCCGGGGATTTACATCCA  
TGCTGAACCACCTACGCGGCTTTACGCCC  
AGTAATTCCGATTAACGCTTGCACCCTTCG  
TATTACCGCGGTGCTGGCAGAAAGTTAGC  
CGGTGCTTATTCTGTTGGTAACGTCAAAAC  
AGCAAGGTATTAACCTACTGCCCTTCTCC  
CAACTTAAAGTGCTTTACAATCCGAAGACC  
TTCTTACACACGCGGCATGGCTGGATCAG  
GCTTTCGCCCATTGTCCAATATTCCTCCACTG  
CTGCCCTCCGTAGGAGTCTGGACCGTGT  
TCAGTTCAGTGTGACTGATCATCCTCTCA  
GACCAGTTACGATCGTCGCCTTGGTAGGC  
CTTTACCCACCAACTAGCTAATCCGACCT  
AGGCTCATCTGATAGCGTGAGGTCCGAAGA  
TCCCCACTTTCTCCCTCAGGACGTATGCG  
GTATTAGCGCCCGTTTTCCGGACGTTATCCC  
CCACTACCAGGCAGATTCTAGGCATTACT  
CACCCGTCCGCGCTGAATCCAGGAGCAAG  
CTCCCTTCATCCGCTCGA

Kết quả giải trình tự đoạn gene 16S rRNA của vi khuẩn CT26 như sau:

GCGCCCTCCCGAAGGTTAAGCTACCTAC  
TTCTTTTGCAACCCACTCCCATGGTGTGAC  
GGGCGGTGTGTACAAGGCCCGGGAACGTA  
TTCACCGTGGCATTCTGATCCACGATTACT  
AGCGATTCCGACTTCATGGAGTCGAGTTGC  
AGACTCCAATCCGGACTACGACGCACTTTA  
TGAGGTCCGCTTGCTCTCGCGAGGTGCGTT  
CTCTTTGTATGCGCCATTGTAGCACGTGTGT  
AGCCCTGGTCTGTAAGGGCCATGATGACTT  
GACGTCATCCCCACCTTCTCCGTTTTATCA  
CCGGCAGTCTCCTTTGAGTTCCCGGCCGGA  
CCGCTGGCAACAAAGGATAAGGGTTGCG  
CTCGTTGCGGGACTTAACCCAACATTTAC  
AACACGAGCTGACGACAGCCATGCAGCAC



CTGTCTCAGAGTTCGCCAAGGCACTCCCGC  
 ATCTCTGCAGATTCTCTGGATGTCAAGAC  
 CAGGTAAGTTCTTCGCGTTGCATCGAATT  
 AAACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGC  
 CCCCCTCAATTCATTTGAGTTTAACTTGC  
 GGCCGTACTCCCCAGGCGGTCGACTTAACG  
 CGTTAGCTCCGGAAGCCACGCCTCAAGG  
 GCACAACCTCCAAGTCGACATCGTTTACGG  
 CGTGGACTACCAGGGTATCTAATCCTGTTT  
 GCTCCCCACGTTTTGACACCTGAGCGTCAG  
 TCTTCGTCCAGGGGGCCGCCTTCGCCACCG  
 GTATTCTCCAGATCTCTACGCATTTACCG  
 CTACACCTGGAATTCTACCCCCCTTACGA  
 GACTCAAGCCGGCCAGTTTCAAATGCAGTT  
 CCCAGTTGAGCCCCGGGATTTACATCTG  
 ACTTAATAGACCCGCTGCGTGGCTTTAC  
 GCCAGTAATTCCGATTAACGCTTGCACCC  
 TCCGTATTACCGCGCTGCTGGCACGGAGT  
 TAGCCGGTGCTTCTTCTGCGGGTAACGTC  
 AATCGCTGTGGTTATTAACCACAACGCCTT  
 CCTCCCCGCTGAAAGTACTTTACAACCCGA  
 AGGCCTTCTTCATACACGCGGCATGGCTGC  
 ATCAGGCTTGCGCCATTGTGCAATATTCC  
 CCACTGCTGCCTCCCGTAGGAGTCTGGACC  
 GTGTCTCAGTTCCAGTGTGGCTGGTCATCC  
 TCTCAGACCAGCTAGGGATCGTCGCCTAGG  
 TGAGCCGTTACCCACCTACTAGCTAATCC  
 CATCTGGGCACATCTGATGGCATGAGGCC  
 CGAAGGTCCCCCACTTTGGTCCGTAGACGT  
 TATGCGGTATTAGCTACCGTTTCCAGTAGT  
 TATCCCCCTCCATCAGGCAGTTTCCAGAC  
 ATTACTACCCGTCGCCACTCGTCAGCAG  
 AGCA

Kết quả tìm kiếm và so sánh trình tự đoạn gene 16S rRNA của CT10 với cơ sở dữ liệu trên ngân hàng gene của NCBI cho thấy vi khuẩn CT10 có trình tự tương đồng với độ tương đồng đạt 100% với các trình tự gene dòng vi khuẩn *Pseudomonas aeruginosa* (Hình 6).

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 16090 chromosomal <i>arrC</i> cds sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10536	100%	0.0	100.0%	891886	CP15963.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 2617-7 chromosome 25117-7 complete sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	891884	CP15948.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 2584 chromosome 2584 complete sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	892700	CP15848.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 2110 chromosome complete sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	739884	CP15901.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 1010 chromosome complete sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	841820	CP15903.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 2847617.25.15.4 chromosome	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	890279	CP15968.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain JPR1108 chromosome complete sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	894739	CP15873.1
<input checked="" type="checkbox"/> Pseudomonas aeruginosa strain 15410 chromosome complete sequence	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2027	10530	100%	0.0	100.0%	879100	CP15818.1

Hình 6. Kết quả tìm kiếm trình tự tương đồng với trình tự 16S rRNA của vi khuẩn CT10

Kết hợp với so sánh trình tự đoạn gene 16S rRNA của CT26 với cơ sở dữ liệu trên ngân hàng gene của NCBI cho thấy chủng vi khuẩn CT26 có trình tự tương đồng với độ tương đồng đạt 99,85% với các trình tự gene vi khuẩn *Cronobacter sakazakii* (Hình 7).

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain JGCS027_16S ribosomal RNA gene partial sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	2529	100%	0.0	99.85%	1453	BL064476.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain NCTC 1105 chromosome sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	17580	100%	0.0	99.85%	439926	CP012933.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain C-100 854 chromosome complete sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	17580	100%	0.0	99.85%	4364183	CP000364.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain JST4-105-1 chromosome sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	19305	100%	0.0	99.85%	4349038	CP004138.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain 7062-86 chromosome complete sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	17587	100%	0.0	99.85%	4315580	CP000378.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain 164091-16S ribosomal RNA gene partial sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	2529	100%	0.0	99.85%	1434	KF002882.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain 24621 chromosome	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	17578	100%	0.0	99.85%	4300895	CP000365.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cronobacter sakazakii strain NY108_16S ribosomal RNA gene partial sequence	<i>Cronobacter sakazakii</i>	2529	2529	100%	0.0	99.85%	1411	KC18188.1

Hình 7. Kết quả tìm kiếm trình tự tương đồng với trình tự 16S rRNA của vi khuẩn CT26

Mặc dù kết quả nghiên cứu này định danh được *Cronobacter sakazakii* và *Pseudomonas aeruginosa* là vi khuẩn có thể gây bệnh vẫn không thể phủ định tiềm năng phân hủy nhựa của hai chủng vi khuẩn này. Asmita et al. (2015) khi nghiên cứu với nhựa polyethylene đã cho kết quả chủng vi khuẩn *Pseudomonas aeruginosa* làm giảm trọng lượng nhựa nhiều nhất trong môi trường Bushnell Hass. Trong nghiên cứu của Bae et al. (2021), khi chiết xuất đường tiêu hóa của sâu bột (*Tenebrio molitor*) và phân tích bằng phương pháp metagenomics, mật độ quần thể của *Cronobacter sakazakii* đã tăng 24,70% ở nhóm được tiêu thụ EPS.

#### 4. KẾT LUẬN

Từ mẫu đất thu được từ các bãi rác ở địa bàn thành phố Cần Thơ, 2 chủng vi khuẩn được phân lập và tuyển chọn có tiềm năng phân hủy nhựa PS cao nhất với CT10 là *Pseudomonas aeruginosa* và CT26 là *Cronobacter sakazakii* trong điều kiện phòng thí nghiệm. Nghiên cứu này góp phần cung cấp thông tin mang giá trị tham khảo trong quá trình nghiên cứu vi khuẩn trở thành giải pháp xử lý rác thải nhựa trong tương lai, việc nghiên cứu công nghệ xử lý rác thải nhựa bằng vi khuẩn có tiềm năng ứng dụng cao trong bảo vệ môi trường và sức khỏe con người. Tuy nhiên, cần có thêm nhiều nghiên cứu để xác định tính an toàn và hiệu quả của một số chủng vi khuẩn, kết quả cho thấy rằng một số vi khuẩn có tiềm năng được phát hiện nhưng có thể gây tác động không tốt đến sức khỏe con người.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Amobonye, A., Bhagwat, P., Singh, S., & Pillai, S. (2021). Plastic biodegradation: Frontline microbes and their enzymes. *Science of the Total Environment*, 759, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143536>
- Asmita, K., Shubhamsingh, T., & Tejashree, S. (2015). Isolation of Plastic Degrading Microorganisms from Soil Samples Collected at Various Locations in Mumbai, India. *International Research Journal of Environment Sciences*, 4(3), 77-85.
- Bae, J., Cho, H. W., Jung, H., Park, J., Yun, S., Ha, S., Lee, Y., & Kim, T. J. (2021). Changes in Intestinal Microbiota Due to the Expanded Polystyrene Diet of Mealworms (*Tenebrio molitor*). *Indian J Microbiol*, 61(2), 130-136.
- Gilami, I. E., Sayadi, S., Zouari, N., & Al-Ghouti, M. A. (2023). Plastic waste impact and biotechnology: Exploring polymer degradation, microbial role, and sustainable development implications. *Bioresource Technology Reports*, 24, 1-25.
- Ho, B. T., Roberts, K. T., & Lucas, S. (2018). An overview on biodegradation of polystyrene and modified polystyrene: the microbial approach. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38(2), 308-320.
- Hoben, H. J., & Somasegaran, P. (1982). Comparison of the Pour, Spread, and Drop Plate Methods for Enumeration of *Rhizobium* spp. in Inoculants Made from Presterilized Peat. *Applied and Environmental Microbiology*, 44: 1246-1247.
- Kim, H. W., Jo, J. H., Kim, Y.-B., Le, T. K., Cho, C. W., Yun, C., & Yeom, S. J. (2021). Biodegradation of polystyrene by bacteria from the soil in common environments. *Journal of Hazardous Materials*, 416.
- Kumar, A. G., Hinduja, M., Sujitha, K., Rajan, N. N., & Dharani, G. (2021). Biodegradation of polystyrene by deep-sea *Bacillus paralicheniformis* G1 and genome analysis. *Science of the Total Environment*, 774, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145002>
- Park, W. J., Kim, M., Kim, Y. S., Bae, J., & Kim, J. T. (2023). Biodegradation of polystyrene by intestinal symbiotic bacteria isolated from mealworms, the larvae of *Tenebrio molitor*. *Heliyon*, 9, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17352>
- Salisu, A., & Maigari, Y. S. (2022). Polystyrene and its recycling: a review. *Proceedings of Materials Science and Technology Society of Nigeria (MSN)*, 195-203.
- Sekhar, V. C., Nampoothiri, K. M., Mohan, A. J., Nair, N. R., Bhaskar, T., & Pandey, A. (2016). Microbial degradation of High Impact Polystyrene (HIPS), an e-plastic with decabromodiphenyl oxide and antimony trioxide. *Journal of Hazardous Materials*, 1-26.
- Weisburg, W. G., Barns, S. M., Pelletier, D. A., & Lane, D. J. (1991). *16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study*. <https://doi.org/10.1128/jb.173.2.697-703.1991h>
- Xiang, P., Zhang, Y., Zhang, T., Wu, Q., Zhao, C., & Li, Q. (2023). A novel bacterial combination for efficient degradation of polystyrene microplastics. *Journal of Hazardous Materials*, 458, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131856>
- Yang, J., Yang, Y., Wu, M. W., Zhao, J., & Jiang, L. (2014). Evidence of Polyethylene Biodegradation by Bacterial Strains from the Guts of Plastic-Eating Waxworms. *Environmental Science & Technology*, 48, 13776-13784.