

KHẢ NĂNG PHÂN HỦY RÁC THẢI HỮU CƠ CỦA VI KHUẨN PHÂN GIẢI CELLULOSE (CELLULOLYTIC BACTERIA)

Hà Thanh Toàn¹, Trương Thị Nhật Tâm và Cao Ngọc Diệp²

ABSTRACT

Study using three best cellulolytic bacterial isolates composing of one mesophylic isolate [C1b isolate] and two thermophylic isolates [3a1 and 3a2 isolate] were conducted in 10-litre bioreactors to evaluate organic wastes degradation ability. The experiment was a completely randomized design with four replications including eight treatments to study organic wastes degradation ability of three best cellulolytic bacterial isolates for 22 days; Temperature, pH, % lost waste-volume, % reduced waste dry-weight, organic matter, C/N ratio, CO₂, CH₄ gas and bacterial population were recorded as function of time. The results showed that the treatment using mesophylic isolate [C1b isolate] and thermophylic isolate [3a2 isolate] reached to most appropriate parameters. Furthermore, low amounts of CO₂ and CH₄ gas releasing of these isolates as good indicators in terms of protection of environment.

Keywords: *cellulolytic bacteria, composts, mesophylic bacteria, organic wastes, thermophylic bacteria*

Title: *Organic-waste degradation ability of cellulolytic bacteria*

TÓM TẮT

Ba dòng vi khuẩn có khả năng phân giải cellulose tốt nhất gồm có 1 dòng vi khuẩn bình nhiệt (30⁰C) [dòng C1b], 2 dòng vi khuẩn ái nhiệt (55⁰C) [dòng 3a1 và 3a2] được bố trí thí nghiệm trong bình lên men 10-lít để đánh giá khả năng phân hủy rác thải hữu cơ. Thí nghiệm có 8 nghiệm thức với 4 lần lặp lại trong 22 ngày. Các chỉ tiêu như nhiệt độ, pH, % thể tích sụt giảm, % trọng lượng khô, hàm lượng chất hữu cơ, tỉ lệ C/N, hàm lượng khí CO₂, CH₄ và mật số vi khuẩn được ghi nhận theo từng thời điểm thích hợp.

Kết quả cho thấy hai nghiệm thức C2 (chủng vi khuẩn phân giải cellulose bình nhiệt dòng C1b) và nghiệm thức C4 (chủng vi khuẩn ái nhiệt dòng 3a2) đạt được các chỉ tiêu phù hợp nhất. Hơn nữa, hai nghiệm thức này có lượng khí CO₂, CH₄ thải ra thấp, không gây ảnh hưởng đến môi trường.

Từ khóa: *phân hữu cơ, rác thải hữu cơ, vi khuẩn phân giải cellulose, vi khuẩn bình nhiệt, vi khuẩn ái nhiệt*

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Rác thải hiện nay vẫn được xem là một vấn đề nan giải, khó khăn và nhức nhối đối với toàn xã hội, đặc biệt là các quốc gia đang phát triển. Rác thải sẽ gây ra ô nhiễm môi trường không khí, môi trường đất, nước, làm mất vẻ mỹ quan đô thị, gây nhiều bệnh tật, tác động xấu đến sức khỏe con người, môi trường kinh tế và du lịch. Thành phố Cần Thơ, hiện nay tình trạng ô nhiễm môi trường khu dân cư đã đến mức báo động trong đó mỗi ngày Công ty Công trình đô thị đảm nhận thu gom

¹ Trường Đại học Cần Thơ

² Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

600 tấn rác thải từ 4 quận nội thành (Nguồn: <http://www.tinnhanh.com>, ngày 10/05/2009). Chính vì vậy mà nhiều tuyến kênh, rạch như rạch Bàn, rạch Tham Tướng, rạch Cái Khế... nguồn nước đã chuyển sang màu đen, bốc mùi hôi thối nhưng người dân đang hàng ngày vẫn phải sống chung với môi trường ô nhiễm này. Tuy nhiên, phần lớn lượng rác thải ở nước ta chưa được xử lý hoặc chỉ được xử lý theo những cách sơ sài như: quăng xuống sông hay xuống ao tù, chôn lấp... Các phương pháp này chẳng những không mang lại hiệu quả cao mà còn gây ô nhiễm môi trường đất, nước và không khí. Rác thải chất thành đồng bên cạnh nhà lâu ngày, tạo điều kiện cho các sinh vật có hại phát triển gây mùi thối, thu hút sinh vật gây bệnh như chuột, ruồi... Để khắc phục những nhược điểm trên, các chuyên gia môi trường đã chọn giải pháp xử lý rác bằng công nghệ sinh học vì thành phần rác hữu cơ của Việt Nam chiếm khoảng 45 - 55%, tỉ lệ chất hữu cơ cao nên rất thích hợp với phương pháp xử lý bằng công nghệ sinh học. Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của Công nghệ sinh học trong đó Công nghệ vi sinh được coi là một trong những ngành mũi nhọn có tác động to lớn đến đời sống con người do việc ứng dụng vi sinh vật vào trong xử lý môi trường. Ngoài khả năng phân hủy chất thải nông nghiệp có nguồn gốc hữu cơ của nấm *Trichoderma* đã được đánh giá và đang trong quá trình thực nghiệm (Dương Minh, 2008) thì khả năng phân hủy rác thải hữu cơ của các nhóm vi khuẩn như: vi khuẩn phân hủy protein, vi khuẩn phân hủy tinh bột, vi khuẩn phân hủy cellulose... cũng được nghiên cứu (Hà Thanh Toàn *et al.*, 2008). Đây là công nghệ mới ứng dụng sự lên men của vi sinh vật; ưu điểm của phương pháp này là lên men hiệu quả rác thải hữu cơ, chi phí đầu tư thấp, không gây ảnh hưởng đến môi trường. Mục tiêu của đề tài là đánh giá khả năng phân hủy rác thải hữu cơ của vi khuẩn phân giải cellulose (cellulolytic bacteria) được thực hiện trên qui mô thùng lên men 10-lít, từ đó chọn ra các dòng vi khuẩn tốt nhất để ứng dụng xử lý rác thải hữu cơ trong qui mô lớn hơn.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Vật liệu

- Rác thải hữu cơ (đã được phân loại) được thu gom từ chợ Tân An, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ do Bộ phận quản lý vệ sinh của chợ Tân An cung cấp với thành phần các chất hữu cơ trình bày trong Bảng 1 trong đó thành phần chất hữu cơ thay đổi từ 30,25% đến 44,14% tùy theo nguồn rác sinh hoạt từ các hộ khá giả đến khó khăn và cellulose và protein chiếm tỉ lệ cao so với tinh bột.
- Vi khuẩn được phân lập và tuyển chọn tại phòng thí nghiệm Vi sinh vật đất, Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học (Hà Thanh Toàn *et al.*, 2008) và nhân nuôi theo công thức môi trường Delafield (Ryckeboer *et al.*, 2003).
- Thùng lên men có dung tích 10-L bằng nhựa (plastic) (Hình 1).
- Thí nghiệm được tổ chức thực hiện tại Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ.

2.2 Phương pháp

Thí nghiệm gồm có 8 nghiệm thức như sau: ĐC (đối chứng) [không chủng vi khuẩn], chủng vi khuẩn bình nhiệt (C2), chủng vi khuẩn ái nhiệt 1 (C3), chủng vi

khuẩn ái nhiệt 2 (C4), phối hợp giữa 2 chủng bình nhiệt (C2) và chủng vi khuẩn ái nhiệt 1 (C3) (C5), phối hợp chủng vi khuẩn bình nhiệt (C2) và chủng vi khuẩn ái nhiệt 2 (C4) (C6), phối hợp chủng vi khuẩn ái nhiệt 1 (C3) và chủng vi khuẩn ái nhiệt 2 (C4) (C7), phối hợp 3 chủng vi khuẩn bình nhiệt (C2) với vi khuẩn ái nhiệt 1 (C3) và vi khuẩn ái nhiệt 2 (C4) (C8). Thí nghiệm có 4 lần lặp lại, tổng số có 48 nghiệm thức, mỗi lần lặp lại bố trí trong 1 thùng 10-L.

Bảng 1: Thành phần của rác thải hữu cơ tại thành phố Cần Thơ

Loại rác	Chất hữu cơ trong rác thải sinh hoạt* (%)	%		
		Cellulose	Protein	Tinh bột
Rác hộ gia đình tập thể (1)	30,25	39,32	45,50	15,18
Rác các hộ gia đình (2)	38,89	52,25	33,24	14,51
Rác các hộ gia đình (3)	44,14	49,11	30,18	20,17
Rác bãi rác (4)	17,12	27,26	60,51	12,23
Rác chợ đô thị (5)	35,55	49,09	42,95	7,96
Trung bình	33,19	43,41	42,47	14,12

(1) Rác ở Khu tập thể Đại học Cần Thơ, (2) Rác thải sinh hoạt từ 3 hẻm của phường An Hội, Q. Ninh Kiều, (3) Rác thải sinh hoạt thu từ 3 hẻm trong phường An Cư, Q. Ninh Kiều, (4) Rác ở bãi rác Cái Răng, (5) Rác ở chợ Xuân Khánh

(Nguồn: Phân tích tại PTN Chuyên sâu, Trường Đại học Cần Thơ)

* Thành phần hữu cơ so với thành phần chung

Các phế phẩm, rác thải ở chợ bao gồm: rau cải, vỏ khóm, rau muống, củ cải, vỏ khoai, đầu cá,... đem về được cắt nhỏ, trộn đều ngẫu nhiên. Rác thải được phun dung dịch chứa vi khuẩn với từng nghiệm thức trên với tỉ lệ 1% (v/w) và rác được cho vào thùng nhựa có dung tích 10 lít, nhét và nén chặt (cân trọng lượng tươi trước ở từng thùng) dùng tấm kim loại đè nén và dần đá cho chặt, đẩy nắp thùng nhựa; bên dưới đáy thùng đục 1 lỗ nhỏ cho nước chảy vào bình sau đó dùng nước này tưới hay phun lại mẽ ủ (Hình 1). Sau đó lấy mẫu theo dõi chỉ tiêu trong vòng 22 ngày như nhiệt độ (hàng ngày), pH, % thể tích sụt giảm, trọng lượng khô, hàm lượng chất hữu cơ, N tổng số, tỉ lệ C/N, đặc biệt khí carbonic (CO₂) và methane (CH₄) được thiết kế ống thoát khí để lấy khí định kỳ (Hình 1) và mật số vi khuẩn tương ứng trong mỗi nghiệm thức của từng thí nghiệm riêng biệt. Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel Microsoft XP, các trị trung bình được so sánh bằng LSD hay kiểm định Duncan.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

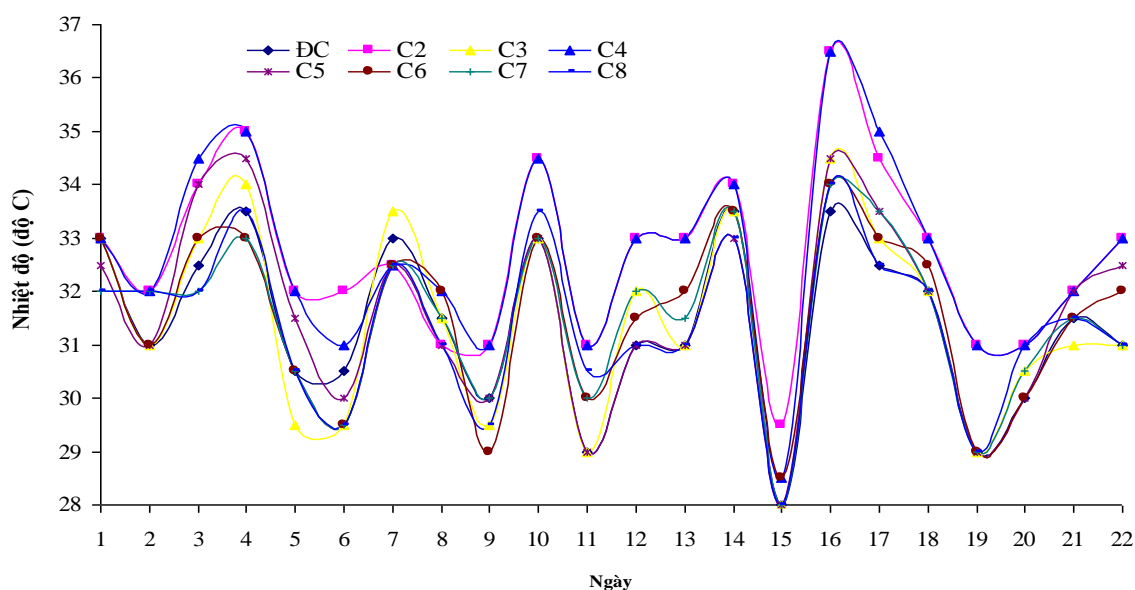
3.1 Kết quả

3.1.1 Nhiệt độ

Nhiệt độ giữa các nghiệm thức khác biệt ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Nghiệm thức C2 và C4 khác biệt không ý nghĩa, nghiệm thức C2 và C4 khác biệt so với nghiệm thức C3, C5, C6, C7, C8 và đối chứng [ĐC] ở độ tin cậy 95% và có nhiệt độ trung bình cao nhất. Vào ngày thứ 16 nhiệt độ của nghiệm thức C2 và C4 đạt đến giá trị cao nhất là 36.5⁰C và giảm dần đến ngày 22 (Hình 2).



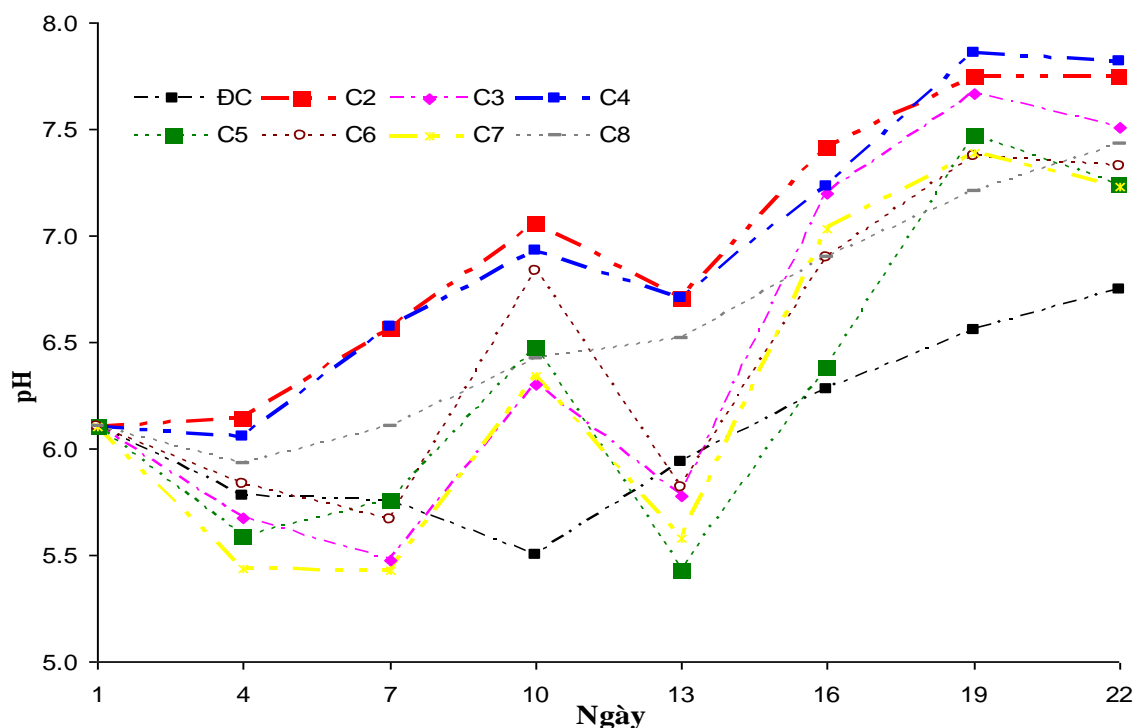
Hình 1: Mô hình thùng xử lý rác thải hữu cơ có dung tích 10-L với lỗ thoát nước rỉ rác lấy khí từ bình lên men 10-L



Hình 2: Hiệu quả của vi khuẩn phân giải cellulose trên nhiệt độ của rác thải hữu cơ theo thời gian

3.1.2 pH

pH của rác thải hữu cơ biến động theo nhiệt độ bên ngoài nhưng pH của 8 nghiệm thức khác biệt ở mức ý nghĩa ở độ tin cậy 1% trong đó nghiệm thức C2 và C4 khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức ĐC. Điều lưu ý, nghiệm thức C2 và C4 có giá trị pH trung bình cao (>7,5) và ổn định từ ngày 19 đến hết ngày 22 trong khi đó nghiệm thức ĐC có pH trung bình thấp nhất (<6,5) và nhìn chung pH của rác hữu cơ ổn định từ ngày 19 cho đến hết thí nghiệm (Hình 3).



Hình 3: Hiệu quả của vi khuẩn phân giải cellulose trên pH của rác thải hữu cơ theo thời gian

Chú thích: ĐC = đối chứng [không vi khuẩn], C2 = chủng vi khuẩn bình nhiệt, C3 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C4 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C5=C2+C3, C6=C2+C4, C7=C3+C4, C8=C2+C3+C4

3.1.3 Thể tích rác sụt giảm và trọng lượng khô mất đi

Phần trăm (%) thể tích rác phân hủy giữa các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 99%. Nghiệm thức C2 và C4 có phần trăm thể tích rác sụt giảm cao hơn các nghiệm thức còn lại chứng tỏ vi khuẩn trong 2 nghiệm thức này có khả năng phân hủy rác mạnh hơn so với các nghiệm thức khác (Bảng 2). Phần trăm (%) thể tích sụt giảm của nghiệm thức ĐC thấp nhất, điều này cho thấy tác động của các vi khuẩn phân hủy cellulose hoạt động tốt so với các vi khuẩn có trong tự nhiên. Giai đoạn từ ngày 15 đến ngày 22 sau khi ủ có phần trăm thể tích sụt giảm cao nhất, đây là giai đoạn vi khuẩn hoạt động mạnh và có mật số cao nhất thúc đẩy quá trình phân hủy sinh học xảy ra mạnh trong những ngày này làm thể tích khối rác giảm đáng kể. Tuy nhiên phần trăm thể tích sụt giảm chỉ là chỉ tiêu quan sát, không thể đánh giá chính xác khả năng phân hủy sinh học của khối rác một cách hiệu quả nên phải xét đến phần trăm trọng lượng khô mất đi của khối rác ủ.

Phần trăm (%) trọng lượng khô mất đi giữa các nghiệm thức khác biệt ý nghĩa ở độ tin cậy 99% trong đó nghiệm thức C2, C4 khác biệt ở mức ý nghĩa 1% so với nghiệm thức còn lại (Bảng 2). Như vậy, kết quả phần trăm thể tích rác sụt giảm cũng phản ảnh phần nào trọng lượng khô của rác.

3.1.4 Chất hữu cơ, N tổng số và tỉ lệ C/N

Sự tích tụ chất hữu cơ trong khối ủ sẽ giảm xuống thể hiện sự phân hủy của các vật liệu hữu cơ trong suốt quá trình ủ. Sự phân hủy mạnh mẽ của những hợp chất carbon hữu cơ không bền đã làm cho lượng Nitơ tổng số tăng, đồng thời nó làm giảm trọng lượng của khối ủ. Lượng Nitơ tổng số thường tăng lên trong quá trình ủ

khi có sự mất đi của lượng chất rắn dễ bay hơi nhiều hơn sự mất đi của lượng NH₃ (Bảng 3).

Bảng 2: Hiệu quả của vi khuẩn phân giải cellulose trên % thể tích rác phân hủy và trọng lượng khô mất đi

Nghiệm thức	% thể tích rác phân hủy		% Trọng lượng khô mất đi
C2	35,49	a	26,06 a
C4	35,27	a	26,02 a
C7	31,81	ab	17,40 b
C6	30,92	ab	19,47 b
C3	29,91	b	20,45 b
C5	29,24	b	21,08 b
C8	28,57	b	20,92 b
ĐC	28,12	b	17,25 b
CV (%) = 7,55		CV (%) = 10,07	

* Những số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ý nghĩa ở 1%.

Bảng 3: Hiệu quả của vi khuẩn phân giải cellulose trên hàm lượng chất hữu cơ và N tổng số của rác thải

Nghiệm thức	Chất hữu cơ (%)			N tổng số (%)			Tỉ lệ* C/N
	ngày 1	ngày 9	ngày 18	ngày 1	ngày 9	ngày 18	
ĐC	45,16	38,18	36,34	2,12	2,16	2,24	16,187
C2	45,16	39,79	33,82	2,12	2,59	2,96	11,425
C3	45,16	36,45	35,25	2,12	2,16	2,32	15,365
C4	45,16	40,60	34,42	2,12	2,56	2,96	11,627
C5	45,16	38,87	36,81	2,12	2,17	2,62	14,071
C6	45,16	41,40	38,64	2,12	2,16	2,22	17,464
C7	45,16	40,25	39,33	2,12	2,26	2,42	16,306
C8	45,16	38,87	36,98	2,12	2,17	2,31	15,982

* trong ngày 18

Chú thích: ĐC = đối chứng [không vi khuẩn], C2 = chủng vi khuẩn bình nhiệt, C3 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C4 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C5=C2+C3, C6=C2+C4, C7=C3+C4, C8=C2+C3+C4

Tỉ lệ C/N giữa các ngày khác biệt ý nghĩa ở độ tin cậy 99% trong đó tỉ lệ C/N giữa ngày 1 khác biệt ý nghĩa với ngày 9 và ngày 9 khác biệt ý nghĩa với ngày 18 ở độ tin cậy 99%. Tỉ lệ C/N của rác hữu cơ sẽ giảm đi trong suốt quá trình ủ, ngày 1 đến ngày 18, tỉ lệ C/N giảm rõ rệt, chứng tỏ quá trình phân hủy diễn ra mạnh vào những ngày này và đến ngày 18 thì sự phân hủy gần như kết thúc.

3.1.5 Khí Carbonic và Methane

Trong quá trình phân hủy của rác, lượng khí CO₂ và CH₄ thải ra qua quá trình phân hủy chất hữu cơ theo hướng hiếu khí (tạo ra khí CO₂) và hướng kỵ khí (tạo ra khí CH₄). Tuy nhiên, nếu các quản lý cần thu hồi các loại khí này để sản xuất khí sinh học (biogas), họ sẽ chọn các loài vi khuẩn tạo ra khí này nhiều và nếu như sử dụng các loài vi khuẩn chỉ phân hủy chất hữu cơ tốt nhưng tạo ra hai loại khí này ít hơn sẽ tốt cho môi trường vì hai loại khí này sản xuất nhiều sẽ gây hiện tượng hiệu ứng nhà kính do khí này làm nhiệt độ Trái đất nóng lên. Nghiệm thức C4 và C8 có lượng khí CO₂ thải ra ít nhất và nghiệm thức C2, C3 và C4 có lượng khí CH₄ thoát ra ít nhất (Bảng 4).

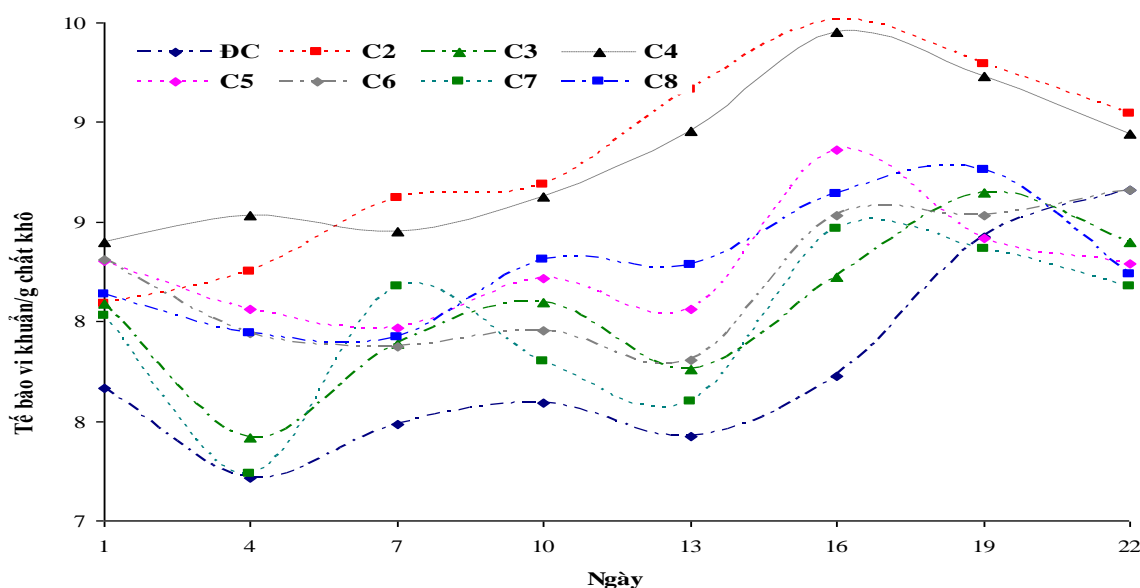
Bảng 4: Hiệu quả của vi khuẩn phân giải cellulose trên tổng lượng khí CO₂ và CH₄ thải ra

Nghiệm thức	Lượng khí CO ₂ (mg/m ³)	Lượng khí CH ₄ (mg/m ³)
ĐC	1885.973	1028.031
C2	1423.372	475.5002
C3	1387.871	480.0979
C4	1135.918	480.6083
C5	1314.215	589.4086
C6	2000.844	3421.244
C7	4004.741	818.3282
C8	1155.512	1854.936

Chú thích: ĐC = đối chứng [không vi khuẩn], C2 = chủng vi khuẩn bình nhiệt, C3 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C4 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C5=C2+C3, C6=C2+C4, C7=C3+C4, C8=C2+C3+C4

3.1.6 Mật số vi khuẩn phân hủy cellulose

*Nhóm bình nhiệt

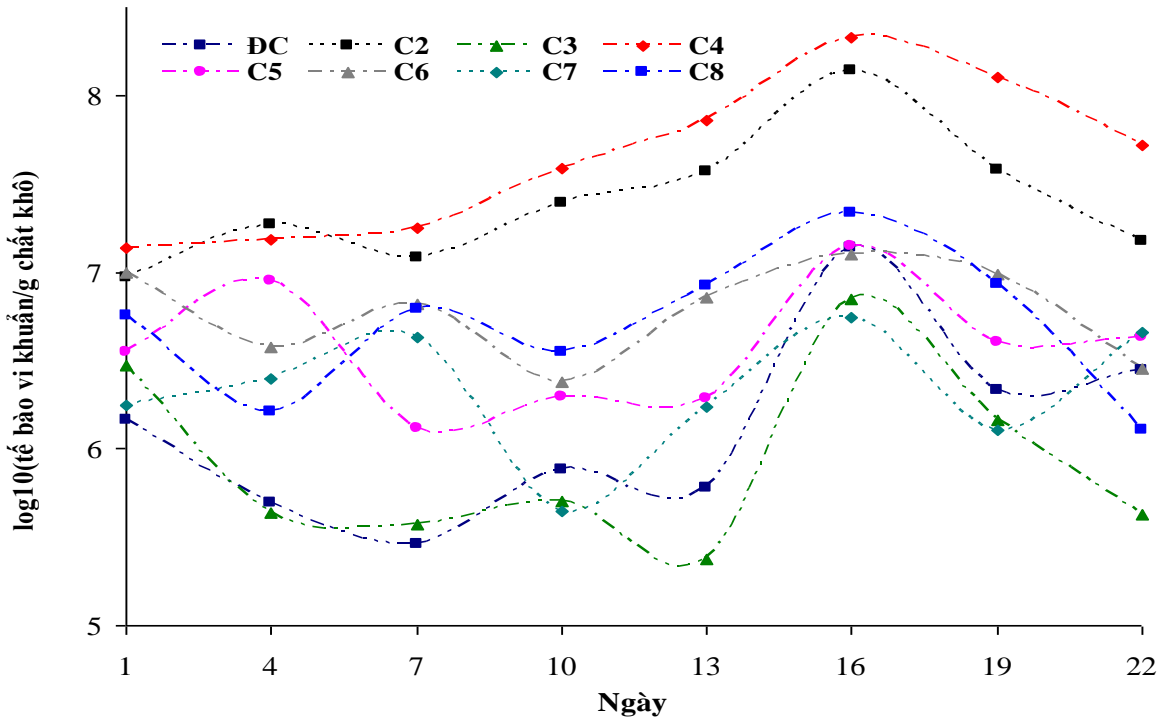


Hình 5: Mật số vi khuẩn (log₁₀/g) phân hủy cellulose (bình nhiệt) trong rác hữu cơ theo thời gian

Số tế bào vi khuẩn/1g chất khô giữa các nghiệm thức có sự khác biệt ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Nghiệm thức C2, C4 có mật số trung bình cao nhất và khác biệt ý nghĩa với nghiệm thức C3, C7 và ĐC (không có chủng vi khuẩn). Mật số vi khuẩn bình nhiệt giữa các ngày khác biệt ở độ tin cậy 95% nhưng mật số vi khuẩn vào thời điểm ngày 16, 19, 22 khác biệt không ý nghĩa với các ngày 1, 7, 10, 13 nhưng khác biệt ý nghĩa với ngày 4. Trong đó mật số vi khuẩn bình nhiệt trung bình ngày 16 là cao nhất, điều này chứng tỏ vi khuẩn hoạt động mạnh nhất trong ngày này và giảm dần vào những ngày cuối quá trình ủ (Hình 5).

** Nhóm ái nhiệt

Mật số vi khuẩn trung bình giữa các nghiệm thức khác biệt ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức C2, C4, C5, C6 nhưng nghiệm thức C4 khác biệt ý nghĩa so với nghiệm thức C3, C7, C8, ĐC; nghiệm thức C4 có mật số trung bình cao nhất. Nhìn chung, mật số vi khuẩn ái nhiệt đạt đỉnh cao vào ngày 16 sau đó giảm dần đến những ngày cuối của quá trình ủ (Hình 6).



Hình 6: Mật số vi khuẩn (log₁₀/g) phân hủy cellulose (ái nhiệt) trong rác hữu cơ theo thời gian

***** Mật số vi khuẩn chung hai nhóm:**

Nghiệm thức C2 (chủng vi khuẩn bình nhiệt) và C4 (chủng vi khuẩn ái nhiệt) có mật số vi khuẩn bình nhiệt cao nhất so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 5). Nghiệm thức C2 có mật số bình nhiệt cao nhất, kể đến nghiệm thức C4 và nghiệm thức C2 (chủng vi khuẩn bình nhiệt) và C4 (chủng vi khuẩn ái nhiệt) có mật số vi khuẩn ái nhiệt cao hơn so với các nghiệm thức còn lại và nghiệm thức C4 có mật số vi khuẩn ái nhiệt cao nhất. Trong đó nghiệm thức C4 có mật số vi khuẩn chung cao nhất và thấp nhất là nghiệm thức đối chứng (ĐC).

Trong giai đoạn từ ngày 16 đến ngày 19, nhiệt độ khối ủ tăng lên đồng thời pH trung bình cũng tăng lên (pH>7). Đây là nhiệt độ và pH thích hợp cho vi khuẩn phát triển, mật số vi khuẩn trong những ngày này tăng lên cao hơn so với các ngày khác. Điều này cho thấy giai đoạn này là giai đoạn vi khuẩn hoạt động hiệu quả.

3.2 Thảo luận

Từ những kết quả đã trình bày ở phần trên cho thấy nhiệt độ là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến khối ủ và quyết định hiệu quả của quá trình ủ bởi vì nhiệt độ quyết định sự phát triển của các vi sinh vật hoạt động trong khối ủ. Khi nhiệt độ đạt đến giá trị thích hợp để vi khuẩn phát triển thì mật số vi khuẩn tăng sẽ thúc đẩy quá trình phân hủy sinh học trong khối phân ủ giúp khối ủ phân hủy nhanh chóng và hiệu quả nhất.

Bảng 5: Mật số vi khuẩn phân giải cellulose chung (log₁₀/g) trong rác hữu cơ

Nghiệm thức	log ₁₀ /g chất khô	Ngày	log ₁₀ /g chất khô
C4	7,947 a	Ngày 16	7,729 a
C2	7,789 a	Ngày 19	7,497 ab
C6	7,158 b	Ngày 22	7,321 abc
C8	7,127 b	Ngày 13	7,093 bc
C5	7,120 b	Ngày 10	7,019 bc
C7	6,826 b	Ngày 1	6,987 bc
C3	6,699 b	Ngày 4	6,919 bc
ĐC	6,865 b	Ngày 7	6,786 c
CV (%) = 3,97			

* Những số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ý nghĩa ở 5%

Chú thích: DC = đối chứng [không vi khuẩn], C2 = chủng vi khuẩn bình nhiệt, C3 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C4 = chủng vi khuẩn ái nhiệt, C5=C2+C3, C6=C2+C4, C7=C3+C4, C8=C2+C3+C4

Nhiệt độ trong quá trình ủ tăng cao trong giai đoạn từ ngày 16 đến ngày 19 đã tạo điều kiện cho mật số vi khuẩn tăng cao nhất trong những ngày này. Đây chính là giai đoạn có quá trình phân hủy sinh học mạnh mẽ và hiệu quả nhất. Theo Ryckeboer *et al.* (2003), nhiệt độ của khối ủ tăng dần từ ngày 6 và đến ngày 22 sau đó nhiệt độ trở về giá trị ban đầu, với nhiệt độ cực đại của khối ủ hơn 70°C. Nhưng trong quá trình thí nghiệm nhiệt độ khối ủ chỉ đạt đến 36,5°C do quá trình thí nghiệm được bố trí vào những ngày có nắng và mưa xen kẽ, ảnh hưởng đến nhiệt độ môi trường nên nhiệt độ của khối ủ không ổn định. Hơn nữa, rác được ủ trong bình nhỏ (10-lít) và nước rác không được rút cạn triệt để nên khối ủ không tăng cao đến nhiệt độ mong muốn.

Nghiệm thức C2 và C4 có nhiệt độ trung bình qua các ngày khác biệt nhất và cao nhất so với các nghiệm thức còn lại kể cả nghiệm thức đối chứng, giá trị pH trung bình giữa các nghiệm thức cũng cao nhất, từ ngày 16 đến ngày 22, pH đạt giá trị trung tính đến kiềm. Theo Forster-Carnerio *et al.* (2008), trong quá trình ủ phân, pH đạt đến giá trị thích hợp sẽ duy trì hoạt động sinh học tối ưu cho quá trình phân hủy ái nhiệt. Giá trị pH tăng từ 6,1 đến 8,7 là phù hợp trong giai đoạn từ ngày 15 đến cuối quá trình ủ (giai đoạn ổn định), đây là điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của vi khuẩn. Vì vậy, nghiệm thức C2, C4 có mật số vi khuẩn trung bình chung khác biệt nhất so với tất cả các nghiệm thức kể cả nghiệm thức đối chứng, trong đó nghiệm thức C4 có mật số vi khuẩn trung bình chung cao nhất. Nghiệm thức C2 có mật số vi khuẩn bình nhiệt cao nhất trong các nghiệm thức và nghiệm thức C4 cũng có mật số vi khuẩn ái nhiệt cao nhất trong các nghiệm thức. Kết hợp với phần trăm trọng lượng khô mất đi và thể tích sụt giảm trong các nghiệm thức khác, nghiệm thức C4 có phần trăm trọng lượng khô mất đi và % thể tích sụt giảm nhiều nhất, kể đến là nghiệm thức C2. Điều này chứng tỏ khả năng phân hủy rác của 2 nghiệm thức này hiệu quả hơn các nghiệm thức còn lại.

Nghiệm thức C2 và C4 có trung bình trọng lượng khô mất đi cao nhất (26,06% và 26,03%), phù hợp với kết quả của Ryckeboer *et al.*, (2003), chứng tỏ hiệu quả phân hủy rác của 2 nghiệm thức này rất tốt. Nghiệm thức ĐC (không có chủng vi khuẩn) có phần trăm trọng lượng khô mất đi thấp nhất. Theo Iglesias- Jiménez và Pérez-García (1992), tỉ lệ C/N trong việc ủ phân hữu cơ phải <12 là tỉ lệ thể hiện độ chín tốt cho khối ủ. Ở ngày 18, nghiệm thức C2 và C4 có tỉ lệ C/N<12. Việc bổ

sung vào đất những loại phân có độ hoại mục tốt ($C/N < 12$) là phù hợp vì việc bổ sung phân hữu cơ sẽ không làm thay đổi sự cân bằng của hệ vi sinh trong đất (Allison, 1973).

Hơn nữa, lượng khí CO_2 và CH_4 thải ra từ 2 nghiệm thức C2 và C4 tương đối thấp, không ảnh hưởng đến hiện tượng hiệu ứng nhà kính nếu ứng dụng ở mô hình lớn hơn. Điều này chứng tỏ khả năng phân hủy rác của nghiệm thức C2 và C4 là tốt nhất. Vì vậy, nghiệm thức C2 (chủng vi khuẩn bình nhiệt) và C4 (chủng vi khuẩn ái nhiệt 2) có hiệu quả phân hủy rác cao nhất. Quá trình phân hủy sinh học diễn ra mạnh ở giai đoạn từ 16 đến 19 ngày đầu và sau 22 ngày sẽ kết thúc giai đoạn ái nhiệt của quá trình ủ. Các nghiệm thức còn lại (C3, C5, C6, C7, C8 và ĐC) có mật số vi khuẩn thấp hơn nghiệm thức C2 và C4, % trọng lượng khô mất đi, % thể tích sụt giảm không nhiều và tỉ lệ C/N của khối ủ rác hữu cơ ở những ngày cuối vẫn còn cao, không phù hợp để sử dụng chế phẩm này để xử lý rác thải hữu cơ làm phân hữu cơ.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

- Nghiệm thức C2 (chủng vi khuẩn bình nhiệt C1b) và C4 (chủng vi khuẩn ái nhiệt 3a2) có hiệu quả phân hủy rác tốt nhất.
- Quá trình phân hủy cellulose của vi khuẩn phân hủy cellulose diễn ra mạnh từ 16-18 ngày đầu, những ngày sau quá trình phân hủy ổn định, đến ngày 22 sẽ kết thúc quá trình phân hủy ái nhiệt trong quá trình ủ.
- Nếu có điều kiện cần bố trí thí nghiệm trên qui mô lớn hơn (100-lít), khi đó nhiệt độ khối ủ tăng lên đến nhiệt độ cần thiết ($>70^{\circ}C$) thúc đẩy quá trình phân hủy ái nhiệt hoạt động hiệu quả hơn.
- Cần có sự kết hợp với các chủng vi khuẩn phân hủy protein và tinh bột để quá trình ủ có thể phân hủy chất hữu cơ triệt để hơn. Từ đó có thể có cái nhìn khái quát hơn về khả năng phân hủy rác thải của vi khuẩn và đề xuất một chế phẩm hữu hiệu nhất để xử lý rác thải hữu cơ tại địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allison, F.E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier, New York.
- Dương Minh. 2008. Giáo trình thực tập vi sinh vật chuyên hóa vật chất trong đất. Trường Đại Học Cần Thơ.
- Forster-Carneiro, T., M. Pérez, L.I. Romero, D. Sales, 2007. Dry-thermophilic anaerobic digestion of organic fraction of the municipal solid waste: Focusing on the inoculum sources. *Bioresource Technology*, 98(17): 3181-3414.
- Hà Thanh Toàn, Cao Ngọc Điệp, Bùi Thế Vinh, Mai Thu Thảo, Nguyễn Thu Phương, Trần Lê Kim Ngân. 2008. Phân lập vi khuẩn phân giải cellulose, tinh bột và protein trong nước rỉ từ bãi rác ở Thành phố Cần Thơ. *Tap chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 10:195-202. .
- Iglesias- Jménez., E. and V. Pérez-Garcia. 1992. Determination of maturity indices for city refuse composts. *Agricultural Ecosystem Environment* 38: 331-343.
- Ryckeboer, J., J. Meraert, J. Coosemans, K. Deprins and J. Swings. 2003. Microbiological aspects of biowaste during composting in a monitored compost bin. *Journal of Applied Microbiology* 94:127-137.