

PHÂN HỦY RÁC THẢI HỮU CƠ BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC: THÍ NGHIỆM THÙNG LÊN MEN 10-L

Hà Thanh Toàn¹, Lê Phương Trâm², Nguyễn Thị Mỹ Điện² và Cao Ngọc Điệp³

ABSTRACT

The organic degradation is the activities of microorganisms in carbon and nitrogen cycle. The six best isolates composed of cellulolytic bacteria, amylolytic bacteria and proteolytic bacteria together with mesophile and thermophile were evaluated organic wastes degradation ability in an organic – waste degrading experimental model (10 – liter bioreactor). The experiment was a randomized completely design with four replications and the experiment had eight treatments to study organic wastes degradation ability of the isolates in 22 days; Temperature, pH, % lost waste-volume, % reduced waste dry-weight, organic matter, N total, C/N ratio, CO₂, CH₄ gas and bacterial population were recorded in the different times.

The results showed that mesophylic cellulolytic isolate [C1 treatment] reached to most appropriate parameters as temperature, pH, C/N ratio for matured compost, high bacterial population in comparison to control and other treatments. Furthermore, low amounts of CO₂ and CH₄ gas releasing during the degradation process of these isolates did not affect to environment; Biowaste degradation process reached to maximum at 16-18 days after incubation and this isolate will be chosen to study in later experiment.

Keywords: *organic wastes, organic-degrading bacteria, mesophylic bacteria, thermophylic bacteria, composts*

Title: *Biological treatment of municipal solid waste: 10-litre bioreactor experimental model*

Sự phân hủy hữu cơ là do sự hoạt động của các vi sinh vật trong chu trình cacbon và nitơ. Sáu dòng vi khuẩn phân hủy cellulose, tinh bột và protein gồm cả nhóm ái nhiệt và bình nhiệt tốt nhất được đánh giá khả năng phân hủy chất hữu cơ trong mô hình thí nghiệm phân hủy rác thải hữu cơ (bình lên men có dung tích 10 lít). Thí nghiệm với 8 nghiệm thức, lập lại 4 lần và kéo dài trong 22 ngày. Các chỉ tiêu như nhiệt độ, pH, % thể tích sụt giảm, % trọng lượng khô, hàm lượng chất hữu cơ, N tổng số, 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 nghiệm thức C1 (chủng vi khuẩn phân giải cellulose bình nhiệt) đạt được các chỉ tiêu phù hợp nhất trong xử lý rác thải như nhiệt độ, pH, tỉ lệ C/N lúc rác hoai, mật số của vi khuẩn phân hủy cellulose tăng lên rất cao, khác biệt so với nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức còn lại. Hơn nữa, nghiệm thức này có lượng khí CO₂, CH₄ thải ra thấp, không gây ảnh hưởng đến môi trường; quá trình phân hủy rác xảy ra mạnh vào 16-18 ngày sau khi ủ và dòng vi khuẩn này được chọn để cho những nghiên cứu tiếp theo.

Từ khóa: *rác thải hữu cơ, vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ, vi khuẩn bình nhiệt, vi khuẩn ái nhiệt, phân hữu cơ*

¹ Trường Đại học Cần Thơ

² Học viên cao học CNSH K14

³ Viện NC & PT Công nghệ sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

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 600 tấn rác thải từ 4 quận nội thành (Nguồn: <http://www.unesco-cep.org.vn/thong-tin/van-hoa-xa-hoi/thu-gom-rac-o-tp-can-tho-khong-le-luc-bat-tong-tam.htm>, ngày 10/05/2009). Chính vì vậy mà nhiều tuyến kênh, rạch như rạch Bần, 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, chất thành đống ngoài trời để chúng tự phân hủy, hoặc đem đốt, 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. Phân hữu cơ (compost) là sản phẩm cuối cùng của quá trình hoạt động của vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ trong đó có những nhóm vi khuẩn, xạ khuẩn và nấm ở cả thể ái nhiệt (thermophile) và bình nhiệt (mesophilic) (Nakasaka *et al.*, 1985); ngày nay quá trình phân hủy chất hữu cơ là một phương pháp bao trùm việc xử lý chất thải rắn (Ryckeboer *et al.*, 2003) và đã có nhiều báo cáo đề cập đến sự hoạt động của tập đoàn vi sinh vật trong suốt quá trình phân hủy chất thải này (McKinley và Vestal., 1985; Kutzner và Jager, 1994; Beffa *et al.*, 1996; Hermann và Shan, 1993) nhưng lại có ít tài liệu đề cập đến chất thải đô thị (household wastes) như phần thừa của trái cây, rau cải... hay còn gọi là chất thải sinh học (biowastes) (Ryckeboer *et al.*, 2003). Mục tiêu của đề tài là đánh giá khả năng phân hủy rác thải hữu cơ của vi khuẩn phân giải chất hữu cơ bao gồm cellulose, tinh bột, protein 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) và 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: DC (đối chứng)[không chủng vi khuẩn], C1 = chủng vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt, C2 = chủng vi khuẩn phân hủy cellulose ái nhiệt, A1 = chủng vi khuẩn phân hủy tinh bột bình nhiệt, A2 = chủng vi khuẩn phân hủy tinh bột ái nhiệt, P1 = chủng vi khuẩn phân hủy protein bình nhiệt, P2 = chủng vi khuẩn phân hủy protein ái nhiệt, CAP = tổng hợp 6 chủng vi khuẩn C1+C2+A1+A2+P1+P2. 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, 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 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, đậy 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 mẻ 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 [đếm sống theo phương pháp nhỏ giọt (Drop Plate Count)] tương ứng trong mỗi nghiệm thức của từng thí nghiệm riêng biệt.

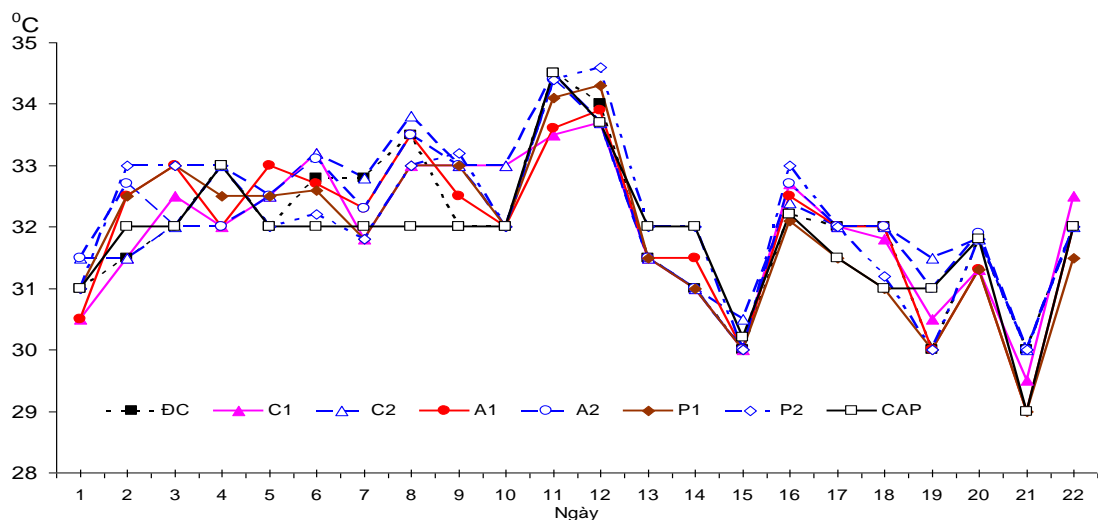


Hình 1: Mô hình thùng xử lý rác thải hữu cơ có dung tích 10-L với lỗ thoát nước rỉ rác lấy khí từ bình lên men 10-L

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

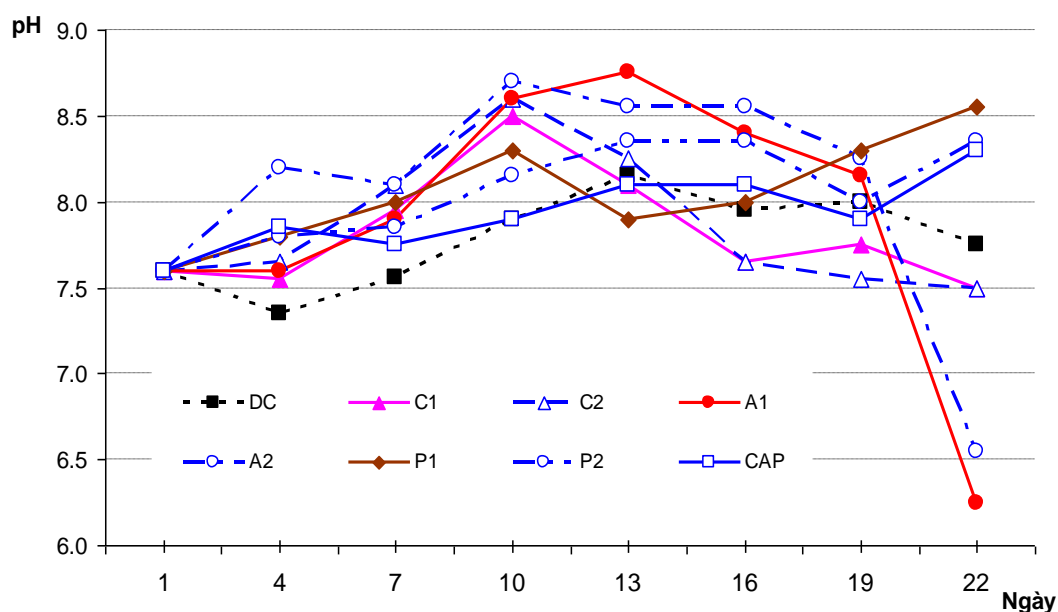
Kết quả từ hình 2 cho thấy nhiệt độ trong thùng ủ rác thải hữu cơ dao động từ 29,7°C đến 34,5°C và đạt mức cao nhất (34,5°C) vào ngày 11 và 12 và thấp nhất (29,7°C) vào ngày 16 sau đó giảm dần, điều đặc biệt là các nghiệm thức có chủng nhóm vi khuẩn ái nhiệt luôn luôn có nhiệt độ cao nhóm bình nhiệt. Tuy nhiên, nhiệt độ không cao có lẽ thùng lên men nhỏ (10-L) và luôn có nước đọng lại dù ít nên nhiệt độ không thể lên cao như các thí nghiệm có mẻ ủ với thể tích lớn hơn (100-L)(Ryckyboer *et al.*, 2003), những thí nghiệm trước đây của Hà Thanh Toàn *et al.* (2010)(đang in) để cho thấy cả hai nhóm vi khuẩn phân hủy tinh bột và cellulose đều có nhiệt độ không cao hơn 40°C.



Hình 2: Ảnh hưởng của vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ trên sự biến động nhiệt độ của mẻ ủ rác thải hữu cơ

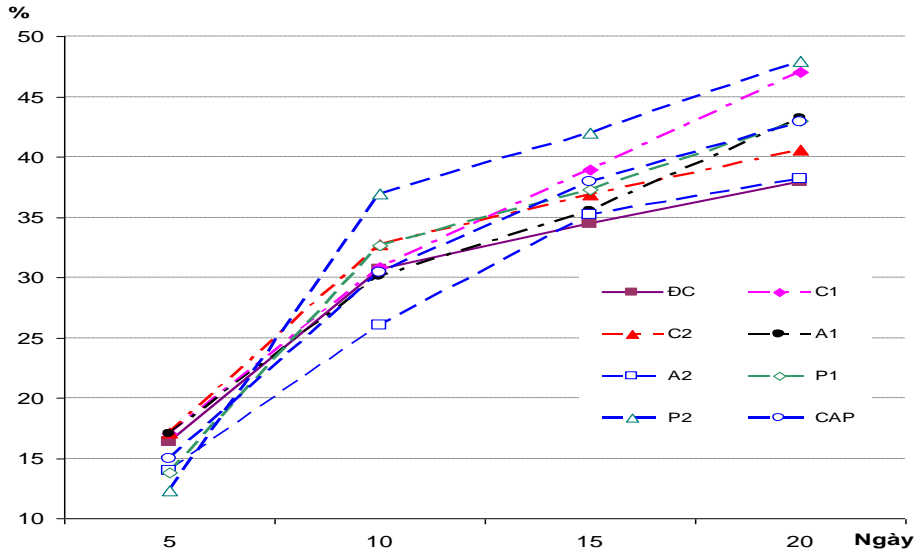
Theo Ryckeboer *et al.* (2003) trong quá trình phân hủy chất hữu cơ trong điều kiện bán kỵ khí hay hiếu khí không hoàn toàn thì trong ngày 2 hay 3 sau khi ủ nhiệt độ của mẻ ủ đạt từ 45 đến 55°C và ngày thứ 9 nhiệt độ lên đến trên 70°C và kéo dài đến ngày thứ 15, sau đó nhiệt độ hạ dần đến 30°C vào ngày thứ 22; giai đoạn sau nhiệt độ lên xuống không đáng kể và kéo dài đến ngày 38 thì nhiệt độ trên dưới 20°C cho đến ngày thứ 84 và nhiệt độ cao trong giai đoạn đầu này rất quan trọng vì đây là điều kiện tốt để khử trùng các vi sinh vật gây hại (Nakasaka *et al.*, 1985b)

Từ hình 3 cho thấy pH của mẻ rác thải hữu cơ đều trung tính (>7) trong suốt thời gian thí nghiệm chỉ trừ 2 nghiệm thức A1 và A2 (vi khuẩn phân hủy tinh bột) có pH giảm vào cuối giai đoạn thí nghiệm; pH của mẻ ủ rác thải hữu cơ cũng thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật. Kết quả này cho thấy quá trình phân hủy hữu cơ phóng thích ra một lượng ammonia (Zorpas, 1999) nên pH của mẻ rác trung tính và chính lượng ammonia này còn hiện diện trong nước rỉ rác, gây nên hiện tượng ô nhiễm amoni trong nước rỉ rác.



Hình 3: Ảnh hưởng của vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ trên thay đổi pH của mẻ ủ rác thải hữu cơ

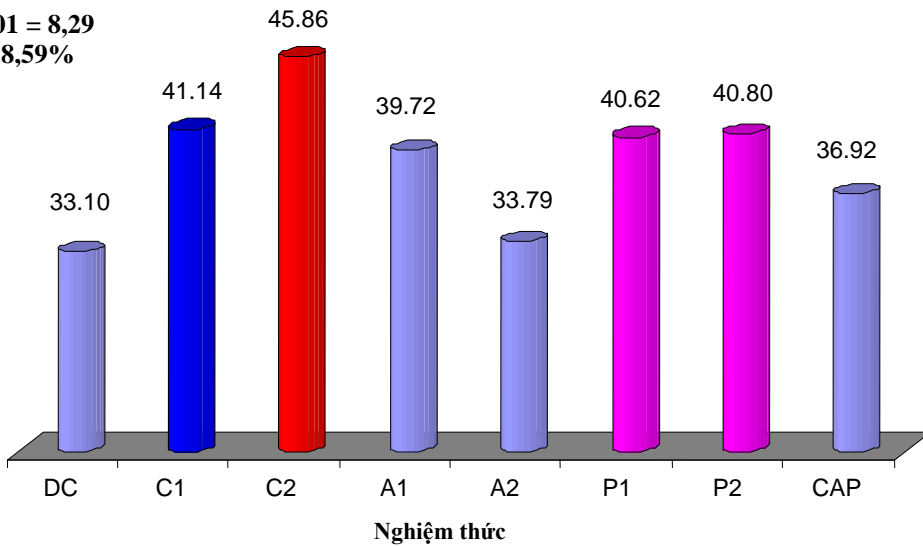
Kết quả từ hình 4 cho thấy % thể tích rác sụt giảm của 2 nghiệm thức C1 và P2 cao nhất so với các nghiệm thức còn lại vào ngày thứ 20 và cả hai không khác biệt thống kê.



Hình 4: Ảnh hưởng của vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ trên sứt giảm của thể tích (%) mẻ ủ rác thải hữu cơ

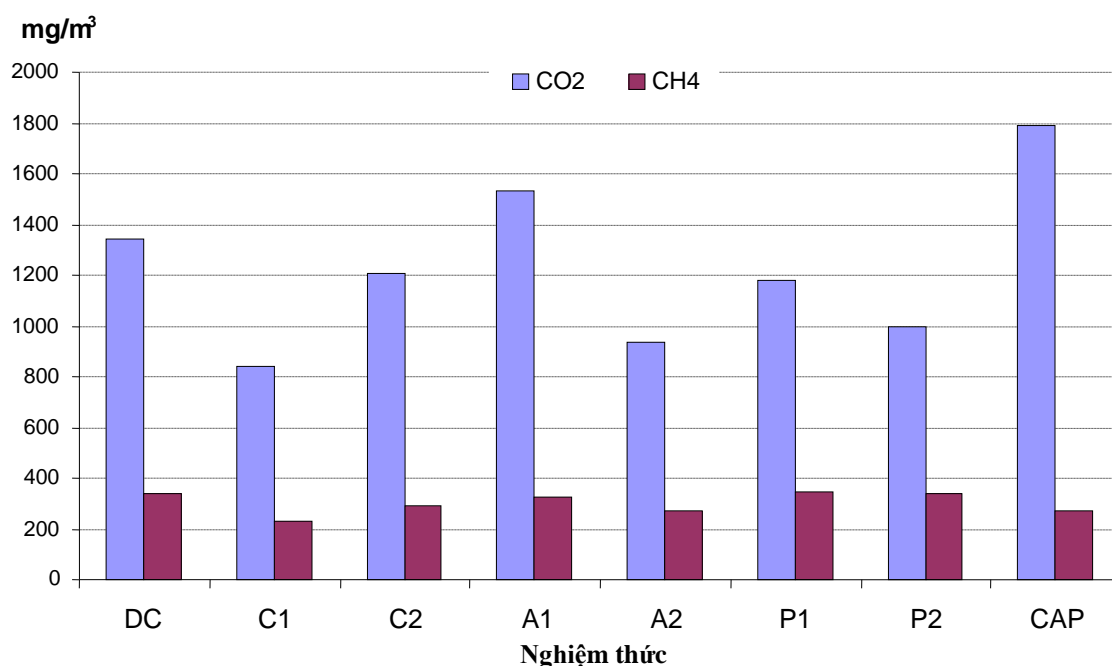
Sau 22 ngày ủ, trọng lượng khô của rác thải hữu cơ trong nghiệm thức C2 mất đi nhiều nhất (Hình 5) kế đến là nghiệm thức C1, và trọng lượng khô mất đi ít nhất ở nghiệm thức đối chứng, A2 và CAP; điều này cho thấy vi khuẩn phân hủy cellulose ái nhiệt phân hủy sinh khối nhiều nhất nhưng không khác biệt ý nghĩa với các nghiệm thức C1, A1, P1 và P2.

LSD.01 = 8,29
CV = 8,59%



Hình 5: Ảnh hưởng của vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ trên trọng lượng khô (%) mất đi của mẻ rác thải hữu cơ

Nghiệm thức C1 (vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt) có tổng lượng khí CO₂ thải ra thấp nhất nhưng không biệt ý nghĩa với 2 nghiệm thức A2 và P2; nghiệm thức CAP (tổng hợp 6 dòng vi khuẩn phân hủy hữu cơ) có tổng lượng khí CO₂ cao nhất.



Hình 6: Ảnh hưởng của vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ trên tổng lượng khí CO₂ và CH₄ (mg/m³) của 3 lần thu mẫu khí từ rác thải hữu cơ

Ngoài ra, nghiệm thức C1 cũng có tổng lượng khí CH₄ thải ra ít nhất, nếu như chọn các dòng vi khuẩn có lượng khí thải thấp nhất không ảnh hưởng đến bầu khí quyển (gián tiếp ảnh hưởng sự thay đổi khí hậu toàn cầu) và nghiệm thức C1 cũng có trọng lượng khô giảm khá (chỉ sau nghiệm thức C2).

Bảng 2: Ảnh hưởng của vi khuẩn phân hủy hữu cơ trên lượng C hữu cơ, N tổng số và tỉ lệ C/N của rác thải hữu cơ vào ngày 18 sau khi ủ

Nghiệm thức	C hữu cơ (%)	N tổng số (%)	Tỉ lệ C/N
Đối chứng	29,23	2,48	11,82
C1	28,43	2,85	9,97
C2	27,23	2,68	10,16
A1	26,83	2,53	10,60
A2	29,73	2,91	10,24
P1	26,63	2,94	9,08
P2	29,03	3,26	8,91
CAP	27,33	3,14	8,72
LSD.01	1,17	0,14	0,72
C.V	1,87%	2,51%	2,66%

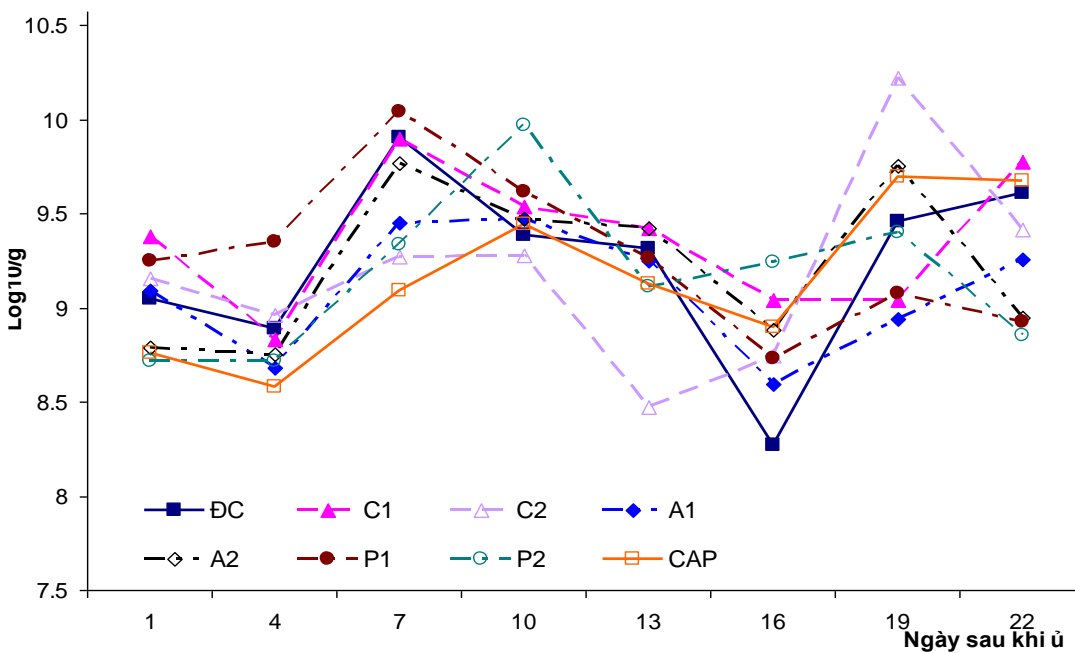
Chú thích: DC-Không chủng vi khuẩn; C1-Chủng vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt; C2- chủng vi khuẩn phân hủy cellulose ái nhiệt; A1-Chủng vi khuẩn phân hủy tinh bột bình nhiệt; A2- chủng vi khuẩn phân hủy tinh bột ái nhiệt; P1-chủng vi khuẩn phân hủy protein bình nhiệt; P2- Chủng vi khuẩn phân hủy protein ái nhiệt; CAP-C1+C2+A1+A2+P1+P2.

Kết quả từ bảng 2 cho thấy tỉ lệ C/N của các nghiệm thức C1, P1, P2 và CAP nhỏ hơn 10 vào ngày thứ 18 sau khi ủ. Hầu hết các lượng C hữu cơ và N tổng số trong

chất thải hữu cơ được phân hủy thành khí CO₂ và ammonia trong suốt quá trình phân hủy; tỉ lệ C/N được dùng như chỉ tiêu để xác định quá trình chín của mẻ ủ hữu cơ sau 75 ngày (Zorpas và Loizidou, 2008) và thí nghiệm của họ cho thấy tỉ lệ C/N dao động từ 14 đến 17 tùy vào lượng rác thải hữu cơ này giàu carbohydrat hay giàu protein vào ngày 23 sau khi ủ; trong thí nghiệm chúng tôi tỉ lệ C/N biến thiên từ 8,72 đến 11,72 do sự hoạt động của nhóm vi khuẩn phân hủy loại nào hữu hiệu nhất trong quá trình rác hữu cơ. Iglesias- Jiménez và Pérez-García (1992) cho rằng tỉ lệ C/N nhỏ hơn 12 thể hiện độ chín phù hợp trong việc ủ phân nên việc bổ sung vào đất những loại phân có độ hoại mục tốt (C/N <12) là phù hợp vì nó sẽ không làm thay đổi sự cân bằng của hệ vi sinh trong đất (Allison, 1973). Tuy nhiên, tỉ lệ C/N giữa 9 và 10 được xem là phân hữu cơ bán hủy (hemi-compost)(Zorpas *et al.*, 1999; Bernal *et al.*, 1998).

Nhận xét về chỉ tiêu giảm trọng lượng khô và tổng lượng khí CO₂ và CH₄, cho thấy dòng vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt (thí nghiệm thức C1) phân hủy cellulose bằng con đường vi hiếu khí hiệu quả cao vì chúng làm giảm trọng lượng khô nhanh và lượng khí thải ra thấp, kết quả từ Hình 7 cho thấy mật số vi khuẩn phân hủy cellulose nói chung và vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt cao trong các thí nghiệm thức.

Như vậy, quá trình phân hủy vào ngày 16 hay 18 sau khi ủ được xem là hoàn tất của quá trình ủ và thí nghiệm thức C1 (vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt) được đánh giá là đạt các chỉ tiêu của mẻ ủ hữu cơ vì pH=7,5, % trọng lượng khô mẻ ủ rác hữu cơ chỉ còn 55% so với lúc ban đầu và tỉ lệ C/N là 10,08 ở ngày thứ 18; đặc biệt thí nghiệm thức C1 phân hủy hữu cơ tích cực và thải ra lượng khí CO₂ và CH₄ thấp nhất, kết quả này cũng phù hợp với kết quả của Ryckeboer *et al.*, (2003), chứng tỏ hiệu quả phân hủy rác của thí nghiệm thức này rất tốt.



Hình 7: Mật số chung vi khuẩn phân hủy cellulose (log₁₀/g chất khô)[bình nhiệt và ái nhiệt]

4 KẾT LUẬN

- Dòng vi khuẩn phân hủy cellulose bình nhiệt đạt những thông số yêu cầu của thí nghiệm: pH, tỉ lệ C/N, % trọng lượng khô mất đi cao nhất, lượng khí thải thấp nhất.
- Quá trình ủ rác thải hữu cơ dưới tác động của các vi khuẩn phân hủy hữu cơ có thể đạt yêu cầu vào ngày 16 đến 18 thay vì ngày 22.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allison, F.E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier, New York.
- Beffa, T., Blane, M., Lyon, P.-F, Vogt, G., Marchiana, M., Ficher, J. L. and Arangno. 1996. Isolation of *Thermus* strains from hot compost (60-80°C). *Applied Environmental Microbiology*, 62: 1723-1727.
- Bernal, M.P., C. Paredes, M.A. Sanchez-Montero and J. Cegarra. 1998. Maturity and Stability parameters of composts prepared with a range of organic wastes. *Bioresourse Technology* 63(1), 91-99.
- Hà Thanh Toàn, Cao Ngọc Diệp, Bùi Thế Vinh, Mai Thu Thảo, Nguyễn Thu Phương, và 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 2008:10. Trường Đại học Cần Thơ.*
- Hà Thanh Toàn, Trương Thị Nhật Tâm và Cao Ngọc Diệp. 2010. Khả năng phân hủy rác thải hữu cơ của vi khuẩn phân giải cellulose (cellulolytic bacteria). *Tap chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ.(đang in)*
- Hermann, H.F. and J.R. Shann. 1993. Enzyme activities as indicators of municipal solid compost maturity, *Compost Sci. Util.* 1(4): 54-63.
- Kutzner G.J and T. Jager. 1994. Kompostierung aus mikrobiologischer Sicht-ein Assay. *Forum Stadte-Hygiene* 45: 375-385.
- Iglesias- Jménez., E. and V. Pérez-Garcia. 1992. Determination of maturity indices for city refuse composts. *Agricultural Ecosystem Environment* 38: 331-343.
- McKinley, V.L., and J.R. Vestal. 1985. Physical and chemical correlates of microbial activity and biomass in composting municipal sewage sludge. *Applied and Environ. Microb.* 50: 1395-1403.
- Nakasaki, K., Shoda, M. and Kubota, H. 1985. Effect of temperature on composting of sewage sludge. *Applied and Environmental Microbiology*, 50: 1526-1530.
- 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 .
- Zorpas, A.A. 1999. Development of methodology for the composting of sewage sludge using natural zeolite. Ph.D thesis. National Tech. Uni. Of Athens, Greece.
- Zorpas, A.A., G.V. Apostolos and M. Loizidou. 1999. Dewater anaerobically stabilized primary sewage sludge composting. Metal leachability and uptake by natural clinoptilolite. *Commun. Soil. Sci. Plan.* 30: 113-119.
- Zorpas, A.A., and M. Loizidou. 2008. Sawdust and natural zeolite as a bulking agent from anaerobically stabilized sewage sludge. *Bioresourse Technology* 99: 7816-7824.