



NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI NHIỆT ĐỘ VỚI CÁC TỶ LỆ PHỐI TRỘN KHÁC NHAU TRONG QUÁ TRÌNH XỬ LÝ PHÂN BÙN BỂ TỰ HOẠI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CO-COMPOSTING

Nguyễn Thu Huyền

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận: 27/06/2016

Ngày sửa chữa: 05/08/2016

Ngày xét duyệt: 03/09/2016

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự biến đổi nhiệt độ trong quá trình xử lý phối trộn phân bùn bể tự hoại với chất thải rắn hữu cơ bằng phương pháp ủ hiếu khí (co-composting) với các tỷ lệ phối trộn khác nhau. Nghiên cứu chỉ ra rằng việc phối trộn chất thải rắn hữu cơ và phân bùn bể tự hoại với các tỷ lệ 3/1, 4/1 và 5/1 đều đảm bảo duy trì nhiệt độ đủ để tiêu diệt các vi sinh vật có hại trong đồng ủ, tuy nhiên để đảm bảo độ ẩm cho quá trình ủ cần có thêm các biện pháp để giảm bớt sự bay hơi nước.

Từ khóa: xử lý chất thải rắn, ủ phối trộn.

Đặt vấn đề

“Phân bùn” hay chất thải dạng bùn được định nghĩa là hỗn hợp bùn, phân và chất lỏng hình thành từ các công trình vệ sinh tại chỗ... Phân bùn được coi là một dạng của bùn cặn [2].

Bể tự hoại tiếp nhận các sản phẩm bài tiết của người (phân, nước tiểu) từ các công trình vệ sinh. Trong bể tự hoại diễn ra đồng thời hai quá trình: lắng chất rắn và lên men cặn lắng. Phân bùn trong bể tự hoại là sản phẩm của quá trình lên men các cặn rắn từ quá trình bài tiết, do vậy thành phần của phân bùn chứa một lượng lớn chất hữu cơ cũng như các loại vi sinh vật [1]. Bùn được lưu giữ trong bể tự hoại nếu không được hút định kỳ thì sẽ đi vào hệ thống thoát nước, với hàm lượng chất bẩn trong bùn bể tự hoại cao hơn nhiều lần so với nước thải sinh hoạt (Bảng 1), phân bùn bể tự hoại khi di chuyển vào hệ thống thoát nước sẽ làm tăng gánh nặng ô nhiễm cho đô thị.

Bảng 1. Phân bùn từ các hệ thống vệ sinh tại chỗ tại các quốc gia nhiệt đới [2]

Đặc điểm	Bùn từ nhà vệ sinh công cộng hoặc xí thùng	Bùn từ bể tự hoại tại hộ gia đình	Nước thải sinh hoạt để so sánh
Tính chất bùn	Đậm đặc, hầu hết ở dạng phân tươi; chỉ được lưu giữ trong vài ngày hoặc vài tuần	loãng; thường được lưu giữ vài năm; ổn định hơn loại bùn từ nhà vệ sinh công cộng	

COD mg/l	20.000 – 50.000	< 15.000	500 – 2.500
COD/BOD	5 : 1 ... 10 : 1		2 : 1
NH ₄ -N mg/l	2.000 - 5.000	< 1.000	30 - 70
TS (mg/l)	≥ 3,5%	< 3 %	< 1 %
SS (mg/l)	≥ 30.000	≈ 7.000	200 - 700
Trứng giun sán (Số trứng giun sán/l)	20.000 - 60.000	≈ 4.000	300 - 2.000

Trong Bảng 1 ta có thể thấy khi so sánh với nước thải sinh hoạt, thành phần chất hữu cơ và chất rắn, NH₄-N và hàm lượng trứng giun đo được trong phân bùn thường cao hơn trong nước thải gấp 10 lần hoặc nhiều hơn.

Với thành phần chứa nhiều chất hữu cơ, hàm lượng cặn lơ lửng lớn phân bùn bể tự hoại nếu không được thu gom và xử lý hợp lý sẽ trở thành một nguồn gây ô nhiễm môi trường; tuy nhiên nếu trong quá trình xử lý chúng ta có biện pháp tái sử dụng thành phần hữu cơ này thì phân bùn bể tự hoại sẽ mang lại ích lợi cho nông nghiệp cũng như giảm tải cho hệ thống thoát nước đô thị. Để tận dụng được nguồn chất hữu cơ này, người ta có thể tiến hành ủ phối trộn hiếu khí phân bùn với chất thải rắn hữu cơ.

Theo Chograk Polprasert [6] ủ phối trộn phân bùn và rác thải rắn đô thị rất có lợi vì hai loại vật liệu này bổ sung cho nhau. Phân bùn có nồng độ N và độ ẩm cao; trong khi đó rác thải rắn đô thị có nồng độ cacbon hữu cơ cao và có độ xốp lớn. Sản phẩm phân vi sinh thu được sau quá trình ủ phối trộn hai loại vật liệu này có thể sử dụng trong nông

nghiệp [3]. Nhiệt độ cao đạt được trong quá trình ủ hiếu khí rất hiệu quả trong việc loại trừ các mầm bệnh có nguồn gốc từ phân trong phân bùn và sẽ chuyển chất thải thành phân bón đất an toàn vệ sinh.

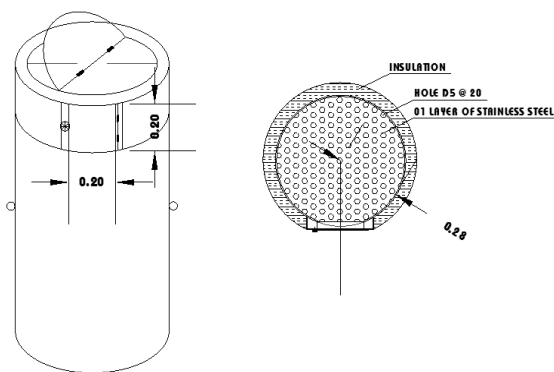
Trong quá trình ủ, nếu nhiệt độ đồng ủ xuống thấp thì sẽ không đủ nhiệt độ tiêu diệt vi sinh vật gây bệnh, do đó sản phẩm sau khi ủ sẽ không đạt yêu cầu về mặt an toàn vệ sinh.

Hầu hết các mầm bệnh sẽ bị tiêu diệt trong điều kiện khi nhiệt độ trong đồng ủ được duy trì ở mức 55°C đến 65°C trong 3 ngày liên tiếp [7].

2. Thí nghiệm

2.1 Mô hình thí nghiệm

Mô hình thùng ủ có cấu tạo như Hình 1. Mô hình được làm bằng tôn hoa, cấu tạo Hình trụ tròn, sơn 2 nước chống rỉ. Cửa nạp vật liệu được đặt phía trên của thùng, cấu tạo của dạng bán nguyệt, cửa mở bằng bản lề. Xung quanh cửa có gioăng cao su để tránh rò rỉ khí. Bên thành của mô hình, có cửa để lấy mẫu rác đi phân tích. Bên cạnh cửa có đặt đường ống thoát khí, đường ống này được nối với thiết bị đo lưu lượng khí và nối với ống cao su để có thể thu khí phục vụ phân tích. Bên dưới của mô hình có một đĩa Hình trụ bằng thép đặt cách đáy 10cm làm nhiệm vụ đỡ vật liệu ủ. Đĩa được đục lỗ nhằm phân phối khí cho vật liệu ủ và thoát nước rác. Đáy của mô hình được lắp một đường ống thoát nước rỉ (có khóa) và một đường ống nối với quạt gió, đường ống nối với quạt gió cũng được lắp một thiết bị đo lưu lượng nhằm không chế lượng không khí cung cấp cho mô hình.



Hình 1. Cấu tạo thùng ủ

2.1. Mẫu thí nghiệm

Bùn được đem phối trộn gồm có 2 loại: bùn lấy từ bể thu gom phân bùn bề mặt của Nhà máy chế biến phân vi sinh Cầu Diễn và bùn đã được tách nước sơ bộ ở sân phơi bùn. Các tỷ lệ phối trộn rác/bùn được lựa chọn gồm có tỷ lệ 1/0, tỷ lệ 2/1, 3/1, 4/1 và 5/1.

Chất thải rắn được sử dụng để sản xuất phân

vi sinh tại Nhà máy, gồm có chất thải rắn thu gom từ các chợ của nội thành Hà Nội và chất thải rắn sinh hoạt thu gom từ khu vực dân cư xung quanh nhà máy.

Theo kết quả phân tích của tại phòng thí nghiệm, thành phần của phân bùn bề mặt hoại được thu gom về nhà máy xử lý phân vi sinh Cầu Diễn có độ ẩm 96,1- 96,3%, hàm lượng TS chiếm 3,7-3,9%, hàm lượng TOC nằm trong khoảng 37,28-39,45%, tổng nitơ nằm trong khoảng 3,46-3,66 g nitơ/g chất khô. Trong khi đó thành phần của chất thải rắn có các giá trị Tổng các bon hữu cơ nằm trong khoảng 7,2-7,7 g TOC/g chất khô, tổng nitơ nằm trong khoảng giá trị 0,15-0,19 g nitơ/g chất khô, tỷ lệ C/N nằm trong khoảng 40,2-43.

2.2. Trình tự thí nghiệm

Quá trình thí nghiệm được thực hiện theo trình tự như sau:

***Chuẩn bị:** Bơm bùn vào sân phơi bùn trước ngày thí nghiệm 1 tuần.

***Bước 1:** Nạp nguyên liệu

Thực hiện việc xác định tỷ trọng của rác đưa vào trộn.

Xác định thể tích rác cần trộn: thùng ủ lượng rác cần thiết là 0,1m³.

Trên cơ sở thể tích của rác, tỷ trọng rác ta tính toán khối lượng rác đưa vào trộn. Cân rác, bùn theo các tỷ lệ bùn, rác khác nhau. Riêng với thí nghiệm lựa chọn tỷ lệ phối trộn, dùng hai loại bùn làm nguyên liệu phối trộn: bùn chưa tách nước và bùn đã tách nước.

Trộn đều bùn và rác: Đổ rác thành đồng tròn, sau đó dùng cào tãi đồng ra thành dạng Hình vành khăn, tiếp đó đổ phân bùn theo khối lượng đã tính toán vào giữa. Đảo trộn rác từ phía ngoài vào trong, đảo đều theo đường chéo. Lắp lại 5 lần quy trình.

Lấy một lượng hỗn hợp đến chiều cao 1m

***Bước 2:** mở quạt trong 15 ngày với cường độ thổi khí 65m³ khí/m³ rác/h.

Trong thời gian thí nghiệm, xác định các chỉ tiêu độ ẩm, nhiệt độ, chiều cao (độ sụt).

***Bước 3:** Sau 21 ngày thực hiện dỡ hỗn hợp ủ ra khỏi thiết bị thí nghiệm. Chuyển sang khu vực xử lý của nhà máy.

* Ủ tiếp mẻ mới tại bể với trình tự tương tự như trên.

2.3. Phương pháp lấy mẫu và phân tích trong các thí nghiệm

Lấy mẫu tại 3 vị trí khác nhau trong đồng ủ: vị trí bề mặt đồng ủ, vị trí tâm đồng ủ và vị trí gần đáy. Kết quả cuối cùng là giá trị trung bình của 3 mẫu này.

Các thông số trên được xác định như sau:

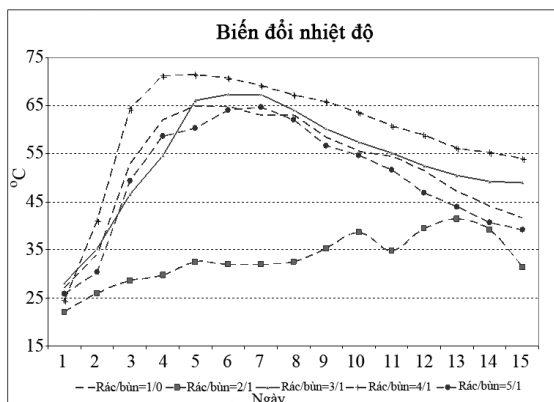
- Nhiệt độ: dùng can nhiệt độ, đo trực tiếp tại hiện trường.

- Chiều cao đồng ủ: sử dụng thước đo, đo trực tiếp tại hiện trường.

- Độ ẩm: phương pháp xác định dựa trên TCVN 5963:1995 và được thực hiện trong phòng thí nghiệm chất thải rắn.

3. Kết quả thí nghiệm và thảo luận

Sự biến đổi về chiều cao, nhiệt độ, độ ẩm, tỷ lệ C/N được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình ủ với các tỷ lệ phối trộn khác nhau

Chất thải rắn khi vận chuyển đến nơi thí nghiệm đã có một thời gian chuyển hóa (tính từ khi bắt đầu bị thải bỏ). Do đó sự biến đổi nhiệt độ trong 15 ngày ủ có thể chia ra tương ứng với 3 giai đoạn chính:

- Giai đoạn lên men ấm (**warming phase**): kéo dài 1-4 ngày Các hợp chất hữu cơ được phân huỷ nhờ các vi sinh vật như Bac.mycoidos; Bac. Mesetericus; E. coli,... và các loại xạ khuẩn nấm mốc. Quá trình này giải phóng ra năng lượng, làm cho nhiệt độ trong đồng ủ tăng lên đến 45-50°C. Cùng với sự tăng lên của nhiệt độ, các vi sinh vật mesophilic trở thành ít cạnh tranh hơn và bị thay thế bởi các vi sinh vật ưa nóng (thermophilic). Sự giải phóng CO₂ tối đa xảy ra ở nhiệt độ 55°C. Nó bắt đầu tăng từ từ trong khoảng từ 25 – 40°C, sau đó tăng từ 45 – 55°C.

- Giai đoạn lên men nóng (**Thermophilic phase**): bắt đầu từ ngày 5-10 của quá trình ủ. Nhiệt độ tăng cao do hoạt động của các loại vi khuẩn phân huỷ hydrocacbon phức tạp như cellulose và hemicellulose. Đây là một giai đoạn quan trọng cho sự loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh. Nhiệt độ cực đại và khoảng thời gian đạt nhiệt độ cực đại trong đồng ủ phụ thuộc vào nhiều nhân tố như độ thoáng khí, hình dạng đồng ủ, độ ẩm...

- Giai đoạn mát (**Cooling phase**): Lúc này

nhiệt độ giảm dần và bắt đầu sự xuất hiện của các vi sinh vật ưa ấm.

Thí nghiệm với tỷ lệ rác/bùn = 1/0: là chế độ thí nghiệm mang tính chất đối chứng, trong thí nghiệm này không phối trộn phân bùn với rác.

Với tỷ lệ phối trộn rác/bùn = 2/1 thì ngay trong những ngày đầu đã xuất hiện việc nước rác chảy ra khỏi đồng ủ khá nhiều, có mùi hôi, nguyên nhân của hiện tượng là do độ ẩm trong đồng ủ quá lớn. Nhưng tuy độ ẩm giảm mạnh nhưng lượng nước còn lại trong đồng ủ vẫn khá lớn, kéo theo làm quá trình phân hủy hiếu khí bị kìm hãm và phản ứng kỵ khí xuất hiện làm cho độ ẩm trong đồng ủ giảm chậm, nhiệt độ đồng ủ tăng lên rất chậm so với các tỷ lệ phối trộn khác, nhiệt độ trong đồng ủ chỉ đạt giá trị cực đại là 44°C.

Tỷ lệ 5/1 khá gần tỷ lệ 1/0 về sự biến đổi của các chỉ tiêu, nguyên nhân do 2 tỷ lệ này có thành phần chất thải rắn khá tương đương, lệch nhau ít, lượng phân bùn trộn vào ít hoặc không có do vậy độ ẩm của chất thải rắn cũng không chênh lệch nhau nhiều. Do độ ẩm của đồng ủ từ đầu vào thấp nên các ngày tiếp sau đó do quá trình thổi khí và nhiệt độ tăng làm cho nước bay hơi dần tới vào các ngày thứ 12 của quá trình ủ, độ ẩm của hỗn hợp xuống thấp, không thuận lợi cho quá trình chuyển hóa sinh học diễn ra chậm làm nhiệt độ trong đồng ủ giảm mạnh. Nhiệt độ trong đồng ủ đạt giá trị cực đại là 65°C, thời gian có nhiệt độ trên 55°C là 6 ngày.

Tỷ lệ 3/1 có độ ẩm ban đầu của đồng ủ cũng khá cao (trên 57%) do vậy nhiệt độ trong đồng ủ cũng đạt cực đại tại giá trị 62°C sau 6 ngày ủ, thời gian có nhiệt độ trên 55°C là 7 ngày bắt đầu từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 11.

Tỷ lệ 4/1 có diễn biến các thông số khá thuận lợi. Nhiệt độ đạt ngưỡng cực đại vào ngày thứ 4 của quá trình ủ, nhiệt độ đồng ủ duy trì lớn hơn 55°C từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 13. Tuy nhiên do nhiệt độ quá lớn nên cần phải bổ sung độ ẩm cho đồng ủ thường xuyên để duy trì độ ẩm.

Mỗi vi sinh vật đều có nhiệt độ tối ưu để tăng trưởng. Nhiệt độ tối ưu cho quá trình sinh hoá là 40 – 55°C. Ở mức nhiệt độ trong đồng ủ cao (ngưỡng trên) thì tốc độ, khả năng phân huỷ của đồng ủ sẽ nhanh, oxy tiêu thụ mạnh, do đó yêu cầu không khí trong đồng ủ được cung cấp liên tục để đảm bảo đủ oxy. Nếu nhiệt độ trong đồng ủ không đảm bảo thì việc xuất hiện các loại vi khuẩn ưa ẩm, ưa nóng không xảy ra. Hoặc nếu nhiệt độ nóng quá dẫn đến sự cạn kiệt các phân tử nước trong đồng ủ, làm các loại vi khuẩn bậc 1 chết. Vì thế trong quá trình ủ cần kiểm soát các thông số để giữ cho nhiệt độ của quá trình ủ được ổn định, đảm bảo đủ tiêu diệt các vi khuẩn gây bệnh cũng như giảm thiểu chi phí về điện năng để bơm nước và thổi khí.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy với cùng một chế độ thổi khí và thời gian ủ như nhau, tỷ lệ phối trộn rác và phân bùn bê phốt tỷ lệ từ 3/1 trở lên đều đảm bảo duy trì mức nhiệt độ đủ để tiêu diệt vi sinh vật có hại. Tuy nhiên với tỷ lệ phối trộn thấp thì hỗn

hợp ủ không cần thường xuyên bổ sung nước, còn với chế độ ủ 4/1 do nhiệt độ lên cao, nên thường cần bổ sung thêm nước trong quá trình ủ, do vậy đến giai đoạn cuối của quá trình ủ nên có thêm biện pháp xáo trộn đồng ủ để giảm bớt nhiệt độ, nhằm giảm hiện tượng bay hơi nước.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Thị Kim Thái, *Money Flux Analysis (MoFA) – A Tool for Optimization of Government on Faecal Sludge Management*, 2006.
- [2]. Nguyễn Thị Kim Thái và nnk, *Quản lý phân bùn từ các công trình vệ sinh*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
- [3]. Agnes Montangero, Martin Strauss, *Fecal Sludge Treatment*; Lecture notes IHE Delft; February 2002.
- [4]. Blum, D. and Feachem, R.G. (1985), *Health Aspects of Nightsoil and Sludge Use in Agriculture and Aquaculture - Part III: An Epidemiological Perspective*, International Reference Centre for Waste Disposal (now SANDEC), Duebendorf, Switzerland. Report no. 05/85.
- [5]. Bertoldi de, M., Vallini, G. And Pera, A. (1983), “*The Biology of Composting: A review, Waste Management & Research*”, Vol. 1; 1983.
- [6]. Chograk Polprasert, (1996), *Organic Waste Recycling*, John Wiley and sons.
- [7]. Hoornweg, D., L. Thomas, et al. (1999), *Composting and its Applicability in Developing Countries, Urban Waste Management, World Bank, Urban Development Division*. Washington DC, USA.

RESEARCH RESULTS ABOUT TEMPERATURE CHANGES IN CO-COMPOSTING PROCESS OF ORGANIC SOLID WASTE WITH FEACAL SLUDGE THROUGH AEROBIC PROCESS (CO-COMPOSTING) WITH DIFFERENT MIXING RATIOS.

Abstract:

This article shows the research results about temperature changes in co-composting process of organic solid waste with faecal sludge through aerobic process (co-composting) with different mixing ratios. The research also has shown that organic solid waste/faecal sludge mixing ratios of about 3:1, 4:1 and 5:1 are all recommended to maintain adequate temperature for suppressing pathogenic microorganisms in the pile. However, this management strategy may require other additional preventative measures to reduce water evaporation as well as maintain the moisture content of the piles throughout the composting period.

Keywords: *treatment solid waste, co-composting.*