

TIỀM NĂNG THU HỒI NĂNG LƯỢNG DƯỚI DẠNG KHÍ BIOGAS TRONG Ủ KÝ KHÍ KẾT HỢP PHÂN BÙN BỂ TỰ HOẠI VỚI RÁC CHỢ

Hoàng Lê Phương¹, Nguyễn Thị Kim Thái²
1: Khoa Xây dựng và Môi trường – Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên
- NCS Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
2: Khoa Kỹ thuật Môi trường – Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Theo một số khảo sát lượng phân bùn bể tự hoại tại các đô thị của Việt Nam phát sinh tương đối cao có thể lên đến hàng trăm tấn/năm tại các đô thị lớn. Do đó việc quản lý và xử lý phân bùn bể tự hoại đang là vấn đề cần thiết hiện nay. Với thành phần chất hữu cơ, T-N, T-P, độ kiềm cao tuy nhiên tỷ lệ C/N thường thấp, do đó việc phối trộn phân bùn với chất thải hữu cơ khác có tỷ lệ C/N cao có thể cho hiệu quả cao trong thu hồi năng lượng dưới dạng biogas trong ủ kỹ khí. Để đánh giá điều này nghiên cứu đã thực hiện mô hình thí nghiệm ủ kỹ khí trong điều kiện mesophilic với thời gian lên men 35 ngày tại phòng thí nghiệm chất thải rắn trường đại học Xây dựng Hà Nội. Thí nghiệm đã tiến hành ủ kỹ khí phân bùn bể tự hoại (B) và rác chợ (RC) với các tỷ lệ: B:RC là 1:0 và 2:1 về khối lượng tại 2 mô hình song song. Kết quả cho thấy lượng khí tích lũy thu được trong 35 ngày lần lượt là 12,1 và 30,9 l/kg nguyên liệu đầu. Cùng với đó là các thông số của quá trình như sự thay đổi chiều cao, nhiệt độ, pH và sự giảm COD là tương đối phù hợp với quá trình phân hủy kỹ khí.

Từ khóa: ủ kỹ khí, phân bùn, phân bùn bể tự hoại, rác chợ, bùn thải

ABSTRACT

According to some surveys, the amount of fecal sludge in urban areas of Vietnam are relatively high. It can be up to hundreds of tons/year in the big cities. Therefore the management and treatment fecal sludge is an urgent problem currently. Besides, the market waste in urban areas account a large in the total amount of municipal solid waste and usually disposal at the landfill. With high ingredient of bio-organic, the septic tank sludge and the market waste can be used in anaerobic digestion to recovery energy in the form of biogas. A experiment model anaerobic reactor under mesophilic conditions for a digestion period of 35 days was done in the solid waste laboratory in Hanoi University of Civil Engineering. The experiment was conducted with a ratio of fecal sludge and market waste (B:RC) 1:0 and 2:1 about weight in 2 parallel models. The results showed that the amount of cumulative gas in 35 days are respectively 12,1 and 30,9 l gas/kg raw material. Along with the process parameters such as the change in height, temperature, pH and the reduction of the COD are relatively consistent with the process of anaerobic digestion.

Keywords: anaerobic digestion, fecal sludge, septic tank sludge, market waste, sludge

ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Chiến lược quản lý tổng hợp chất thải rắn Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 2149/QĐ-TTg ngày 17/12/2009; dự báo lượng bùn bể tự hoại tại các đô thị phát sinh vào năm 2020 là 9100 tấn/ngày và có thể lên đến 13.500 tấn/ngày vào năm 2025. Tuy nhiên, hiện nay tại hầu hết các đô thị phần lớn phân bùn bể tự hoại chưa được quản lý và xử lý hiệu quả mà thường được đổ trực tiếp vào môi trường dưới nhiều dạng khác nhau, điều này đã và đang gây ra những vấn đề môi trường nghiêm trọng.

Với đặc điểm thành phần chất hữu cơ, chất rắn, NH₄-N, tổng photpho, trùng giun sán trong phân bùn bể tự hoại thường khá cao do đó việc tìm kiếm giải pháp xử lý loại phân bùn này theo hướng thu hồi tài nguyên, đồng thời tiêu diệt được mầm bệnh đang rất cần thiết hiện nay. Tại Việt Nam đã có một số đô thị như Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh ứng dụng phương pháp ủ hiếu khí phân bùn kết hợp với rác thải hữu cơ sản xuất phân compost. Phương pháp này đơn giản dễ vận hành nhưng lại gặp một số nhược điểm như phải tách nước khỏi phân bùn trước khi ủ, tốn năng lượng cho việc cấp khí, phát sinh mùi, phát tán khí CO₂ nguyên nhân gây gia tăng hiệu ứng nhà kính và phát sinh nước rỉ trong quá trình ủ cần

phải xử lý. Để khắc phục những nhược điểm này phương pháp lên men kỹ thu hồi năng lượng biogas là một giải pháp. Theo một số nghiên cứu ủ kỹ khí phân bùn ở nhiệt độ từ 15 – 30°C có thể tạo ra 15 – 90 ml khí gas/g phân bùn và hiệu suất sinh khí sẽ cao hơn nếu điều kiện quá trình được tối ưu (Song et al 2012). Tuy nhiên, việc ủ kỹ chỉ với chất thải phân bùn tại các hệ thống xử lý bán tập trung và tập trung chưa được chứng minh một cách rõ ràng do thành phần dinh dưỡng trong phân bùn không được tối ưu, tỷ lệ C/N thường thấp. Bên cạnh đó, tại các đô thị ngoại rác từ các hộ gia đình thì rác chợ chiếm tỷ trọng tương đối lớn với thành phần chủ yếu là chất hữu cơ dạng rau củ quả bị thối, hỏng với hàm lượng C cao. Do đó việc lên men kỹ khí phối trộn phân bùn bể tự hoại với thành phần hữu cơ từ rác chợ có thể tạo ra lượng khí biogas cao. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tiềm năng thu hồi khí biogas từ việc lên men kết hợp hai loại chất thải trên, làm cơ sở cho những nghiên cứu tiếp theo về điều kiện vận hành, tỷ lệ phối trộn tối ưu. Từ đó có thể triển khai ra quy mô pilot và ứng dụng vào thực tế.

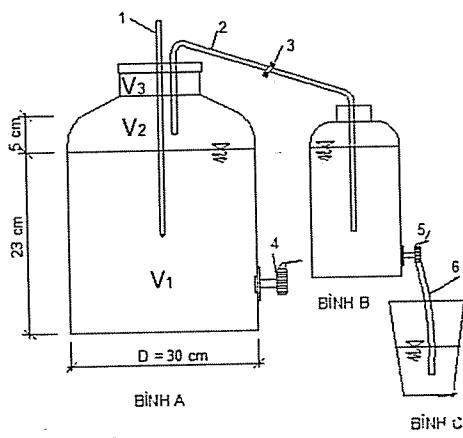
NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Chuẩn bị nguyên liệu và mô hình thí nghiệm

Lấy phân bùn bể tự hoại: Phân bùn bể tự hoại được hút tại các nhà vệ sinh công cộng và nhà dân trên địa bàn Hà Nội và được tập kết vào bể chứa bùn tại Nhà máy chế biến phân Cầu Diễn Hà Nội. Bùn bể tự hoại được lấy tại 4 vị trí đối diện nhau của bể chứa. Tại mỗi vị trí trước khi lấy được gạt vắng, khuấy trộn sau đó lấy khoảng 25 lít. Bốn vị trí lấy được 100 lít đưa vào thùng nhựa trộn đều sau đó lấy 60 lít vào các can và chuyển về phòng thí nghiệm.

Lấy rác chợ: Rác hữu cơ được lấy tại vị trí tập kết rác của hai chợ đầu mối trên địa bàn Hà Nội là chợ Đồng Xuân và chợ Long Biên. Tại mỗi chợ lấy khoảng 100kg sau đó trộn đồng hình côn chia bốn và lấy 2 phần chéo nhau thu được khoảng 50 kg đưa về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm trộn đều 50kg rác lấy từ mỗi chợ chia hình côn, lấy 2 phần chéo nhau được khoảng 50kg dùng làm thí nghiệm. Rác hữu cơ dùng làm thí nghiệm được băm, chặt nhỏ kích thước từ 1 – 3cm và trộn đều.

Mô hình thí nghiệm: Mô hình thí nghiệm được chuẩn bị như hình 1.



Chú thích:

- Bình A: bình thủy tinh 20l chứa hỗn hợp phản ứng
- Bình B: bình nhựa 5l là bình thu khí
- Chậu C: chứa nước từ bình B chảy xuống
- 1. Nhiệt kế đo nhiệt độ bình phản ứng
- 2. Ông nhựa mềm thu khí
- 3. Van kẹp
- 4. Van lấy mẫu phân tích
- 5. Van luôn để mở
- 6. Ống nhựa đưa nước vào chậu C

Phối trộn và xác định các thông số trong quá trình chạy mô hình

Phân bùn bể tự hoại và rác chợ được phối trộn với tỷ lệ B:RC là 1:0 và 2:1 về khối lượng và được phân tích các thông số: độ ẩm, pH, TS, TVS, TOC, T-N, T-P. Hỗn hợp nguyên liệu đầu được nạp đồng thời vào 2 mô hình thí nghiệm như hình 1, đặt trong phòng thí nghiệm giữ ổn định ở nhiệt độ 30°C. Thời gian phản ứng trong 35 ngày, hàng ngày theo dõi độ sụt của nguyên liệu, sự thay đổi nhiệt độ trong các bình, lượng khí sinh ra và 3 ngày một lần lấy mẫu ở van 4 (hình 1) đưa đi phân tích các thông số: pH, COD.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm nguyên liệu ban đầu

Kết quả phân tích nguyên liệu đầu vào ở các tỷ lệ B:RC là 1:0 và 2:1 được thể hiện ở bảng sau:

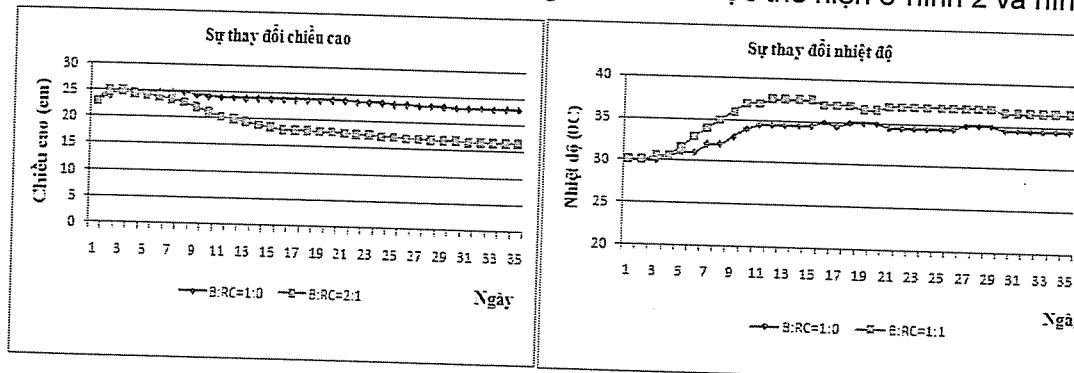
Mẫu (B:RC)	Độ ẩm (%)	TS (%)	VS (%TS)	T-P (%TS)	T-N (%TS)	TOC (%TS)	C/N
1:0	94.73	5.27	31.79	1.13	3.46	25.82	7.46
2:1	84.88	2	15.1	49.88	0.72	1.320	34.67

Như vậy có thể thấy mẫu phân bùn độ ẩm, hàm lượng T-N, T-P trong phân bùn khá cao nhưng tỷ lệ C/N là 7.46 tương đối thấp so với điều kiện quá trình kỹ khí. Khi phối trộn phân bùn và rác chay với tỷ lệ B:RC = 2:1 thì tỷ lệ C/N là 26.26 nằm trong khoảng phù hợp từ 20/1- 30/1 trong chuyển hóa kỹ khí.

Kết quả quá trình phân hủy kỹ khí

Sự thay đổi nhiệt độ và chiều cao trong bình ủ

Sự thay đổi nhiệt độ và chiều cao trong các bình được thể hiện ở hình 2 và hình 3.



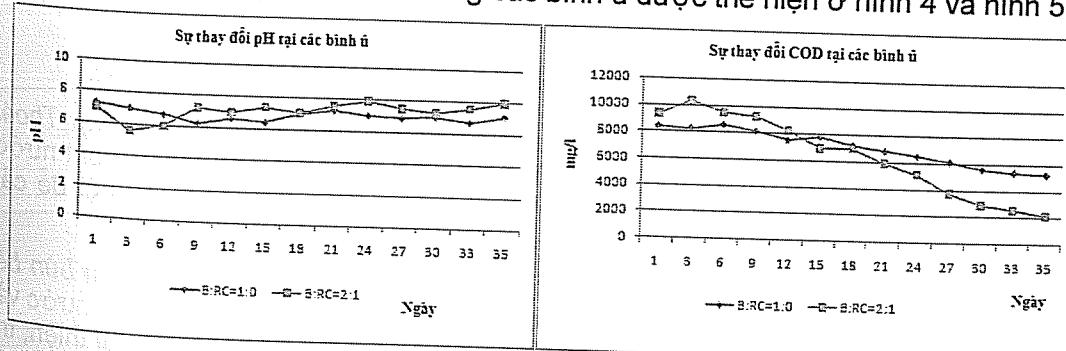
Hình 2. Sự thay đổi chiều cao tại các bình ủ

Hình 3. Sự thay đổi nhiệt độ tại các bình ủ

Quá trình thí nghiệm cho thấy trong 2 ngày đầu hỗn hợp phản ứng tại cả hai bình ủ đều bị dồn lên làm chiều cao hỗn hợp tăng lên một chút sau đó giảm dần. Từ đồ thị hình 2 và hình 3 có thể thấy tại bình tỷ lệ B:RC = 2:1 chiều cao giảm mạnh nhất và nhiệt độ tăng mạnh nhất trong khoảng từ ngày ủ thứ 7 đến ngày ủ thứ 15, sau đó giữ ổn định dần. Trong 35 ngày chiều cao tại bình tỷ lệ B:RC = 2:1 giảm được 8,3cm và nhiệt độ cao nhất đo được là 37,5°C. Tại bình tỷ lệ B:RC = 1:0 chiều cao chỉ giảm được 2cm và nhiệt độ cao nhất đo được là 35°C. Như vậy qua sự thay đổi về chiều cao và nhiệt độ có thể thấy quá trình phân hủy trong bình ủ tỷ lệ B:RC = 2:1 diễn ra tốt hơn so với bình ủ tỷ lệ B:RC = 1:0.

Sự thay đổi pH và COD trong các bình ủ

Sự thay đổi pH và COD trong các bình ủ được thể hiện ở hình 4 và hình 5.



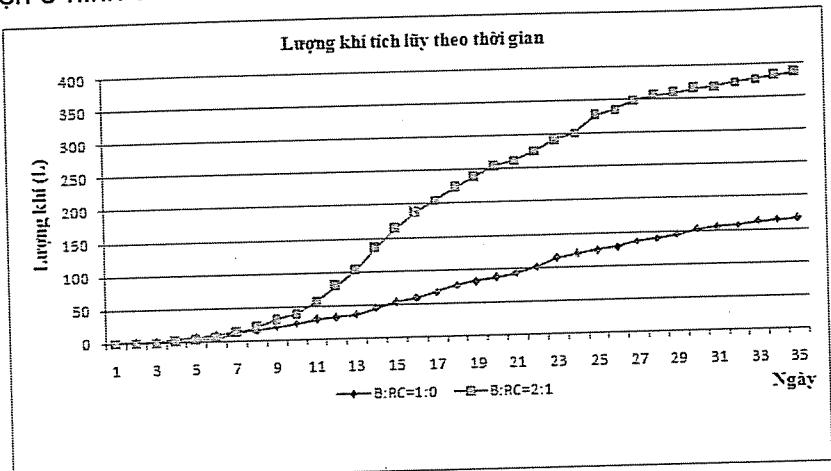
Hình 4. Sự thay đổi pH tại các bình ủ

Hình 5. Sự thay đổi COD tại các bình ủ

Từ đồ thị sự thay đổi pH và COD tại các bình ủ hình 4 và hình 5 cho thấy tại bình ủ tỷ lệ B:RC = 1:0 pH và COD có thay đổi tuy nhiên không nhiều. Tại bình ủ tỷ lệ B:RC = 2:1 pH giảm mạnh xuống đến 5,6 trong 6 ngày đầu sau đó tăng dần, COD tăng trong những ngày đầu sau đó giảm nhanh. Tổng lượng COD giảm ở bình ủ tỷ lệ B:RC = 2:1 là 80% và ở bình ủ tỷ lệ B:RC = 1:0 chỉ là 37%. Điều này cho thấy khi phối trộn thêm chất thải hữu cơ là rác chợ đã làm tăng hàm lượng axit trong quá trình phân hủy tuy nhiên vẫn trong giới hạn cho phép nên sự phân hủy vẫn diễn ra nhanh chóng.

Lượng khí tích lũy theo thời gian tại các bình ủ

Lượng khí sinh ra tại các bình được theo dõi hàng ngày và lượng khí tích lũy theo thời gian thể hiện ở hình 6.



Hình 6. Lượng khí tích lũy theo thời gian tại các bình ủ

Qua đồ thị hình 6 cho thấy lượng khí sinh ra tại bình ủ có tỷ lệ B:RC = 2:1 cao hơn nhiều so với bình ủ có tỷ lệ B:RC = 1:0. Theo tính toán tỷ lệ lượng khí sinh ra trong 35 ngày thí nghiệm tại bình ủ tỷ lệ B:RC = 2:1 là 30,9 l/kg nguyên liệu đầu, tại bình ủ tỷ lệ B:RC = 1:0 là 12,1 l/kg nguyên liệu đầu. Như vậy khi phối trộn thêm thành phần hữu cơ trong rác chợ với phân bùn đã làm tăng khả năng sinh khí, lượng khí này cũng tương đối cao có thể thu hồi thay thế các nguồn năng lượng khác.

KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu ủ kỹ phân bùn và rác chợ ở các tỷ lệ B:RC = 1:0; 2:1 cho thấy khi kết hợp phân bùn và thành phần hữu cơ của rác chợ qua trình phân hủy kỹ khí đã diễn ra tốt hơn so với khi không kết hợp. Ở tỷ lệ B:RC = 2:1 trong 35 ngày ủ lượng COD giảm là 80% và lượng khí sinh ra là 30,9 l/kg nguyên liệu đầu trong khi ở tỷ lệ B:RC = 1:0 lượng COD chỉ giảm 37% và lượng khí là 12,1 l/kg nguyên liệu đầu. Theo tính toán lượng nhiệt từ 30,9 l biogas tương đương với 44g rơm rạ, 15 ml dầu hỏa. Như vậy hoàn toàn có thể thu hồi năng lượng biogas từ quá trình phân hủy kỹ khí kết hợp phân bùn bể tự hoại với rác chợ. Tuy nhiên để có thể thu được lượng khí cao hơn cần có nghiên cứu cụ thể hơn về tỷ lệ phối trộn tối ưu, chế độ vận hành phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Agnes Montangero, Martin Strauss (2004); *Fecal sludge treatment*, Eawag/Sandec.
- Công ty thoát nước thành phố Hồ Chí Minh (2015), “Quản lý bùn thải từ hệ thống Thoát nước thành phố Hồ Chí Minh”, Hội nghị quốc tế về quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước và công trình vệ sinh (FS3 – 2015) – Kỷ yếu Quản lý bùn thải ở Việt Nam Cơ hội để cải thiện, tr. 28-31.
- Công ty TNHH Môi trường đô thị Hà Nội (2015), “Quản lý, thu gom và xử lý phân bùn bể phốt thực trạng và giải pháp”, Hội nghị quốc tế về quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước và công trình vệ sinh (FS3 – 2015) – Kỷ yếu Quản lý bùn thải ở Việt Nam Cơ hội để cải thiện, tr. 25-27.

- bình ủ tỷ
= 2:1 pH
trung ngày
ở bình ủ
à rác chơ
cho phép
- h lũy theo
- 1:1 cao hơn
ng 35 ngày
B:RC = 1:0
ing rác chơ
có thể thu
- 1:1 cho thấy
khí đã diễn
OD giảm là
= 1:0 lượng
cơ nhiệt từ
ó thể thu hồi
với rác chơ
về tỷ lệ phái
- idec.
- thống Thoát
g thoát nước
trophie để cài
- phân bùn b
hoát nước và
ê cải thiện, t
4. Florian Klingel, Agnès Montangero, Doulaye Koné, and Martin Strauss (April 2002), *Fecal Sludge Management in Developing Countries*, Eawag/Sandec.
 5. Nguyễn Quang Khải, Công nghệ khí sinh học, NXB Lao động và Xã hội 2002.
 6. Linda Strande, Mariska Ronteltap, Damir Brdjanovic (2014), *Faecal Sludge Management Systems Approach for Implementation and Operation*, IWA Publishing.
 7. MOC-VIET NAM, MOE-JAPAN (2014), *Hội thảo chuyên đề quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước*, Hà Nội.
 8. Martin Strauss, Silke Drescher, Christian Zurbrügg, Agnès Montangero (2003), *Co-composting of Faecal Sludge and Municipal Organic Waste - A Literature and State-of-Knowledge Review*, Eawag/Sandec.
 9. Strauss, M. and Montangero, A. (2002), *Fecal Sludge Management – Review of Practices, Problems and Initiatives*, Eawag/Sandec.
 10. Sandec Training Tool 1.0 – Module 5 (2008), *Faecal Sludge Management*, Eawag/Sandec.
 11. GS.TS. Nguyễn Thị Kim Thái, GS.TS. Trần Hiếu Nhuệ, PGS.TS. Ứng Quốc Dũng (2013), *Quản lý phân bùn từ các công trình vệ sinh*, NXB KHKT Hà Nội.