

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TÁI SỬ DỤNG Bùn Kỵ Khí Từ Hệ Thống XỬ LÝ Kỵ Khí ƯỚT HAI GIAI ĐOẠN CHẤT THẢI NÔNG SẢN

REVIEW THE CAPACITY OF ANAEROBIC SLUDGE RECYCLE FROM WET TWO-PHASE ANAEROBIC TREATMENT SYSTEM FOR AGRICULTURAL WASTES

TRẦN THỊ MỸ DIỆU^(*), HUỖNH TẤN LỢI^(**) và LÊ THỊ KIM OANH^(***)

TÓM TẮT: Nghiên cứu đã chứng minh rằng bùn sau phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn, chất thải nông sản thực phẩm có khả năng tái sử dụng trực tiếp như một dạng compost lỏng để bổ trợ cho đất trồng do trong thành phần của loại bùn này không chứa chất độc hại như: thuốc trừ sâu, kim loại nặng và vi sinh vật gây bệnh. Tổng hàm lượng nitơ trong bùn kỵ khí dao động trong khoảng 3,2 - 6,0% (tính theo khối lượng khô) và tăng dần theo thời gian vận hành hệ thống phân hủy kỵ khí ướt, trong đó $N-NH_4^+$ chiếm khoảng 14,6 - 20,4% (tương ứng với khoảng 0,6 - 1,1% tính theo khối lượng khô). Thành phần phospho sẵn có trong bùn chỉ ở mức 0,72 - 1,2%, trung bình 0,92% nên để đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ sinh học (theo TCVN 7185:2002) cần phải bổ sung thêm P. Bằng cách thổi khí có thể loại bỏ mùi hôi từ bùn sau 2 ngày và bùn đạt trạng thái ổn định sau 8 ngày. Nếu ly tâm tách nước, phần chất rắn thu được có hàm lượng chất khô đạt 73,5% và VS của thành phần bằng 70% tính theo khối lượng khô. Trong khi đó, phần nước tách ra có nồng độ COD lên đến 1600 mg/L cần xử lý trước khi xả thải vào nguồn tiếp nhận.

Từ khóa: chất thải nông sản; quá trình phân hủy kỵ khí ướt; bùn kỵ khí; biogas; compost.

ABSTRACT: The research shows that digested sludge of two-stage wet anaerobic digestion system from agro-waste can be reused directly as liquid compost to be soil amendment due to no poison in this sludge such as: pesticides, heavy metals and pathogens. Total nitrogen in digested sludge is in range of 3.2 – 6.0% (dry weight) and increased follow the operation time, while $N-NH_4^+$ accounts for 14.6 – 20.4% (correspond to 0.6 – 1.1% in dry weight). The available phosphate composition in sludge is only in 0.72 – 1.2% the average is 0.92% so it needs to be added phosphate to be bio-organic fertilizer (TCVN 7185:2002). The aeration can be applied to remove the odor after 2 days and get the stable condition within 8 days. The TS, VS of collected solid part by centrifuge is 73.5% and 70% (dry weight), respectively. While, COD of the remaining water is 1600 mg/L and it must be treated before discharging to the reception source.

Key words: agro-wastes, wet anaerobic digestion; digested sludge; biogas; compost.

(*) PGS.TS, Trường Đại học Văn Lang, Email: tranthimydieu@vanlanguni.edu.vn

(**) ThS. Trường Đại học Văn Lang, Email: huynhtanloi@vanlanguni.edu.vn

(***) GVC.TS. Trường Đại học Văn Lang, Email: lethikimoanh@vanlanguni.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình phân hủy kỵ khí được áp dụng để xử lý chất thải từ giữa những năm 1800 và trở nên khá phổ biến trong những năm gần đây nhờ khả năng tạo ra năng lượng từ chất thải [5, tr. 701 - 714]. Tùy theo hàm lượng chất rắn trong hỗn hợp ủ, quá trình phân hủy kỵ khí được phân loại thành: phân hủy kỵ khí ướt với hàm lượng chất rắn dao động trong khoảng 4 - 8% và phân hủy kỵ khí khô khi hàm lượng chất rắn từ 22% trở lên [10]. Hiệu quả thu hồi khí sinh học của quá trình phân hủy kỵ khí ướt đã được chứng minh qua nhiều công trình nghiên cứu và ứng dụng thực tế nhờ tính đơn giản trong việc tạo điều kiện xáo trộn, tăng khả năng tiếp xúc và đồng nhất của hỗn hợp ủ kỵ khí. Tuy nhiên, một trong những nhược điểm của các hệ thống phân hủy kỵ khí ướt là sự hình thành một lượng lớn hỗn hợp “bùn” sau khi phân hủy ở dạng lỏng với hàm lượng chất rắn thấp gây khó khăn trong việc xử lý triệt để cũng như tái sử dụng và tăng chi phí vận chuyển so với trường hợp phân hủy kỵ khí khô. Mặc dù, theo Zeshan và Visvanathan [12, tr. 167 - 175], với đặc tính của bùn còn lại sau quá trình phân hủy kỵ khí, loại bùn này có thể sử dụng trực tiếp làm chất bổ trợ cho đất trồng hoặc phải xử lý bằng quá trình hiếu khí trước khi bón cho đất trồng nhưng thực tế cho thấy, hầu hết bùn sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí (gọi tắt là bùn kỵ khí) đều không thể sử dụng ngay lập tức làm chất bổ trợ cho đất trồng vì còn phụ thuộc vào từng giai đoạn phát triển của cây trồng, loại đất và mức độ ổn định của bùn và do đó, bùn này cần lưu giữ hay ổn định thêm vài tháng trước khi sử dụng [9, tr. 7041 - 7050]. Hơn

nữa, trong nhiều trường hợp loại bùn này cần được tách nước để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình xử lý và vận chuyển [1, tr.56 - 63], [11, tr. 840 - 845]. Phần nước tách ra có thể sử dụng trực tiếp làm phân bón trong nông nghiệp [4, tr.30 - 36], tuần hoàn lại hệ thống phân hủy kỵ khí để hiệu chỉnh độ ẩm cũng như bổ sung nguồn vi sinh vật đối với hỗn hợp chất thải mới đưa vào hệ thống [6, tr. 821 - 826], đặc biệt đối với các hệ thống phân hủy kỵ khí khô, xử lý như nước thải [7, tr. 245 - 254] hoặc xả vào hệ thống thoát nước. Phần chất rắn còn lại sau khi tách nước có thể tiếp tục ổn định bằng quá trình ủ compost [2, tr.61 - 69] hoặc ủ tự nhiên [3, tr.537 - 544]. Sau khi ổn định chất hữu cơ còn lại, phần bùn này cũng có thể sử dụng làm chất cải tạo đất [4, tr. 30 - 36] và vật liệu che phủ bãi chôn lấp [8].

Nghiên cứu nhằm đánh giá đặc tính bùn sau phân hủy kỵ khí sinh ra từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt (gọi tắt là bùn kỵ khí ướt) được vận hành ở quy mô phòng thí nghiệm, tại Trường Đại học Văn Lang, để phân hủy chất thải có khả năng phân hủy sinh học từ chợ đầu mối nông sản thực phẩm trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh nhằm xem xét: (1) khả năng tái sử dụng bùn kỵ khí ướt làm compost dạng lỏng trong nông nghiệp và (2) các yêu cầu xử lý bổ sung để chuyển loại bùn này thành compost hay phân bón dạng lỏng trước khi tái sử dụng. Để đạt mục tiêu này, những nội dung nghiên cứu sau đây đã được thực hiện:

- Phân tích thành phần bùn kỵ khí ướt và đánh giá khả năng tái sử dụng trực tiếp làm compost lỏng sử dụng trong nông

nghiệp hoặc yêu cầu xử lý bổ sung trước khi tái sử dụng.

- Đánh giá khả năng áp dụng quá trình phân hủy hiếu khí bùn kỵ khí ướt để phân hủy thành phần chất hữu cơ dễ phân hủy còn sót lại, khử vi sinh vật gây bệnh (nếu còn) và khử mùi hôi của bùn này do sự hiện diện của các sản phẩm từ quá trình phân hủy kỵ khí tồn tại trong bùn.

- Đánh giá khả năng áp dụng quá trình ly tâm tách nước bùn kỵ khí ướt nhằm tạo ra nguyên liệu cho quá trình ủ hiếu khí sản xuất compost dạng rắn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đánh giá khả năng tái sử dụng trực tiếp bùn kỵ khí ướt làm compost dạng lỏng

Bùn kỵ khí ướt sinh ra từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt hai giai đoạn (thủy phân ở nhiệt độ 55°C và metan hóa ở nhiệt độ 35°C), quy mô phòng thí nghiệm, xử lý chất thải có khả năng phân hủy sinh học từ chợ nông sản thực phẩm trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh đã vận hành ở các tải trọng 3,1 kgVS/m³/ngày; 4,6 kgVS/m³/ngày và 5,7 kgVS/m³/ngày, được lấy mẫu 2 lần/tuần trong 12 tuần liên tiếp để phân tích thành phần. Các chỉ tiêu phân tích bao gồm pH, độ kiềm, TS, VS, COD, BOD₅, N-NH₄⁺, N tổng, P tổng, kim loại nặng (Hg, K, Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni), thuốc trừ sâu (Organochlorine, Organophosphate), vi sinh vật gây bệnh (Salmonella spp., Coliform, Ecoli). Các kết quả phân tích này được so sánh với tiêu chuẩn hiện hành về chất lượng compost và tiêu chuẩn của bùn đổ ra đất đối với các thông số kim loại nặng, thuốc trừ sâu, vi sinh vật gây bệnh.

2.2. Đánh giá khả năng áp dụng quá trình phân hủy hiếu khí để phân hủy thành phần chất hữu cơ dễ phân hủy còn sót lại và khử mùi hôi của bùn kỵ khí ướt

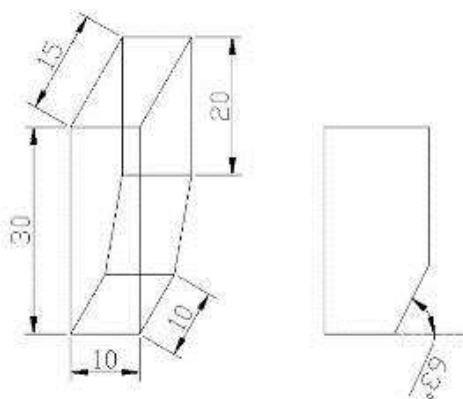
Thí nghiệm được thực hiện trong mô hình bể hiếu khí khuấy trộn hoàn toàn dạng mẻ. Bể được làm bằng thủy tinh. Mỗi bể gồm có 3 ngăn, dạng hình chữ nhật. Mỗi ngăn có kích thước L x W x H = 15 cm x 10 cm x 30 cm. Phía đáy bể có tạo một góc vát 63° để tăng mức độ xáo trộn đều hỗn hợp trong bể. Tổng thể tích của mỗi ngăn là 4,25 L và thể tích hữu dụng là 3,5 L. Oxy được cấp vào bể bằng cách dùng máy thổi khí dẫn không khí vào ống phân phối có gắn đá bọt. Mô hình thí nghiệm được mô tả trong Hình 1.

Sau khi phân tích thành phần, bùn kỵ khí ướt được cho vào bể với lượng 2,5 kg/ngăn. Cả 3 ngăn được vận hành đồng thời với cùng điều kiện thí nghiệm để so sánh kết quả. Không khí được cung cấp với lưu lượng 10,8 L/phút/ngăn. Mỗi ngày mẫu được lấy để phân tích pH, TS, VS, COD đồng thời theo dõi mức bằng cảm quan mùi hôi từ bùn trong bể. Vận hành mô hình cho đến khi đạt trạng thái ổn định, khi COD trong hỗn hợp không thể giảm được nữa và không còn cảm nhận mùi hôi từ mô hình.

COD và BOD được phân tích theo hướng dẫn phân tích COD, BOD trong mẫu bùn của Công ty Daiki Ataka, Nhật Bản (nay thuộc Công ty Hitachi Zosen, Nhật Bản). PH được phân tích bằng máy đo pH cầm tay. Các thông số khác được phân tích theo Standard Methods 2005.



Hình ảnh bể hiếu khí khuấy trộn hoàn toàn



Kích thước bể

Hình 1. Mô hình thí nghiệm bể hiếu khí khuấy trộn hoàn toàn, $V = 4,25$ lít/ngăn.

2.3. Đánh giá khả năng áp dụng quá trình ly tâm tách nước bùn kỵ khí ướt

Bùn kỵ khí ướt được ly tâm để tách nước. Thành phần nước và bùn được tách ra sau khi ly tâm được phân tích để xác định khối lượng và thành phần. Kết quả phân tích cho biết khả năng sử dụng phần bùn đã tách nước làm nguyên liệu chế biến compost và nhu cầu tiếp tục xử lý phần nước tách ra cho các mục đích tái sử dụng khác nhau hoặc bảo đảm tiêu chuẩn xả thải hiện hành trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Thành phần bùn kỵ khí ướt và khả năng tái sử dụng trực tiếp

Bùn kỵ khí có pH dao động trong khoảng 7,28 - 8,12 và có khuynh hướng tăng dần theo thời gian vận hành hệ thống phân hủy kỵ khí. Hệ quả kéo theo là độ kiềm tổng cộng (phân tích tại pH = 4,8) của bùn cũng có khuynh hướng tăng tương ứng và dao động trong khoảng 3200 - 7500 mg/L. Trong khi đó, hàm lượng chất khô trong bùn lại có xu hướng giảm dần theo thời gian. Khi mới bắt đầu vận hành hệ thống phân hủy kỵ khí, bùn sinh ra có TS khoảng 6,33% và sau 3 tháng TS của bùn chỉ ở mức 3,65%. Hàm lượng chất hữu cơ (VS) trong bùn dao động trong khoảng 60 - 70% (tính theo khối lượng khô). Thành phần nitơ và phospho tổng cộng trong bùn tăng dần và dao động trong khoảng lần lượt là 3,2 - 6,0% (đối với nitơ tổng) và 0,7 - 1,2% (đối với P tổng). Một trong những đặc điểm quan trọng là trong thành phần của loại bùn này không chứa chất độc hại như: thuốc trừ sâu, kim loại nặng và vi sinh vật gây bệnh.

Ưu điểm đầu tiên của bùn sinh ra từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn, quy mô phòng thí nghiệm¹ là bảo đảm an toàn đối với đất và cây trồng vì trong thành phần bùn không chứa bất kỳ thành phần thuốc trừ sâu dạng organochlorine và organophosphate nào. Kết quả phân tích mẫu bùn kỵ khí ướt lấy từ thùng chứa bùn vào ngày 23/12/2013 và ngày 13/1/2014 (trình bày tóm tắt trong Bảng 1) cho thấy không tồn tại các thành phần thuốc trừ sâu này trong bùn.

Bảng 1. Hàm lượng thuốc trừ sâu trong bùn kỵ khí ướt

Thông số	Hàm lượng ($\mu\text{g/kg}$ khối lượng khô)	
	Mẫu ngày 23/12/2013	Mẫu ngày 13/1/2014
Thuốc trừ sâu họ organochlorine		
Alpha – Lindane	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Beta – Lindane	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Gama – Lindane	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Delta – Lindane	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Heptachlor	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Heptachlor epoxide	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Endosulfan I	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Dieldrin	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
4,4' – DDE	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Endrin	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Endosulfan II	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Aldrin	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
4,4' – DDD	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
4,4' – DDT	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Endrin aldehyde	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Endosulfan sulfate	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Endrin ketone	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Methoxychlor	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Trans - Chlordane	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Cis – Chlordane	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Thuốc trừ sâu họ organophosphate		
Demeton (O-S)	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Phorate	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Disulfoton	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Fenthion	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Trichlorofon	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Phorate	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Sulprofos	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Coumaphos	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Azinphos-methyl	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Profenofos	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Chlorpyrifos	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Dichlorvos	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)

Thông số	Hàm lượng ($\mu\text{g/kg}$ khối lượng khô)	
	Mẫu ngày 23/12/2013	Mẫu ngày 13/1/2014
Diazinon	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Parathion – ethyl	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)
Dimethoate	Không phát hiện (< 10)	Không phát hiện (< 10)

Nguồn: Được vận hành tại Phòng thí nghiệm, Khoa Công nghệ và Quản lý Môi trường Trường Đại học Văn Lang

Ưu điểm quan trọng thứ hai đối với việc sử dụng trực tiếp bùn kỵ khí ướt như một dạng compost lỏng là hàm lượng kim loại nặng trong bùn ở mức chấp nhận được. Cho đến nay, Việt Nam chưa có tiêu chuẩn chất lượng đối với compost dạng lỏng, do đó sử dụng các tiêu chuẩn hiện hành về phân hữu cơ vi sinh để so sánh và đánh giá.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7158:2002 về *phân hữu cơ vi sinh* quy định hàm lượng tối đa cho phép của 5 loại kim loại nặng bao gồm Pb (≤ 200 mg/kg khối lượng khô); Cd ($\leq 2,5$ mg/kg khối lượng khô), Cr (≤ 200 mg/kg khối lượng khô), Ni (≤ 100 mg/kg khối lượng khô) và Hg (≤ 2 mg/kg khối lượng khô).

Nếu so sánh với giá trị tối đa cho phép theo TCVN 7185:2002, hàm lượng Cr và

Ni trong mẫu lấy ngày 23/12/2013 vượt quá tiêu chuẩn, trong khi mẫu ngày 13/1/2014 vẫn có nồng độ khá thấp.

Như vậy, nguyên liệu sử dụng trong hệ thống đã có ảnh hưởng đến chất lượng bùn kỵ khí tạo thành. Tuy nhiên, nếu so sánh với các giá trị giới hạn quy định trong Thông tư số 36/2010/BNPTNT do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành ngày 24/6/2010 đối với các dạng *phân hữu cơ sinh học sản xuất từ nguyên liệu là rác thải đô thị, phế thải công nghiệp chế biến từ nông sản, thực phẩm, phế thải chăn nuôi*² (Bảng 3), bùn kỵ khí ướt này đảm bảo an toàn và phù hợp để sử dụng như một dạng phân hữu cơ sinh học.

Bảng 2. Hàm lượng kim loại nặng trong bùn kỵ khí ướt so sánh với TCVN 7185 : 2002

Thông số	Đơn vị	Nồng độ trong bùn		TCVN 7185 : 2002
		Mẫu lấy 23/12/2013	Mẫu lấy 13/1/2014	
Pb	mg/kg KLK	Không phát hiện	49	≤ 200
Cd	mg/kg KLK	Không phát hiện	Không phát hiện	$\leq 2,5$
Cr	mg/kg KLK	251	Không phát hiện	≤ 200
Ni	mg/kg KLK	141	Không phát hiện	≤ 100
Hg	mg/kg KLK	Không phát hiện	Không phát hiện	≤ 2

Nguồn: Phụ lục số 1, TT số 36/2010/BNPTNT; KLK = khối lượng khô

Ưu điểm quan trọng thứ ba đối với việc tái sử dụng trực tiếp bùn kỵ khí ướt như một dạng compost lỏng là trong thành phần bùn này không chứa *Salmonella*. *Salmonella* và fecal coliforms bị khử đáng

kể trong hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn, đặc biệt do giai đoạn thủy phân có gia nhiệt lên 55°C. Kết quả cho thấy không có *Salmonella*, không phát hiện *Ecoli* và lượng Coliform thấp (Bảng 4).

Bảng 3. Nồng độ kim loại nặng trong bùn kỵ khí ướt so với ngưỡng giới hạn quy định trong Thông tư số 36/2010/BNNPTNT

Thông số	Đơn vị	Nồng độ trong bùn		Thông tư số 36/2010/BNNPTNT
		Mẫu lấy 23/12/2013	Mẫu lấy 13/1/2014	
Pb	mg/kg KLK	Không phát hiện	49	≤ 300
Cd	mg/kg KLK	Không phát hiện	Không phát hiện	$\leq 2,5$
Cr	mg/kg KLK	251	Không phát hiện	không đề cập
Ni	mg/kg KLK	141	Không phát hiện	không đề cập
Hg	mg/kg KLK	Không phát hiện	Không phát hiện	$\leq 2,0$

KLK = khối lượng khô

Bảng 4. Nồng độ các vi sinh vật gây bệnh trong bùn kỵ khí

Thông số	Đơn vị	Nồng độ trong bùn		Thông tư 36/2010/BNNPTNT và TCVN 185:2002
		Mẫu lấy 23/12/2013	Mẫu lấy 13/1/2014	
<i>Salmonella</i>	CFU/25 g	Không phát hiện	Không phát hiện	0
<i>Ecoli</i>	MPN/g	Không phát hiện (< 3)	Không phát hiện (< 3)	không đề cập
Coliform	MPN/g	43	4	không đề cập

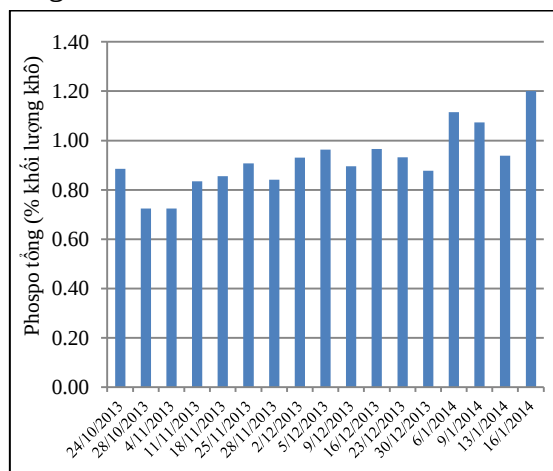
Ưu điểm quan trọng thứ tư đối với bùn kỵ khí ướt là có chứa nhiều nguyên tố cần thiết cho cây trồng bao gồm nitơ, phospho, kali và các nguyên tố vi lượng khác không

thể thiếu được như đồng và kẽm. Kết quả phân tích trình bày trong Bảng 5 cho thấy trong thành phần bùn có chứa lượng kali tối thiểu theo TCVN 7185:2002.

Bảng 5. Nồng độ các nguyên tố kim loại cần thiết cho cây trồng có trong bùn kỵ khí ướt

Thông số	Đơn vị	Nồng độ trong bùn		Tiêu chuẩn
		Mẫu lấy 23/12/2013	Mẫu lấy 13/1/2014	
K	%	1,52	-	$\geq 1,5$
Zn	mg/kg KLK	559	265	không đề cập
Cu	mg/kg KLK	244	97	không đề cập

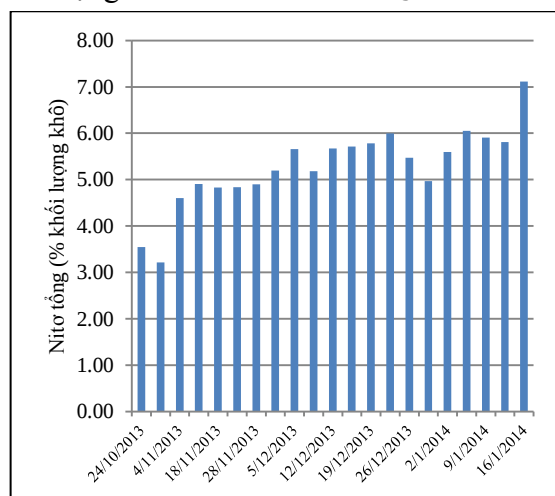
Tổng hàm lượng P trong bùn kỵ khí ướt dao động trong khoảng 0,72 - 1,2% tính theo khối lượng khô (Hình 2) và giá trị trung bình là 0,92%. Giá trị này hơi thấp hơn so với yêu cầu theo TCVN 7185:2002 ($\geq 2,5\%$). Như vậy để đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ sinh học theo tiêu chuẩn này, cần bổ sung P vào bùn.



Hình 2. Tổng hàm lượng P trong bùn kỵ khí ướt tạo ra từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn đối với chất thải có khả năng phân hủy sinh học từ chợ đầu mối nông sản thực phẩm quy mô phòng thí nghiệm

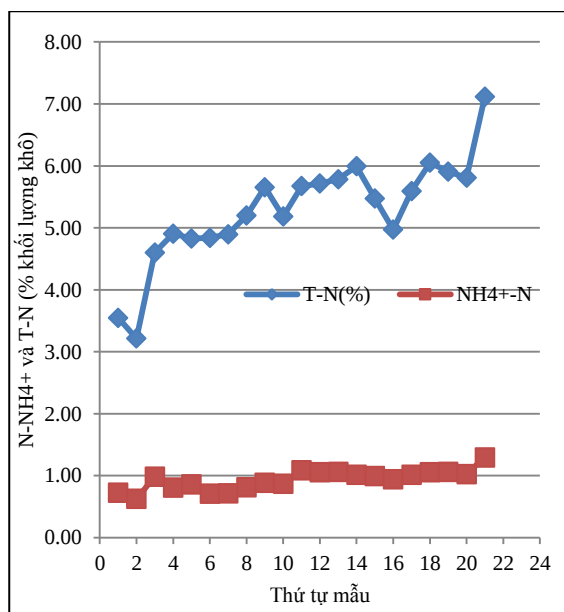
Tổng hàm lượng nitơ trong bùn kỵ khí ướt dao động trong khoảng 3,2 - 6,0% tính theo khối lượng khô và giá trị này có khuynh hướng tăng dần theo thời gian vận hành và khi tải trọng tăng đối với hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn (Hình 3). Theo quy định tại Thông tư 36/2010/BNNT, thành phần nitơ tổng trong các dạng phân hữu cơ sinh học sản xuất từ rác thải đô thị không được phép nhỏ hơn 2,5%. Như vậy, đây là một ưu điểm nữa đối với bùn kỵ khí và cho thấy khả năng tái sử dụng bùn kỵ khí làm chất bổ trợ cho đất trồng. Trong tổng hàm lượng nitơ

có trong bùn, thành phần N-NH_4^+ chiếm khoảng 14,6 - 20,5% nitơ tổng cộng. Hàm lượng N-NH_4^+ trong bùn kỵ khí ướt dao động trong khoảng 0,6 - 1,1% tính theo khối lượng khô (Hình 4). Phần còn lại là các dạng nitơ hữu cơ và N-NO_3^- .

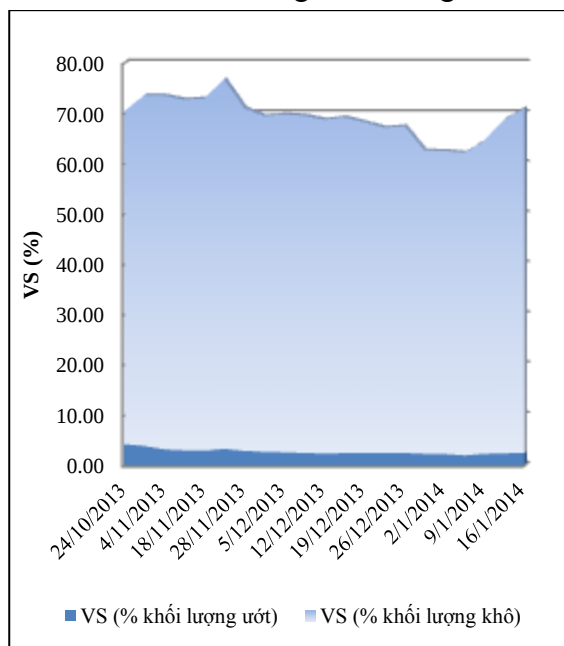


Hình 3. Tổng hàm lượng nitơ trong bùn kỵ khí ướt tạo ra từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn đối với chất thải có khả năng phân hủy sinh học từ chợ đầu mối nông sản thực phẩm quy mô phòng thí nghiệm

Thành phần chất hữu cơ được đánh giá bằng thông số VS tính theo khối lượng khô trong bùn kỵ khí ướt dao động trong khoảng 60 - 70%. Tuy nhiên, nếu tính theo khối lượng ướt, hàm lượng này rất thấp, chỉ ở mức 4,0 - 5,0% (Hình 5). Hàm lượng chất khô trong bùn (TS) giảm theo thời gian. Trong thời gian đầu vận hành hệ thống phân hủy kỵ khí, hàm lượng này khoảng 5,0 - 6,0%, nhưng sau 3 tháng vận hành, giá trị này chỉ ở mức 4,0 - 5,0%.



Hình 4. Hàm lượng N-NH_4^+ trong bùn kỵ khí ướt so với tổng hàm lượng nitơ



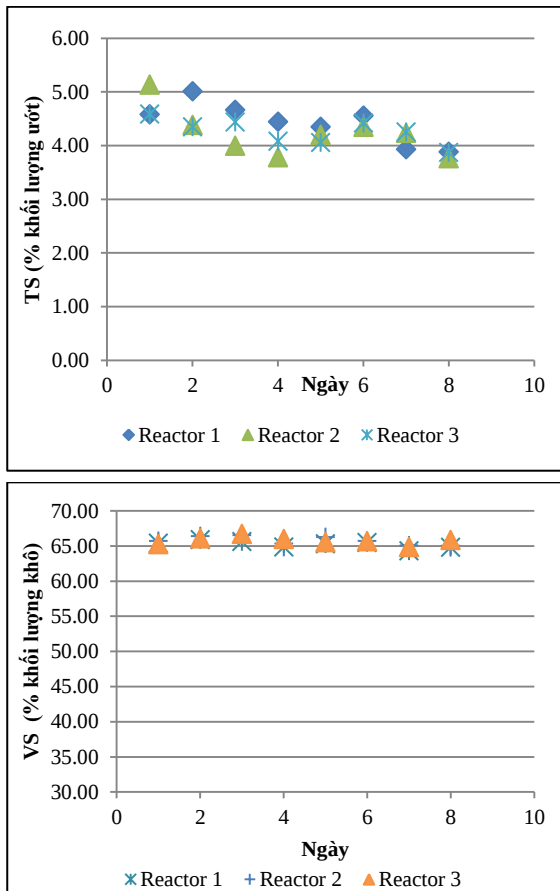
Hình 5. Hàm lượng chất hữu cơ tính theo VS (% khối lượng ướt và % khối lượng khô) trong bùn kỵ khí ướt tạo ra từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn đối với chất thải có khả năng phân hủy sinh học từ chợ đầu mối nông sản thực phẩm quy mô phòng thí nghiệm

Nói chung, bùn kỵ khí từ hệ thống phân hủy kỵ khí ướt 2 giai đoạn quy mô phòng thí nghiệm sử dụng để phân hủy chất thải có khả năng phân hủy sinh học từ chợ nông sản thực phẩm có khả năng tái sử dụng trực tiếp như một dạng compost lỏng để bổ trợ cho đất trồng vì trong thành phần của loại bùn này không có chứa các hợp chất độc hại như từ thuốc trừ sâu, các kim loại nặng cũng như vi sinh vật gây bệnh. Thành phần dinh dưỡng K, N và một số nguyên tố vi lượng như Cu và Zn cũng có mặt trong bùn. Tuy nhiên, tùy theo yêu cầu dinh dưỡng và vi lượng của từng loại cây trồng, cần phải bổ sung thêm P và C.

3.2. Khả năng áp dụng quá trình phân hủy hiếu khí để phân hủy triệt để các thành phần chất hữu cơ còn lại và khử mùi hôi của bùn kỵ khí ướt

Thí nghiệm được thực hiện bằng cách thổi khí bùn kỵ khí ướt lấy từ bể chứa bùn để đánh giá mức độ tiếp tục phân hủy phân chất hữu cơ chưa kịp phân hủy trong quá trình phân hủy kỵ khí cũng như khả năng loại bỏ mùi hôi của bùn. Bùn được cho vào ba ngăn giống nhau của mô hình như đã mô tả trên, được sục khí và lấy mẫu hàng ngày cho đến khi hàm lượng chất khô (TS) và chất hữu cơ (VS) trong hỗn hợp và thành phần sCOD của pha lỏng không giảm nữa. Kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng chất rắn tính theo TS tiếp tục giảm được khoảng 1% (từ khoảng 4,5 - 5,0% xuống còn khoảng 4,0 - 4,2%) và thành phần VS (tính theo khối lượng khô) giảm thêm được khoảng 1% (Hình 6). Điều đó có nghĩa là hầu hết các chất hữu cơ đã bị phân hủy gần như hoàn toàn trong hệ thống phân hủy kỵ khí. Nồng độ sCOD của pha lỏng trong hỗn

hợp cũng giảm dần theo thời gian thổi khí và đạt trạng thái ổn định sau 8 ngày (Hình 7), tương ứng với sCOD giảm từ 1600 mg/L xuống còn 1200 mg/L. Bên cạnh đó, mùi hôi cũng gần như không còn nữa sau khoảng 1 - 2 ngày thổi khí. Như vậy, nếu áp dụng phân hủy hiếu khí bùn kỵ khí nhằm bảo đảm ổn định hoàn toàn bùn, thời gian thổi khí cần khoảng 8 ngày.

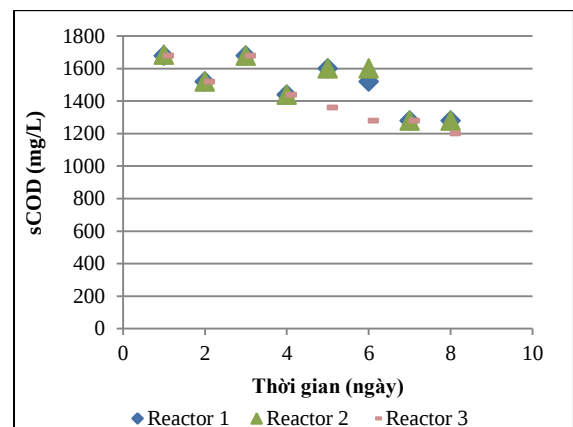


Hình 6. Biến thiên TS (%) và VS (%) của bùn kỵ khí theo thời gian thổi khí

3.3. Ly tâm tách nước bùn kỵ khí ướn trước khi chế biến compost

Bùn kỵ khí ướn được ly tâm với tốc độ 3000 vòng/phút trong 30 phút có thể tách bùn thành 2 pha. Pha lỏng chiếm 93% khối lượng bùn ban đầu và phần còn lại là pha rắn. Hàm lượng chất khô trong pha rắn được tách ra từ quá trình ly tâm đạt 73,5%

với VS tính theo khối lượng khô đạt 70%. Trong khi đó pha lỏng có COD của dung dịch sau khi ly tâm ở mức 1600 mg/L. Phần chất lỏng này cần tiếp tục được xử lý để loại bỏ thành phần chất hữu cơ (tính theo COD) để đạt tiêu chuẩn xả thải nước thải theo quy định hiện hành (QCVN 40:2011/BTNMT). Như vậy, nếu ly tâm tách nước, pha rắn có thể được phối trộn với một số nguyên liệu khác để ủ và chế biến compost. Tuy nhiên, điều bất lợi là phần pha lỏng chiếm tỷ lệ khá lớn cần được xử lý như xử lý nước thải trước khi thải bỏ. Điều này làm tăng thêm chi phí không có lợi trong toàn bộ hệ thống tái chế chất thải có khả năng phân hủy sinh học để thu hồi khí.



Hình 7. Biến thiên sCOD của pha lỏng trong hỗn hợp bùn kỵ khí theo thời gian thổi khí

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả thí nghiệm cho phép rút ra những kết luận chính sau đây:

- Có thể tái sử dụng trực tiếp bùn kỵ khí ướn như một dạng compost lỏng để bón cho cây trồng với điều kiện: (1) bổ sung thêm thành phần P, (2) do kích thước hạt bùn còn lại trong bùn kỵ khí ướn rất mịn nên cần kiểm soát lượng bón cho đất trồng

để tránh tình trạng làm giảm độ toi xốp của đất và (3) do hàm lượng chất rắn trong bùn thấp (chỉ khoảng 3 - 5%) nên chi phí vận chuyển là một trong những yếu tố lợi ích kinh tế cần xem xét.

- Mùi hôi của bùn có thể kiểm soát bằng cách thổi khí bùn kỵ khí trong 1-2 ngày;

- Nếu ly tâm, tách nước của bùn kỵ khí có thể tạo ra được phần chất rắn (DM= 73%, VS = 70%) có thể phối trộn với các nguyên liệu khác để ủ compost. Tuy nhiên phần nước tách ra chiếm 93% hỗn hợp bùn kỵ khí ướt vẫn còn hàm lượng chất hữu cơ cao (COD khoảng 1600 mg/L) cần phải được tiếp tục xử lý như nước thải để đạt

tiêu chuẩn xả thải cho phép theo quy định hiện hành của Việt Nam và do đó sẽ làm tăng chi phí đầu tư và vận hành toàn bộ hệ thống phân hủy kỵ khí thu hồi biogas.

Để tăng khả năng tái sử dụng bùn kỵ khí ướt trong thực tế cần:

- Nghiên cứu sử dụng các loại chế phẩm vi sinh để giảm mùi hôi thay vì dùng phương pháp thổi khí.

- Nghiên cứu thử nghiệm liều lượng bùn kỵ khí ướt sử dụng như phân hữu cơ lỏng cho các loại cây công nghiệp và cây ăn trái khác nhau.

- Nghiên cứu đánh giá chi phí – lợi ích khi tái sử dụng trực tiếp bùn kỵ khí ướt như phân hữu cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bauer, A., Mayr, H., Hopfner-Sixt, K., Amon, T. (2009), *Detailed monitoring of two biogas plants and mechanical solid-liquid separation of fermentation residues*. J. Biotechnol. 142.
2. Bustamante, M. A., Restrepo, A.P., Alburquerque, J. A., Pérez-Murcia, M. D., Paredes, C., Moral, R., Bernal, M. P. (2013), *Recycling of anaerobic digestates by composting: effect of the bulking agent used*. J. Clean. Prod. 47.
3. Drennan, M. F. DiStefano, T. D. (2010), *Characterization of the curing process from high-solids anaerobic digestion*. Bioresour. Technol. 101.
4. Gong, H., Yan, Z., Liang, K. Q., Jin, Z. Y., Wang, K. J. (2013), *Concentrating process of liquid digestate by disk tube-reverse osmosis system*. Desalination 326.
5. Kythreotou, N., Florides, G., Tassou, S. (2014), *A review of simple to scientific models for anaerobic digestion*. Renewable Energy 71 (2014).
6. Li, Y., Park, S. Y., Zhu, J. (2011), *Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste*. Renew. Sustain. Energy Rev. 15.
7. Mangwandi, C., JiangTao, L., Albadarin, A. B., Allen, S. J., Walker, G. M. (2013), *Alternative method for producing organic fertiliser from anaerobic digestion liquor and limestone powder: high shear wet granulation*. Powder Technol.
8. Mouat, A., Barclay, A., Mistry, P., Webb, J. (2010), *Digestate market development in Scotland, Natual Scotland*. Natural Scotland Scottish Government, Scotland.

9. Paavola, T. and Rintala, J. (2008), *Effects of storage on characteristics and hygienic quality of digestates from four co-digestion concepts of manure and biowaste*. Bioresour. Technol. 99.
10. Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S., (1993), *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw Hill, Inc. New York, St. Louis, San Francisco, Auckland, Bogots, Caracas, Lisbon Madrid, Mexico, Milan, Montreal, New Dehli, Paris, San Juan, Singapore, Sydney, Tokyo, Toronto.
11. Walsh, J. J., Jones, D.L., Ewards Jones, G., Williams, A. P. (2012), *Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost*. J. Plant Nutr. Soil Scien. 175.
12. Zeshan, Visvanathan, C. (2013), *Evaluation of anaerobic digestate for greenhouse gas emissions at various stages of its management*. International Biodegradation 95 (2014).

Ngày nhận bài: 07-11-2016. Ngày biên tập xong: 18-11-2016. Duyệt đăng: 15/12/2016