

NGHIÊN CỨU TIỀM NĂNG THU KHÍ SINH HỌC (BIOGAS) TỪ QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY YẾM KHÍ RÁC THẢI THỰC PHẨM TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

STUDY ON POTENTIAL OF BIOGAS PRODUCTION FROM ANAEROBIC DIGESTION OF FOOD WASTE IN HANOI

Đình Quang Hưng^{1,*}, Đỗ Trọng Mùi¹, Nguyễn Võ Hải Yến¹, Hoàng Thị Cúc¹, Bùi Văn Chinh²

TÓM TẮT

Phân hủy yếm khí rác thải thực phẩm là cách tiếp cận có ý nghĩa quan trọng trong việc giảm thiểu chất thải, thu hồi năng lượng và kết hợp sản xuất phân vi sinh. Bài báo này tập trung vào đánh giá sơ bộ khả năng phân hủy yếm khí và thu hồi khí sinh học từ rau muống và rau cải xanh trong các điều kiện khác nhau của nhiệt độ, độ pH, thời gian, cũng như vai trò của vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng sau 19 ngày phân hủy yếm khí trong điều kiện nhiệt độ 37°C, pH = 7 ~ 8 và bổ sung vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan, lượng khí sinh học hình thành gần 80 mL khí/g VS rau muống. Lượng khí hình thành trong điều kiện thí nghiệm này cao hơn 1,6 ~ 2 lần so với lượng khí hình thành trong các điều kiện thí nghiệm ở nhiệt độ phòng, không kiểm soát pH hay không bổ sung vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan. Đối với mẫu rau cải xanh, lượng khí sinh học thu được vào khoảng 224 mL khí /g VS rau cải trong thời gian phân hủy yếm khí là 60 ngày. Kết quả nghiên cứu sơ bộ cho thấy tiềm năng thu khí sinh học từ rau thải bằng phương pháp phân hủy kỵ khí trong điều kiện thí nghiệm thích hợp cũng như khả năng áp dụng đối với các loại chất thải thực phẩm khác.

Từ khóa: Chất thải thực phẩm, phân hủy yếm khí, khí sinh học, năng lượng, phân bón.

ABSTRACT

Anaerobic digestion of food waste is an important approaching method for waste reduction, energy recovery, and fertilizer production. This paper focused on study on potention of biogas recovery from anaerobic digestion of glocery morning and mustard under different experimental conditions of temperature, pH, and methane producing bacteria. Experimental results show that, volume of biogas from anaerobic digestion of glocery morning in 19 days was about 80 mL biogas/g VS under conditions of temperature of 37°C, pH of = 7 ~ 8 and methane producing bacteria. The volume of biogas production in this case was higher from 1.6 ~ 2 times in comparision with that of biogas production under experimental conditions of room temperature, without pH stabilizing, or without added methane producing bacteria. Volume of biogas production in the case of green carbage was about 224 mL biogas/g VS under anaerobic digestion time of 60 days. This intial experimental results showed the biogas recovery potential from anaerobic digestion of vergestabe waste under the suitable experimental conditions and the posiblility in application for other types of food waste.

Keywords: Food waste, anaerobic digestion, biogas, energy, fertilizer.

¹Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

* Email: hung.dinhquang@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 26/11/2017

Nhà nhận bài sửa sau phản biện: 26/01/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. MỞ ĐẦU

Hà Nội là thủ đô, trung tâm kinh tế chính trị, văn hóa của cả nước có mật độ dân số và tốc độ đô thị hóa rất cao. Do vậy, thách thức về quản lý tổng hợp rác sinh hoạt thải đô thị ngày càng gia tăng. Theo số liệu thống kê, lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh trên địa bàn thành phố Hà Nội là 6.420 tấn/ngày vào năm 2015 [1] và dự báo sẽ tăng lên 1,3 lần vào năm 2020 và 2,5 lần vào năm 2050. Trong đó, thành phần của chất thải rắn sinh hoạt đô thị có tỷ lệ chất hữu cơ cao vào khoảng 54 - 77% đây là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường nước mặt, không khí, đất, cảnh quan đô thị và tác động xấu tới sức khỏe cộng đồng nếu không có biện pháp quản lý phù hợp [1].

Nghiên cứu về thu khí sinh học từ quá trình phân hủy yếm khí rác thải sinh hoạt đô thị trong đó có rác thải thực phẩm đã được tiến hành ở nhiều nước trên thế giới [2, 3]. Tuy nhiên, hiện chưa có nghiên cứu nào chỉ rõ về các yếu tố ảnh hưởng cũng như tiềm năng thu khí sinh học từ rác thải thực phẩm ở Việt Nam. Do vậy, nghiên cứu về khả năng thu khí sinh học từ rác thải thực phẩm là cần thiết nhằm đáp ứng nhu cầu bảo vệ môi trường trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, giảm thiểu chi phí xử lý và rủi ro đối với môi trường.

Nghiên cứu này tập trung vào đánh giá khả năng phân hủy yếm khí và thu khí sinh học từ rác thải thực phẩm cũng như đánh giá các yếu tố ảnh hưởng như nhiệt độ, pH, vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan đến khả năng thu khí sinh học.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

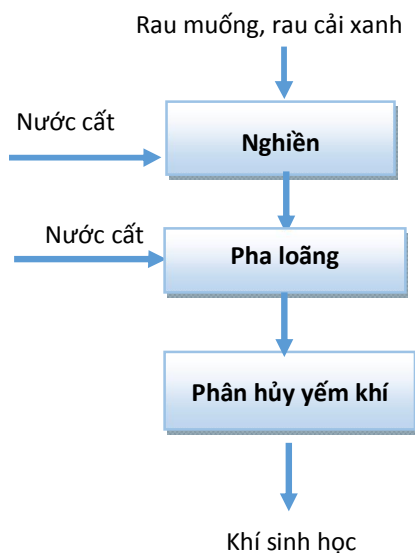
2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu được lựa chọn là rau muống và rau cải xanh thừa, hư hỏng lấy tại chợ Bách Khoa, phường Bách Khoa, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội. Nghiên cứu tập trung vào đánh giá khả năng sinh khí sinh học từ rau muống trong các điều kiện khác nhau của nhiệt độ, độ pH, thời gian và vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan để từ đó tìm ra các điều kiện phù hợp áp dụng cho rau cải xanh và các đối tượng nghiên cứu khác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các mẫu rau thu thập tại chợ Bách Khoa được xử lý nghiền sơ bộ trước khi được dùng trong thí nghiệm phân hủy yếm khí.

2.2.1. Xử lý sơ bộ



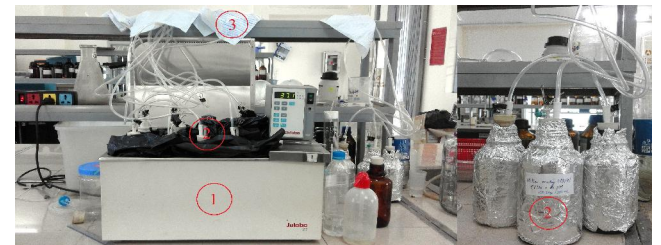
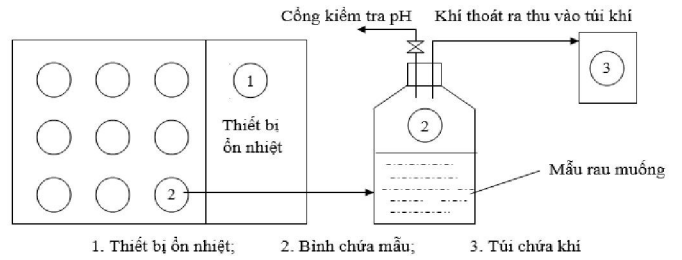
Hình 1. Sơ đồ nguyên lý xử lý sơ bộ mẫu trước khi phân hủy yếm khí

Mẫu rau cấp vào được kiểm tra về độ pH, độ ẩm, tổng chất rắn (TS), chất rắn bay hơi (VS). Mẫu rau sau đó được cắt nhỏ, trộn lẫn với nước cất theo tỉ lệ 200mL nước/100g rau và đưa vào máy xay để đồng nhất hỗn hợp trước khi dùng cho thí nghiệm phân hủy yếm khí.

2.2.2. Thử nghiệm phân hủy yếm khí

Mẫu sau khi xử lý sơ bộ được cho vào bình phản ứng (dung tích 500 mL). Các bình phản ứng được gắn nút cao su và có thiết kế hai cổng để thu khí sinh học vào các túi chứa khí và kiểm tra pH hằng ngày. Các bình phản ứng được đặt trong thiết bị ổn nhiệt bằng nước để kiểm soát nhiệt độ của quá trình phân hủy yếm khí. Hệ thống thí nghiệm thu khí sinh học được thể hiện ở hình 2.

Nghiên cứu này tập trung vào đánh giá ảnh hưởng của các thông số pH, nhiệt độ và vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan đến hiệu quả sinh khí sinh học. Trong trường hợp thí nghiệm cần ổn định pH, bổ sung dung dịch NaHCO₃ (50g/L) để giữ pH ổn định ở mức 7 - 8. Các điều kiện thí nghiệm được mô tả trên bảng 1.



Hình 2. Hệ thống thí nghiệm phân hủy yếm khí thu khí sinh học

Bảng 1. Điều kiện thí nghiệm phân hủy yếm khí thu khí sinh học

TT	Loại mẫu	Ký hiệu mẫu	Khối lượng chất khô (g)	Thông số ảnh hưởng		
				Nhiệt độ, (°C)	pH	Vi sinh vật hỗ trợ tạo khí metan
1	Rau muống	RM1	9,834	Nhiệt độ phòng	Cố định	Không
2		RM2	9,803	36 - 38	Cố định	Không
3		RM3	9,743	36 - 38	Không cố định	Không
4		RM4	10,047	36 - 38	Cố định	Có
5	Rau cải xanh	RC	700	36 - 38	Cố định	Có

2.2.3. Phương pháp xác định các thông số

- Tổng chất rắn (TS): Tổng chất rắn là đại lượng đặc trưng cho tổng hàm lượng chất hữu cơ và vô cơ có trong mẫu. Tổng chất rắn được xác định theo Subramani (2012) [4]. Mẫu được lấy vào một đĩa sạch, sấy khô ở 105°C đến khối lượng không đổi và làm mát trong thiết bị hút ẩm. Sau khi làm mát, trọng lượng của đĩa với các nội dung được ghi chú. TS (%) được tính toán theo phương trình 1 như mô tả dưới đây:

$$\text{Tổng chất rắn, TS (\%)} = \frac{(A - B) \times 100}{C - B} \tag{1}$$

Trong đó:

A - Trọng lượng đĩa (g) + mẫu sau khi sấy (g)

B - Trọng lượng của đĩa (g)

C - Trọng lượng của đĩa (g) + mẫu ướt (g)

- Chất rắn bay hơi (VS): Chất rắn bay hơi là đại lượng đặc trưng cho hàm lượng chất hữu cơ có trong mẫu. Chất rắn bay hơi được xác định theo Subramani (2012) [4]. Mẫu sấy khô trong lò (105°C) được lấy vào chén nung và đưa vào 1 lò nung muffle ở 550°C trong 1 giờ. Sau khi làm mát, đo trọng lượng của chén nung. VS (%) được tính toán theo phương trình 2 như mô tả dưới đây:

$$\text{Chất rắn bay hơi, VS (\%)} = \frac{(A - D) \times 100}{C - B} \quad (2)$$

Trong đó:

A = Trọng lượng của chén nung (g) + mẫu sau khi sấy (g)

B = Trọng lượng của chén nung (g)

C = Trọng lượng của chén nung (g) + mẫu ướt (g)

D = Trọng lượng của chén nung (g) + mẫu khô (g)

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính của nguyên liệu dùng cho thí nghiệm phân hủy yếm khí thu khí sinh học

Số liệu về độ ẩm, TS, VS, của các mẫu rau dùng cho thí nghiệm phân hủy yếm khí nhằm thu khí sinh học được cho trên bảng 2. Số liệu trong bảng 2 chỉ ra rằng cả hai loại rau muống và rau cải xanh dùng trong thí nghiệm đều có sự tương đồng về độ ẩm (7%) và độ pH (~ 7). Tuy nhiên, tỷ lệ giữa VS/TS hơi có sự chênh lệch, TS/VS của rau muống là 0,909 và của rau cải là 0,821.

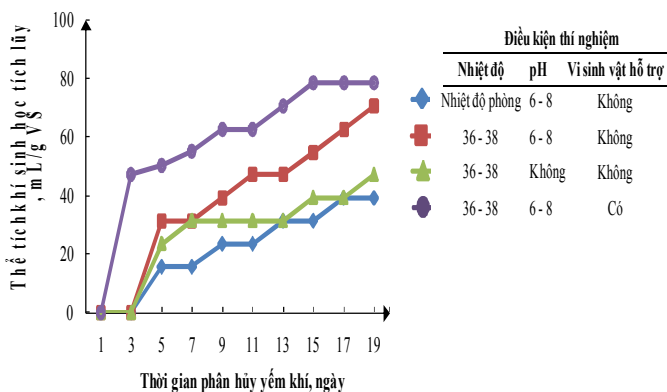
Bảng 2. Đặc tính của mẫu rau dùng trong thí nghiệm thu khí sinh học

TT	Loại rau	Ký hiệu mẫu	Khối lượng, g	Hàm lượng chất khô, %	Tổng chất rắn (TS), g	Chất rắn bay hơi (VS), g	pH đầu vào
1	Rau muống	RM1	100,30	6,986	7,001	6,373	~ 7
2		RM2	100,22	6,986	7,001	6,354	
3		RM3	100,47	6,986	7,019	6,315	
4		RM4	102,47	6,986	7,159	6,512	
5	Rau cải xanh	RC	700,14	6,986	48,912	40,174	

3.2. Thể tích khí sinh học

3.2.1. Đối với rau muống

Thể tích khí sinh học thu được trong các điều kiện thí nghiệm khác nhau của nhiệt độ, độ pH, vi sinh vật hỗ trợ tạo khí metan đối với rau muống được cho trên hình 3.



Hình 3. Thể tích khí sinh học tích lũy đối với 1 gam chất rắn bay hơi của rau muống theo thời gian

Kết quả thí nghiệm trên hình 3 cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng đến tốc độ sinh khí sinh học của mẫu rau

muống. Tốc độ sinh khí của mẫu rau muống RM2 ở điều kiện nhiệt độ 36 - 38°C cao hơn 1,8 lần so với tốc độ sinh khí của mẫu rau muống RM1 ở điều kiện nhiệt độ phòng. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Mata-Alvarez (2003). Có khoảng nhiệt độ thích hợp cho hoạt động của các vi khuẩn yếm khí: Một là điều kiện nhiệt độ từ 30 đến 40°C thường phù hợp đối với các vi sinh vật ưa ấm (nhiệt độ tối ưu 37°C) và một ở điều kiện nhiệt độ từ 45 đến 60°C thường phù hợp đối với các vi sinh vật ưa nóng (nhiệt độ tối ưu 55°C) [5]. Ở nhiệt độ thấp (nhiệt độ trung bình dưới 15°C) sẽ hạn chế quá trình phân hủy yếm khí [6].

Trong điều kiện duy trì nhiệt độ (36 - 38°C) và không bổ sung vi khuẩn hỗ trợ sinh khí metan, lượng khí sinh học hình thành đối với 01g VS của rau muống ở điều kiện cố định pH = 7 - 8 (RM2) cao hơn 1,5 lần đối với mẫu rau muống (RM3) ở điều kiện không cố định pH. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với các nghiên cứu khác. pH tối ưu cho quá trình phân hủy yếm khí ổn định và năng suất khí sinh học cao nằm trong khoảng từ 6,5 đến 7,5 [5, 7].

Các nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng, quá trình phân hủy yếm khí sẽ tốt hơn nếu chúng ta bổ sung vào hệ thống các vi khuẩn cần thiết cho quá trình phân hủy yếm khí [6]. Trong phạm vi nghiên cứu này, vi sinh vật hỗ trợ tạo khí metan nuôi cấy từ dịch trong dạ dày bò được bổ sung vào mẫu rau muống (RM4) và tiến hành thí nghiệm phân hủy yếm khí trong điều kiện duy trì nhiệt độ (36 - 38°C) và pH (7 - 8). Kết quả thí nghiệm cho thấy, lượng khí sinh học tích lũy đối với 01 gam VS của mẫu rau muống RM4 tăng lên 1,11 lần so với mẫu rau muống RM2. Kết quả này là do sự có mặt của các vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan được bổ sung vào, giúp cân bằng hệ vi khuẩn, tăng hiệu quả thu khí sinh học.

Như vậy, kết quả nghiên cứu phân hủy yếm khí đối với mẫu rau muống đã chỉ ra rằng, điều kiện phù hợp để thu khí sinh học là sự kết hợp của ba yếu tố là nhiệt độ (36 - 38°C), pH (7 - 8) và vi sinh vật hỗ trợ tạo khí metan. Lượng khí sinh học thu được là 78,5 mL khí / gVS rau muống trong thời gian là 19 ngày.

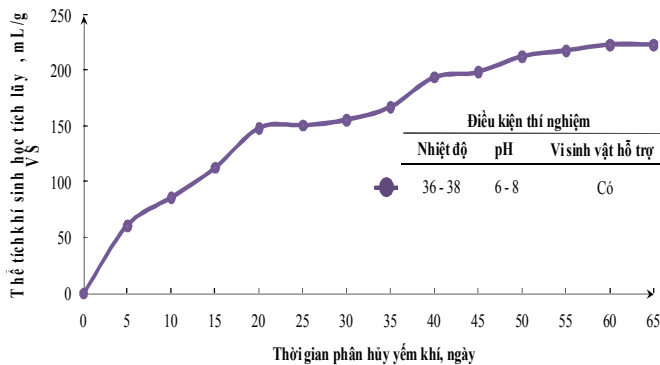
3.2.2. Đối với rau cải xanh

Từ kết quả thí nghiệm phân hủy yếm khí đối với rau muống đã nêu ở trên, các điều kiện thí nghiệm được áp dụng đối với mẫu rau cải xanh (700g theo trọng lượng ướt; 40,1g VS). Kết quả thí nghiệm cho trên hình 4.

Kết quả thí nghiệm (hình 4) cho thấy, tốc độ sinh khí và lượng khí sinh học của mẫu trong điều kiện pH = 7 - 8, nhiệt độ 36 - 38°C và bổ sung vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan là khá ổn định. Các điều kiện về pH, nhiệt độ và vi khuẩn đã thúc đẩy nhanh hơn quá trình phân hủy và sinh khí sinh học của rau cải xanh. Lượng khí sinh học thu được sau 60 ngày là 8,989L khí/40,1g VS tương ứng với 224 mL khí/g VS.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, đối với mẫu rau cải, lượng khí sinh học thu được là 224 mL khí/g VS rau cải gấp 2,86 lần so với mẫu rau muống (78,5 mL khí/g VS rau muống).

Điều này có thể giải thích là đối với mẫu rau muống, thời gian phân hủy sinh học mới được 19 ngày. Trong thời điểm này, rau muống vẫn đang trong giai đoạn đầu của quá trình phân hủy yếm khí, các chất hữu cơ vẫn chưa được chuyển hóa hoàn toàn thành khí sinh học nên kết lượng khí thu được thấp hơn trong trường hợp rau cải với thời gian phân hủy yếm khí là 60 ngày.



Hình 4. Thể tích khí sinh học tích lũy đối với 1 gam chất rắn bay hơi của rau cải xanh theo thời gian

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra tiềm năng thu khí sinh học từ phương pháp phân hủy yếm khí chất thải thực phẩm. Trong phạm vi nghiên cứu này, các yếu tố nhiệt độ, pH, vi sinh vật hỗ trợ tạo khí metan có ảnh hưởng đáng kể đến lượng khí sinh học phát sinh trong quá trình phân hủy yếm khí. Điều kiện tối ưu đối với quá trình phân hủy yếm khí chất thải thực phẩm để thu khí sinh học là pH = 7 - 8, nhiệt độ 37°C và bổ sung vi khuẩn hỗ trợ tạo khí metan. Trong điều kiện tối ưu này, lượng khí sinh học thu được từ mẫu rau muống vào khoảng 78,5 mL khí/g VS tương ứng với thời gian phân hủy yếm khí là 19 ngày. Lượng khí sinh học thu được từ mẫu rau cải xanh vào khoảng 224 mL/g VS với thời gian phân hủy yếm khí là 60 ngày.

Kết quả thu được từ mô hình nghiên cứu thực nghiệm rất khả quan, cho thấy rằng việc xử lý bằng phương pháp phân hủy yếm khí là một hướng đi đúng đắn để giải quyết các vấn đề môi trường liên quan đến chất thải thực phẩm nói riêng và rác thải sinh hoạt nói chung hiện nay ở nước ta. Trong thời gian tới, nhóm tác giả sẽ tập trung vào đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố khác đến quá trình phân hủy yếm khí như loại chất thải thực phẩm khác, tỉ lệ C/N, điều kiện nhiệt độ ...

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa Hà Nội trong đề tài mã số T2016-PC-139. Nhóm thực hiện đề tài xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học & Công nghệ môi trường và Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã tạo điều kiện giúp đỡ nhóm tác giả trong quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016. "Báo cáo môi trường quốc gia giai đoạn 2011-2015", Hà Nội.
- [2]. B. Velmurugan and R. Alwar Ramanujam, 2011. "Anaerobic Digestion of Vegetable Wastes for Biogas Production in a Fed-Batch Reactor". Int. J. Emerg. Sci., 1(3), 478-486.
- [3]. Chima Ngumah, Jude Ogbulie, Justina Orji and Ekpewerechi Amadi, 2013. "Potential of Organic Waste for Biogas and Biofertilizer Production in Nigeria". Environmental Research, Engineering and Management, 2013. No. 1(63), p. 60-66.
- [4]. T. Subramani and S. Ponkumar, 2012. "Anaerobic Digestion of Aerobic Pretreated Organic Waste". International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) Vol.2, Issue.3, May-June 2012, pp-607-611.
- [5]. J.Mata-Alvarez, 2003. "Fundamentals of the anaerobic digestion process". in Meta-Alvarez edited Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Wastes, IWA Publishing, London.
- [6]. Yvonne Vögeli, Christian Riu Lohri, Amalia Gallardo, Stefan Diener, Christian Zurbrugg, 2014. "Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries: Practical Information and Case Studies". Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology Department of Water and Sanitation in Developing Countries (Sandec) P.O. Box 611, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Switzerland.
- [7]. Azeem Khalid, Muhammad Arshad, Muzammil Anjum, Tariq Mahmood, Lorna Dawson, 2011. "The anaerobic digestion of solid organic waste". Waste Management 31 (2011), p. 1737-1744.