

SO SÁNH KHẢ NĂNG SINH KHÍ CỦA MẼ Ủ YẾM KHÍ BÁN LIÊN TỤC VỚI CÁC NGUYÊN LIỆU NẠP KHÁC NHAU KHI CÓ VÀ KHÔNG CÓ NẤM *TRICHODERMA*

Nguyễn Võ Châu Ngân¹, Lê Hoàng Việt¹, Nguyễn Đức Cử¹ và Nguyễn Hữu Phong²

ABSTRACT

The study aims to evaluate the gas production capacity of semi-continuous anaerobic digester on co-digestion of pig manure (PH) and water hyacinth (LB) in case of with or without adding *Trichoderma*. The mixture of 75% PH + 25% LB was used as feeding material for the lab-scale digesters in this study. After 35 days of fermentation, the total biogas volume of treatment with *Trichoderma* is 301.43 liters while the total biogas volume of treatment without *Trichoderma* is 293.09 liters. The methane volumes of these treatments are 171.20 liters and 165.11 liters, respectively. The recorded values of two treatments are not significant different at 5% level. These results revealed that water hyacinth hydrolyzed by inoculum in 2 days could be fed direct to the digester without pre-treatment by *Trichoderma*.

Keywords: semi-continuous anaerobic fermentation, *Trichoderma*, water hyacinth

Title: Comparing the gas production of semi-continuous anaerobic treatments on different materials with or without trichoderma fungi

TÓM TẮT

Thí nghiệm nhằm đánh giá khả năng sinh khí của quá trình lên men yếm khí bán liên tục phân heo (PH) và lục bình (LB) trong trường hợp có hoặc không có bổ sung nấm *Trichoderma*. Các thí nghiệm với hỗn hợp nguyên liệu nạp 75% PH và 25% LB (tính theo hàm lượng vật chất khô của nguyên liệu nạp) được tiến hành trên các mô hình lên men yếm khí bán liên tục trong điều kiện phòng thí nghiệm. Sau 35 ngày lên men, tổng thể tích khí sinh ra từ hai nhóm nghiệm thức có hoặc không có bổ sung nấm *Trichoderma* là 301,43 lít và 293,09 lít, trong đó thể tích khí mêtan tương ứng là 171,20 lít và 165,11 lít. Thống kê kết quả đo đạc cho thấy sự khác biệt không có ý nghĩa giữa hai nhóm nghiệm thức nêu trên ở mức 5%. Như vậy trong điều kiện thí nghiệm, lục bình ngâm nước hầm ủ sau 2 ngày có thể kết hợp với phân heo để nạp vào mẻ ủ yếm khí mà không cần thiết xử lý bằng nấm *Trichoderma*.

Từ khóa: ủ yếm khí bán liên tục, nấm *Trichoderma*, lục bình

1 MỞ ĐẦU

Hiệu quả của hầm ủ biogas ngày càng được khẳng định không chỉ ở việc xử lý an toàn chất thải chăn nuôi mà còn tạo ra nguồn nhiên liệu thay thế chất đốt hỗ trợ nấu ăn, thắp sáng... trong gia đình, cung cấp một phần thức ăn cho ao cá trong mô hình canh tác hợp sinh thái vườn - ao - chuồng - biogas (VACB). Tuy nhiên, những hộ nuôi heo nhỏ lẻ (4 ÷ 6 con) thường nuôi heo không liên tục và có thể chấm dứt khi thấy nuôi không có lợi nhuận cao. Lúc đó hầm ủ sẽ không hoạt động gây ảnh hưởng bất lợi cho cả mô hình. Trong khi đó, một số nghiên cứu cơ bản đã cho thấy lục bình (*Eichornia crassipes*) - một loài thủy sinh thực vật rất phổ biến

¹ Khoa Môi trường & TNTN, Trường Đại học Cần Thơ

² Dự án VIE020, Trường Đại học Cần Thơ

trên kênh rạch ở ĐBSCL - có thể là một nguồn nguyên liệu tiềm năng cung cấp cho các hầm ủ biogas (Panning, 2003; Kivaisi *et al.*, 1998; Chanakya *et al.*, 1992; Malik *et al.*, 1990).

Với thành phần cấu tạo có hàm lượng chất xơ 23,4% (Philipp *et al.*, 1983, trích từ Boyd và Blackburn, 1970), lục bình nếu đưa vào mẻ ủ yếm khí kết hợp với chất thải chăn nuôi có thể làm kéo dài quá trình phân hủy trong mẻ ủ. Ở ĐBSCL, Kha Mỹ Khanh (1990) đã nghiên cứu về khả năng sinh khí của lục bình trong mẻ ủ yếm khí theo mẻ với các cách tiền xử lý lục bình khác nhau. Kết quả cho thấy lục bình được xử lý sẽ sinh khí nhanh hơn so với không xử lý, hiệu quả sinh khí của mẻ ủ yếm khí lục bình có chiều hướng tăng khi kéo dài thời gian thủy phân lục bình trước khi ủ, và nếu lục bình được cắt ngắn 3 cm thì xử lý với thời gian ủ chua thích hợp là từ 4 đến 6 ngày.

Trong thời gian qua Khoa Nông nghiệp & Sinh học ứng dụng, Đại học Cần Thơ đã giới thiệu sản phẩm Tricô-ĐHCT như một tác nhân sinh học đối kháng lại các loại nấm gây bệnh cho cây trồng tồn tại trong đất. Theo thông tin từ Trung tâm Công nghệ Sinh học TP. Hồ Chí Minh, dòng nấm *Trichoderma* có khả năng sinh tổng hợp các enzyme cellulase, chitinase, protease, pectinase, amylase nên có khả năng phân giải tốt các chất xơ, chitin, lignin, pectin trong phế thải hữu cơ thành các đơn chất dinh dưỡng, tạo điều kiện cho cây hấp thu được dễ dàng. Dựa vào đặc tính phân giải chất xơ của nấm *Trichoderma*, thí nghiệm này được tiến hành nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của dòng nấm này trên cây lục bình như một biện pháp tiền xử lý lục bình trước khi đưa vào mẻ ủ yếm khí.

Nghiên cứu của chúng tôi nhằm khảo sát khả năng sinh khí mê-tan của quá trình ủ yếm khí bán liên tục hỗn hợp phân heo và lục bình khi có hoặc không có bổ sung nấm *Trichoderma*. Giả thuyết đặt ra là việc bổ sung nấm *Trichoderma* sẽ thúc đẩy quá trình phân hủy của lục bình, và khi đó lượng khí sinh ra từ mẻ ủ sẽ cao hơn.

2 PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1 Địa điểm và thời gian thực hiện

- Địa điểm thực hiện: các thí nghiệm được bố trí trong điều kiện phòng thí nghiệm tại Trung tâm Nghiên cứu Thực nghiệm và Đa dạng Sinh học Hòa An, Đại học Cần Thơ.
- Thời gian tiến hành thí nghiệm: từ ngày 6/11/2008 đến 16/12/2008.

2.2 Chuẩn bị thí nghiệm

2.2.1 Chuẩn bị mô hình thí nghiệm

Thí nghiệm ủ yếm khí bán liên tục được tiến hành với các túi ủ thể tích 50 lít chế tạo bằng vải bạt nhựa dày 0,5 mm. Mỗi túi ủ có bố trí các ống nạp, ống xả và ống thu khí ở vị trí thích hợp; tất cả các khớp nối giữa túi và ống sử dụng gioăng mềm đảm bảo kín nước, kín khí. Khi bố trí thí nghiệm chỉ nạp 40 lít nguyên liệu (tạm tính 40 kg) nhằm đảm bảo an toàn cho túi ủ trong quá trình sinh khí. Lượng khí sinh ra từ quá trình ủ sẽ được trữ vào các túi nhôm.

2.2.2 Chuẩn bị nguyên liệu nạp

Các nguyên liệu nạp cho quá trình ủ được chuẩn bị như sau:

- Lục bình (LB): chỉ lấy phần thân và lá LB cắt nhỏ từ 0,5 đến 1,5cm đem phơi trong mát ở nhiệt độ $25\pm 4^{\circ}\text{C}$ trong 7 ngày. Sau khi khô, LB được trộn đều nhằm tạo mẫu đồng nhất. Chanakya *et al.* (1992) đã đề cập đến việc phơi khô lục bình dưới ánh nắng nhằm làm tăng hàm lượng chất rắn trước khi đưa vào mẻ ủ.
- Phân heo (PH): phơi trong mát để tránh mất dưỡng chất ở nhiệt độ $25\pm 4^{\circ}\text{C}$ trong một tuần, PH khô được nghiền nát cho lọt qua rây sàng 2,5 mm rồi trộn đều tạo mẫu đồng nhất.
- Nước hầm ủ: để đẩy nhanh quá trình sinh khí, khoảng 2 m^3 nước thải đầu ra từ hầm ủ biogas 100 m^3 tại Hòa An đã được chuẩn bị để nạp vào các mẻ ủ lúc ban đầu và hàng ngày trong suốt quá trình thí nghiệm.



Hình 1: Chuẩn bị nguyên liệu nạp gồm lục bình (trên) và phân heo (dưới)



Hình 2: Bố trí thí nghiệm nạp nguyên liệu bán liên tục

2.3 Bố trí thí nghiệm

Trước khi tiến hành thí nghiệm, thành phần vật chất của nguyên liệu nạp được phân tích để tính toán tỉ lệ phối trộn của hỗn hợp nguyên liệu nạp ở 75% PH + 25% LB. Tỉ lệ phối trộn này được thực hiện tương tự với thí nghiệm theo mẻ trình bày bởi Nguyen Vo Chau Ngan *et al.*, (2011). Việc chọn tỉ lệ 75% PH + 25% LB nhằm xem phân heo vẫn là nguồn nguyên liệu nạp chính cho hầm ủ biogas và lục bình chỉ là nguồn nguyên liệu nạp bổ sung.

Hàng ngày các túi ủ được nạp thêm nguyên liệu vào cùng một thời điểm. Nguyên liệu nạp là LB ngâm trong nước hầm ủ trước đó 2 ngày, kết hợp với PM khô. Trong thí nghiệm này thời gian ủ rút ngắn còn 2 ngày so với đề nghị của Kha Mỹ Khanh (1990) để có thể phù hợp khi triển khai trong thực tế cho các hộ dân. Tổng lượng hỗn hợp nguyên liệu nạp thêm cho một túi ủ là 1.000 g bao gồm 46,87 g PH, 15,63 g LB và 0,94 lít nước hầm ủ.

Các thí nghiệm ủ bán liên tục được tiến hành với 3 nghiệm thức khác nhau, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần đảm bảo độ tin cậy của thí nghiệm:

- Nghiệm thức C1: LB khô ngâm trong nước hầm ủ 2 ngày, sau đó chỉ lấy riêng phần nước nạp vào túi ủ chung với PH. Khi đó LB được vắt bằng tay để tránh thất thoát lượng nước giữ lại trong cấu trúc LB.

- Nghiệm thức C2: thực hiện tương tự nghiệm thức C1 nhưng đưa vào túi ủ cả nước và bã LB.
- Nghiệm thức C2_T: chuẩn bị giống nghiệm thức C2 nhưng có bổ sung nấm Tricô-ĐHCT cung cấp bởi Công ty Cổ phần Bảo vệ Thực vật An Giang. Nấm được đưa vào khi bắt đầu ngâm LB vào nước hầm ủ với lượng bổ sung 0,01g nấm cho 1 lít hỗn hợp nguyên liệu nạp.

Đối với các hầm ủ biogas thực tế, việc phu nước dội rửa chuồng trại đưa phân heo vào hầm ủ chính là quá trình khuấy đảo để trộn lẫn hỗn hợp ủ bên trong, giúp phá vầng nổi trên bề mặt hầm ủ tạo điều kiện cho khí thoát lên dễ dàng, đồng thời tránh lắng cặn xuống đáy hầm làm mất đi thể tích hữu dụng của hầm biogas. Tuy nhiên đối với các túi ủ thí nghiệm, quá trình nạp nguyên liệu không đủ mạnh để khuấy đảo mẻ ủ nên hàng ngày sau khi đo khí các túi ủ được lắc đảo nhẹ. Việc lắc đảo này hoàn toàn không cung cấp oxy vào bên trong mẻ ủ mà chỉ nhằm thúc đẩy quá trình sinh khí của mẻ ủ.

2.4 Các chỉ tiêu và phương tiện phân tích

Quá trình thí nghiệm kéo dài 35 ngày, các chỉ tiêu thí nghiệm đã được thu thập và phân tích trong suốt thời gian đó.

- Đối với nguyên liệu đầu vào (phân heo, lục bình, nước hầm ủ): xác định các thông số DM, ODM, %C, %N.
- Đối với nước thải trong quá trình thí nghiệm: tiến hành đo pH và hệ đệm hàng tuần.
- Đối với khí gas: hàng ngày đo thể tích khí sinh ra; đồng thời lấy mẫu trừ vào túi nhôm để đo các khí thành phần gồm %CH₄, %CO₂, %O₂ (mỗi 7 ngày).

Các qui trình phân tích tiến hành theo Standard method for the Examination of water and wastewater (APHA, 1998).

Bảng 1: Phương tiện phân tích các chỉ tiêu

Chỉ tiêu	Phương tiện
pH	Máy đo pH Orion model 230 (Hoa Kỳ)
DM, ODM, C	Tủ sấy Memmert UI 40 (Đức) Lò vô cơ hóa Lenton 550 ⁰ C (Anh) Cân điện tử Sartorius CP 324 (Đức)
Tổng Nitơ Kjeldahl	Bếp công phá Tecator và máy chưng cất Gerhart (Đức)
Hệ đệm	Thiết bị BiogasPro (Đức)
CH ₄ , CO ₂ , O ₂	Máy đo Geotechnical 0-100/100GA94 (Anh)
Tổng thể tích khí	Đồng hồ RITTER có độ chia nhỏ nhất 20mL (Đức)

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả phân tích nguyên liệu dùng trong thí nghiệm

Bảng 2: Đặc tính hóa học của nguyên liệu nạp

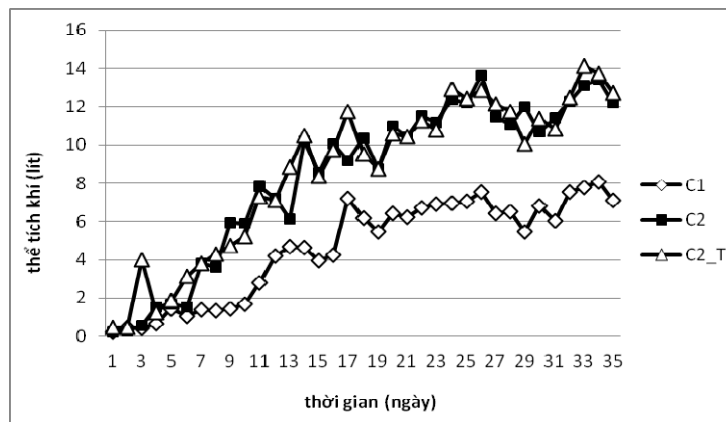
Nguyên liệu	DM (%)	ODM (%)	C (%)	N (%)	C/N
Phân heo	30,49	66,13	37,00	1,71	22
Lục bình	5,72	76,92	43,08	1,45	30
Nước hầm ủ	1,90	46,90	-	-	-

Dựa vào bảng 2, ta thấy tỉ lệ C/N của PH và LB đều nằm trong khoảng thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí bảo đảm tỉ lệ C/N của hỗn hợp phối trộn cũng phù hợp cho mẻ ủ.

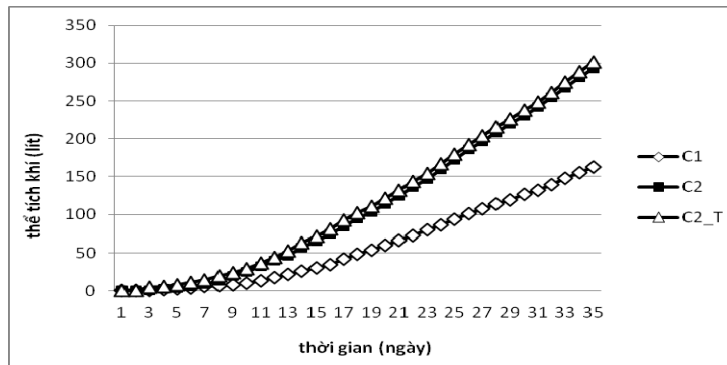
3.2 Thể tích biogas sinh ra

Lượng khí sinh ra từ túi ủ được chứa vào túi nhôm và tiến hành đo đạc hàng ngày bằng đồng hồ đo khí Ritter. Kết quả ghi nhận thể tích biogas đo được hàng ngày của tất cả các nghiệm thức có xu hướng tăng liên tục từ tuần thứ nhất đến cuối tuần thứ 4, sau đó thể tích khí tăng chậm và ít biến động (hình 3). Trong 35 ngày thí nghiệm, sản lượng khí sinh ra cao nhất của nghiệm thức C1 ở ngày thứ 34 (8,08 lít), C2 ở ngày thứ 25 (13,63 lít) và C2_T ở ngày thứ 33 (14,13 lít). Nghiệm thức C1 có sản lượng khí sinh ra thấp nhất trong các nghiệm thức thí nghiệm, nguyên nhân là do nguyên liệu nạp chỉ là phân heo và nước ép lục bình nên hàm lượng ODM của nghiệm thức này thấp nhất. Kết quả xử lý thống kê ANOVA cũng cho thấy thể tích biogas sinh ra giữa các cặp nghiệm thức C1 và C2, C1 và C2_T khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Như vậy việc đưa vào mẻ ủ yếm khí cả nước và bã LB sau khi ngâm LB khô với nước hầm ủ 2 ngày đã gia tăng đáng kể lượng khí sinh ra so với trường hợp chỉ đưa duy nhất nước ngâm LB vào mẻ ủ. Nguyen Vo Chau Ngan *et al.* (2011) cũng thu được kết quả tương tự khi thực hiện thí nghiệm ủ yếm khí theo mẻ hỗn hợp PH và LB trước đó.

Hình 4 trình bày sản lượng khí tích lũy theo ngày của các nghiệm thức thí nghiệm. Theo đó tổng lượng khí sinh ra trong 35 ngày đạt giá trị cao nhất ở nghiệm thức C2_T (301,43 lít), tiếp theo là nghiệm thức C2 (293,09 lít) và thấp nhất là nghiệm thức C1 (162,87 lít). Tuy nhiên, nếu so sánh giữa nghiệm thức C2 và C2_T, hàm lượng khí sinh ra hàng ngày giữa 2 nghiệm thức không có sự khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%. Hay nói khác đi việc bổ sung nấm *Trichoderma* vào mẻ ủ không có tác dụng đẩy nhanh tốc độ phân hủy cơ chất trong nguyên liệu nạp.



Hình 3: Biểu đồ thể tích biogas hàng ngày của các nghiệm thức



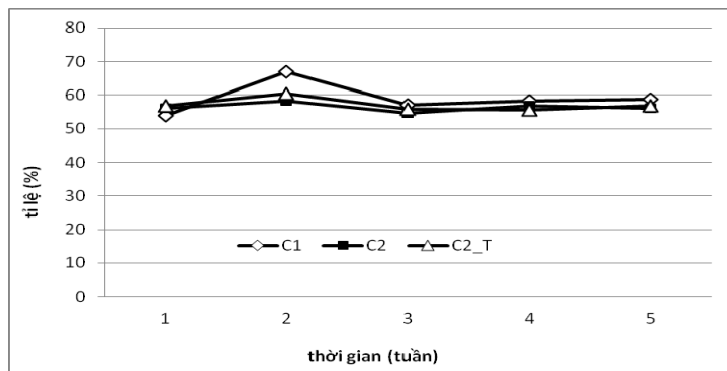
Hình 4: Biểu đồ lũy tích thể tích biogas hàng ngày của các nghiệm thức

3.3 Thành phần các loại khí chính trong biogas

Bên cạnh việc đo sản lượng khí biogas sinh ra, hàng ngày một lượng khí nhất định được trích ra từ túi ủ trừ vào một túi nhôm chứa khí, sau đó tiến hành đo khí thành phần mỗi 7 ngày. Giá trị trung bình của khí CH₄ là 56,4 ÷ 59,01% và của CO₂ từ 33,95 ÷ 40,35% đều nằm trong ngưỡng đề nghị của thành phần khí biogas (Lâm Minh Triết và Lê Hoàng Việt, 2009).

Riêng hàm lượng oxy trong mẻ ủ được ghi nhận từ 0,47 ÷ 0,61% là do thí nghiệm nạp bán liên tục, hàng ngày chúng tôi đều nạp nguyên liệu vào túi ủ nên có thể oxy từ không khí bên ngoài hòa trộn vào nguyên liệu và đi vào túi ủ. Hàm lượng oxy trong biogas có thể lên đến 1% (ADBA, 2009), như vậy hàm lượng oxy trong thí nghiệm này là chấp nhận được và không gây ảnh hưởng tiêu cực đến hoạt động của hệ vi sinh vật yếm khí.

Xét riêng thành phần khí chính trong hỗn hợp biogas, giá trị trung bình khí CH₄ của các nghiệm thức đo theo tuần trình bày trong hình 5. Thành phần % CH₄ của các nghiệm thức dao động từ 53,8% đến 67,03% và không có sự biến động lớn. Điều này cho thấy hệ vi sinh trong hầm ủ hoạt động khá ổn định.



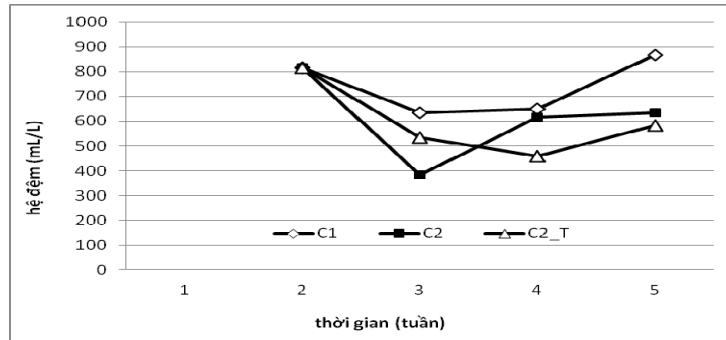
Hình 5: Trung bình % CH₄ của các nghiệm thức

3.4 Các thông số kiểm soát quá trình ủ yếm khí

Trong giai đoạn đầu của quá trình ủ yếm khí các chất hữu cơ dễ phân hủy bị thủy phân và sinh a-xít khiến pH xuống thấp. Để hệ vi khuẩn yếm khí hoạt động trong môi trường trung tính không bị sốc bởi pH thấp, hệ đệm trong hầm ủ có nhiệm vụ

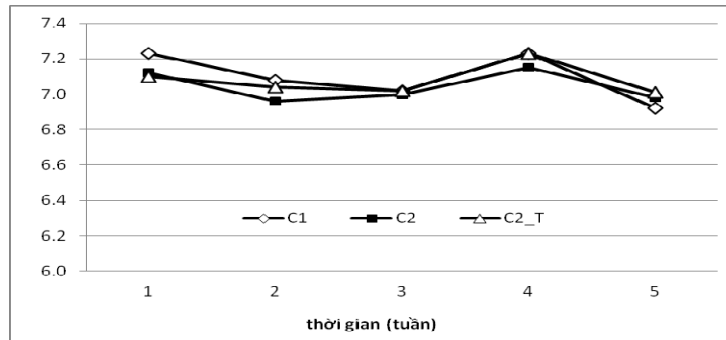
trung hòa, nâng độ pH lên để cho vi khuẩn sinh khí mêtan hoạt động. Việc theo dõi trị số của hệ đệm có thể cảnh báo trước khi độ pH trong mẻ ủ giảm làm ảnh hưởng đến hoạt động của hệ vi khuẩn sinh khí mêtan. Cảnh báo này càng có ý nghĩa quan trọng khi hệ thống lên men có thể tích càng lớn.

Trong tuần đầu tiên do trực trực thiết bị đo nên giá trị hệ đệm không được ghi nhận. Giá trị hệ đệm 4 tuần cuối nằm trong khoảng 383 đến 876 mlít/lít (hình 6). Theo Clemens J. (2008), hệ đệm là một thông số nhằm đảm bảo tiến trình sinh khí ổn định và chỉ số hệ đệm nên được duy trì ở mức bằng hay cao hơn 1000 mlít/lít. Để đạt được chỉ số hệ đệm ổn định đó thì mẻ ủ cần một thời gian hoạt động trên 2 tháng. Trong thí nghiệm này hệ đệm chỉ ghi nhận trong 5 tuần đầu, khi đó mẻ ủ chưa đạt đến trạng thái hoạt động ổn định nên giá trị hệ đệm còn thấp.



Hình 6: Diễn biến hệ đệm trong thời gian thí nghiệm

Diễn biến giá trị pH của tất cả các nghiệm thức được ghi nhận trong suốt 5 tuần từ 6,73 đến 7,23 là khá ổn định và nằm trong khoảng tối ưu $6,6 \div 7,6$, phù hợp với giá trị pH được đề nghị duy trì trong mẻ ủ yếm khí (Lâm Minh Triết và Lê Hoàng Việt, 2009). Giá trị pH ổn định chứng tỏ hệ đệm của hỗn hợp trong hầm ủ đủ để duy trì cho mẻ ủ hoạt động tốt.



Hình 7: Diễn biến pH trong thời gian thí nghiệm

4 KẾT LUẬN

Một số kết luận được rút ra sau 5 tuần thí nghiệm như sau:

- Việc nạp vào mẻ ủ cả nước và bã lục bình sau khi ngâm lục bình khô trong nước hầm ủ 2 ngày đã sinh ra thể tích biogas cao hơn có khác biệt ở mức ý

nghĩa 5% so với nghiệm thức chỉ nạp duy nhất nước ngâm lục bình mà không nạp bã lục bình.

- Trong quá trình ủ yếm khí hỗn hợp phân heo và lục bình, thể tích khí sinh ra giữa việc ngâm lục bình với nước thải hầm ủ có bổ sung nấm *Trichoderma* và không bổ sung nấm *Trichoderma* không khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.

Như vậy việc bổ sung nấm *Trichoderma* với mục đích tăng hiệu quả xử lý lục bình trước khi đưa vào hầm ủ đã không làm tăng năng suất sinh khí biogas so với việc không bổ sung nấm *Trichoderma* như dự kiến.

Trong thí nghiệm này, lục bình khô chỉ được ngâm vào nước hầm ủ trong 2 ngày, và như vậy nấm *Trichoderma* cũng chỉ có thời gian tiếp xúc với lục bình trong 2 ngày. Do đó những ảnh hưởng về thời gian ngâm lục bình trong nước hầm ủ đến năng suất sinh khí chưa được xác định. Cần có những nghiên cứu tiếp theo để khảo sát về vấn đề này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ADBA - Anaerobic Digestion and Biogas Association, 2009. Biogas utilization in Combined Heat and Power plant. Entec UK Limited.
- AWWA-APHA, 1998. Standard method for the Examination of water and wastewater. APHA.
- Chanakya H. N., Borgaonkar S., Rajan M. G. C. and Wahi M., 1992. Two-phase anaerobic digestion of water hyacinth or urban garbage. *Bioresource Technology* 42.
- Joachim C., 2008. Kiểm soát quá trình - pH, khả năng đệm và chất thêm vào như là những chất đệm. Báo cáo tại Đại học Cần Thơ.
- Kha Mỹ Khanh, 1990. Đánh giá một số phương pháp xử lý lục bình để làm nguyên liệu nạp cho hầm ủ biogas. Khóa luận tốt nghiệp đại học. Trường Đại học Cần Thơ.
- Kivaisi A. K. and Mtila M., 1998. Production of biogas from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) (Mart) (Solms) in a two-stage bioreactor. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 14, 125-131.
- Lâm Minh Triết và Lê Hoàng Việt, 2009. Vi sinh vật Nước và Nước thải. NXB Xây dựng.
- Malik M. K., Singh U. K. and Ahmad N., 1990. Batch digester studies on Biogas production from Cannabis sativa, water hyacinth mixed with dung and crop Wastes and poultry litter. *Biological Wastes* 31, 315-319.
- Nguyễn Hữu Lai, 2008. Ảnh hưởng của sự thay thế phân heo bằng nguồn thực vật với các mức độ khác nhau trên sự sản xuất khí sinh học ở *in vitro*. Luận văn tốt nghiệp Đại học. Khoa Nông Nghiệp & SHUD, Đại học Cần Thơ.
- Nguyen Vo Chau Ngan, Le Hoang Viet, Nguyen Dac Cu and Nguyen Huu Phong, 2011. Biogas Production of Pig Manure with Water Hyacinth Juice from Batch Anaerobic Digestion. Từ: *Environmental Change and Agricultural Sustainability in the Mekong Delta*, chủ biên Stewart M.A. and Coclanis P.A. Springer Science+Business Media B.V. DOI 10.1007/978-94-007-0934-8_20.
- Panning F., 2003. BioEnergy & BioRefinery Complex Southeast Asia - Feasibility study for Vietnam. Final report for Societe Europeenne D'Aquaculture S.A R.L.
- Philipp O., Koch W. and Köser H., 1983. Utilization and control of water hyacinth in Sudan. GTZ.
- Trung tâm Công nghệ Sinh học TP. Hồ Chí Minh. Chế phẩm sinh học BIMA (Trichoderma). Truy cập tại trang web http://www.hcmbiotech.com.vn/print.php?id=9&p=production_business&f1=title_vn&f2=detail_vn. Truy cập ngày 15/9/2010.