



## ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP TIỀN XỬ LÝ SINH HỌC LỤC BÌNH (*Eichhornia crassipes*) LÊN KHẢ NĂNG SINH BIOGAS TRONG Ủ YẾM KHÍ THEO MẸ CÓ PHỐI TRỘN PHÂN HEO

Trần Sỹ Nam<sup>1</sup>, Nguyễn Phương Chi<sup>2</sup>, Nguyễn Hữu Chiếm<sup>1</sup>, Lê Hoàng Việt<sup>1</sup>, Nguyễn Võ Châu Ngân<sup>1</sup> và Kjeld Ingvorsen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng

<sup>3</sup> Department of Bioscience, Aarhus University, Denmark

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 08/08/2015

Ngày chấp nhận: 17/09/2015

### Title:

Effect of biological pre-treatment of water hyacinth on biogas production in batch anaerobic digestion with pig manure

### Từ khóa:

Lục bình, tiền xử lý sinh học, ủ yếm khí, ủ yếm khí kết hợp, khí sinh học

### Keywords:

Water hyacinth, biological pre-treatment, anaerobic digestion, co-digestion, biogas

### ABSTRACT

This study was performed based on anaerobic batch experiment in 60 days with biological pre-treatment water hyacinth methods such as (i) biogas digester effluent, (ii) dark anoxic sediment, (iii) ditch water, and (iv) tap water and 100% pig manure. The results indicated that pre-treated water hyacinth by dark anoxic sediment could speed up biogas process and have greater daily biogas production capacity than that of pre-treated with tap water, biogas digester effluent and ditch water. On the 30<sup>th</sup> day, the cumulative biogas production of water hyacinth pre-treated by dark anoxic sediment, biogas digester effluence was greater than other pre-treatment methods ( $p < 0.05$ ). On 60<sup>th</sup> day, the cumulative biogas production of water hyacinth pre-treated by dark anoxic sediment, biogas digester effluence and tap water was not significantly different, but it is significantly different with the experiment of ditch water and 100% of pig manure ( $p < 0.05$ ). Biogas produced from the day 6<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup> accounted for more than 40% of the total. The concentration of methane was low in the first week, increased in the week after and then remained stable at the rate of greater than 50%. The methane concentration was not significantly different among pre-treatment methods. Biogas yielded from all treatments ranged from 436-723L/kgVS<sub>degraded</sub>. The results showed that water hyacinth pre-treated with dark anoxic sediment and biogas digester effluent could enhance biogas production.

### TÓM TẮT

Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp ủ yếm khí theo mẻ trong 60 ngày với các phương pháp tiền xử lý lục bình bằng (i) nước thải biogas, (ii) nước bùn đen, (iii) nước ao, (iv) nước máy và nghiệm thức 100% phân heo. Kết quả nghiên cứu cho thấy lục bình tiền xử lý bằng nước bùn đen giúp quá trình sinh khí diễn ra nhanh hơn và lượng biogas sinh ra hàng ngày cao hơn so với tiền xử lý bằng nước máy, nước thải biogas và nước ao. Ở thời điểm 30 ngày, lượng khí tích dồn của các bình ủ tiền xử lý bằng bùn đen và nước thải biogas cao hơn các nghiệm thức tiền xử lý khác ( $p < 0,05$ ). Lượng khí biogas tích dồn sau 60 ngày không có sự khác biệt giữa các phương pháp tiền xử lý bằng nước bùn đen, nước biogas và nước máy, nhưng cao hơn nước ao và 100% phân heo ( $p < 0,05$ ). Lượng khí biogas sinh ra tập trung vào giai đoạn từ ngày 6 đến ngày 20, chiếm hơn 40% tổng lượng khí. Nồng độ mê-tan trong tuần đầu tiên thấp sau đó tăng dần, giữ ổn định trên 50% và không có sự biến động lớn giữa các phương pháp tiền xử lý. Năng suất sinh khí của các nghiệm thức dao động từ 436 - 723 L.kgVS<sub>phân hủy</sub><sup>-1</sup>. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiền xử lý lục bình bằng nước bùn đen và nước thải từ biogas có khả năng thúc đẩy nhanh quá trình tạo khí sinh học.

## 1 GIỚI THIỆU

Năng lượng là một trong những yếu tố quan trọng trong các hoạt động kinh tế và phát triển của toàn cầu. Việc phụ thuộc lớn vào các nguồn năng lượng hóa thạch đã dẫn đến sự thay đổi khí hậu toàn cầu, hủy hoại môi trường và gây nên các vấn đề về sức khỏe của con người (Budiyano *et al.*, 2010). Vì thế, thay thế nguồn năng lượng hóa thạch bằng các nguồn năng lượng tái tạo đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển của thế giới, trong đó năng lượng từ các sinh khối thực vật ngày càng được quan tâm nghiên cứu (Francesco *et al.*, 2009), đặc biệt là ở các nước nhiệt đới như Việt Nam. Ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), công nghệ khí sinh học đã và đang đóng vai trò quan trọng trong việc xử lý chất thải từ chăn nuôi, đồng thời tạo khí sinh học phục vụ cho đun nấu, thắp sáng, chạy máy phát điện thay thế cho các nguồn năng lượng truyền thống. Ngoài ra, các sản phẩm từ quá trình phân hủy còn cung cấp nguồn phân hữu cơ cho cây trồng và nguồn thức ăn cho các loài thủy sản. Tuy nhiên, người dân ở ĐBSCL chủ yếu phát triển chăn nuôi ở quy mô nhỏ, phân tán. Bên cạnh đó, sự biến động về giá cả thị trường và dịch bệnh là những nguyên nhân dẫn đến số lượng chăn nuôi thường không ổn định gây nên việc thiếu nguồn nguyên liệu nạp cho các túi ủ/hầm ủ. Điều này dẫn đến nhiều hộ chăn nuôi chưa mạnh dạn đầu tư xây dựng hầm ủ biogas, hầu hết nguồn thải từ chăn nuôi đều thải trực tiếp ra môi trường. Lục bình (*Eichhornia crassipes*) ở ĐBSCL là một nguồn sinh khối rất lớn nhưng ít có giá trị sử dụng, một số nơi sự phát triển quá mức của lục bình cũng đã gây nên nhiều vấn đề cho thủy vực, cản trở sự lưu thông của phương tiện giao thông thủy. Nhiều nghiên cứu cho thấy lục bình có thể sử dụng làm nguồn nguyên liệu nạp bổ sung cho quá trình lên

men yếm khí để sản xuất khí sinh học (Chanakya *et al.*, 1992; Nguyễn Văn Thu, 2010; Nguyễn Võ Châu Ngân và *ctv.*, 2012). Lục bình có lợi thế cho quá trình ủ yếm khí là hàm lượng lignin thấp, tỉ lệ C/N phù hợp cho ủ yếm khí, đồng thời hàm lượng cacbon cao. Tuy nhiên, lignocellulose bên ngoài lớp vỏ lục bình cần được xử lý sơ bộ trước khi thực hiện ủ yếm khí nhằm gia tăng hiệu quả của quá trình sinh khí. Các phương pháp tiền xử lý hóa học thường yêu cầu về chi phí và kỹ thuật cao, khó ứng dụng ở điều kiện nông hộ. Phương pháp tiền xử lý sinh học là một trong những phương pháp an toàn và thân thiện với môi trường thông qua hoạt động của vi sinh vật. Nghiên cứu ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý sinh học lục bình lên khả năng sinh khí biogas trong ủ yếm khí theo mẻ có phối trộn với phân heo đã được triển khai. Nghiên cứu thực hiện với mục tiêu đánh giá các phương pháp tiền xử lý sinh học đơn giản giúp chuyển đổi lục bình thành khí sinh học có thể ứng dụng được trong điều kiện nông hộ. Ngoài ra, nghiên cứu còn đánh giá ảnh hưởng của việc ủ phối trộn lục bình với phân heo lên khả năng sản xuất khí sinh học nhằm duy trì hoạt động ổn định và gia tăng hiệu quả của hầm/túi ủ trong thời gian thiếu hụt nguồn nguyên liệu.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Chuẩn bị nguyên vật liệu nghiên cứu

Các nguyên vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm lục bình (LB), phân heo (PH), các dung dịch sử dụng cho quá trình tiền xử lý là (i) nước máy, (ii) nước thải từ túi ủ biogas, (iii) nước bùn đen, (iv) nước ao. Phương pháp và các bước chuẩn bị nguyên vật liệu nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

**Bảng 1: Phương pháp chuẩn bị các nguyên vật liệu nghiên cứu**

TT	Nguyên liệu	Nguồn	Phương pháp thực hiện
1	Lục bình	Thu từ các kênh rạch nhỏ tại phường Ba Láng, Tp. Cần Thơ	Lục bình sau khi thu được loại bỏ rễ Phơi khô trong 7 ngày (độ ẩm 17,3%) Cắt ngắn thành từng đoạn 10 cm, trộn đều Xác định ẩm độ, hàm lượng chất khô, chất rắn bay hơi để tính toán nguyên liệu nạp
2	Phân heo	Thu gom từ trại chăn nuôi heo nhỏ ở phường Tân Phú Thạnh – huyện Châu Thành – Hậu Giang	Phân heo tươi được thu ở trại chăn nuôi Phơi khô trong mát khoảng 10 ngày (độ ẩm 34,7%) Nghiền nhỏ và trộn đều Xác định ẩm độ, hàm lượng chất khô, chất rắn bay hơi để tính toán nguyên liệu nạp
3	Nước máy	Lấy từ nguồn nước cấp	Nước máy sau khi thu được để thoáng tự nhiên có sục khí để loại bỏ chlorine trong nước
4	Nước thải	Thu từ túi ủ biogas đang hoạt	Lấy trực tiếp từ đầu ra của túi ủ

TT	Nguyên liệu	Nguồn	Phương pháp thực hiện
	biogas	động ở xã Long Hòa, huyện Phong Điền, TP. Cần Thơ	Trữ trong điều kiện kín khí Trộn đều nước thải trước thí nghiệm
5	Nước bùn đen	Bùn đáy ao tại khoa MT & TNTN - ĐHCT	Lấy phần bùn đen ở đáy ao, trộn đều với nước máy với tỷ lệ bùn : nước (1:9 theo trọng lượng) Trộn đều trước thí nghiệm
6	Nước ao	Nước ao tại Khoa MT & TNTN - ĐHCT	Lấy nước mặt trực tiếp ao, trộn đều nguồn nước trước khi thí nghiệm

**2.2 Phương pháp bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức được bố trí 5 lần lặp lại trong bình ủ có thể tích 21L, trong đó thể tích chứa hỗn hợp mê u là 17L, phần khí sinh ra được chứa trong một túi nhôm. Lượng nguyên liệu

nạp cho hệ thống được tính toán dựa trên hàm lượng chất rắn bay hơi VS. Mỗi bình chứa lượng nguyên liệu nạp là  $1g\ VS.L^{-1} \times 17L \times 45\ \text{ngày} = 765g\ VS$ . Tỷ lệ phối trộn giữa lục bình, phân heo và lượng nguyên liệu nạp cho mỗi nghiệm thức được thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2: Lượng nguyên liệu nạp và tỷ lệ phối trộn của các nghiệm thức**

Nghiệm thức	Phương pháp tiền xử lý	Tỉ lệ LB : PH	Lượng VS nạp cho mỗi bình ủ (g)		
			Phân heo	Lục bình	Tổng cộng
1	Nước máy	50 : 50	382,5	382,5	765
2	Nước thải biogas	50 : 50	382,5	382,5	765
3	Nước bùn đen	50 : 50	382,5	382,5	765
4	Nước ao	50 : 50	382,5	382,5	765
5	Không xử lý	100 : 0	765,0	-	765

Lục bình được tiền xử lý bằng (1) nước máy, (2) nước thải từ túi ủ biogas, (3) nước bùn đen, (4) nước ao, là các phương pháp tiền xử lý có thể ứng dụng trong điều kiện thực tế của nông hộ ở ĐBSCL. Các phương pháp tiền xử lý (2), (3), (4) được thực hiện với mong muốn bổ sung nguồn vi sinh vật có sẵn trong tự nhiên cho quá trình tiền xử lý, đồng thời làm mềm vật liệu, thúc đẩy nhanh quá trình phân hủy yếm khí. Tiền xử lý bằng nước máy chủ yếu là làm mềm vật liệu, không bổ sung nguồn vi sinh vật tự nhiên. Thời gian tiền xử lý là 5 ngày trước khi nạp vào mê u (Nguyễn Võ Châu Ngân và ctv., 2011), vật liệu được trộn đều mỗi ngày. Sau

khí qua tiền xử lý vật liệu được nạp vào bình ủ và theo dõi liên tục trong 60 ngày.

**2.3 Đo đạc và phân tích mẫu**

Các thông số pH, nhiệt độ, điện thế oxy hóa khử của từng bình ủ được tiến hành đo đạc hàng ngày, ở các thời điểm 0, 20, 30, 45 và 60 ngày, hỗn hợp mẫu được thu để xác định độ kiềm. Thể tích khí sinh ra hàng ngày của mỗi bình ủ được trữ trong túi nhôm để xác định thể tích khí và các khí thành phần. Các phương pháp phân tích mẫu và các thiết bị chính sử dụng trong thí nghiệm được trình bày Bảng 3.

**Bảng 3: Phương pháp phân tích và thiết bị chính**

Chỉ tiêu	Phương pháp phân tích	Thiết bị chính
pH/ Nhiệt độ/ thể oxy hóa khử	Đo trực tiếp bằng máy đo pH/nhiệt độ/ thể oxy hóa khử	Máy đo pH HM-3IP – DKK TOA (Nhật)
Độ kiềm (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Phương pháp chuẩn độ bằng a-xít H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,02N với chỉ thị metyl cam (APHA, 1998; 2320B)	Buret, máy đo pH
VS (%)	Nung 550°C trong 3 giờ (APHA, 1998)	Cân điện tử Sartorius CP 324 (Đức) lò vô cơ hóa Lenton 550°C (Anh)
TN (%N)	Công phá bằng H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> và chung cất bằng phương pháp Kjeldahl	Bếp Công phá mẫu Gerhalt Đức giàn Kjeldahl tự động Gerhalt Vapodest 45, Đức
Tổng khí	Đo bằng máy thể tích	Đồng hồ đo khí Ritter TG 05 (Đức)
CH <sub>4</sub> (%)	Theo phương pháp sắc ký khí	Máy GC 2014AT (Shimadzu, Nhật), đầu dò TCD (nhiệt độ đầu dò 240°C), cột chạy mẫu 60/80 Carboxen-1000 column (L×O.D×I.D: 4.57m × 3.1mm × 2.1mm)

## 2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu sau khi đo đạc và phân tích sẽ được tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2010. Thống kê mô tả, kiểm tra tính đồng nhất phương sai trước khi so sánh sự khác biệt giữa các phương pháp tiền xử lý bằng phần mềm IBM SPSS 20.0 (IBM Corporation, United States) với phép thử Duncan ở độ tin cậy 95%.

## 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Nhiệt độ, pH, điện thế oxy hóa khử và độ kiềm

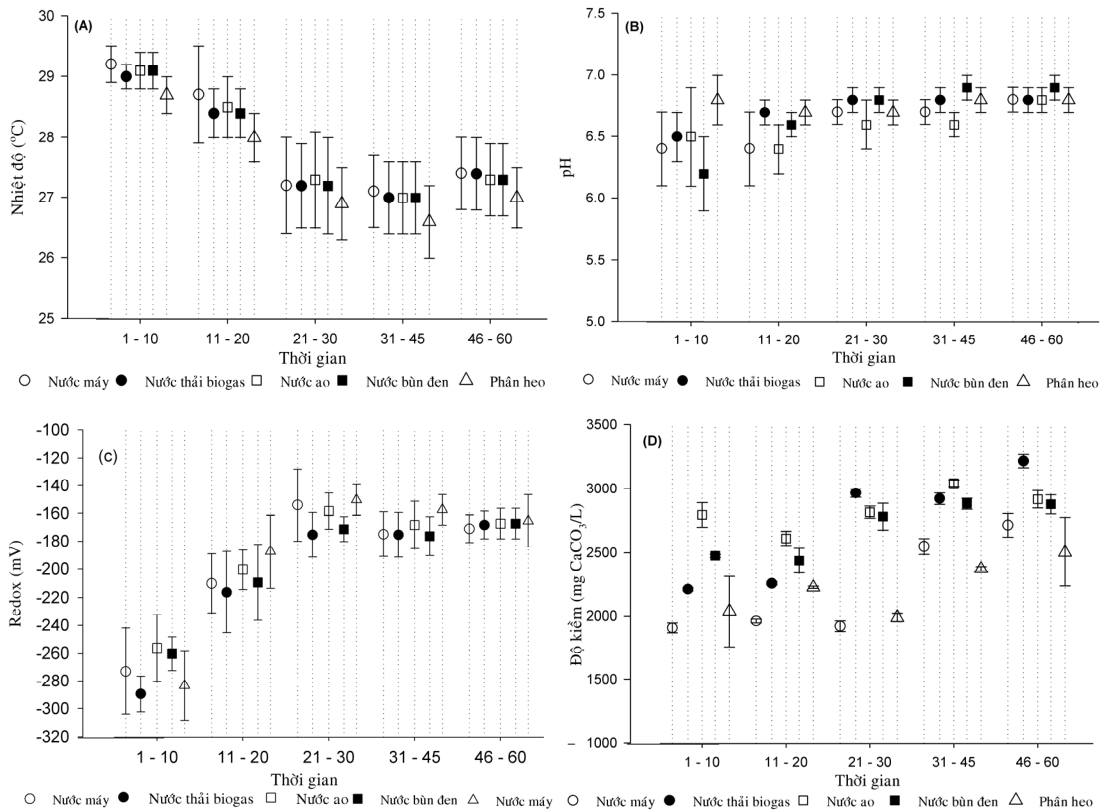
Kết quả theo dõi diễn biến nhiệt độ của các nghiệm thức trong quá trình ủ được trình bày ở Hình 1A. Kết quả cho thấy sự khác biệt về nhiệt độ giữa các nghiệm thức là không lớn ở cùng thời điểm. Nhiệt độ trung bình của các nghiệm thức dao động từ 26,6 - 29,2°C. Trong giai đoạn đầu của quá trình ủ yếm khí, các quá trình thủy phân và sinh a-xít diễn ra là chủ yếu. Hầu hết các phản ứng này thuộc phản ứng tỏa nhiệt (Zeikus, 1977) dẫn đến nhiệt độ trong giai đoạn đầu cao hơn các giai đoạn còn lại. Phối trộn lục bình với phân heo cho thấy nhiệt độ giữa các bình ủ có xu hướng cao hơn so với chỉ nạp đơn thuần 100% PH, tuy nhiên sự chênh lệch này không lớn (<0,8°C). Nhiệt độ thích hợp cho quá trình ủ yếm khí dao động từ 31 - 36°C (Lê Hoàng Việt, 2005), và khoảng nhiệt độ tối ưu là 35°C (Hinrich and Birgitte, 2005). Nhiệt độ cao (> 45°C) sẽ làm tốc độ sinh khí giảm, nhiệt độ thấp (< 20°C) sẽ làm cho các hoạt động của vi sinh vật bị giới hạn (Chandra *et al.*, 2012). Trong nghiên cứu này nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tối ưu (< 35°C) tuy nhiên vẫn nằm trong khoảng thuận lợi cho quá trình ủ yếm khí cũng như hoạt động của các phân hủy yếm khí.

Kết quả nghiên cứu cho thấy pH dao động từ 6,2 - 6,9, các nghiệm thức tiền xử lý lục bình có pH thấp hơn so với 100% PH (Hình 1B) trong giai đoạn 10 ngày đầu, sau giai đoạn này pH có xu hướng tăng dần và ổn định trong khoảng 6,5 đến 7,0. Giai đoạn đầu quá trình phân hủy yếm khí là quá trình thủy phân các hợp chất cao phân tử sang các hợp chất hữu cơ đơn giản, trong đó có các a-xít

béo bay hơn. Sự tích lũy các a-xít này là nguyên nhân dẫn đến pH thấp trong thời gian đầu. pH là thông số quan trọng ảnh hưởng đến hoạt động của các vi sinh vật trong suốt quá trình phân hủy yếm khí. Giá trị pH tối ưu cho sự phát triển của vi sinh vật trong mẻ ủ yếm khí từ 6,6 - 7,6 (Gerardi, 2003). Tuy nhiên, pH thuận lợi cho quá trình ủ yếm khí từ 6,5 - 8,5 (Raja *et al.*, 2012). Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình tiền xử lý không làm thay đổi lớn pH của mẻ ủ, trong suốt quá trình thí nghiệm pH nằm trong khoảng thuận lợi cho sự hoạt động của vi sinh vật sinh khí mê-tan.

Hình 1C cho thấy điện thế oxy hóa khử của các mẻ ủ dao động từ -155 đến -289 mV trong suốt thời gian thí nghiệm. Trong khoảng 10 ngày đầu, tất cả các nghiệm thức đều có điện thế oxy hóa khử thấp nhất từ -256 đến -289 mV, không có sự khác biệt lớn giữa các nghiệm thức. Sau giai đoạn 10 ngày đầu, điện thế oxy hóa khử có xu hướng tăng dần và ổn định. Tất cả các nghiệm thức đều có điện thế oxy hóa khử mang giá trị âm trong suốt thời gian thí nghiệm. Điều này chứng tỏ quá trình khử giữ vai trò chủ đạo trong quá trình phân hủy yếm khí. Kết quả nghiên cứu cho thấy điện thế oxy hóa khử của các nghiệm thức không gây bất lợi cho quá trình sinh khí.

Độ kiềm của các nghiệm thức trong suốt thời gian thí nghiệm dao động trong khoảng từ 1,388 - 3,109 mgCaCO<sub>3</sub>/L. Trong khoảng thời gian 20 ngày đầu độ kiềm các nghiệm thức thấp hơn các giai đoạn còn lại, do thời gian đầu các hợp chất hữu cơ bị thủy phân và sinh a-xít làm pH giảm dẫn đến tính đệm của mẻ ủ giảm. Ở các giai đoạn tiếp theo do khí sinh học được hình thành, khí CO<sub>2</sub> phân ly trong dịch ủ hình thành ion HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> làm tăng độ kiềm cho các nghiệm thức. Độ kiềm thuận lợi cho quá trình ủ yếm khí dao động từ 1.000 - 5.000 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Ren and Wang, 2004). Nếu độ kiềm nằm ngoài dãy trên sẽ làm hạn chế hoặc kiềm hãm một số phản ứng trong quá trình sinh khí mê-tan. Độ kiềm nằm trong khoảng 2.500 - 5.000 mgCaCO<sub>3</sub>/L sẽ cung cấp khả năng đệm tốt cho quá trình sinh khí (Mahvi *et al.*, 2004). Như vậy, trong nghiên cứu này cho thấy độ kiềm của hỗn hợp mẻ ủ thuận lợi cho quá trình sinh khí.



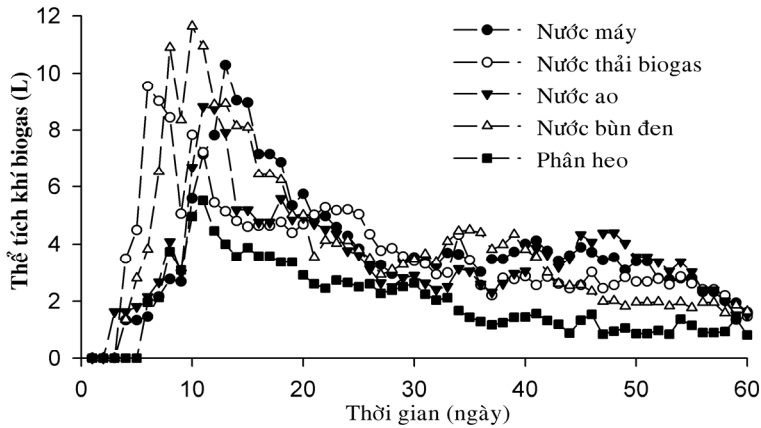
**Hình 1: Các yếu tố môi trường trong thời gian ủ**

Ghi chú: số liệu trình bày dạng TB±SD

### 3.2 Thử tích khí sinh học sinh ra hàng ngày

Kết quả đo đặc thể tích khí sinh học sinh ra hàng ngày của các nghiệm thức tập trung ở giai đoạn từ ngày 6 đến ngày 20 (Hình 2). Lượng khí sinh ra trong giai đoạn này (15 ngày) chiếm hơn 40% tổng lượng khí sinh ra trong cả quá trình ủ (60 ngày). Giá trị cao nhất của các nghiệm thức tiền xử lý bằng nước bùn đen, nước máy, nước thải biogas, nước ao và nghiệm thức 100% PH lần lượt là 11,6; 10,3; 9,5; 8,8 và 5,5 L.ngày<sup>-1</sup>. Kết quả cho thấy tiền xử lý lục bình bằng nước bùn đen và nước thải biogas trước khi nạp vào mẻ ủ đẩy nhanh quá trình phân hủy tạo khí sinh học của mẻ ủ. Đồng thời, lượng khí sinh ra trong ngày cũng cao hơn các nghiệm thức còn lại. Quá trình tiền xử lý đã làm mềm vật liệu, thủy phân giúp phá vỡ một phần lignocellulose, đồng thời bổ sung các vi sinh vật

yếm khí nên quá trình sinh khí diễn ra nhanh hơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy nghiệm thức 100% PH có lượng khí sinh ra hàng ngày giảm dần sau giai đoạn sinh khí cao, trong khi đó các nghiệm thức có phối trộn lục bình giảm chậm hơn. Lục bình khó phân hủy hơn so với phân heo, do đó lượng khí sinh ra hàng ngày ở các nghiệm thức có phối trộn thêm lục bình giảm chậm hơn. Kết quả nghiên cứu cũng ghi nhận hiện tượng nổi và tạo váng trên bề mặt mẻ ủ của lục bình dẫn đến việc hạn chế sự thoát khí và không nguyên liệu, các vi sinh vật không tiếp xúc và phân hủy vật liệu tốt hơn so với nguyên liệu hoàn toàn chìm trong nước. Nguyên liệu nổi trong quá trình ủ là một trong những điểm cần quan tâm khắc phục để có được khả năng phân hủy tốt hơn trong quá trình ủ yếm khí.

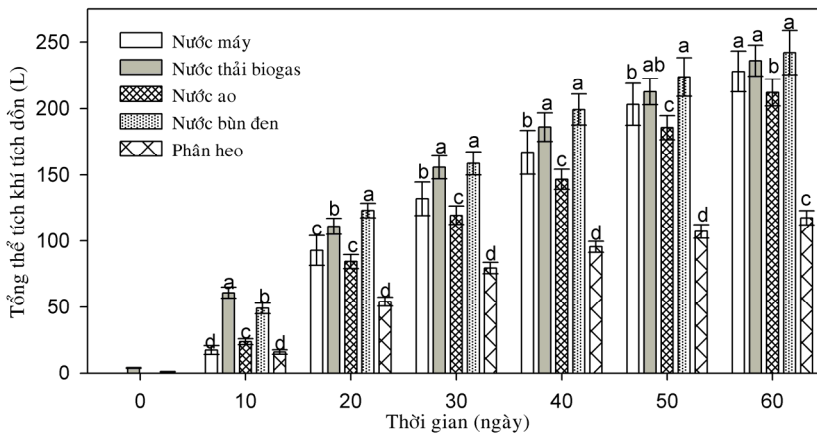


**Hình 2: Lượng khí biogas sinh ra hàng ngày của các nghiệm thức**

**3.3 Tổng thể tích khí sinh học tích dồn**

Kết quả nghiên cứu cho thấy tổng lượng khí tích dồn trong 60 ngày giữa các nghiệm thức dao động từ 117 – 242 L (Hình 3). Trong đó, tiền xử lý bằng nước bùn đen cho tổng thể tích khí cao nhất với 242 L, nghiệm thức ủ 100% phân heo cho thể tích sinh ra thấp nhất (117 L). Các nghiệm thức tiền xử lý bằng nước thải biogas, nước máy và nước ao có các giá trị lần lượt là 236, 228 và 211 L. Ở thời điểm 30 ngày, lượng khí tích dồn của các bình ủ tiền xử lý bằng bùn đen và nước thải từ hầm ủ biogas đang hoạt động là cao nhất, khác biệt so với các nghiệm thức khác ( $p < 0,05$ ). Kết quả thống kê tại thời điểm kết thúc thí nghiệm (60 ngày) cho thấy tổng thể tích khí tích dồn của nghiệm thức tiền

xử lý lục bình bằng nước thải biogas và nước bùn đen không khác biệt ( $p > 0,05$ ) nhưng các nghiệm thức này cao hơn so với tiền xử lý bằng nước máy, nước ao và 100% phân heo ( $p < 0,05$ ). Việc phối trộn lục bình với phân heo trong ủ yếm khí đã làm gia tăng thể tích khí sinh ra so với chỉ ủ một loại nguyên liệu là 100% PH ( $p < 0,05$ ). Ở giai đoạn đầu của quá trình ủ yếm khí, do mật độ vi sinh vật yếm khí hiện diện ở trong nước thải biogas và nước bùn đen cao hơn so với các loại dung dịch tiền xử lý khác nên tốc độ phân giải các chất hữu cơ diễn ra nhanh hơn so với các phương pháp tiền xử lý khác. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiền xử lý bằng bùn đen và nước thải biogas là hai phương pháp có thể lựa chọn cho tiền xử lý lục bình để sản xuất khí sinh học.



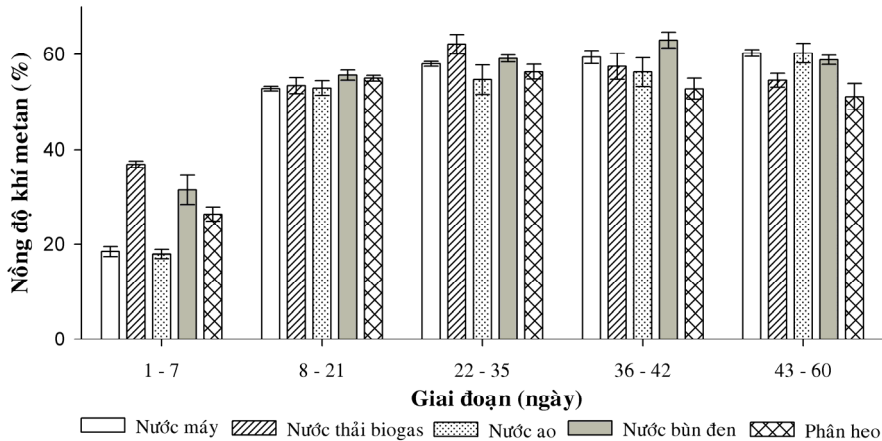
**Hình 3: Tổng thể tích khí biogas tích dồn trong 60 ngày**

Ghi chú: Thống kê thực hiện so sánh giữa các phương pháp tiền xử lý trong cùng một thời điểm, các cột có ít nhất một chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa

### 3.4 Nồng độ khí mê-tan

Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ khí mê-tan trong khoảng 7 ngày đầu của các nghiệm thức dao động từ 17 - 37%, trong đó nghiệm thức tiền xử lý bằng nước thải biogas và nước bùn đen cho nồng độ khí mê-tan cao nhất lần lượt là 37% và 31%. Tiền xử lý bằng nước ao và nước máy có

nồng độ khí mê-tan lần lượt là 18,4 và 17,9% thấp hơn nghiệm thức 100% PH (26,4%) (Hình 4). Trong khoảng 7 ngày đầu nồng độ khí mê-tan giữa các nghiệm thức biến động khá lớn (18 - 37%), sau giai đoạn này nồng độ khí mê-tan giữa các nghiệm thức tăng dần và ổn định trong khoảng từ 51 - 63% (Hình 4), không có sự biến động lớn về nồng độ khí mê-tan giữa các nghiệm thức.



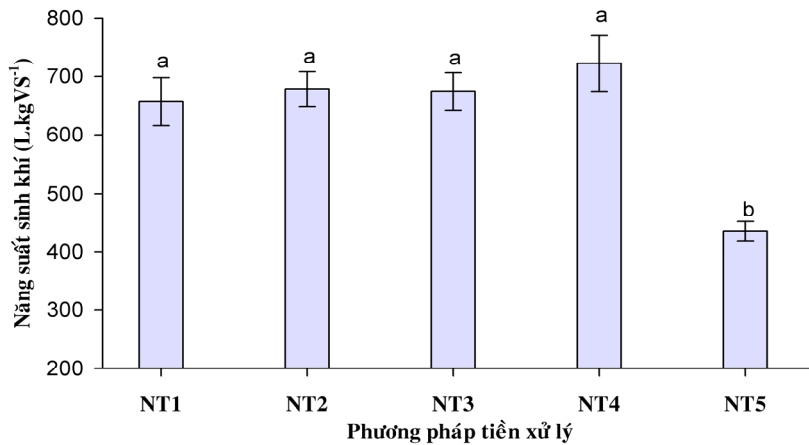
Hình 4: Nồng độ khí mê-tan ở các nghiệm thức

Ghi chú: số liệu trình bày dạng TB±SD

Giai đoạn đầu của quá trình ủ yếm khí là giai đoạn thủy phân và sinh a-xít nên thành phần khí trong giai đoạn này phần lớn là khí CO<sub>2</sub>. Ở giai đoạn sau, vi khuẩn sinh khí mê-tan sử dụng H<sub>2</sub> với CO<sub>2</sub>, gốc rượu và acetat sinh khí mê-tan dẫn đến nồng độ khí CO<sub>2</sub> giảm dần và nồng độ khí mê-tan tăng lên tương ứng (Zeikus, 1977). Nghiên cứu của Gunnarsson and Stuckey (1986) cho thấy nồng độ khí mê-tan trong quá trình ủ yếm khí có giá trị trung bình khoảng 60% và phụ thuộc vào từng loại nguyên liệu nạp. Đối với LB nồng độ khí mê-tan trung bình dao động từ 60 - 67% (Chanakya *et al.*, 1993; Moorhead and Nordstedt, 1993); lục bình được phối trộn với phân của các loại động vật có nồng độ khí mê-tan là 65% (Madamwar *et al.*, 1991). Như vậy, trong nghiên cứu này nồng độ khí mê-tan trong khí sinh học là tương đồng với các tác giả nghiên cứu trước đây.

### 3.5 Năng suất sinh khí

Kết quả nghiên cứu cho thấy năng suất sinh khí (NSSK) của các nghiệm thức dao động từ 436 - 723 L/kgVS phân hủy, trong đó TXL bằng nước bùn đen cho NSSK cao nhất 723 L/ kgVS phân hủy), nghiệm thức 100% PH cho NSSK thấp nhất 436 L/kg VS. Các nghiệm thức tiền xử lý lục bình bằng nước máy, nước thải biogas và nước ao lần lượt có NSSK là 657, 678 và 672 L/kg VS. Lục bình có NSSK trung bình dao động khá lớn từ 200 - 400 L/kgVS (Madamwar *et al.*, 1991; Moorhead and Nordstedt, 1993), đối với phân heo thì NSSK khoảng 230 - 620 L/kg VS (Lei *et al.*, 2010; Ngan, 2012); khi phối trộn 50% LB + 50% PH cho thấy NSSK là 650 L/kg VS (Ngan, 2012). Kết quả nghiên cứu trong thí nghiệm này phù hợp với các tác giả trên. Kết quả nghiên cứu còn cho thấy việc phối trộn lục bình với phân heo cải thiện rõ năng suất sinh khí của nguyên liệu.



**Hình 5: Năng suất sinh khí của các nghiệm thức**

Ghi chú: NT1: TXL nước máy; NT2: TXL nước thải biogas; NT3: TXL nước ao; NT4: TXL nước bùn đen; NT5: 100% phân heo; các số liệu trình bày dạng TB±SD

**3.6 Khả năng phân hủy nguyên liệu**

Bảng 4 cho thấy khả năng phân hủy của nguyên liệu đạt từ 54,7 - 64,7% sau 60 ngày ủ yếm khí. Trong đó nghiệm thức 100% PH có VS phân hủy cao nhất 64,7%, các nghiệm thức còn lại có mức phân hủy nguyên liệu từ 55 - 59%. Phân heo đã qua quá trình tiêu hóa của động vật nên có khả năng phân hủy cao hơn các nguyên liệu từ thực vật có hàm lượng xenlulo cao như lục bình. Ngoài ra,

hàm lượng lignin có trong cấu trúc thực vật có thể là một yếu tố giới hạn quá trình phân hủy làm ảnh hưởng đến quá trình phân hủy (Chanakya *et al.*,1993). Nghiên cứu của Ngan (2012) cho thấy khi phối trộn 50% LB và 50% PH thì lượng VS phân hủy lên tới 46,7% và nghiệm thức 100% PH là 44,4% trong 28 ngày. Kết quả của nghiên cứu này có mức phân hủy vật liệu cao hơn do có thời gian ủ dài hơn.

**Bảng 4: Lượng VS phân hủy (%) đối với các nghiệm thức**

Tiền xử lý	VS đầu vào (g)	VS đầu ra (g)	VS phân hủy (%)
Nước máy	765	347±10,58	54,7±4,38
Nước thải biogas	765	348±7,51	54,5±3,98
Nước ao	765	314±9,85	58,9±3,29
Nước bùn đen	765	335±12,53	56,2±5,64
100% phân heo	765	270±15,04	64,7±6,97

Ghi chú: các số liệu được trình bày ở dạng TB±SD

**4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT**

**4.1 Kết luận**

Lục bình được tiền xử lý bằng nước bùn đen và nước thải biogas giúp quá trình sinh khí diễn ra nhanh hơn so với các phương pháp tiền xử lý sinh học khác. Thể tích khí sinh ra tập trung vào giai đoạn từ 6 – 20 ngày. Sau giai đoạn này thì các nghiệm thức tiền xử lý lục bình cho khả năng sinh khí cao hơn so với phân heo. Tổng thể tích khí tích dồn giữa các nghiệm thức tiền xử lý bằng nước bùn đen, nước thải biogas và nước máy không khác biệt ( $p>0,05$ ) nhưng cao hơn so với tiền xử lý bằng nước ao và 100% PH. Năng suất sinh khí giữa các phương pháp tiền xử lý không khác biệt ( $p>0,05$ ) nhưng cao hơn 100% phân heo ( $p<0,05$ ). Nồng độ

khí mê-tan trong tuần đầu tiên thấp sau đó tăng dần, giữ ổn định trên 50% và không có sự biến động lớn giữa các nghiệm thức.

**4.2 Đề xuất**

Tiền xử lý lục bình bằng nước thải sau túi ủ biogas nước bùn đen là hai phương pháp có khả năng ứng dụng để tiền xử lý lục bình cho các túi ủ và hầm ủ biogas đang hoạt động. Trong điều kiện thiếu hụt về nguyên liệu nạp cho các túi ủ, hầm ủ thì có thể bổ sung lục bình để nâng cao năng suất sinh khí cho quá trình sản xuất khí sinh học. Cần nghiên cứu khắc phục hiện tượng nổi và tạo váng của lục bình trong mẻ ủ và nghiên cứu sử dụng bã thải sau quá trình ủ yếm khí như một nguồn phân hữu cơ.



## LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn tổ chức DANIDA (Danish International Development Agency) đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua Dự án SuBProM (Ref. No. 11-016AU).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Budiyano, I.N., Widiyasa, S. Johari. and Sunarso., 2010. The kinetic of biogas production rate from cattle manure in batch mode. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering* 3 (1): 39-44.
- Chanakya, H.N., S. Borgaonkar., G. Meena. and K.S. Jagadish, 1993. Solidphase biogas production with garbage or water hyacinth. *Bioresource Technology*. 46: 227-231.
- Chandra, R., H. Takeuchi. And T. Hasegawa, 2012. Hydrothermal pretreatment of rice straw biomass: a potential and promising method for enhanced methane production. *Journal of Applied Energy* 2012. 49: 129 – 140.
- Francesco, F. and B. Cinzia, 2009. Biogas production from different substrates in an experimental Continuously Stirred Tank Reactor anaerobic digester. *Bioresource Technology*. 100: 5783-5789.
- Gunnarsson, C.G. and D.C. Stuckey, 1986. *Anaerobic Digestion, Principles and Practice for Biogas Systems*. Integrated Resource Recovery Series 5. National Oceanic and Atmospheric Administration, US Department of Commerce. The World Bank.
- Lee, S. J., 2008. Relationship between Oxidation Reduction Potential (ORP) and Volatile Fatty Acid (VFA) Production in the Acid-Phase Anaerobic Digestion Process. Master thesis. The University of Canterbury New Zealand, New Zealand.
- Lei, Z., J. Chen, Z. Zhang. And N. Sugiura, 2010. Methane production from rice straw with acclimated anaerobic sludge: effect of phosphate supplementation. *Bioresource Technology* 2010, 101(12):4343-8.
- Madamwar, D., A. Patel. And V. Patel, 1991. Effects of various surfactants on anaerobic digestion of water hyacinth-cattle dung. *Bioresource Technology*. 37: 157–160.
- Mahvi, A. H., A. Maleki. and A. Eslami, 2004. Potential of rice husk and rice husk ash for phenol removal in aqueous systems. *American Journal of Applied Sciences* 2004;1(4): 321–6.
- Moorhead, K.K. and R.A. Nordstedt, 1993. Batch anaerobic digestion of water hyacinth: effects of particle size, plant nitrogen content, and inoculum volume. *Bioresource Technology* 44 (1): 71-76.
- Ngan, N.V.C., 2012. Promotion of Biogas Plant Application in the Mekong Delta of Vietnam. Dissertation, PhD thesis, Braunschweig University of Technology. Braunschweig – Germany.
- Nguyễn Văn Thu, 2010. Kết quả bước đầu khảo sát sử dụng các loại thực vật để sản xuất khí sinh học (Biogas). Kỹ yếu khoa học: Khép kín các quá trình tuần hoàn dinh dưỡng về chất cơ bản vô hại đến vệ sinh từ các hệ thống thủy lợi phi tập trung ở đồng bằng sông Mêkông (SANSED II). Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ (tháng 1/2010): 88-92.
- Nguyễn Võ Châu Ngân, Lê Hoàng Việt, Nguyễn Đắc Cử và Nguyễn Hữu Phong, 2011. So sánh khả năng sinh khí của mẻ ủ yếm khí bán liên tục với các nguyên liệu nạp khác nhau khi có và không có nấm *Trichoderma*. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ. 20: 21-38.
- Nguyễn Võ Châu Ngân, Nguyễn Trường Thành, Nguyễn Hữu Lộc, Nguyễn Trí Ngươn, Lê Ngọc Phúc và Nguyễn Trương Nhật Tân, 2012. Khả năng sử dụng lục bình và rom làm nguyên liệu nạp bổ sung cho hầm ủ biogas. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ. 22a: 213-221.
- Raja, S.A., C.L.R. Lee. and I.J. Chem, 2012. Biomethanation of water hyacinth using additives under forced mixing in a bio reactor. 2: 15 – 28.
- Ren, N.Q. and A.J. Wang., 2004. *The Method and Technology of Anaerobic Digestion*. Chemical industry Press, page no 30–31.
- Zeikus, J. G, 1977. The biology of methanogenic bacteria. *Journal of Bacteriological Reviews* 41 (2): 514-41.