

SỬ DỤNG ROM LÀM NGUYÊN LIỆU BỔ SUNG NÂNG CAO NĂNG SUẤT SẢN XUẤT KHÍ SINH HỌC

Trần Sỹ Nam¹, Võ Thị Vịnh¹, Nguyễn Hữu Chiếm¹
Nguyễn Võ Châu Ngân¹, Lê Hoàng Việt¹, Kjeld Ingvorsen²

TÓM TẮT

Nghiên cứu "Sử dụng rom làm nguyên liệu bổ sung nâng cao năng suất sản xuất khí sinh học" được thực hiện theo phương pháp ủ yếm khí theo mẻ trong điều kiện phòng thí nghiệm. Các tỉ lệ phối trộn giữa rom với phân heo được lựa chọn gồm 100% phân heo, 20% rom+80% phân heo, 40% rom+60% phân heo, 50% rom+50% phân heo, 60% rom+40% phân heo, 80% rom+20% phân heo và 100% rom. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với bình ủ yếm khí theo mẻ thể tích 21 L, mỗi nghiệm thức được bố trí 5 lần lặp lại và theo dõi trong 60 ngày. Kết quả nghiên cứu cho thấy rom lúa phối trộn phân heo làm tăng hiệu quả sinh biogas. Trong đó nghiệm thức phối trộn rom:phân heo ở tỉ lệ 50:50 và 60:40 cho năng suất sinh khí cao nhất, tương ứng là 846,6 và 841,8 L/Kg VS_{phân heo}, không khác biệt so với các tỉ lệ phối trộn khác nhưng khác biệt so với nghiệm thức 100% rom và 100% phân heo ($P < 0,05$). Sự phối trộn rom không ảnh hưởng lớn đến các yếu tố môi trường của mẻ ủ như nhiệt độ, pH, độ kiềm và điện thế oxy hóa khử; bên cạnh đó làm tăng tỷ lệ khí metan trong hỗn hợp khí sinh ra. Hàm lượng ni tơ tổng số (TN) và photpho tổng số (TP) trong bã thải của mẻ ủ rất cao, có khả năng sử dụng như nguồn phân hữu cơ cho cây trồng. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy việc bổ sung rom cho túi ủ/hầm ủ biogas đang hoạt động, hoàn toàn có khả năng cải thiện hiệu suất sinh khí của các túi ủ và hầm ủ.

Từ khóa: Biogas, phân heo, rom, tỉ lệ phối trộn, ủ yếm khí theo mẻ.

1. GIỚI THIỆU

Công nghệ sản xuất khí sinh học (biogas) đã được xác định không chỉ là một biện pháp xử lý an toàn chất thải chăn nuôi, hạn chế gây ô nhiễm môi trường mà còn tạo ra năng lượng giúp cho quá trình sinh hoạt của người dân ở vùng nông thôn được thuận lợi hơn như: nấu ăn, thắp sáng, chạy máy phát điện,... (Nguyễn Đức Lượng và Nguyễn Thị Thùy Dương, 2003b; Nguyễn Quang Khải và Nguyễn Gia Lượng, 2010; Lê Hoàng Việt, 2005). Bên cạnh đó, lượng nước thải của hầm ủ còn giúp người dân trồng rau, nuôi cá trong mô hình canh tác khép kín Vườn - Ao - Chuồng - Biogas (V-A-C-B) (Nguyễn Hữu Chiếm, 2012). Tuy nhiên, chăn nuôi heo ở vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) chủ yếu ở quy mô hộ gia đình nhỏ lẻ và thường có thói quen giảm số lượng heo hoặc ngừng nuôi nếu gặp rủi ro về dịch bệnh, giá cả. Điều này dẫn đến việc thiếu hụt hoặc không có nguồn nguyên liệu cung cấp cho hầm ủ biogas, làm ảnh hưởng đến hiệu suất hoạt động và hiệu quả kinh tế của hầm ủ nói riêng và cả mô hình V-A-C-B

nói chung. Vì thế, việc tìm nguồn nguyên liệu thay thế hoặc có thể phối trộn với phân heo nạp vào hầm ủ là rất cần thiết, giúp cho mô hình V-A-C-B ổn định, nâng cao hiệu quả kinh tế và môi trường. Theo các nghiên cứu của Kivaisi & Mtila (1998), Nguyễn Văn Thu (2010) và Nguyễn Võ Châu Ngân và *ctv.* (2012) rom lúa có khả năng sản xuất khí sinh học. Ở ĐBSCL, lượng rom lúa hàng năm ước tính có thể lên đến gần 30 triệu tấn, đồng thời tập quán đốt rom rạ trực tiếp trên đồng ruộng sau khi thu hoạch lúa của người dân sẽ phát thải một lượng lớn các khí CO₂, CH₄, N₂O, CO, SO_x, SO₂... Theo ước tính, khi đốt một tấn rom sẽ thải ra 1.067 kg CO₂ và 12,6 kg NO (Ngô Thị Thanh Trúc, 2005). Cho đến nay, các nghiên cứu về tỉ lệ phối trộn giữa rom và phân heo trong ủ yếm khí theo mẻ tạo khí sinh học vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ ở ĐBSCL. Do đó, nghiên cứu "Sử dụng rom làm nguyên liệu bổ sung nâng cao năng suất khí sinh học" được thực hiện với mục tiêu xác định tỉ lệ phối trộn thích hợp giữa rom và phân heo làm tăng khả năng sinh khí sinh học của mẻ ủ, từ đó góp phần duy trì hoạt động của các túi ủ/hầm ủ trong thực tế khi thiếu hụt nguyên liệu nạp; ngoài ra, bã thải sau khi ủ yếm khí còn giữ lại hầu hết các

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Department of Bioscience, Aarhus University, Denmark

chất dinh dưỡng chủ yếu như N, P có thể sử dụng như nguồn phân hữu cơ cho cây trồng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIỆM CỨU

2.1. Chuẩn bị vật liệu thí nghiệm

Rom sử dụng trong thí nghiệm được thu từ nông hộ trồng lúa Huỳnh Văn Ba, ấp Đồng Hưng 2, xã Đồng Thành, huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long (giống lúa IR50404). Rom đem về phơi khô, sau đó cắt thành đoạn ngắn có kích thước kích cỡ $9,2 \pm 0,8$ cm (trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, $n = 100$), trộn đều để tạo mẫu đồng nhất.

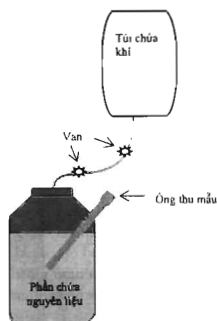
Phân heo trong thí nghiệm được thu từ trang trại nuôi heo của nông hộ Huỳnh Kim Nhân (ấp Phú Lợi, xã Tân Phú Thạnh, huyện Châu Thành, tỉnh Hậu Giang). Phân heo thu gom về được phơi trong mát (tránh ánh nắng trực tiếp), sau đó nghiền nhỏ để đồng nhất mẫu trước khi bố trí thí nghiệm.

Bảng 1: Hàm lượng cacbon, nitơ và chất rắn bay hơi của nguyên liệu nạp

Vật liệu nghiên cứu	% C	% N	C/N	VS/TS (%)
Rom	48,03	0,85	56,5	82,8
Phân heo	36,65	1,54	23,8	63,2

Ghi chú: - VS: chất rắn bay hơi; TS: hàm lượng tổng chất rắn

2.2. Bố trí thí nghiệm



Hình 1: Mô hình bộ bình ủ yếm khí theo mẻ

Thí nghiệm được bố trí trong bộ bình ủ yếm khí 21 L được làm bằng bình nhựa. Trên nắp mỗi bình

khoan lỗ để bố trí ống nhựa dẫn khí sinh ra chứa vào một túi nhôm chứa khí. Toàn bộ hệ thống được thiết kế với các đệm cao su để đảm bảo hệ thống hoàn toàn kín khí. Trên thân bình ủ được thiết kế một ống nhựa dùng để đo đạc các thông số môi trường (nhiệt độ, pH, độ kiềm, điện thế oxy hóa khử) hàng ngày của mẻ ủ. Các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 lần lặp lại. Lượng nguyên liệu nạp tính toán dựa trên hàm lượng tổng chất rắn bay hơi (VS), hàm lượng tổng chất rắn bay hơi được bố trí cho mỗi bình là 765 g (hàm lượng chất rắn bay hơi chiếm tỷ lệ 4,5% trong dịch ủ). Để tránh tình trạng lượng khí sinh ra đẩy nước lên cao làm nghẹt ống dẫn khí hoặc đẩy nước vào túi chứa khí, thí nghiệm chỉ nạp 17 L hỗn hợp ủ, 4 L mặt thoáng còn lại để chứa khí sinh ra.

Bảng 2: Các nghiệm thức bố trí trong thí nghiệm

Nghiệm thức	Tỉ lệ phối trộn (% rom : % phân heo)	Khối lượng VS cần nạp (g)	
		Rom	Phân heo
1	0 : 100	0	765
2	20 : 80	153	612
3	40 : 60	306	459
4	50 : 50	382,5	382,5
5	60 : 40	459	306
6	80 : 20	612	153
7	100 : 0	765	0

Sau khi phối trộn, nước máy đã được khử clo được thêm vào đến thể tích 17 L. Hỗn hợp được để yên hai ngày để mẻ ủ được yếm khí hoàn toàn, sau đó thêm 200 mL nước từ túi ủ biogas đang hoạt động để tạo nguồn vi sinh vật ban đầu vào mỗi bình. Trong suốt quá trình thí nghiệm các bình ủ được đậy kín bằng dùng bọc ni lông màu đen nhằm tránh ánh sáng trực tiếp và các hoạt động quang hợp tạo oxy có thể xảy ra bên trong bình ủ. Mô hình mẻ ủ thí nghiệm được thể hiện ở hình 1.

2.3. Phương pháp tính toán và xử lý số liệu

2.3.1. Phương pháp tính toán

Năng suất sinh khí được tính dựa trên công thức:

$$H = V / (VS_{bd} - VS_a)$$

Trong đó:

+ H: Năng suất sinh khí (L/g).

+ V: tổng lượng khí sinh ra (L).

+ VS_{bd} : lượng chất rắn bay hơi ở thời điểm ban đầu (g).

+ VS_{10} : lượng chất rắn bay hơi ở thời điểm kết thúc thí nghiệm (g).

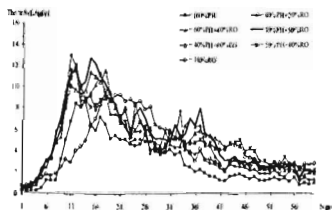
2.3.2. Phương pháp xử lý số liệu

Các thông số (nhiệt độ, pH, độ oxy hóa khử, độ kiềm, tổng lượng khí biogas tích dồn và năng suất sinh khí, TKN (tổng khi ni tơ), TP (tổng phốt pho), COD) được xử lý thống kê mô tả và kiểm định Duncan với độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến khí sinh ra hàng ngày

Lượng biogas sinh ra hàng ngày của các nghiệm thức được thể hiện trong hình 2 cho thấy trong 10 ngày đầu biogas sinh ra ở tất cả các nghiệm thức rất thấp. Do trong thời gian đầu của quá trình ủ chủ yếu xảy ra quá trình thủy phân và sinh axit (Chanra *et al.*, 2012) nên quá trình sinh khí diễn ra chậm, điều này phù hợp với giá trị pH của các nghiệm thức, trong thời gian đầu pH thấp hơn so với các giai đoạn tiếp theo (Bảng 5). Ở tất cả các nghiệm thức đều có xu hướng sinh khí tăng và đạt cực đại trong giai đoạn từ ngày 10 đến ngày 20, tuy nhiên, nghiệm thức 100% rom và 100% phân heo sinh khí chậm hơn so với các nghiệm thức khác. Đây có thể là do ở nghiệm thức 100% phân heo nguyên liệu không được tiến xử lý trước 5 ngày nên mức ủ cần thời gian để VSV thích nghi và phân hủy; tuy nhiên đối với nghiệm thức 100% rom mặc dù nguyên liệu được tiến xử lý trước 5 ngày nhưng thành phần linhinoxenulaza trong rom chiếm tỉ lệ rất cao (khoảng 37,4%), đây là thành phần rất khó phân hủy trong rom (Ponnamperuma, 1984) vì thế nghiệm thức có thời gian sinh khí chậm hơn với thời gian sinh khí cao nhất từ ngày 18 đến ngày 27 của thí nghiệm.



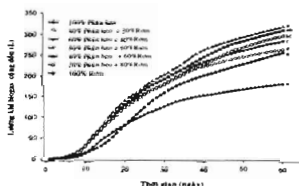
Hình 2: Diễn biến khí sinh ra hàng ngày của các nghiệm thức

Ghi chú: PH: phân heo; RO: rom

Sau thời gian sinh khí cực đại, biogas sinh ra của các nghiệm thức có xu hướng giảm dần (Hình 2). Tuy nhiên, đối với các nghiệm thức có phối trộn giữa rom và phân heo biogas sinh ra có sự tăng trở lại từ ngày 32 đến ngày 37 sau đó giảm dần. Điều này có thể do các nghiệm thức này chứa 2 loại vật liệu là phân heo và rom có mức độ phân hủy khác nhau, trong đó phân heo dễ phân hủy hơn so với vật liệu có nguồn gốc thực vật. Phân động vật đã được phân hủy một phần bởi các enzyme có trong hệ tiêu hóa của động vật đồng thời cũng có sẵn một lượng lớn vi sinh vật cho quá trình phân hủy diễn ra nhanh hơn (Nguyễn Quang Khải, 2001).

Nhìn chung, kết quả thí nghiệm cho thấy nếu sử dụng rom phối trộn với phân heo trong quá trình ủ yếm khí theo mẻ thì cần thời gian phân hủy lâu hơn so với chỉ sử dụng một loại vật liệu ủ yếm khí là phân heo. Tuy nhiên, các nghiệm thức có sự phối trộn giữa phân heo và rom có lượng khí biogas sinh ra cao và duy trì ổn định trong thời gian dài hơn so với các nghiệm thức 100% phân heo.

3.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ phối trộn rom và phân heo đến lượng sinh khí biogas tích dồn



Hình 3: Lượng khí biogas tích dồn của các nghiệm thức với các tỉ lệ phối trộn khác nhau

Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng khí biogas tích dồn trong 60 ngày của nghiệm thức phối trộn 50% rom và 50% phân heo có tổng lượng khí tích dồn cao nhất (320 L), khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức 20% rom + 80% phân heo (265 L), 40% rom + 60% phân heo (285 L), 80% rom + 20% phân heo (298 L), 100% phân heo (184 L) và 100% rom (259 L) (Hình 3) nhưng không khác biệt ($P > 0,05$) với nghiệm thức 60% rom + 40% phân heo (311 L). Hai nghiệm thức 100% phân heo và 100% rom có kết quả tổng lượng khí tích dồn đến ngày 60 thấp hơn ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức có sự phối trộn giữa hai loại vật liệu này. Kết quả phân tích cho

thấy khi tỷ lệ phối trộn của rơm gia tăng từ 20% đến 60%, khả năng sinh khí của hỗn hợp mùn tăng dần từ 265 L lên 320 L khí biogas. Tuy nhiên, khi tỷ lệ phối trộn của rơm lớn hơn 60% thì tổng lượng khí tích dồn giảm.

Nghiệm thức 100% phân heo và 100% rơm cho kết quả tổng lượng khí tích dồn thấp nhất so với các nghiệm thức còn lại với các giá trị lần lượt là 184 L và 259 L. Nhìn chung, sự phối trộn rơm với phân heo ở các tỷ lệ khác nhau đều cải thiện khả năng sinh khí so với các nghiệm thức sử dụng một loại vật liệu, trong đó nghiệm thức có sự phối trộn 50% rơm và 60% rơm cho kết quả tốt nhất so với các tỷ lệ phối trộn khác.

Tỷ lệ C/N tối ưu cho quá trình phân hủy yếm khí là từ 20/1 đến 30/1 (RISE-AT, 1998; Fabien, 2003). Khi tỷ số C/N cao hơn 30/1 sẽ làm chậm quá trình phân hủy, vì sinh vật sẽ tiêu thụ nhanh chóng nitơ dẫn tới hiện tượng thiếu nitơ gây ảnh hưởng đến vi khuẩn sinh methane và kết quả là lượng khí sinh ra thấp, ngược lại thấp hơn 15/1-10/1 sẽ dẫn đến thất thoát đạm dưới dạng amoni (Richard *et al.*, 1991). Kết quả phân tích cho thấy tỷ lệ C/N đầu vào của các nghiệm thức phối trộn 50% và 60% rơm có giá trị lần lượt là 32,1 và 34,7 cao hơn tỷ lệ C/N tối ưu cho quá

trình ủ yếm khí. Tuy nhiên, sự tiêu hao nhanh chóng các bon trong quá trình sinh khí (CH_4 và CO_2) do các vi khuẩn sử dụng các bon nhanh hơn sử dụng đạm 25-30 lần (Bardiya và Gaur, 1997; Malik *et al.*, 1990), có khả năng làm giảm tỷ lệ C/N dần về tỷ lệ phù hợp nên các nghiệm thức phối trộn 50% rơm và 60% rơm có tổng lượng khí tích dồn cao nhất.

3.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ phối trộn lên nồng độ khí methane

Kết quả nghiên cứu được trình bày trong bảng 3 cho thấy nồng độ khí methane ở tất cả các nghiệm thức thấp nhất trong giai đoạn 10 ngày đầu của thí nghiệm trung bình dao động 13,1 – 18,2%. Nồng độ khí methane của các nghiệm thức có xu hướng tăng dần và ổn định ở mức cao từ ngày thứ 11 đến ngày thứ 45, trung bình dao động 44,9 – 59,0%, trong giai đoạn từ ngày thứ 46 đến 60 nồng độ khí methane có sự giảm nhẹ ở các nghiệm thức trung bình dao động 41,8 – 53,6%, điều này có thể là do lượng chất hữu cơ trong mùn giảm, không còn nguồn nguyên liệu để vi sinh vật thủy phân và axit hóa để làm nguồn thức ăn cho vi khuẩn methane sử dụng, lượng khí sinh ra hàng ngày cũng giảm rất rõ so với lượng khí sinh ra ở giai đoạn đầu (Hình 2).

Bảng 3: Nồng độ khí methane (%) ở các nghiệm thức

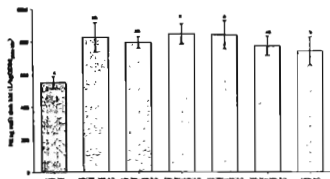
Nghiệm thức (% rơm : % phân heo)	Ngày				
	1-10	11-20	21-30	31-45	46-60
0 : 100	13,1±14,5 ^{ns}	54,1±1,2 ^a	59,0±1,9 ^a	47,4±5,3 ^b	41,8±4,1 ^d
20 : 80	21,7±18,7 ^{ns}	55,0±1,0 ^a	57,7±5,3 ^a	48,8±4,0 ^b	43,2±3,0 ^d
40 : 60	17,7±15,7 ^{ns}	54,1±2,3 ^a	53,9±2,9 ^b	53,2±4,5 ^a	43,6±2,1 ^d
50 : 50	18,1±15,3 ^{ns}	54,5±1,0 ^a	54,1±2,5 ^b	54,9±3,0 ^a	45,1±2,7 ^{bc}
60 : 40	18,2±14,4 ^{ns}	52,7±1,9 ^a	52,6±3,1 ^b	53,9±4,1 ^a	47,6±4,9 ^b
80 : 20	18,5±15,1 ^{ns}	54,3±0,8 ^a	53,3±3,8 ^b	50,3±4,4 ^b	53,6±5,9 ^a
100 : 0	15,2±11,6 ^{ns}	48,1±1,9 ^b	54,0±3,4 ^b	44,9±1,5 ^c	47,6±2,4 ^b

Ghi chú: Số liệu được trình bày ở dạng trung bình ± độ lệch chuẩn; trong cùng một cột, các giá trị có ký hiệu chữ cái khác nhau (a, b, c, d) thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (Kiểm định Duncan, mức ý nghĩa 5%); ns khác biệt

Nhìn chung, các nghiệm thức phối trộn 40% rơm + 60% phân heo, 50% rơm + 50% phân heo và 60% rơm + 40% phân heo có % CH_4 cao hơn so với các nghiệm thức còn lại. Nồng độ khí methane của các nghiệm thức trong giai đoạn đầu thấp, sau đó tăng dần và ổn định, từ ngày thứ 11 đến ngày 60 nồng độ khí methane của các nghiệm thức đều lớn hơn 45%, có thể sử dụng cho đun nấu.

3.4. Năng suất sinh khí

Năng suất sinh khí của các nghiệm thức dao động trong khoảng 549 – 851 L/kg VS_{phân hủy}, trong đó năng suất sinh khí thấp nhất ở nghiệm thức 100% phân heo 549 L/kg VS_{phân hủy} và nghiệm thức 100% rơm 748 L/kg VS_{phân hủy}. Các nghiệm thức phối trộn rơm theo tỷ lệ 20%, 40%, 50%, 60%, 80% có năng suất sinh khí lần lượt là 825, 796, 851, 848, 780 L/kg VS_{phân hủy} (Hình 4).



Hình 4: Năng suất sinh khí của các nghiệm thức

Ghi chú: PH: Phân heo; RO: Rơm; trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn; các cột có cùng ít nhất một ký tự (a, b, c) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (kiểm định Duncan, mức ý nghĩa 5%).

Kết quả phân tích thống kê cho thấy rơm phối trộn với phân heo ở tỉ lệ 50% và 60% cho năng suất sinh khí cao nhất, không khác biệt so với các tỉ lệ phối trộn khác nhưng khác biệt so với nghiệm thức 100% rơm và 100% phân heo ($P < 0,05$). Năng suất sinh khí trong nghiên cứu này khá tương đồng với kết quả

nghiên cứu của Sharma *et al.* (1988) (năng suất sinh khí của rơm dao động 347367 L CH_4/kgVS) và Hejnfelt và Angelidaki (2009) (năng suất sinh khí của phân heo 230 620 L CH_4/kgVS). Các nghiên cứu về năng suất sinh khí của rơm, phân heo cho thấy năng suất sinh khí giữa các loại vật liệu này dao động khá lớn. Kết quả nghiên cứu cho thấy phối trộn giữa hai loại vật liệu (rơm, phân heo) làm tăng năng suất sinh khí hơn từng vật liệu riêng lẻ.

3.5. Các thông số môi trường của mẻ ủ

3.5.1. Nhiệt độ

Nhiệt độ của các nghiệm thức rơm phối trộn với phân heo trong suốt quá trình thí nghiệm dao động trong khoảng 29,1 - 31,3°C (Bảng 4). Kết quả so sánh nhiệt độ giữa các nghiệm thức cho thấy không có sự khác biệt ($P > 0,05$) ngoại trừ giai đoạn từ ngày 11 đến ngày 20. Nhiệt độ mẻ ủ giữa các nghiệm thức chênh lệch với nhau không lớn và ở cùng thời điểm, nhiệt độ giữa các nghiệm thức không chênh lệch quá 0,5°C

Bảng 4: Nhiệt độ của các nghiệm thức trong 60 ngày thí nghiệm

Nghiệm thức (%rơm : % phân heo)	Giai đoạn (ngày)				
	1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 45	46 - 60
0 : 100	29,4 $\pm$ 0,3	30,2 $\pm$ 0,4	29,6 $\pm$ 2,4	27,7 $\pm$ 1,5	30,5 $\pm$ 0,6
20 : 80	29,4 $\pm$ 0,5	30,3 $\pm$ 0,4	29,8 $\pm$ 2,4	28,2 $\pm$ 1,8	30,7 $\pm$ 0,5
40 : 60	29,5 $\pm$ 0,4	30,6 $\pm$ 0,3	29,8 $\pm$ 2,4	28,3 $\pm$ 2,0	30,7 $\pm$ 0,6
50 : 50	29,4 $\pm$ 0,4	30,6 $\pm$ 0,3	29,7 $\pm$ 2,5	28,4 $\pm$ 1,9	30,7 $\pm$ 0,7
60 : 40	29,4 $\pm$ 0,3	30,3 $\pm$ 0,3	29,6 $\pm$ 2,4	28,0 $\pm$ 1,8	30,5 $\pm$ 0,7
80 : 20	29,2 $\pm$ 0,3	30,4 $\pm$ 0,3	29,7 $\pm$ 2,4	28,1 $\pm$ 1,9	30,6 $\pm$ 0,5
100 : 0	29,1 $\pm$ 0,2	30,1 $\pm$ 0,4	29,6 $\pm$ 2,4	27,9 $\pm$ 1,9	30,4 $\pm$ 0,6

Ghi chú: Số liệu được trình bày ở dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn

Tóm lại, nhiệt độ của các mẻ ủ trong quá trình thí nghiệm đều nằm trong khoảng nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật ưa ấm dao động 25 - 40°C (Lê Hoàng Việt, 2005).

3.5.2. pH

pH của các nghiệm thức rơm phối trộn phân heo theo các tỉ lệ khác nhau dao động 5,87,1. Các nghiệm thức có tỉ lệ rơm phối trộn với phân heo tăng dần thì pH của mẻ ủ có xu hướng giảm dần; cụ thể nghiệm thức 100% phân heo, 20% rơm+80% phân heo, 40% rơm+60% phân heo, 50% rơm+50% phân heo, 60% rơm+40% phân heo, 80% rơm+20% phân heo và 100% rơm tương ứng với các giá trị pH lần lượt là 6,5, 6,4, 6,5, 6,3, 6,3, 6,2 và 5,9 (Bảng 5). Kết quả phân

tích thống kê cho thấy các nghiệm thức phối trộn có pH khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức 100% rơm ($P < 0,05$).

pH là một trong các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình ủ yếm khí theo mẻ, pH tối ưu cho sự phát triển của vi khuẩn sinh khí mêtan dao động 6,87,2 (Mosey và Fernvaes, 1989); theo Chandra *et al.* (2012) khoảng pH rộng hơn 6,2 - 8,5. Nếu pH của môi trường nằm ngoài khoảng pH trên thì sẽ hạn chế sự phát triển của nhóm vi khuẩn sinh khí mêtan dẫn đến năng suất sinh khí mêtan giảm. Như vậy, pH của các nghiệm thức hầu hết đều nằm trong khoảng tối ưu cho sự hoạt động của các vi sinh vật sinh khí mêtan, ngoại trừ nghiệm thức 100% rơm ở giai đoạn đầu pH thấp và không phù hợp cho sự

phát triển của các VSV trong mẻ ủ yếm khí. Vì vậy, khi thực hiện ủ yếm khí theo mẻ với nguyên liệu ủ cần theo dõi pH và điều chỉnh về ngưỡng phù hợp 100% rơm.

Bảng 5: pH của các nghiệm thức

Nghiệm thức (%rơm : %phân heo)	Giai đoạn (ngày)				
	1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 45	46 - 60
0 : 100	6,5±0,3	6,8±0,2	6,9±0,2	6,9±0,4	7,1±0,4
20 : 80	6,4±0,3	6,8±0,2	7,0±0,1	7,1±0,2	7,1±0,3
40 : 60	6,5±0,2	6,7±0,3	6,8±0,2	7,1±0,2	7,0±0,4
50 : 50	6,3±0,3	6,6±0,3	6,8±0,2	7,1±0,2	7,0±0,3
60 : 40	6,3±0,3	6,5±0,3	6,7±0,1	6,9±0,2	7,0±0,4
80 : 20	6,2±0,3	6,3±0,5	6,6±0,1	6,7±0,2	7,0±0,4
100 : 0	5,9±0,7	5,8±0,4	6,5±0,2	6,5±0,1	6,6±0,4

Ghi chú: Số liệu được trình bày ở dạng trung bình±độ lệch chuẩn

3.5.3. Độ kiềm

Kết quả phân tích độ kiềm của mẻ ủ cho thấy độ kiềm dao động 1170 - 4423 mg CaCO₃/L (Bảng 6). Độ kiềm của mẻ ủ thấp ở giai đoạn đầu, sau đó có xu hướng tăng dần ở các giai đoạn tiếp theo. Quá trình

thủy phân và sinh axit trong giai đoạn đầu làm cho pH thấp, độ kiềm thấp. Ở các giai đoạn tiếp theo quá trình thủy phân và sinh axit giảm, quá trình sinh khí mêtan là chủ đạo, giá trị pH của mẻ ủ tăng dần và độ kiềm cũng tăng lên.

Bảng 6: Độ kiềm (mg CaCO₃/L) của các nghiệm thức

Nghiệm thức (%rơm : % phân heo)	Giai đoạn (ngày)				
	1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 45	46 - 60
0 : 100	1185±13	2377±25	2823±49	2433±126	2842±95
20 : 80	1678±10	2798±65	2370±72	2123±28	2933±15
40 : 60	1898±23	2600±50	2446±42	2107±21	2873±15
50 : 50	1760±10	2438±13	2040±69	2142±220	4423±25
60 : 40	1737±20	2130±30	2247±21	2128±100	2500±10
80 : 20	1700±10	1763±20	1940±44	2215±40	2237±12
100 : 0	1170±18	1430±20	1447±31	1520±18	1345±18

Ghi chú: Số liệu được trình bày ở dạng trung bình±độ lệch chuẩn

Nhìn chung, một số nghiệm thức có độ kiềm quá trình ủ yếm khí, dao động trong khoảng 1000 - 5000 mg CaCO₃/L (Ren và Wang, 2004).
 thấp hơn độ kiềm tối ưu nhưng vẫn nằm trong khoảng thuận lợi và cung cấp khả năng đệm tốt cho

3.5.4. Điện thế oxy hóa khử

Bảng 7: Độ oxy hóa khử (mV) của các nghiệm thức

Nghiệm thức (%rơm : % phân heo)	Giai đoạn (ngày)				
	1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 45	46 - 60
0 : 100	-261,4±46,1	-205,7±15,8	-177,7±30,3	-136,5±10,1	-133,6±12,3
20 : 80	-270,0±37,6	-239,8±33,0	-206,9±46,1	-151,8±14,0	-154,0±26,8
40 : 60	-292,4±36,6	-255,2±24,4	-225,8±42,4	-164,7±13,2	-166,4±16,2
50 : 50	-294,0±38,8	-247,5±20,9	-187,1±34,0	-167,4±15,	-151,9±19,2
60 : 40	-308,9±35,7	-271,0±31,2	-217,5±39,9	-160,7±24,2	-142,5±29,8
80 : 20	-303,1±41,6	-266,3±43,9	-142,5±12,9	-116,4±15,6	-112,9±26,9
100 : 0	-312,5±39,2	-268,4±36,9	-205,2±79,6	-107,9±19,8	-113,6±17,9

Ghi chú: Số liệu được trình bày ở dạng trung bình±độ lệch chuẩn

Kết quả được thể hiện trong bảng 7 cho thấy điện thế oxy hóa khử của các nghiệm thức dao động trong khoảng -313 mV đến -108 mV. Càng về cuối quá trình ủ, điện thế oxy hóa khử có xu hướng tăng cao hơn (-166 mV đến -112 mV) so với khi bắt đầu thí nghiệm (-312 mV đến -216 mV).

Các vi sinh vật yếm khí tùy nghi tiêu thụ oxy hóa tan trong nước và là nguyên nhân giảm điện thế oxy hóa khử (Gerardi, 2003). Điện thế oxy hóa khử càng âm cho thấy môi trường trong mẻ ủ là trạng thái khử càng cao, quá trình khử sẽ thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật sinh khí mêtan. Điện thế oxy hóa khử thấp nhất trong giai đoạn 20 ngày đầu cho thấy quá trình khử xảy ra mạnh trong giai đoạn này, sau đó

tăng lên và giữ ổn định trong khoảng -200 mV đến -100 mV. Trong thí nghiệm điện thế oxy hóa khử của mẻ ủ luôn âm, đây là yếu tố thuận lợi cho vi sinh vật sinh khí mêtan hoạt động.

3.6. Hàm lượng tổng đạm, tổng lân, COD đầu vào và đầu ra mẻ ủ

Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị COD đầu ra của các nghiệm thức (8,4 - 18,6 g/L) giảm đáng kể so với đầu vào (11,2 - 56,5 g/L), bên cạnh đó thì hàm lượng tổng đạm và tổng lân còn tương đối cao, tương ứng là 410 - 1244 mg/L, 81 - 971 mg/L; ngoài ra kết quả còn cho thấy, các nghiệm thức phối trộn có tỷ lệ rom càng cao thì hàm lượng tổng nitơ và tổng lân có xu hướng càng giảm (Bảng 8).

Bảng 8: Hàm lượng tổng đạm, tổng lân, COD đầu vào và đầu ra mẻ ủ của các nghiệm thức

Nghiệm thức (% rom : % phân heo)	Tổng đạm (mg/L)		Tổng lân (mg/L)		COD (g/L)	
	Đầu vào	Đầu ra	Đầu vào	Đầu ra	Đầu vào	Đầu ra
0 : 100	485±11	410±20	107±4	81 ±6	36,0±0,7	17,0±1,4
20 : 80	762±19	571±16	315±9	283±21	56,5±1,5	17,4±0,9
40 : 60	1021±27	886±14	640±25	394±35	28,6±4,3	15,0±1,5
50 : 50	1144±17	1024±21	798±34	604±7	24,5±1,3	18,6±1,5
60 : 40	1203±26	1080±75	801±16	630±40	45,3±3,0	13,4±0,6
80 : 20	1478±39	1199±12	1113±63	803±68	26,6±0,5	18,5±1,7
100 : 0	1683±18	1244±14	1148±23	971±18	11,2±0,5	8,4±0,4

Ghi chú: số liệu được trình bày ở dạng trung bình ± độ lệch chuẩn

Quá trình phân hủy yếm khí chủ yếu làm giảm chất hữu cơ của mẻ ủ thông qua việc hình thành các khí CH_4 và CO_2 nên chủ yếu làm giảm COD của mẻ ủ. Một phần nitơ giảm đi do sự hình thành khí NH_3 , N_2 nhưng không đáng kể. Đối với hàm lượng tổng lân hầu như không thay đổi trong quá trình ủ yếm khí.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Rom lúa có thể được sử dụng để phối trộn với phân heo làm tăng hiệu quả sinh khí biogas. Nghiệm thức rom phối trộn với phân heo ở tỷ lệ 50% rom và 60% rom cho năng suất sinh khí cao nhất (846,6 và 841,8 L/kgVS_{phân hủy}), không khác biệt so với các tỷ lệ phối trộn khác, nhưng khác biệt so với nghiệm thức 100% rom và 100% phân heo ($P < 0,05$).

Trong 10 ngày đầu của thí nghiệm, nồng độ khí mêtan thấp sau đó tăng dần và ổn định. Bắt đầu từ ngày thứ 11 nồng độ khí mêtan của các nghiệm thức

đều lớn hơn 45%, có thể sử dụng cho đun nấu. Việc phối trộn thêm rom làm gia tăng tỷ lệ khí mêtan trong hỗn hợp khí sinh học.

Sự phối trộn rom không ảnh hưởng lớn đến các yếu tố môi trường của mẻ ủ như nhiệt độ, pH, độ kiềm và điện thế oxy hóa khử. Các yếu tố này đều nằm trong khoảng thích hợp cho hoạt động của các vi sinh vật trong mẻ ủ yếm khí.

Hàm lượng TN, TP trong bã thải của mẻ ủ rất cao, tương ứng 410 - 1244 mg/L và 81 - 971 mg/L có khả năng sử dụng như nguồn phân hữu cơ cho cây trồng.

4.2. Kiến nghị

Sử dụng rom làm nguyên liệu bổ sung cho hầm ủ khí sinh học là một giải pháp cải thiện môi trường thông qua việc tái sử dụng phụ phẩm nông nghiệp, đồng thời nâng cao hiệu suất sinh khí sinh học cho các hầm ủ. Tuy nhiên, cần có thêm các nghiên cứu ứng dụng bổ sung rom cho các túi ủ và hầm ủ biogas trong điều kiện thực tế.

Trong trường hợp phối trộn nhiều rơm, pH là một trong các yếu tố cần được quan tâm để tránh tình trạng pH giảm thấp ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật sinh metan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, 1998. Standard Methods for the Examination Water and Wastewater. 18th edition., American Public Health Association, Waldorf, MD, USA.
2. Bardiya, N., Gaur, A. C., 1997. Effects of carbon and nitrogen ratio on rice straw biomethanation. J. Rural Energy 4 (1-4), 1-16.
3. Chandra, R., H. Takeuch & T. Hasegawa, 2012. Methane production from lignocellulosic agricultural crop wastes: A review in context to second generation of biofuel production. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012) 1462-1476.
4. Fabien Monnet, 2003. An Introduction Anaerobic Degestion of Organic Wastes, Remade Scotland. 177 pp.
5. Gerardi, M. H., 2003. The microbiology of anaerobic digesters. Wiley Interscience. John Wiley & Sons, Inc. 94 -129.
6. Hejnfelt A., Angelidaki I. Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. Biomass and Bioenergy 2009; 33(8):1046-54.
7. Kivaisi A. K., Mtshali M., 1998. Production of biogas from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) (mart) (solms) in a two-stage bioreactor. World J. Microbiol. Biotechnol. 14:125-31.
8. Lê Hoàng Việt, 2005. Giáo trình quản lý và tái sử dụng chất thải hữu cơ. Trường Đại học Cần Thơ.
9. Malik M. K., Singh U. K. and Ahmad N., 1990. Batch digester studies on Biogas production from Cannabis sativa, water hyacinth mixed with dung và crop wastes và poultry litter. Biological Wastes 31, 315-319.
10. Mosey, F. E. & X. A. Fernandes, 1989. Patterns of hydrogen in biogas from the anaerobic-digestion of milk-sugars. Water Science and Technology 21, 187-196.

11. Ngô Thị Thanh Trúc, 2005. Đánh giá tác động kinh tế - môi trường của tập quán đốt rơm ở đồng bằng sông Cửu Long. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường, trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
12. Nguyễn Đức Lượng và Nguyễn Thị Thủy Dương (2003b). Công nghệ sinh học môi trường. Tập 2. Xử lý chất thải hữu cơ. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố.
13. Nguyễn Hữu Chiêm, 2012. Nghiên cứu phát triển nông thôn dựa trên cơ chế phát triển sạch. NXB Đại học Cần Thơ.
14. Nguyễn Quang Khải (2001). Công nghệ khí sinh học. NXB Xây dựng, Hà Nội.
15. Nguyễn Quang Khải và Nguyễn Gia Lượng, 2010. Tủ sách khí sinh học tiết kiệm năng lượng công nghệ khí sinh học chuyên khảo. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
16. Nguyễn Văn Thu, 2010. Kết quả bước đầu khảo sát sử dụng các loại thực vật để sản xuất khí sinh học (biogas). Kỷ 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 Mekong (SANSÉD II). Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ (tháng 1/2010): 88 - 92.
17. Nguyễn Võ Châu Ngân, Nguyễn Trường Thành, Nguyễn Hữu Lộc, Nguyễn Trí Nguyên, Lê Ngọc Phúc và Nguyễn Trương Nhật Tân, 2012. Khả năng sử dụng lục bình và rơm làm nguyên liệu nạp bổ sung cho hầm ủ biogas. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ 22a: 213 - 221.
18. Ponnampetuma, F. N., 1984. Straw as a source of nutrient for wetland rice, In organic matter and rice. International Rice Research Institute, Los Banos The Philippines.
19. Ren, N. Q., Wang, A. J., 2004. The Method and Technology of Anaerobic Digestion. Chemical industry Press, pp. 30-31.
20. Richards, B. K., Cummings, R. J. and Jewell, W. J., 1991. High rate low solids methane fermentation of sorghum, corn and cellulose. Journal of Biomass & Bioenergy. 1(5):249-60.

21. RISE-AT, 1998. Review of Current Status of Anaerobic Digestion technology for Treatment of Municipal Solid Waste. Regional Technology. Institute of Science and Technology Research and Development. Chiang Mai University.

22. Sharma, S. K., Mishra, I. M., Sharma, M. P. and Saini, J. S., 1988. Effect of particle size on biogas generation from biomass residues. *Biomass*. 17:251-263.

ENHANCE BIOGAS PRODUCTION BY SUPPLEMENTING RICE STRAW

Tran Sy Nam, Vo Thi Vinh, Nguyen Huu Chiem
 Nguyen Vo Chau Ngan, Le Hoang Viet, Kjeld Ingvorsen

Summary

The research: *"Enhance biogas production by supplementing rice straw"* was conducted in batch anaerobic digesters in laboratory conditions. The mixing ratios of rice straw and pig manure were 100% pig manure, 20% straw+80% pig manure, 40% straw+60% pig manure, 50% straw+50% pig manure, 60% straw +40% pig manure, 80% straw+20% pig manure, and 100% straw. Experiments were conducted randomly in batch anaerobic 21L reactors; each mixing ratio was conducted in five replications and monitored in 60 days continuously. The results showed that rice straw have a high potencial of enhancing biogas production due to mixing with pig manure. Mixing ratios of rice straw and pig manure at 50% and 60% level had the highest gas yield (846.6 and 841.8 L/kg VS _{degraded}), which were not different from other mixing ratios except of 100% straw and 100% pig manure ($P < 0.05$). Supplementing rice straw could enhance the rate of methane in biogas. Rice straw did not affect on temperature, pH, alkalinity and redox potential of fermentation liquid. The digestate had a high concentration of total nitrogen and total phosphorus that could be used as organic fertilizer. The research results strongly reveal that supplementing of rice straw could improve the biogas efficiency of real biogas reactors.

Keywords: *Biogas, pig manure, rice straw, mixing ratio, batch anaerobic digestion.*

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiền

Ngày nhận bài: 25/4/2014

Ngày thông qua phản biện: 26/5/2014

Ngày duyệt đăng: 02/6/2014