

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG BIOGAS THU ĐƯỢC TỪ XỬ LÝ CHẤT THẢI CHĂN NUÔI ĐỂ SẢN XUẤT ĐIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ, MÔI TRƯỜNG

A STUDY OF USING BIOGAS PRODUCED FROM WASTE TREATMENT IN RANCHES TO GENERATE ELECTRICITY AND EVALUATING ITS ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EFFICIENCY

Phan Quý Trà¹, Đào Xuân Hân²

¹Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng; phanquitra@gmail.com

²Công ty Sanyo Minh Long; xuanhan43@gmail.com

Tóm tắt - Bài báo nghiên cứu tính toán, lắp đặt hệ thống thu hồi khí biogas sản xuất từ chất thải của trang trại chăn nuôi để chạy máy phát điện. Đồng thời so sánh các kết quả đo đạc thực tế với các tính toán thiết kế hầm biogas. Thực nghiệm cho thấy hiệu quả hầm biogas trang trại Hòa Phú đạt khoảng 68% so với điều kiện tối ưu. Hầm tạo ra khoảng 607 m³/ngày, nếu sử dụng để phát điện trung bình có thể tạo ra lượng điện 653.2 kWh/ngày. So với việc xả bỏ biogas như trước đây có thể tiết kiệm khoảng 24 triệu/tháng (chi phí điện 40-50 triệu/tháng). Hiệu quả xử lý nước thải của trang trại khá tốt. Chất lượng nước thải đều đạt hoặc xấp xỉ tiêu chuẩn nước thải công nghiệp Việt Nam. Ngoài ra việc tận dụng biogas để phát điện theo tính toán có thể giảm bớt lượng phát thải CO₂ vào không khí khoảng 192.4 tấn/năm. Việc bán chứng chỉ phát thải cũng sẽ mang lại lợi nhuận cho trang trại.

Abstract - The article studies, calculates and installs a system to recover biogas produced from waste in ranches to generate electricity. It also compares actual measurements with design calculation of biogas cellar. The survey shows that the effectiveness of biogas cellar of Hoa Phu ranch is approximately 68% compared with optimal conditions. The cellar creates about 607 m³/day, which can generate 653.2 kWh/day if used for power generation on average. Compared with exhausted biogas, this can save about 24 million VND/month (electricity costs about 40-50 million VND/month). The effectiveness of wastewater treatment of the ranch is quite good. The quality of waste water complies or almost complies with the standards of industrial waste water of Vietnam. In addition, the utilization of biogas for power generation as calculated can reduce CO₂ emissions by 192.4 tons each year. The sale of emission credits will also bring more profit for the ranch.

Từ khóa - Biogas; nước thải; xử lý nước thải; trang trại chăn nuôi; máy phát điện; môi trường; kinh tế

Key words - Biogas; wastewater; wastewater treatment; ranch; generator; environment; economic

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là một nước có nền nông nghiệp đang phát triển mạnh. Trong những năm gần đây, ngành chăn nuôi gia súc, gia cầm đang chuyển dịch cơ cấu từ chăn nuôi nhỏ lẻ sang chăn nuôi trang trại, vì vậy lượng chất thải tạo ra từ các trang trại ngày càng nhiều, đây là một nguồn ô nhiễm môi trường rất lớn nếu không được xử lý.

Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng để xử lý chất thải chăn nuôi. Việc xử lý chất thải chăn nuôi trong các hầm Biogas đang được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trên thế giới. Đây là mô hình mang lại lợi ích kép, vừa xử lý môi trường do nguồn chất thải chăn nuôi, vừa đáp ứng được nhu cầu năng lượng cần thiết, đồng thời tạo ra nguồn phân sạch để trồng trọt và làm thức ăn cho cá.

Trên cơ sở nghiên cứu các phương pháp sản xuất biogas, khảo sát thực tế tại các trang trại chăn nuôi heo có sử dụng hầm biogas, đánh giá hiệu quả của hầm biogas và căn cứ vào điều kiện cụ thể trên thực tế, bài báo đề xuất các giải pháp sản xuất biogas phù hợp từ các chất phế thải của các đơn vị chăn nuôi gia súc, gia cầm và ứng dụng công nghệ này vào một đơn vị chăn nuôi thực tế là trang trại chăn nuôi heo Hòa Phú, Hòa Vang, TP Đà Nẵng [1].

2. Nội dung nghiên cứu

2.1 Địa điểm, đối tượng khảo sát và nội dung nghiên cứu

Địa điểm: Nghiên cứu được thực hiện ở trang trại chăn nuôi heo Hòa Phú được xây dựng ở xã Hòa Phú, huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Đây là vùng đất đồi khô cằn, khó đầu tư trồng trọt, hiệu suất canh tác rất thấp, cách xa các khu

dân cư, phù hợp mô hình chăn nuôi kết hợp trồng rừng.

Đối tượng khảo sát: Hầm biogas xây gạch, bề mặt hầm được phủ nhựa HDPE dày 1,5 mm, nước thải sau khi qua hầm biogas được đưa qua hệ thống các hồ sinh học trước khi thải vào môi trường. Kích thước hầm biogas lần lượt là 2500m³ và 1750m³ [2]. Ta cần tính toán, đánh giá các nội dung sau:

Xác định lượng chất thải đưa xuống hầm biogas. Phân tích thành phần nước thải trước và sau khi xử lý bằng hầm biogas.

Tính lượng khí biogas sản xuất và lượng điện được tạo ra từ khí biogas. Đánh giá hiệu quả hầm biogas về hiệu quả sản xuất biogas và hiệu quả xử lý môi trường.

Xác định lượng điện năng sản xuất trung bình theo ngày thông qua máy phát điện chạy bằng khí biogas.

Tính toán hiệu quả kinh tế và môi trường.

2.2 Chất thải chăn nuôi

Số lượng heo: Theo khảo sát, lượng heo thịt khu C: 4500 con, khu D: 2500 con.

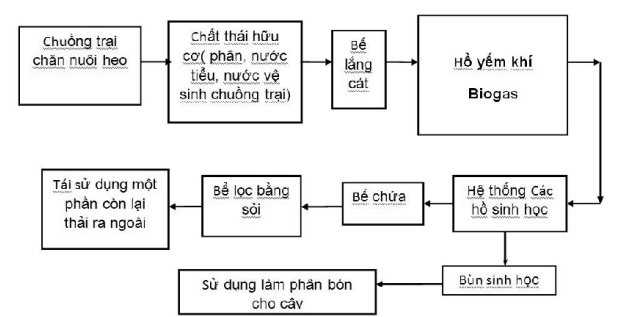
Nguồn phát sinh chất thải: Lượng phân thải heo thịt có trọng lượng như trại Hòa Phú là 2kg/con/ngày, đêm. Khu C và D nuôi tổng cộng 7000 lợn thịt. Lượng phân thải ra bình quân mỗi ngày của khu C và D khoảng 14.000 kg chất thải/ngày. Ước tính lượng biogas sinh ra ở khu C, D lên tới 560 - 840 m³/ngày.

Bảng 1. Lượng biogas ước tính thu được

TT	Khu vực trang trại	Lượng Heo	Lượng khí thu được (m ³ /ngày đêm)
1	Khu C	4500	360-540

2	Khu D	2500	200-300
---	-------	------	---------

Quy trình xử lý bằng hầm biogas:



Hình 1. Quy trình xử lý chất thải bằng hầm biogas

Lượng nước thải xử lý: Theo số liệu đo trên đồng hồ nước, lượng nước trung bình cấp cho heo uống và để vệ sinh chuồng trại tại là khu C: 120 m³/ngày, khu D: 70 m³/ngày.

Thông số kỹ thuật của các bể xử lý khu C và D:

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của các bể xử lý trại Hòa Phú

Stt	Tên bể xử lý	Dung tích		Ghi chú
		Khu C (m ³)	Khu D (m ³)	
1	Hố lắng cát	1,5	1,5	Xây bằng gạch thẻ
2	Hầm biogas	2500	1750	Xây bằng đá. Đáy bê tông
3	Hố tùy nghi	500	500	Đào đất phủ nylon dưới đáy và xung quanh hồ
4	Hố hiếu khí	2000	5000	Đào đất phủ nylon xung quanh thành và đáy bể. Trồng rau muống và bèo
5	Bể chứa sau khi qua các hồ sinh học	256	35	Xây bằng gạch tô xi măng ở trên cao (trên đồi)
6	Bể lọc	35	16	Xây bể bô 2 lớp vật liệu lọc là cát và sỏi

Cấu tạo hầm biogas:

Bảng 3. Thông số kỹ thuật hầm biogas khu C

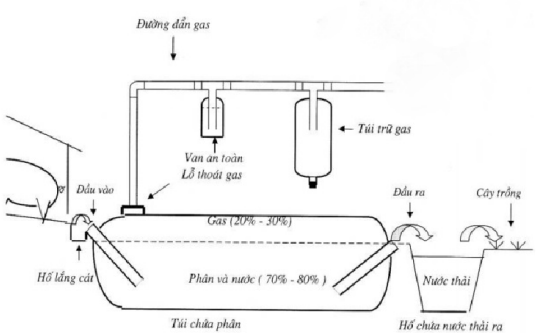
Tên gọi	Thông số hầm ủ
Chiều ngang	14,5 m
Chiều dài	38 m
Chiều cao	4,6 m
Thể tích chứa nước	1500 m ³
Thể tích chứa gas	1034 m ³
Tổng thể tích hầm chứa	2534 m ³
Lượng nước bình quân nạp vào	120.000 l/ngày
Lượng phân bình quân nạp vào	9000 kg/ngày

Bảng 4. Thông số kỹ thuật hầm biogas khu D

Tên gọi	Thông số hầm ủ
Chiều ngang	28,5 m
Chiều dài	13,5 m
Chiều cao	4,6 m
Thể tích chứa nước	1050 m ³
Thể tích chứa gas	719,8 m ³
Tổng thể tích hầm chứa	1769 m ³
Lượng nước bình quân nạp vào	70.000 l/ngày
Lượng phân bình quân nạp vào	5000 kg/ngày



Hình 2. Hầm biogas trang trại Hòa Phú TP. Đà Nẵng



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hầm biogas phủ bạt trại Hòa Phú

3. Kết quả nghiên cứu

3.1 Đánh giá về kỹ thuật, kinh tế

Lượng khí tạo ra từ quá trình xử lý hầm biogas thực tế tại trang trại thể hiện qua Bảng 5.

Bảng 5. Biogas tạo ra từ Hầm biogas khu C 2500m³

Tt	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Nhiệt độ	°C	28
2	Độ ẩm	%	82,5
3	Số lượng phân đưa xuống hầm biogas	kg/ngày	9000
4	Số lượng nước thải đưa xuống hầm biogas	m ³ /ngày	120
5	Thể tích hầm	m ³	2500
6	Lượng khí gas tạo ra sau 24h	m ³	360

Bảng 6. Biogas tạo ra từ Hầm biogas khu D 1750m³

Tt	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Nhiệt độ	°C	28
2	Độ ẩm	%	82,5
3	Số lượng phân đưa xuống hầm biogas	kg/ngày	5000
4	Số lượng nước thải đưa xuống hầm biogas	m ³ /ngày	70
5	Thể tích hầm	m ³	1750
6	Lượng khí gas tạo ra sau 24h	m ³	247,5

Lượng biogas một phần rất nhỏ sử dụng để đun nấu, phần lớn được dùng để chạy máy phát điện. Hiện tại, trang trại đang chạy 2 máy phát điện có công suất 60 kVA và 80 kVA.

Máy 60kVA chạy cho khu D, mỗi ngày chạy khoảng

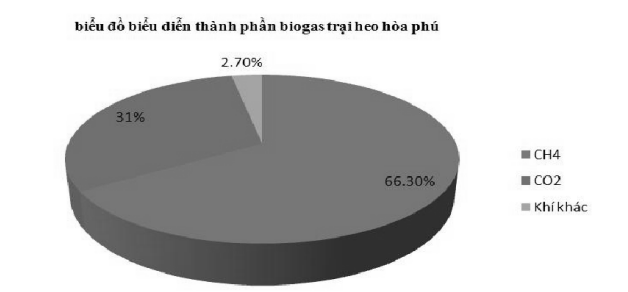
5-6h, mỗi giờ chạy hết khoảng 45m³. Vậy lượng tiêu thụ mỗi ngày tại khu D là khoảng 225 m³ - 270 m³, trung bình khoảng 247,5m³

Máy 80kVA chạy cho khu C, mỗi ngày chạy khoảng 5,5-6,5h, mỗi giờ chạy khoảng 60m³ biogas. Lượng biogas tiêu thụ khoảng 330m³- 390m³, trung bình 360m³.

Tổng lượng biogas của khu C và khu D khoảng 607,5 m³ mỗi ngày. Như vậy lượng biogas sinh ra tính theo thể tích hầm là 0,14 lít gas/ lít hầm.

Thành phần biogas thực tế:

Thành phần biogas chủ yếu là 2 loại khí CH₄ và CO₂, ngoài ra còn một số loại khí khác như H₂S,NH₃... Chúng tôi đã sử dụng máy đo khí GFM 435 để xác định thành phần biosgas. Máy đo đặt tại vị trí trước khi vào máy phát điện, sau khi đã qua các thiết bị lọc. Kết quả phân tích thành phần biogas tại trang trại như Hình 4.



Hình 4. Biểu đồ thành phần Biogas trại heo Hòa Phú

Tỷ lệ CH₄ khá cao so với một số trang trại tương tự, tuy nhiên vẫn thấp hơn so với trại heo Nhơn Sơn, Tp. Đà Nẵng (đạt tới 70,7%).

Đánh giá hiệu suất thực tế của hầm biogas:

Theo lý thuyết, 1m³ nguyên liệu (phân và nước thải) trong bể biogas có thể sinh ra khoảng 0,45m³ khí biogas một ngày [2, 3]. Tổng lượng chất thải trong 2 hầm biogas là 2550m³, theo lý thuyết lượng biogas sinh ra 1147m³ mỗi ngày. Thực tế, mỗi ngày thu được khoảng 607,5m³ biogas. Như vậy hiệu quả sinh gas chỉ đạt khoảng 53% so với lý thuyết.

Hiệu suất sinh khí tối ưu đối với chất thải của lợn theo phương pháp nạp liên tục là 63 lít/kg chất thải [3]. Như vậy lượng chất thải sinh ra: 882m³. Do đó, hầm đạt được 68,9% so với lý thuyết. Vì vậy, ta cần có thêm một số giải pháp để nâng cao hiệu suất sinh biogas.

Bảng 8. Hiệu suất hầm biogas trại Hòa Phú

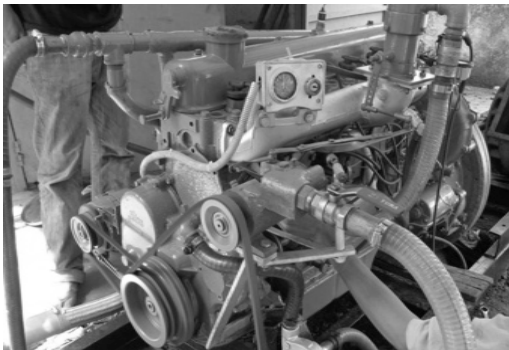
Tt	Chỉ tiêu	Lý thuyết	Trại hòa phú thực tế	Hiệu suất thực tế so với lý thuyết
1	Gas sinh ra theo thể tích (lít gas/kg chất thải)	63	607,5/1400 =39,3	68,9%
2	Gas sinh ra theo thể tích (lít gas/chất thải lưu trong hầm)	0,45	607.5/2550 =0,22	53%

Lượng điện năng sinh ra:

Lượngbiogas để tạo ra 1 kWh điện trung bình là 0,93m³ và góp phần giảm 1kg CO₂ thải vào khí quyển [4].

Bảng 7. Chuyển hoá biogas thành điện năng

Stt	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Lượng khí biogas sinh ra (m ³ /ngày)	(m ³ /ngày)	607,5
2	Lượng khí biogas tạo ra 1 kw điện (m ³)	(m ³)	0,93
3	Số kw điện tạo ra mỗi ngày (kWh)	(kWh)	653,2



Hình 5. Động cơ 60 kVA tại trang trại Hòa Phú

3.2 Đánh giá về xử lý môi trường

Thông số nước thải trước khi xử lý bằng hầm biogas: Mẫu nước thải lấy trước khi được đưa vào hầm biogas khu C. Kết quả phân tích do Trung tâm Công nghệ sinh học và Ứng dụng khoa học công nghệ Đà Nẵng thực hiện.

Bảng 9. Kết quả phân tích nước thải trước xử lý

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	QCVN24:2009/ BTNMT
PH	-	7,0	5,5 – 9
TSS	(mg/l)	310	100
MÀU	-	620	-
BOD	(mg/l)	1820	50
COD	(mg/l)	3000	100
CU	(mg/l)	KPH	2
PB	(mg/l)	0,007	0,5
ZN	(mg/l)	0,028	3
CD	(mg/l)	KPH	0,01
P (tổng)	(mg/l)	25	6
N (tổng)	(mg/l)	433	30
S2	(mg/l)	4,275	0,5
NH ₃	(mg/l)	8,9	10
COLIFORM	MPN/100ml	85	5000
ECOLI	MPN/100ml	4	-

Thông số nước thải sau quá trình xử lý hầm biogas:

Bảng 10. Kết quả phân tích các thông số nước thải sau xử lý bằng hầm biogas

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	QCVN24:2009 /BTNMT
PH	-	6,9	5,5 – 9
TSS	(mg/l)	12	100
MÀU	-	8	-
BOD	(mg/l)	88	50
COD	(mg/l)	132	100

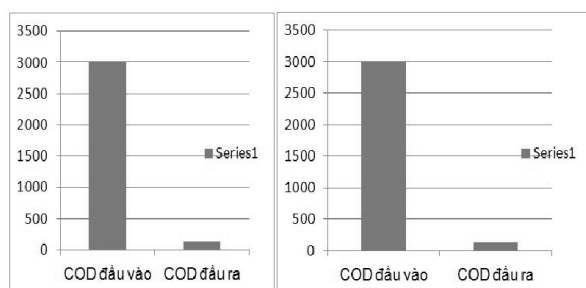
CU	(mg/l)	0,12	2
PB	(mg/l)	0,023	0,5
ZN	(mg/l)	0,13	3
CD	(mg/l)	KPH	0,01
P(tổng)	(mg/l)	1,63	6
N(tổng)	(mg/l)	42,6	30
S2	(mg/l)	0,937	0,5
NH ₃	(mg/l)	0,45	10
COLIFORM	MPN/100ml	93000	5000
ECOLI	MPN/100ml	7	-

Ghi chú:

- KPH : không phát hiện;
- QCVN 24:2009/BTNMT: quy chuẩn quốc gia về nước thải;
- Thời tiết lúc lấy mẫu: trời nắng nóng.



Hình 6. Mẫu nước thải trước và sau khi qua hầm Biogas



Hình 7. Biểu đồ so sánh chỉ số BOD và COD mẫu nước thải trước và sau khi qua hầm Biogas

Kết quả phân tích trước khi xử lý cho thấy hầu hết các chỉ tiêu quan trọng đều không đạt tiêu chuẩn cho phép để thải ra môi trường như: TSS vượt 3,1 lần; hàm lượng COD vượt 30 lần; BOD vượt 36,4 lần; N vượt 14,43 lần; Sunfua vượt 8,55 lần. Nguồn nước thải này cần được xử lý trước khi thoát vào nguồn tiếp nhận.

Kết quả sau khi xử lý bằng hầm Biogas cho thấy: Hiệu quả xử lý môi trường của hầm biogas trại heo Hòa Phú khá tốt.

Kết quả sau khi qua hầm biogas một số chỉ tiêu đã đáp ứng được chỉ tiêu nước thải công nghiệp theo tiêu chuẩn Việt Nam, như PH, TSS, hàm lượng các kim loại như Cu, Pb, Zn, Cd, NH₃. Vẫn còn một số chỉ tiêu chưa đạt tiêu chuẩn môi trường như BOD₅, vượt 1,76 lần, COD vượt 1,32 lần, N vượt 1,42 lần... Mặc dù một số chỉ tiêu chưa đạt, nhưng chất lượng đã được cải thiện rất nhiều, lượng nước thải này sẽ tiếp tục được đưa qua hệ thống hồ sinh học, hồ tùy nghi...

4. Kết Luận

4.1 Hiệu quả kinh tế

Tổng thể tích 2 hầm biogas là 4250m³, có túi ni lông dưới đáy, xây bằng bê tông lát gạch, giá thành đầu tư 1,2 triệu/m³, chi phí xây dựng khoảng 5,1 tỷ đồng.

Máy phát điện 60kVA: 175.000.000 VND, 80kVA: 205.000.000 VND. Tổng mức đầu tư gần 5,4 tỷ VND. Khi chạy bằng dầu diesel, 2 máy phát điện 60 và 80 tiêu thụ khoảng 42 lít dầu/h [1, 4]. Mỗi ngày, máy 60kVA chạy 5,5h và 80kVA, chạy 6h, lượng dầu tiêu thụ khoảng 243 lít.

Với giá dầu diesel 21.400 VND/l. Nếu động cơ chạy 25 ngày mỗi tháng thì trang trại có thể tiết kiệm được khoảng 5,2 triệu đồng tiền nhiên liệu mỗi ngày, tương ứng 130 triệu đồng mỗi tháng. Như vậy, trang trại sẽ thu hồi vốn đầu tư toàn bộ hệ thống sau khoảng 3,5 năm.

4.2 Hiệu quả môi trường

Chất lượng nước thải sau khi qua hầm biogas đã cải thiện rất nhiều, hầu hết đều đạt các chỉ tiêu.

Ngoài ra, việc sử dụng biogas để chạy máy phát điện cũng góp phần làm giảm lượng phát thải CO₂. Theo lý thuyết thì đốt cháy 1 lít dầu phát thải 2,64 kg CO₂. Như vậy, với hai máy phát của trang trại thì sẽ giảm được 192 tấn CO₂ mỗi năm.

Với những kết quả tính toán và thực nghiệm xử lý nước thải bằng hầm biogas, đồng thời tận dụng chạy máy phát điện tại trang trại Hoà Phú đã đem lại kết quả tốt cả về mặt kinh tế, kỹ thuật lẫn môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Văn Vang, Đào Xuân Hân, Nghiên cứu công nghệ sản xuất biogas từ các chất phế thải của các đơn vị chăn nuôi gia súc gia cầm, Đại học Đà Nẵng, 2013.
- [2] Bùi Xuân An, Nghiên cứu Kỹ thuật túi biogas bằng polyethylene cho nông nghiệp và phát triển nông thôn của, Đại học Nông lâm, TP.HCM, 2003.
- [3] Nguyễn Quang Khải, *Thiết bị khí sinh học KT31*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2009.
- [4] Bùi Văn Ga, Trương Lê Bích Trâm, Trương Hoàn Thiện, Lê Minh Tiến, "Biogas Supplying System for Small Power Engine", National Conference on Fluid Mechanics, Hue, 21-23 July, 2007.

(BBT nhận bài: 06/07/2015, phản biện xong: 30/07/2015)