

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI LỢN BẰNG HẦM BIOGAS QUY MÔ HỘ GIA ĐÌNH Ở THỪA THIÊN HUẾ

*Nguyễn Thị Hồng, Phạm Khắc Liệu
Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*

Tóm tắt. Bài báo trình bày kết quả đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn của hầm biogas quy mô hộ gia đình tại Thừa Thiên Huế. Số liệu phân tích mẫu nước thải đầu vào và đầu ra ở 9 hầm biogas cho thấy, việc sử dụng hầm biogas để xử lý nước thải chăn nuôi lợn đã làm giảm đáng kể nồng độ các chất ô nhiễm. Trung bình, COD giảm 84,7%, BOD₅ giảm 76,3%, SS giảm 86,1%, VSS giảm 85,4%, TKN giảm 11,8%, T-P giảm 7,0% và Fecal coliform giảm 51,2%. Tuy nhiên, nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải đầu ra vẫn còn khá cao, vượt tiêu chuẩn cho phép (QCVN 24:2009/BTNMT, cột B, TCN 678 - 2006). Đặc biệt đáng quan tâm là nồng độ các chất dinh dưỡng ở các mẫu này rất cao, tiềm ẩn nguy cơ gây phú dưỡng khi xả thải vào các vực nước mặt.

Từ khóa: hầm biogas, nước thải, chăn nuôi lợn, Thừa Thiên Huế.

1. Mở đầu

Quá trình phân hủy sinh học kỵ khí được xem là giải pháp thích hợp để xử lý chất thải có nồng độ chất hữu cơ và chất rắn cao như nước thải chăn nuôi lợn. Sản xuất khí sinh học (biogas) từ chất thải là giải pháp tạo ra lợi ích kép: giảm thiểu ô nhiễm và biến chất thải thành nguồn năng lượng sạch hữu ích.

Hiện nay, các dự án khí sinh học được triển khai trên khắp cả nước, nhờ vào các chương trình quốc gia, sự hỗ trợ của các tổ chức quốc tế,... Riêng ở Thừa Thiên Huế, tính đến năm 2010, toàn tỉnh có trên 2600 hầm biogas quy mô hộ gia đình [1]. Trong đó, giai đoạn 2009 - 2010 có 500 hầm được xây dựng, tập trung tại các huyện như Phú Vang, Hương Thủy, Hương Trà, Quảng Điền, Phong Điền... [2].

Hiệu quả tích cực về môi trường của hầm biogas như đã nói ở trên là không thể phủ nhận. Tuy nhiên, các hệ thống khí sinh học chưa phải là hệ thống xử lý sau cùng để đảm bảo đủ điều kiện xả thải an toàn vào môi trường. Chính vì vậy, trên cơ sở phân tích chất lượng nước thải đầu vào, đầu ra của 9 hầm biogas quy mô hộ gia đình ở Thừa Thiên Huế, bài báo định lượng hiệu quả xử lý các thông số môi trường cơ bản của nước thải chăn nuôi lợn. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở để xác định các thông số ưu tiên trong việc xử lý tiếp theo nước thải đầu ra của hầm biogas.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là nước thải chăn nuôi lợn đầu vào và đầu ra của 9 hầm biogas ở thành phố Huế, huyện Phú Vang và thị xã Hương Thủy. Địa chỉ các hầm biogas nghiên cứu được mô tả ở Bảng 1.

Bảng 1. Địa chỉ các hầm biogas nghiên cứu.

Ký hiệu	Địa chỉ	Số lợn nuôi	Thể tích hầm
VH	Hộ bà Nguyễn Thị Loan - Tổ 4, khu vực 1, phường Thủy Phương, TX Hương Thủy	12	6,5
TH	Hộ ông Lê Hữu Định - Tổ 9, khu vực 2, phường Thủy Phương, TX Hương Thủy	13	4,0
MP	Hộ ông Nguyễn Văn Tuấn - Tổ 2, khu vực 4, phường Thủy Dương, TX Hương Thủy	12	6,0
YP	Hộ bà Bùi Thị Vang - Tổ 2, khu vực 1, phường Phú Hiệp, thành phố Huế	10	7,0
NP	Hộ ông Hoàng Mậu Tuấn - Tổ 2, khu vực 1, phường Phú Hiệp, thành phố Huế	10	6,2
LV	Hộ ông Trương Văn Yên - Tổ 3, khu vực 4, phường Xuân Phú, thành phố Huế	11	7,0
LT	Hộ ông Nguyễn Nam - Tổ 3, khu vực 4, phường Xuân Phú, thành phố Huế	12	4,0
ĐT	Hộ ông Lê Ngọc Một - Tổ 3, khu vực 4, phường Xuân Phú, thành phố Huế	9	6,0
TT	Hộ ông Lê Văn Lành - Tổ 7, thôn Mỹ An, xã Phú Dương, huyện Phú Vang	13	4,0

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lấy mẫu và bảo quản mẫu nước thải

Các mẫu nước thải đã được lấy trong 3 đợt tại 9 hầm biogas vào các ngày: 22/6/2011 (đợt 1), 24/7/2011 (đợt 2) và 05/8/2011 (đợt 3). Ở mỗi hầm biogas lấy 2 mẫu bao gồm 1 mẫu nước thải đầu vào và 1 mẫu nước thải đầu ra. Tổng số mẫu là 18 mẫu/đợt. Các mẫu nước thải được lấy theo TCVN 5999:1995.

Mẫu nước thải đầu vào được lấy tại công thải của chuồng nuôi vào thời điểm đợi

rửa chuồng (trong các khoảng thời gian từ 6g00 – 8g00 và 16g00 – 17g30). Mẫu nước thải đầu ra lấy tại cống xả của hầm biogas. Mẫu được chứa trong chai nhựa PET (đối với phân tích hóa lý) và chai thủy tinh vô trùng (đối với phân tích vi sinh), được bảo quản lạnh trong quá trình vận chuyển và lưu giữ trong tủ lạnh ở phòng thí nghiệm.

2.2.2. Phương pháp phân tích mẫu

Các thông số phân tích bao gồm: chất rắn lơ lửng (SS), chất rắn dễ bay hơi (VSS), nhu cầu oxi sinh hóa (BOD₅), COD (nhu cầu oxi hóa học), amoni (NH₄-N), tổng nitơ Kjeldahl (TKN), T-P (tổng photpho), Fecal coliform. Phương pháp phân tích mẫu hầu hết tuân theo tiêu chuẩn của APHA [3], trừ amoni theo phương pháp phenat cải tiến [4]. Phân tích mẫu được tiến hành tại phòng thí nghiệm khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học Huế và Trung tâm Y tế Dự phòng tỉnh Thừa Thiên Huế.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm của nước thải đầu vào và đầu ra hầm biogas

3.1.1. Đặc điểm nước thải đầu vào

Về cảm quan, nước thải chăn nuôi lợn có màu đen, đục, mùi hôi thối khó chịu. Hình 1 cho thấy màu đặc trưng của loại nước thải này trong một đợt lấy mẫu.

Kết quả phân tích một số thông số chất lượng nước thải chăn nuôi lợn tại các hộ nghiên cứu được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Đặc điểm nước thải chăn nuôi lợn tại các hộ nghiên cứu

TT	Thông số	Đơn vị	Khoảng giá trị	TB ± s	TCN 678 - 2006	QCVN 24:2009/ BTNMT (cột B)
1	BOD ₅	mg/L	873 - 1690	1297 ± 201	300	50
2	COD	mg/L	1794 - 3871	3022 ± 597	400	100
3	SS	mg/L	1528 - 4521	2674 ± 712	-	100
4	VSS	mg/L	955 - 2753	1674 ± 485	-	-
5	TKN	mg/L	421 - 778	608 ± 87	150	
6	T-P	mg/L	131 - 512	342 ± 92	20	6
7	Fecal coliform	MPN/100mL	4,3×10 ⁶ - 110×10 ⁶	21,7×10 ⁶	-	-

(Ghi chú: TB là giá trị trung bình (trung bình cộng, riêng Fecal coliform là trung bình nhân); s là độ lệch chuẩn).

Số liệu phân tích cho thấy nồng độ chất hữu cơ trong nước thải chăn nuôi lợn rất lớn. BOD₅ vượt TCN 678-2006 4 lần và vượt 26 lần so với QCVN 24:2009/BTNMT. COD vượt TCN 678-2006 8 lần và QCVN 24:2009/BTNMT 30 lần. Kết quả này tương đương với kết quả nghiên cứu của Vũ Đình Tôn (2008) nhưng cao hơn kết quả nghiên cứu của Antoine Pouilieute (2010). Tỷ lệ BOD₅/COD là 0,43. Theo Lương Đình Phẩm (2003) với tỷ lệ như vậy, nước thải chứa chủ yếu là xenlulozơ, hemixenlulozơ, protein, tinh bột chưa tan và phải qua bước xử lý kỵ khí [7].

Hầu hết các thông số về chất rắn lơ lửng, chất dinh dưỡng, vi sinh đều vượt tiêu chuẩn cho phép nhiều lần. So với QCVN 24:2009/BTNMT, SS vượt 27 lần, tổng photpho vượt 57 lần, cao hơn so với nghiên cứu của Antoine Pouilieute (2010). Tỷ số VSS/SS xấp xỉ 2/3, chứng tỏ trong nước thải chăn nuôi lợn, chất rắn lơ lửng chủ yếu có bản chất hữu cơ. Mật độ Fecal coliform rất cao và biến động lớn giữa các hàm khảo sát.

Với đặc điểm như vậy, nếu nước thải chăn nuôi lợn không được xử lý sẽ ảnh hưởng lớn đến môi trường xung quanh, sức khỏe của con người và gia súc.

3.1.2. Đặc điểm nước thải đầu ra

Về cảm quan, nước thải sau hầm biogas có màu đen hoặc xanh đen, ít có mùi hôi thối. Hình 1 cho thấy, màu sắc của nước thải đầu ra của hầm biogas. Kết quả phân tích chất lượng nước thải được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Đặc điểm nước thải đầu ra của hầm biogas tại khu vực nghiên cứu

TT	Thông số	Đơn vị	Khoảng giá trị	TB ± s	TCN 678-2006	QCVN 24:2009/BTNMT (cột B)
1	BOD ₅	mg/L	192 - 582	307 ± 90	300	50
2	COD	mg/L	264 - 789	463 ± 127	400	100
3	SS	mg/L	188 - 821	373 ± 123	-	100
4	VSS	mg/L	123 - 499	244 ± 96	-	-
5	NH ₄ - N	mg/L	106 - 421	259 ± 74	5	10
6	TKN	mg/L	335 - 712	536 ± 89	-	-
7	T-P	mg/L	122 - 492	318 ± 84	20	6
8	Fecal coliform	MPN/100mL	1,5×10 ⁶ - 75×10 ⁶	10,6×10 ⁶	-	-

(Ghi chú: TB là giá trị trung bình (trung bình cộng, riêng Fecal coliform là trung bình nhân); s là độ lệch chuẩn).

Nhìn chung, nước thải đầu ra của hầm biogas có hàm lượng chất ô nhiễm cao.

Các thông số cơ bản của nước thải sau hầm biogas vượt hoặc xấp xỉ vượt tiêu chuẩn cho phép nhiều lần, cụ thể như sau:

So với tiêu chuẩn TCN 678 - 2006:

- + Nồng độ chất hữu cơ vượt nhẹ.
- + Nồng độ chất dinh dưỡng cao, vượt 52 lần (đối với $\text{NH}_4 - \text{N}$) và 16 lần (đối với tổng P).

So với Quy chuẩn QCVN 24:2009/BTNMT (cột B):

- + Nồng độ chất hữu cơ vượt 5 lần (đối với BOD_5) và 6 lần (đối với COD);
- + Nồng độ chất dinh dưỡng vượt 26 lần (đối với $\text{NH}_4 - \text{N}$) và 56 lần (đối với tổng P);
- + Các thông số khác (SS, VSS, TKN, Fecal coliform) không được quy định trong các tiêu chuẩn so sánh nhưng có nồng độ khá cao.

Kết quả so sánh cho thấy, nước thải đầu ra của hầm biogas không đủ tiêu chuẩn thải vào môi trường. Với nồng độ chất ô nhiễm cao, nước thải này sẽ góp phần làm suy giảm chất lượng môi trường của nguồn tiếp nhận. Trong đó, nguy cơ gây phú dưỡng nguồn nước là rất lớn. Mật độ fecal coliform rất cao (khoảng 10^7 MPN/100mL) là mối nguy hiểm cho sức khỏe con người và gia súc.



Hình 1. Màu sắc của nước thải đầu vào và đầu ra của hầm biogas

3.2. Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn của một số hầm biogas

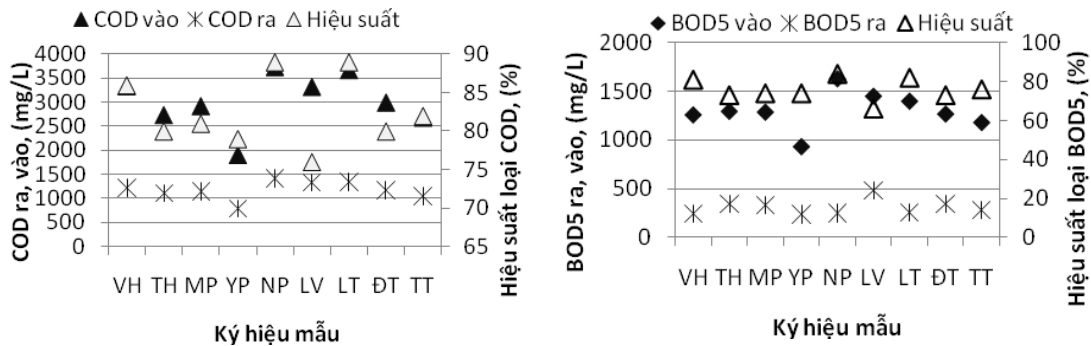
Nước thải chăn nuôi lợn có nồng độ đậm đặc chất ô nhiễm, là nguyên liệu đầu vào của các hầm biogas trong phạm vi nghiên cứu. Nguyên liệu được nạp hằng ngày với khối lượng phân khoảng 10 – 50 kg/ngày. Theo lý thuyết, nồng độ các chất ô nhiễm sẽ giảm sau khi qua hầm biogas. Bằng cảm quan cho thấy, nước thải sau hầm biogas có màu nhạt và ít mùi hôi thối hơn so với đầu vào. Kết quả phân tích được trình bày ở Bảng 4 cho thấy, hiệu quả xử lý của hầm biogas đối với các thông số hữu cơ, chất rắn lơ lửng, dinh dưỡng và vi sinh vật.

Bảng 4. Hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn của hầm biogas ở Thừa Thiên Huế

TT	Thông số	Nồng độ đầu vào (TB ± s)(mg/L)	Nồng độ đầu ra (TB ± s)(mg/L)	Hiệu suất xử lý (%)
1	BOD ₅	1297 ± 201	307 ± 90	76,3 ± 7,1
2	COD	3022 ± 597	463 ± 127	84,7 ± 5,1
3	SS	2674 ± 712	373 ± 123	86,1 ± 5,4
4	VSS	1674 ± 485	244 ± 96	85,4 ± 6,1
5	TKN	608 ± 87	536 ± 89	11,8 ± 6,0
6	Tổng P	342 ± 92	318 ± 84	7,0 ± 0,03
7	Fecal coliform	21,7×10 ⁶	10,6×10 ⁶	51,2

3.2.1. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ

Qua hầm biogas, chất hữu cơ giảm đáng kể. Nồng độ BOD₅ và COD lần lượt giảm 76,3% và 84,7%, như trình bày ở Bảng 4. Hình 2 cho thấy chi tiết hơn hiệu quả xử lý ở từng hầm biogas. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Vũ Đình Tôn (2008), Nguyễn Thị Hoa Lý (2005) và Phùng Thị Vân (2003), nhưng thấp hơn so với nghiên cứu của Phạm Văn Thành (2003) trên hầm biogas bằng túi ủ nilông. Trong quá trình phân hủy kỵ khí, các vi sinh vật chủ yếu sử dụng chất hữu cơ để tạo ra các sản phẩm cuối cùng là CO₂ và CH₄ và chỉ dùng một phần nhỏ để tổng hợp tế bào mới.



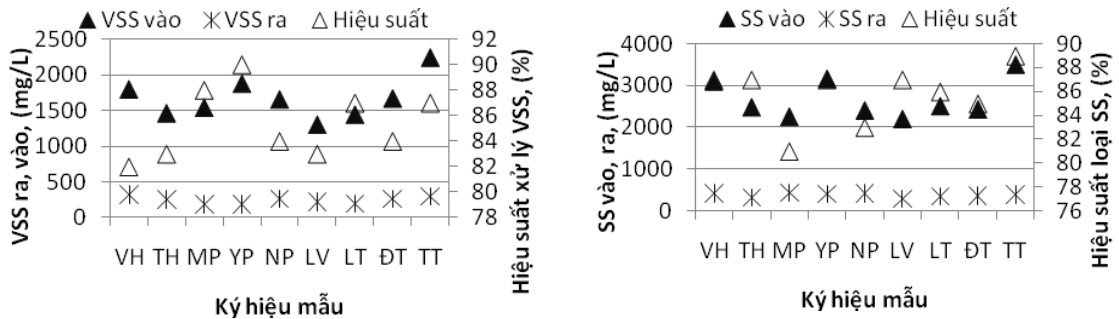
Hình 2. Hiệu quả xử lý BOD₅, COD nước thải chăn nuôi lợn của hầm biogas

Việc chất hữu cơ trong nước thải bị loại do sự phân hủy của vi sinh vật đã làm giảm đáng kể màu và mùi hôi của nước thải. Hình 1 minh họa cho hiệu quả loại màu của hầm biogas.

3.2.2. Hiệu quả xử lý chất rắn lơ lửng

Tương tự chất hữu cơ, nồng độ SS và VSS giảm mạnh sau khi qua hầm biogas. Hiệu quả xử lý hai thông số này đạt tương ứng 86,1% và 85,4% như đã nêu ở Bảng 4.

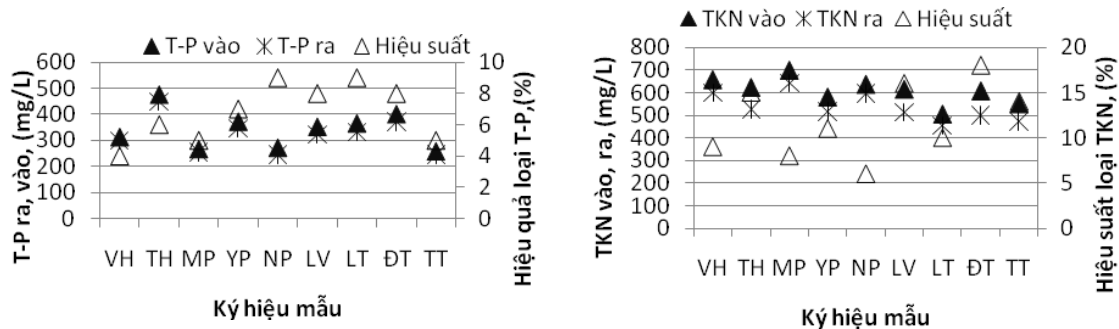
Nước thải đầu vào có tỷ lệ thông số VSS/SS khoảng 0,65, sự giảm nồng độ chất rắn chủ yếu là do vi sinh vật phân hủy các hạt hữu cơ, phần còn lại giảm do các hạt có nguồn gốc vô cơ bị lắng kết trong bùn đáy. Kết quả riêng cho từng hầm biogas được trình bày ở Hình 3.



Hình 3. Hiệu quả xử lý VSS và SS trong nước thải chăn nuôi lợn của các hầm biogas

3.2.3. Hiệu quả xử lý chất dinh dưỡng

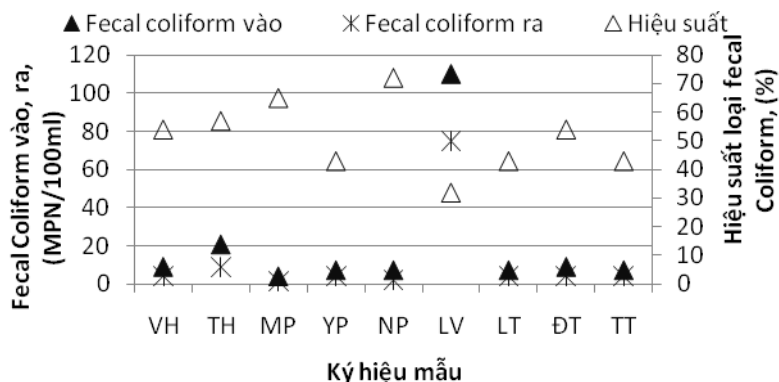
Bảng 4 cho thấy qua hầm biogas, nồng độ các chất dinh dưỡng giảm rất ít, chỉ đạt 12% đối với TKN và 7% đối với T-P. Hiệu suất xử lý của từng hầm biogas được giới thiệu ở Hình 4. Kết quả nghiên cứu của Vũ Đình Tôn [5] cũng cho thấy, nồng độ nitơ tổng chỉ giảm 10,1 - 27,46% sau hầm biogas.



Hình 4. Hiệu quả xử lý T-P và TKN trong nước thải chăn nuôi lợn của hầm biogas

3.2.4. Hiệu quả xử lý vi sinh vật

Theo lý thuyết, với nhiệt độ cao trong hầm và thời gian lưu nước thải khá dài, vi sinh vật gây bệnh sẽ giảm từ 80 - 100% sau hầm biogas. Kết quả tính toán ở Bảng 4 cho thấy, qua hầm biogas, mật độ fecal coliform chỉ giảm trung bình 51%. Hình 5 cho thấy, hiệu suất xử lý có sự sai khác lớn ở các hầm. Sự suy giảm mật độ Fecal coliform sau khi qua hầm biogas có thể do ảnh hưởng của các yếu tố môi trường, độ kín của hầm hoặc do sự nhiễm khuẩn từ các nguồn khác. Trên thực tế, khu vực chuồng nuôi rất ẩm thấp do thức ăn thừa, nước dãi chuồng chảy tràn hoặc gần các cống thoát nước. Đặc biệt, phần lớn các hộ chăn nuôi đều thải nước sau hầm biogas tự do ra môi trường trong hoặc gần khu vực chăn nuôi nên khả năng tái nhiễm bản là khá cao.



Hình 5. Hiệu quả xử lý Fecal Coliform trong nước thải chăn nuôi lợn của hầm biogas

4. Kết luận

Các hầm biogas được khảo sát ở Thừa Thiên Huế có khả năng xử lý khá tốt các chất hữu cơ (trung bình *COD* giảm 84,7%, *BOD₅* giảm 76,3%, chất rắn lơ lửng (trung bình *SS* giảm 86,1%, *VSS* giảm 85,4%), và vi sinh vật gây bệnh (giảm 51,2%). Đối với các chất dinh dưỡng (N, P), hầm biogas chỉ xử lý giảm một phần (trung bình *TKN* giảm 11,8%, *T-P* giảm 7,0%).

Nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải đầu ra của hầm biogas còn khá cao, vượt tiêu chuẩn cho phép nhiều lần, đặc biệt là chất dinh dưỡng. Để đủ điều kiện xả thải ra môi trường, nước thải đầu ra cần được tiếp tục xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Bình, *Hội nghị triển khai kế hoạch xây dựng công trình khí sinh học năm 2010*, <http://khuyennonghue.org.vn/default.asp?sq=News&naid=517&caid=0> (Ngày cập nhật: 22/4/2010).
2. Phạm Tài, *Triển khai dự án khí sinh học cho ngành chăn nuôi năm 2009 ở TTH*, <http://khuyennonghue.org.vn/default.asp?sq=News&caid=18&naid=493> (Ngày cập nhật: 4/1/2010)
3. APHA, AWWA, WEF, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th edition, Washington DC, USA, 1999.
4. Kanda J., *Determination of ammonium in seawater based on indophenol reaction with o-phenylphenol (OPP)*, *Water Research*, 29 (12), (1995), 2746-2750.
5. Vũ Đình Tôn, Lại Thị Cúc, Nguyễn Văn Duy, *Đánh giá hiệu quả xử lý chất thải bằng bể Biogas của một số trang trại chăn nuôi lợn vùng đồng bằng sông Hồng*, *Tạp chí Khoa học và phát triển*, (6), 6, (2008), 556-561
6. Antoine Pouillieute, Bùi Bá Bổng, Cao Đức Phát, *Báo cáo Chăn nuôi Việt Nam và triển vọng 2010*; ấn phẩm của tổ chức PRISE của Pháp, 2010.

7. Lương Đình Phẩm, *Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*, Nxb. Giáo dục, Hà Nội, 2003.
8. Nguyễn Thị Hoa Lý, *Một số vấn đề liên quan đến việc xử lý nước thải chăn nuôi, lò mổ*, Tạp chí khoa học nông nghiệp, số 5, (2005), 67-73.
9. Phùng Thị Vân, Phạm Sỹ Tiệp, Nguyễn Văn Lục, Nguyễn Gang Phúc, Trịnh Quang Tuyên, *Xây dựng mô hình chăn nuôi lợn trong nông hộ nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường và nâng cao năng suất chăn nuôi*, Báo cáo tổng kết khoa học kỹ thuật, Viện Chăn nuôi, 2003.
10. Phạm Văn Thành, *Mô hình biogas và phát triển bền vững*, Báo cáo tại hội thảo công nghệ khí sinh học - các giải pháp tích cực cho phát triển bền vững, Hà Nội, (2003), 44-46
11. Lê Văn Cát, *Xử lý nước thải giàu hợp chất nitơ và photpho*, Nxb. Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2007.

TREATMENT EFFICIENCIES OF HOUSEHOLD-SCALE BIOGAS SYSTEMS ON PIGGERY WASTEWATER IN THUA THIEN HUE PROVINCE

*Nguyen Thi Hong, Pham Khac Lieu
College of Sciences, Hue University*

Abstract. This paper introduces some results from the assessment of treatment efficiencies of household-scale biogas systems on piggery wastewater in Thua Thien Hue province. Analytical data of influent and effluent samples from 9 biogas systems showed significant reductions in concentration of some pollutants in piggery wastewater. In average, COD was decreased by 84,7%, BOD5 - by 76,3%, SS – by 86,1%, VSS - by 85,4%, TKN - by 11,8%, T-P - by 7,0% and Fecal coliform - by 51,2% through the systems. However, effluents from all biogas systems still contained pollutants at high concentrations exceeding limit values in national discharge standards (QCVN 24:2009/BTNMT, column B and TCN 678 - 2006). Especially, the concentration of nutrients (N, P) was very high, which can create a high eutrophication potential when discharged into surface water bodies.

Keywords: biogas system, piggery wastewater, treatment efficiency, Thua Thien Hue.