

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ SINH HỌC

****000****



TRẦN VŨ QUỐC BÌNH

ẢNH HƯỞNG NỒNG ĐỘ PHÂN BÒ LÊN
KHẢ NĂNG SINH GAS CỦA HÀM
Ủ KT1 TRUNG QUỐC

LUẬN VĂN KỸ SƯ
CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ SINH HỌC

Thành phố Hồ Chí Minh
-Tháng 9/2006-

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ SINH HỌC**

****000****



**ẢNH HƯỞNG NỒNG ĐỘ PHÂN BÒ LÊN
KHẢ NĂNG SINH GAS CỦA HẦM
Ủ KT1 TRUNG QUỐC**

**LUẬN VĂN KỸ SƯ
CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ SINH HỌC**

Giáo viên hướng dẫn

TS. DƯƠNG NGUYỄN KHANG

Sinh viên thực hiện

TRẦN VŨ QUỐC BÌNH

KHÓA: 2002 – 2006

Thành phố Hồ Chí Minh
-Tháng 9/2006-

**MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING
NONG LAM UNIVERSITY, HCMC
FACULTY OF BIOTECHNOLOGY**

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★



**EFFECT OF COW MANURE CONCENTRATION
ON GAS PRODUCTION OF CHINESE
FIXED – DOME DIGESTER**

**GRADUATION THESIS
MAJOR: BIOTECHNOLOGY**

**Professor
Dr. DUONG NGUYEN KHANG**

**Student
TRAN VU QUOC BINH
TERM: 2002 - 2006**

HCMC, 09/2006

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành được luận văn tốt nghiệp này, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến:

❖ Ban giám hiệu trường Đại Học Nông Lâm Tp. HCM, Ban chủ nhiệm bộ môn Công Nghệ Sinh Học, cùng tất cả các thầy cô đã tận tình giảng dạy, giúp tôi có được kiến thức trong những năm Đại Học.

❖ TS. Dương Nguyên Khang, người thầy đã luôn tận tình hướng dẫn, động viên tôi trong quá trình thực tập và hoàn thành khóa luận này.

❖ Trại bò sữa thực nghiệm thuộc trung tâm chuyển giao Khoa Học và Công Nghệ Trường Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.

❖ Trung tâm Công nghệ - Quản lý tài nguyên và môi trường, trường Đại học Nông Lâm cùng các anh chị làm việc tại đó đã tạo điều kiện và hết lòng giúp đỡ tôi trong quá trình thực tập.

❖ Gia đình cô Nguyễn Thị Mỹ Đức đã nhiệt tình giúp đỡ tôi.

❖ Toàn thể các bạn trong lớp CNSH28 đã hỗ trợ, giúp đỡ và động viên tôi trong thời gian làm đề tài.

❖ Con thành kính ghi ơn ba mẹ cùng những người thân trong gia đình luôn tạo điều kiện và động viên con trong quá trình học tập tại trường.

Tháng 09 năm 2006

Trần Vũ Quốc Bình

TÓM TẮT

TRẦN VŨ QUỐC BÌNH, Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh. Tháng 9/2005. "ẢNH HƯỞNG NỒNG ĐỘ PHÂN BÒ LÊN KHẢ NĂNG SINH GAS CỦA HÀM Ủ KT1 TRUNG QUỐC".

Giáo viên hướng dẫn:

TS. DƯƠNG NGUYỄN KHANG.

Đề tài được tiến hành từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2006 tại: trại bò sữa thực nghiệm thuộc trung tâm chuyển giao Khoa Học và Công Nghệ Trường Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh và hộ chăn nuôi bò sữa của cô Nguyễn Thị Mỹ Đức, 20/34 đường Bình Chiểu, tổ 2, khu phố 3, Phường Bình Chiểu, Quận Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh.

Mục đích của thí nghiệm là khảo sát ảnh hưởng của nồng độ phân cho vào 3, 4 và 5% vật chất khô với thời gian lưu trữ của phân là 10 và 20 ngày trên khả năng sinh gas và các chỉ tiêu hóa lý của nước thải đầu ra như: vật chất khô, pH, đạm tổng số, hàm lượng amoniac, COD. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố có 3 nghiệm thức là:

- 3% vật chất khô cho vào với thời gian lưu lại 20 ngày
- 4% vật chất khô cho vào với thời gian lưu lại 10 ngày
- 5% vật chất khô cho vào với thời gian lưu lại 20 ngày

Thí nghiệm được tiến hành trên các hầm xây thiết kế kiểu KT1 Trung Quốc có thể tích 6 và 10 m³. Kết quả cho thấy đạm tổng số của chất thải đầu ra giảm trung bình 61% so với đạm tổng số của phân cho vào. Hàm lượng amoniac của chất thải đầu ra giảm trung bình 15,7% so với hàm lượng amoniac của phân cho vào. COD ở đầu ra giảm trung bình 74% so với phân cho vào. Kết quả thí nghiệm đã cho thấy ở nồng độ vật chất khô 3% với thời gian lưu lại phân 20 ngày thì khả năng xử lý phân và sinh gas tốt nhất.

MỤC LỤC

TRANG

Trang tựa	
Lời cảm tạ	iii
Tóm tắt	iv
Mục lục	v
Danh sách các chữ viết tắt	viii
Danh sách các bảng	ix
Danh sách các hình	x
Danh sách các sơ đồ và biểu đồ	xi
1. PHẦN MỞ ĐẦU	1
1.1 Đặt vấn đề	1
1.2 Mục đích và yêu cầu	2
1.2.1 Mục đích	2
1.2.2 Yêu cầu	2
2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU	3
2.1. Sơ lược đặc điểm chất thải chăn nuôi	3
2.1.1. Chất thải rắn	3
2.1.1.1. Phân	3
2.1.1.2. Xác súc vật chết	5
2.1.1.3. Thức ăn dư thừa, vật liệu lót chuồng và các chất thải	5
2.1.2. Chất thải lỏng	5
2.1.3. Chất thải khí	6
2.2. Một số mô hình xử lý chất thải chăn nuôi	7
2.2.1. Sử dụng ao hồ để xử lý	7
2.2.2. Sử dụng thủy sinh thực vật để xử lý	7
2.2.3. Xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo	8
2.3. Xử lý chất thải chăn nuôi bằng hệ thống ủ yếm khí biogas	9
2.3.1. Sơ lược lịch sử	9
2.3.2. Khí sinh học	10
2.3.2.1. Đặc tính khí sinh học biogas	10
2.3.2.2. Đặc tính của khí CH ₄	11
2.3.3. Cơ chế tạo thành khí sinh học trong hệ thống biogas	11

2.3.3.1. Con đường thứ nhất	12
2.3.3.2. Con đường thứ hai	12
2.3.4. Một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sinh khí sinh học	13
2.3.4.1. Điều kiện kỵ khí tuyệt đối.....	13
2.3.4.2. Nhiệt độ.....	13
2.3.4.3. pH.....	13
2.3.4.4. Thời gian ủ	14
2.3.4.5. Hàm lượng chất rắn.....	14
2.3.4.6. Thành phần dinh dưỡng	14
2.3.4.7. H ₂ S	15
2.3.4.8. Các chất gây trở ngại quá trình lên men	15
2.3.4.9. Một số yếu tố khác.....	15
2.3.5. Vai trò của biogas trong sản xuất và đời sống	16
2.3.5.1. Cung cấp năng lượng	16
2.3.5.2. Hạn chế ô nhiễm, bảo vệ môi trường.....	16
2.3.6. Một số hàm ủ biogas ở Việt Nam.....	17
2.3.6.1. Loại nắp trôi nổi.....	17
2.3.6.2. Loại hàm nắp cố định.....	17
2.3.6.3. Túi cao su và bao nylon	18
2.3.7. Tình hình nghiên cứu hiện nay	19
3. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT	20
3.1. Thời gian và địa điểm thực hiện đề tài.....	20
3.1.1. Thời gian.....	20
3.1.2. Địa điểm	20
3.1.3. Đối tượng khảo sát	20
3.2. Vật liệu.....	20
3.3. Phương pháp nghiên cứu	21
3.3.1. Bố trí thí nghiệm.....	21
3.3.2. Quy trình thí nghiệm	22
3.3.2.1. Lấy mẫu	22
3.3.2.2. Thời gian khảo sát.....	22
3.3.2.3. Chỉ tiêu khảo sát.....	22
3.3.2.4. Xử lý số liệu.....	23
4. KẾT QUẢ THẢO LUẬN	24
4.1. Điều kiện nhiệt độ	24

4.2. Vật chất khô của phân cho vào và chất thải đầu ra	25
4.3. pH của phân cho vào và chất thải đầu ra	26
4.4. Đạm tổng số của phân cho vào và chất thải đầu ra	27
4.5. Hàm lượng amoniac của phân cho vào và chất thải đầu ra	28
4.6. COD của phân cho vào và chất thải đầu ra.....	30
4.7. Lượng gas sinh ra.....	31
5. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	36
5.1. Kết luận	36
5.2. Đề nghị.....	36
6. TÀI LIỆU THAM KHẢO	37

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

C/N	Tỷ lệ cacbon/nitơ
Ctv	Cộng tác viên
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
C	Concentration
RT	Retention Time
COD	Chemical Oxygen Demand
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
VCK	Vật chất khô
CHC	Chất hữu cơ
SEM	Sum error of mean
P	Probability
CRT	Nồng độ và thời gian lưu lại

DANH SÁCH CÁC BẢNG

	TRANG
Bảng 2.1. Số lượng chất thải của một số loài gia súc gia cầm	3
Bảng 2.2. Đặc tính của phân bò.....	4
Bảng 2.3. Thành phần các loại phân gia súc, gia cầm (%).....	4
Bảng 2.4. Thành phần nước tiểu của các loại gia súc ở Nhật Bản.	5
Bảng 2.5. Tỷ lệ C/N của một số loại phân.....	14
Bảng 3.1. Thông số bố trí thí nghiệm.....	21
Bảng 4.1. Vật chất khô của phân cho vào và chất thải đầu ra	25
Bảng 4.2. pH của phân cho vào và chất thải đầu ra.....	26
Bảng 4.3. Độ ẩm tổng số của phân cho vào và chất thải đầu ra	27
Bảng 4.4. Hàm lượng amoniac của phân cho vào và chất thải đầu ra.....	29
Bảng 4.5. COD của phân cho vào và chất thải đầu ra	30
Bảng 4.6. Lượng gas sinh ra	32

DANH SÁCH CÁC HÌNH

	TRANG
Hình 2.1. Mô hình thiết kế hầm xây nắp trôi nổi của Ấn Độ	17
Hình 2.2. Mô hình thiết kế hầm xây nắp cố định của Trung Quốc	18
Hình 2.3. Mô hình thiết kế túi ủ nylon	18
Hình 3.1. Hệ thống đo gas tại trường	23
Hình 3.2. Hệ thống đo gas tại nông hộ	23

DANH SÁCH SƠ ĐỒ VÀ BIỂU ĐỒ

TRANG

Sơ đồ 2.1. Các chất khí tạo ra từ chất thải gia súc và thức ăn.....	6
Sơ đồ 2.2. Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ do vi khuẩn.....	12
Sơ đồ 2.3. Mô hình V – A – C – B kết hợp.....	16
Biểu đồ 4.1. Nhiệt độ môi trường thí nghiệm.....	24
Biểu đồ 4.2. VCK của phân cho vào và chất thải đầu ra.	25
Biểu đồ 4.3. pH của phân cho vào và chất thải đầu ra.....	26
Biểu đồ 4.4. Đạm tổng số của phân cho vào và chất thải đầu ra	28
Biểu đồ 4.5. Hàm lượng amoniac của phân cho vào và chất thải đầu ra	29
Biểu đồ 4.6. Hàm lượng COD của phân cho vào và chất thải đầu ra.....	30
Biểu đồ 4.7. Lượng gas sinh ra theo thể tích.....	32
Biểu đồ 4.8. Lượng gas sinh ra theo vật chất khô	33
Biểu đồ 4.9. Lượng gas sinh ra theo chất hữu cơ.....	34
Biểu đồ 4.10. Lượng gas sinh ra theo phần trăm thể tích hàm ử.....	35

PHẦN 1: MỞ ĐẦU

1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Như chúng ta đã biết, ngành chăn nuôi ở nước ta đã có nguồn gốc từ rất lâu đời và cũng đóng góp quan trọng trong sự phát triển nền kinh tế đất nước nói chung và đáp ứng cho nhu cầu thực phẩm nói riêng. Song song với mặt tích cực là giải quyết được nguồn thực phẩm cung cấp cho nhu cầu của mọi người thì ngành chăn nuôi cũng ảnh hưởng tiêu cực không nhỏ đến đời sống và sức khỏe của người dân. Đó là vấn đề ô nhiễm môi trường (ô nhiễm bầu không khí, đất, nước...) do các chất thải từ quá trình sản xuất chăn nuôi, đặc biệt là nước thải chăn nuôi. Đã có nhiều giải pháp đề nghị để xử lý chất thải này như: ủ phân bón cho trồng trọt, ủ phân làm chất đốt, nuôi cá, nuôi bèo... Tuy nhiên mỗi giải pháp sẽ tùy thuộc vào điều kiện chăn nuôi ở nông hộ nhưng với giải pháp xử lý phân bằng hầm xây biogas tạo khí sinh học làm chất đốt là có khả thi và đã được sử dụng rộng rãi ở các nước Châu Á. Nó không những làm giảm tác động đến môi trường mà còn nhiều ứng dụng như: trong đun nấu, thắp sáng, chạy động cơ đốt trong và các ứng dụng khác.

Khí sinh học là hỗn hợp khí được sản sinh ra từ sự phân hủy những hợp chất hữu cơ dưới tác động của vi khuẩn trong môi trường yếm khí. Hỗn hợp khí này chiếm tỷ lệ lớn CH_4 , đây là chất khí chủ yếu tạo ra năng lượng khi đốt và lượng khí này có thể sử dụng thay thế cho nguồn năng lượng đang cạn kiệt dần. Theo một số nghiên cứu cho thấy rằng cứ 1 m^3 khí biogas, khi đốt, sẽ cho nhiệt lượng tương đương với 5,5 kg củi; 1,5 kWh điện; 1,6 kg than; 0,6 lít dầu. Lượng CH_4 sản xuất chịu ảnh hưởng bởi quá trình phân hủy sinh học, do đó số lượng khí sinh ra này sẽ tùy thuộc loại phân, tỷ lệ phân nước hay nồng độ phân gia súc cho vào, nhiệt độ môi trường, thời gian lưu lại của phân ... trong hệ thống phân hủy khí sinh học.

Đã có nhiều nghiên cứu về nồng độ phân thích hợp cho vào hầm ủ phân để tạo ra nguồn chất đốt và xử lý tốt nguồn chất thải chăn nuôi (Phạm Văn Minh, 1995; Phan Đức Quý, 1997; Long Đa, 1997). Các tác giả đã cho thấy rằng ở tỷ lệ phân nước khoảng 1:4 đến 1:6 sẽ có năng suất gas cao nhất, đồng thời thời gian lưu lại của phân càng lâu cũng đã cho năng suất gas cao và hiệu quả xử lý chất thải tốt hơn. Tuy nhiên những kết quả nghiên cứu này được điều tra tại các hộ chăn nuôi trong thực tế sản xuất

nên chưa xác định rõ nồng độ và thời gian lưu lại của phân thích hợp nhất. Do đó nghiên cứu nồng độ chất thải cho vào hầm xây biogas (% vật chất khô) và thời gian lưu lại của phân trong hệ thống là rất cần thiết. Vì những lý do trên, chúng tôi tiến hành khảo sát trên các hệ thống hầm ủ phân làm chất đốt với đề tài “**Ảnh hưởng nồng độ phân bón lên khả năng sinh gas của hầm ủ KT1 Trung Quốc**”.

1.2. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU

1.2.1. MỤC ĐÍCH: xem ảnh hưởng nồng độ và thời gian lưu lại phân bón trên khả năng sinh gas của hệ thống ủ phân thiết kế dạng hầm xây KT1 Trung Quốc.

1.2.2. YÊU CẦU: khảo sát các chỉ tiêu về lượng gas sinh ra tổng cộng, năng suất sinh gas trên lượng vật chất khô của phân cho vào hầm, năng suất sinh gas trên lượng chất hữu cơ của phân cho vào hầm, phần trăm gas sinh ra trên thể tích hầm và ảnh hưởng của nồng độ chất thải đầu ra của hầm biogas trên vật chất khô, chất hữu cơ, đạm tổng số, hàm lượng amoniac, COD của chất thải đầu ra của hệ thống hầm ủ phân làm chất đốt.

PHẦN 2: TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. SƠ LƯỢC ĐẶC ĐIỂM CHẤT THẢI CHĂN NUÔI

Chất thải trong chăn nuôi được chia làm ba loại: chất thải rắn, chất thải lỏng và chất thải khí. Đây là hỗn hợp chất hữu cơ, vô cơ, vi sinh vật và trứng ký sinh trùng có thể gây bệnh cho động vật và con người.

- ❖ Chất thải rắn gồm phân, thức ăn thừa của thú, vật liệu lót chuồng, xác súc vật chết và các chất thải khác. Chất thải rắn có độ ẩm từ 56 – 83%, có tỷ lệ N, P, K cao.
- ❖ Chất thải lỏng hay còn gọi là nước thải, có độ ẩm cao trung bình khoảng 93 – 98%, gồm nước thải của thú, nước rửa chuồng và phần phân lỏng hòa tan.
- ❖ Chất thải khí là các loại khí sinh ra trong quá trình chăn nuôi, quá trình phân hủy của các chất hữu cơ rắn và lỏng.

2.1.1. Chất thải rắn

2.1.1.1. Phân

Phân là chất thừa của thức ăn sau khi qua cơ quan tiêu hóa không được hấp thu và sử dụng hết mà bài tiết ra ngoài cơ thể gia súc. Lượng phân và nước tiêu gia súc thải ra trong một ngày đêm tùy thuộc vào giống, loài, tuổi, khẩu phần và tính chất của thức ăn, trọng lượng gia súc. Lượng phân và nước tiêu gia súc thải ra trong ngày đêm trung bình cho thấy ở bảng 2.1.

Bảng 2.1. Số lượng chất thải của một số loài gia súc gia cầm

Loài gia súc, gia cầm	Lượng phân (kg/ngày)	Lượng nước tiêu (kg/ngày)
Trâu bò lớn	20 – 25	10 – 15
Heo dưới 10 kg	0,5 – 1	0,3 – 0,7
Heo 15 – 45 kg	1 – 3	0,7 – 2
Heo 45 – 100 kg	3 – 5	2 – 4
Gia cầm	0,08	–

Nguyễn Thị Hoa Lý (1994).

Thành phần của phân gồm những dưỡng chất không tiêu hóa, các mô tróc ra từ các niêm mạc của ống tiêu hóa, các chất nhờn, các chất cặn bã của dịch tiêu hóa, vật chất dính vào thức ăn như bụi tro... các loại vi sinh vật và trứng giun sán bị nhiễm trong thức ăn và trong ruột bị tống ra ngoài. Phân bò được xếp vào loại phân lỏng,

phần còn lại là chất khô gồm các chất hữu cơ, hợp chất NPK dưới dạng chất vô cơ.

Bảng 2.2. Đặc tính của phân bò

Đặc tính	Đơn vị tính	Giá trị
Vật chất khô	%	15,3
Chất hữu cơ	%	83,6
pH		7,19
N tổng số	mg/kg	3730
NH ₃ – N (amoniac)	mg/kg	640
NH ₃ – N trong N tổng số	%	17,2

Nguồn: Bùi Phan Thu Hằng (2003)

Thành phần hóa học của phân phụ thuộc vào dinh dưỡng, tình trạng sức khỏe, cách nuôi dưỡng, chuồng trại, loại gia súc, gia cầm, kỹ thuật chế biến thức ăn. Thành phần nguyên tố vi lượng thay đổi phụ thuộc vào lượng và loại thức ăn. Ví dụ: Bo = 5 – 7 ppm; Mn = 30 – 75 ppm; Co = 0,2 – 0,5 ppm; Cu = 4 – 8 ppm; Zn = 20 – 45 ppm; Mo = 0,8 – 1,0 ppm. Trong quá trình ủ phân, các vi sinh vật công phá những nguyên liệu này, giải phóng chất khoáng hòa tan dễ dàng cho cây trồng hấp thu.

Bảng 2.3. Thành phần các loại phân gia súc, gia cầm (%)

Loại phân	Nước	Nitơ	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Heo	82,0	0,60	0,41	0,26	0,09	0,10
Trâu bò	83,1	0,29	0,17	1,00	0,35	0,13
Ngựa	75,7	0,44	0,35	0,35	0,15	0,12
Gà	56,0	1,63	0,54	0,85	2,40	0,74
Vịt	56,0	1,00	1,40	0,62	1,70	0,35

Nguồn: Lê Văn Căn (trích dẫn Dương Nguyên Khang, 2004)

Về mặt hóa học, các chất trong phân chuồng có thể chia làm hai nhóm

- Hợp chất chứa nitơ ở dạng hòa tan và không hòa tan.
- Hợp chất không chứa nitơ bao gồm: hydratcarbon, lignin, lipid...

Tỷ lệ C/N có vai trò quyết định đối với quá trình phân giải và tốc độ phân giải các hợp chất hữu cơ có trong phân chuồng.

Trong thành phần phân gia súc còn chứa virus, vi trùng, đa trùng, trứng

giun sán. Chúng có thể tồn tại vài ngày, vài tháng trong phân, nước thải ngoài môi trường gây ô nhiễm cho đất và nước đồng thời gây hại cho sức khỏe con người và vật nuôi.

2.1.1.2. Xác súc vật chết

Xác súc vật chết do bệnh luôn là nguồn gây ô nhiễm chính cần phải được xử lý triệt để nhằm tránh lây lan cho con người và vật nuôi.

2.1.1.3. Thức ăn dư thừa, vật liệu lót chuồng và các chất thải

Có thành phần đa dạng gồm cám, bột ngũ cốc, bột tôm, bột cá, bột thịt, các khoáng chất bổ sung, các loại kháng sinh, rau xanh, rom rạ, bao bố, vải vụn, gỗ... Vì vậy nếu không được xử lý tốt hoặc xử lý không đúng phương pháp thì nó sẽ là tác nhân gây ô nhiễm môi trường tác động xấu đến sức khỏe cộng đồng xung quanh và tác hại trực tiếp đến cơ sở chăn nuôi.

2.1.2. Chất thải lỏng

Trong các loại chất thải của chăn nuôi, chất thải lỏng là loại chất thải có khối lượng lớn nhất. Đặc biệt khi lượng nước thải rửa chuồng được hòa chung với nước tiểu của gia súc và nước tắm gia súc vào sông rạch sẽ gây ô nhiễm môi trường nước và làm lây lan những bệnh truyền nhiễm và giun sán. Đây cũng là loại chất thải khó quản lý, khó sử dụng. Mặt khác, nước thải chăn nuôi có ảnh hưởng rất lớn đến môi trường nhưng người chăn nuôi ít để ý đến việc xử lý nó.

Bảng 2.4. Thành phần nước tiểu của các loại gia súc ở Nhật Bản

Loại gia súc	H ₂ O (%)	Chất hữu cơ (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cl (%)
Trâu, bò	92,5	3,0	1,0	0,01	1,5	0,15	0 – 0,1	0,1
Ngựa	89,0	7,0	1,2	0,05	1,5	0,02	0,24	0,2
Heo	94,0	2,5	0,5	0,05	1,0	0 – 0,2	0 – 0,1	0,1
Dê, cừu	94,0	8,0	1,5	0,1	1,8	0 – 3,0	0,25	0,28

Nguồn: Suzuki Tatsushiko (1986) (trích dẫn Nguyễn Thị Thu Minh, 2006).

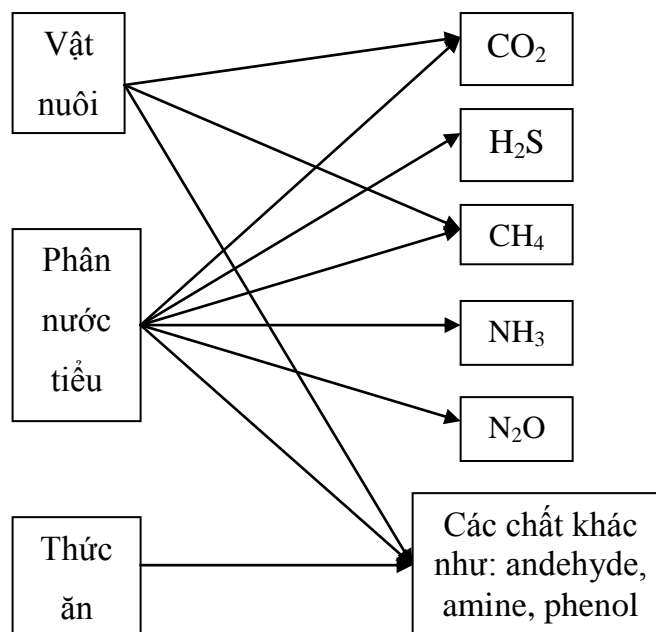
Nước tiểu là phần dinh dưỡng trong thức ăn đã được tiêu hóa, hòa tan vào máu, sau khi trao đổi chất được bài tiết ra ngoài dưới dạng nước. Thành phần của nước tiểu khá đơn giản, tất cả đều là chất tan trong nước, chủ yếu là urê, acid uric, acid hipuric và các muối vô cơ như muối kali, natri, canxi... Thành phần dinh dưỡng trong nước

tiểu của gia súc thay đổi theo loài, điều kiện dinh dưỡng và khí hậu. Nước tiểu là một loại phân bón giàu đạm và kali, còn hàm lượng lân thì ít hoặc không đáng kể.

Chất thải lỏng chứa nhiều loài vi sinh vật và trứng ký sinh trùng, làm lây lan dịch bệnh cho người và gia súc, những vi sinh vật là mầm bệnh trong chất thải chăn nuôi thường bao gồm: *E. coli*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.*, *Leptospira spp.*, *Listeria spp.*, *Shigella spp.*, *Proteus*, *Klebsiella*... Một số nghiên cứu cho thấy rằng trong 1 kg phân có thể chứa 2100 – 5000 trứng giun sán như: *Ascaris suum*, *Oesophagostomum*, *Trichocephalus*.

2.1.3. Chất thải khí

Mùi hôi chuồng nuôi là hỗn hợp khí được tạo ra bởi quá trình phân hủy kỵ khí và hiệu khí của các chất thải chăn nuôi, quá trình thối rữa các chất hữu cơ trong phân, nước tiểu gia súc hay thức ăn thừa. Cường độ của mùi hôi phụ thuộc vào điều kiện mật độ vật nuôi cao, sự thông thoáng, nhiệt độ và ẩm độ không khí cao.



Sơ đồ 2.1. các chất khí tạo ra từ chất thải gia súc và thức ăn

Nguồn: Burton, C.H và Turner (2003).

Thành phần các khí trong chuồng nuôi biến đổi tùy theo giai đoạn phân hủy chất hữu cơ, tùy theo thành phần của thức ăn, hệ thống vi sinh vật và tình trạng sức khỏe của thú. Các khí này có mặt thường xuyên và gây ô nhiễm chính, các khí này có thể gây hại đến sức khỏe con người và vật nuôi như: NH_3 , H_2S và CH_4 mà người ta thường quan tâm đến. Khí NH_3 và H_2S được hình thành chủ yếu trong quá trình thối

rữa của phân do các vi sinh vật gây thối, ngoài ra NH_3 còn được hình thành từ sự phân giải urê của nước tiểu.

Các vi sinh vật tiết ra enzyme protease ngoại bào, phân giải protein thành các polypeptid, oligopeptid. Các chất này tiếp tục được phân giải thành các acid amin, một phần acid amin này được vi sinh vật sử dụng trong quá trình sinh tổng hợp protein của chúng, một phần khác được tiếp tục phân giải theo những con đường khác nhau. Thường là khử amin, khử carboxyl hoặc khử amin và carboxyl. Qua quá trình này ngoài NH_3 và H_2S còn có một số khí trung gian được hình thành cũng góp phần vào việc tạo mùi hôi chuồng nuôi. Nhóm $-\text{NH}_2$ của acid amin được tách ra để hình thành NH_3 . Kể từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 21 thì lượng khí này được sản sinh ra rất nhiều.

2.2. MỘT SỐ MÔ HÌNH XỬ LÝ CHẤT THẢI CHĂN NUÔI

Theo Nguyễn Thị Thu Minh, 2006 có các mô hình xử lý sau

2.2.1. Sử dụng ao hồ để xử lý

Sử dụng ao hồ để xử lý chất thải là một hình thức xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học bằng các quá trình tự làm sạch ao hồ để xử lý chất thải. Trong các ao hồ này các hoạt động của vi sinh vật hiếu khí, kỵ khí, quá trình cộng sinh của vi khuẩn và tảo là các quá trình sinh học chủ đạo. Các quá trình lý học, hóa học gồm các hiện tượng pha loãng, lắng, hấp thụ, kết tủa, các phản ứng hóa học... cũng diễn ra tại đây. Quần thể động thực vật trong ao hồ đóng vai trò quan trọng trong quá trình vô cơ hóa các hợp chất hữu cơ trong chất thải. Đầu tiên, vi sinh vật phân hủy các chất hữu cơ phức tạp thành các chất hữu cơ đơn giản và vô cơ, đồng thời trong quá trình quang hợp chúng lại giải phóng ra oxy cung cấp cho cá. Cá bơi lội khuấy trộn nước có tác dụng tăng sự tiếp xúc của oxy với nước, thúc đẩy sự hoạt động, phân hủy của vi sinh vật. Tùy theo sự hiện diện của oxy trong các ao hồ mà người ta phân chia các loại ao hồ để xử lý nước thải thành ao hiếu khí (aerobic stabilization pond), ao thuần thực (maturation pond), ao tùy nghi (facultative pond), ao kỵ khí (anaerobic pond).

Ngày nay, người ta sử dụng ao hồ để xử lý chất thải và đồng thời tái sử dụng chất dinh dưỡng trong chất thải để sản xuất tảo và sản xuất cá, chất thải chăn nuôi có thể thải trực tiếp vào ao hồ xử lý qua biogas sau đó mới cho thải vào hồ.

2.2.2. Sử dụng thủy sinh thực vật để xử lý

Thủy sinh thực vật là các loài thực vật tăng trưởng trong môi trường nước,

chúng có thể chúng có thể gây nên một số bất lợi cho con người do việc phát triển nhanh và phân bố rộng của chúng. Tuy nhiên, chúng ta có thể sử dụng chúng để xử lý chất thải, lấy đi các chất dinh dưỡng trong chất thải tránh hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn nước, chuyển hóa các chất dinh dưỡng vào cơ thể chúng để phân hủy chất thải. Các loại thủy sinh thực vật chính gồm:

- Thủy sinh thực vật sống chìm: loài thủy sinh vật này phát triển dưới mặt nước và chỉ phát triển được ở các nguồn nước có đủ ánh sáng. Chúng gây nên các tác hại như làm tăng độ đục của nguồn nước, ngăn cản sự khuếch tán của ánh sáng vào nước. Do đó các loài thủy sinh thực vật này không hiệu quả trong việc làm sạch các chất thải.

- Thủy sinh thực vật sống trôi nổi: rễ của loài thực vật này không bám vào đất mà lơ lửng trên mặt nước, thân lá của nó phát triển trên mặt nước theo gió và dòng nước. Rễ của chúng tạo điều kiện cho vi khuẩn bám vào để phân hủy các chất thải.

- Thủy sinh thực vật sống trôi nổi: loài thủy sinh thực vật này có rễ bám vào đất nhưng thân và lá phát triển trên mặt nước. Loài này thường sống ở những nơi có thủy triều ổn định.

2.2.3. Xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo

- Bể lọc sinh học: hoạt động như một bể lọc, có thể làm sạch nước thải hữu cơ nhờ sự hoạt động của các vi sinh vật hiếu khí. Các vi sinh vật này hình thành trên bề mặt của vật liệu đệm, tạo thành lớp màng sinh vật bám dính trên bề mặt vật liệu đệm. Để một bể lọc sinh học hoạt động tốt, hiệu quả cao, nhất thiết phải phân bố đều nước thải trên bề mặt lọc, thông gió cung cấp oxy đầy đủ cho các vi sinh vật hoạt động, tải lượng và tốc độ thích hợp.

- Bể bùn hoạt tính (aerotank): bùn hoạt tính là tập hợp những vi sinh vật hiếu khí tự hình thành khi thổi không khí vào nước. Việc sục khí hoặc khuấy trộn có tác dụng xáo trộn tốt, đồng thời cung cấp oxy cho vi sinh vật hoạt động, tăng hiệu quả xử lý của bể.

- Mương oxy hóa: việc làm thoáng (bổ sung oxy) và khuấy trộn được thực hiện bằng cách cho nước thải chảy dọc theo mương. Đến cuối chiều dài mương, hầu hết lượng chất hữu cơ có trong nước thải đã được các vi sinh vật hiếu khí khoáng hóa.

2.3. XỬ LÝ CHẤT THẢI CHĂN NUÔI BẰNG HỆ THỐNG Ủ YẾM KHÍ BIOGAS

2.3.1. Sơ lược lịch sử

Công nghệ biến đổi các chất hữu cơ thành khí sinh học đã có từ hàng trăm năm nay. Theo huyền thoại, khí sinh học đã được dùng để đun nước tắm ở Assyri trong thế kỷ thứ X trước công nguyên và ở Ba Tư trong thế kỷ thứ XVI. Từ tài liệu hướng dẫn thiết kế vận hành hệ thống khí sinh học biogas của Nguyễn Quang Khải (2004), lịch sử phát triển công nghệ khí sinh học được tóm lược như sau:

Người đầu tiên phát hiện thấy sự phát ra loại khí cháy được từ các chất hữu cơ thối rữa là Van Helmont (1630). Shirley (1667) cũng đã nói đến khí đầm lầy. Volta (1776) đã tiến hành một loạt quan sát và kết luận rằng lượng khí đầm lầy được sinh ra phụ thuộc vào lượng thực vật thối rữa trong lớp lắng đọng ở đáy mà từ đó khí nổi lên và với một tỷ lệ nhất định, hỗn hợp khí thu được vào không khí có thể nổ.

Trong những năm 1804 – 1810 Dalton, Henry và Davy đã thiết lập được công thức hóa học của methane, khẳng định rằng khí than đá rất giống khí đầm lầy của Volta và chỉ ra rằng methane được sinh ra từ sự phân rã của phân bò. France đã được cung cấp chứng chỉ vì đã có một trong những đóng góp quan trọng cho việc xử lý các chất rắn lơ lửng trong nước thải.

Tới cuối thế kỷ XIX sự sản sinh ra methane đã được phát hiện là có liên quan với hoạt động của các vi sinh vật. Bunsen (1856), Hoppe Seyler (1886), Bechamp (1868), Tappeiner (1882) và Gayon (1884)... đã tiến hành nghiên cứu về các khía cạnh vi sinh vật của quá trình sản sinh methane.

Bechamp (1868) đã đặt tên cho “sinh vật” chịu trách nhiệm về sự sản sinh ra methane từ etanol. Sinh vật này dường như là một quần thể hỗn hợp vì Bechamp đã có thể chỉ ra rằng những sản phẩm lên men khác nhau đã hình thành từ những cơ chất khác nhau.

Năm 1875 Popoff trình diễn sự sản sinh ra hydro và methane từ sự lên men của các nguyên liệu chứa cellulose được bổ sung thêm bùn sông. Năm 1876 Herter báo cáo rằng acetate ở bùn cống đã biến đổi thành methane và cacbon dioxit.

Gayon, một học trò của Pasteur, đã cho lên men phân ở 35⁰C và thu được 100 lít methane đối với 1 m³ phân. Ông kết luận rằng sự lên men có thể là một nguồn

cung cấp khí để sưởi ấm và thắp sáng. Năm 1895 tại Anh Cameron trình diễn việc dùng khí sinh học để thắp sáng. Năm 1986 khí từ hệ thống cống được dùng để thắp sáng các phố ở Exeter (Anh).

Về mặt vi sinh vật học, năm 1901 Schengon đã mô tả những đặc điểm hình thái của vi khuẩn methane. Năm 1906 Sohngen làm giàu được hai vi khuẩn sử dụng acetate khác nhau và phát hiện thấy formate và hydro cùng cacbon dioxit có thể đóng vai như những tiền chất cho methane. Một chủng vi khuẩn methane đã được Omelianskii phân lập năm 1916. Năm 1950 Hungate đã thiết lập kỹ thuật kỵ khí do Bryant phát triển. Schnellen (1974) phân lập được hai vi khuẩn methane: *Methanosarcina barkeri* và *Methanobacterium formicium*. Sau đó năm 1967 Bryant đã thuần chủng được vi khuẩn *Methanobacillus omelianskii*.

Cuối những năm 1920 những nghiên cứu hóa sinh về sự phân hủy kỵ khí đã được tăng cường. Buswell bắt đầu nghiên cứu và giải thích những vấn đề như vai trò của nitơ trong quá trình phân hủy kỵ khí, việc sản xuất năng lượng từ những chất thải của các trang trại và ứng dụng quá trình này cho các chất thải công nghiệp. Những nghiên cứu của Barker đã đóng góp quan trọng cho hiểu biết của chúng ta về các vi khuẩn methane giúp ông thực hiện những nghiên cứu cơ bản về sinh hóa (1956).

2.3.2. Khí sinh học

Biogas hay còn gọi là khí sinh học là một hỗn hợp khí được sản sinh ra từ sự phân hủy những hợp chất hữu cơ dưới tác động của vi khuẩn trong môi trường yếm khí. Hỗn hợp khí này chiếm tỷ lệ gồm CH₄: 60 – 70%, CO₂: 30 – 40%, phần còn lại là một lượng nhỏ khí N₂, H₂, CO, CO₂... CH₄ có số lượng lớn và là khí chủ yếu tạo ra năng lượng khi đốt. Lượng CH₄ chịu ảnh hưởng bởi quá trình phân hủy sinh học, do đó số lượng khí sinh ra này sẽ tùy phụ thuộc loại phân, tỷ lệ phân nước, nhiệt độ môi trường, tốc độ dòng chảy... trong hệ thống phân hủy khí sinh học.

2.3.2.1. Đặc tính khí sinh học biogas

Khí biogas có trọng lượng riêng khoảng 0,9 – 0,94 kg/m³, trọng lượng riêng này thay đổi do tỷ lệ CH₄ so với các khí khác trong hỗn hợp. Lượng H₂S chiếm một lượng ít, có mùi hôi, tạo thành acid H₂SO₄ khi tác dụng với nước gây độc cho người và làm hư dụng cụ đun nấu. Mùi hôi của chất này giúp xác định nơi hư hỏng để sửa chữa.

Khí biogas có tính dễ cháy nếu được hòa lẫn nó với tỷ lệ từ 6 – 25% trong không khí, vì thế khi sử dụng gas này sẽ có tính an toàn cao. Nếu hỗn hợp khí mà CH₄ chỉ chiếm 60% thì 1 m³ gas cần 8 m³ không khí. Nhưng trong thực tế, khí biogas được cháy tốt trong không khí khi nó được hòa lẫn ở tỷ lệ là 1/9 – 1/10 (Ủy ban Khoa học kỹ thuật Đồng Nai, 1989).

2.3.2.2. Đặc tính của khí CH₄

Khí CH₄ là một chất khí không màu, không mùi và nhẹ hơn không khí. CH₄ ở 20°C, 1 atm, 1 m³ khí CH₄ có trọng lượng 0,716 kg. Khi đốt hoàn toàn 1 m³ khí CH₄ cho ra khoảng 5.500 – 6.000 kcal.

2.3.3. Cơ chế tạo thành khí sinh học trong hệ thống biogas

Sự tạo thành khí sinh học là một quá trình lên men phức tạp xảy ra qua nhiều phản ứng, cuối cùng tạo ra khí CH₄ và CO₂ và một số chất khác. Quá trình này được thực hiện theo nguyên tắc phân hủy kỵ khí, dưới tác dụng của vi sinh vật yếm khí để phân hủy những chất hữu cơ ở dạng phức tạp chuyển thành dạng đơn giản là chất khí và các chất khác.

Sự phân hủy kỵ khí diễn ra qua nhiều giai đoạn tạo ra hàng ngàn sản phẩm trung gian nhờ hoạt động của các chủng loại vi sinh vật đa dạng. Đó là sự phân hủy protein, tinh bột, lipid để tạo thành acid amin, glycerin, acid béo, acid béo bay hơi, methylamin, cùng các chất độc hại như tomain (độc tố thịt thối), sản phẩm bốc mùi như indole, scatole. Ngoài ra còn có các liên kết cao phân tử mà nó không phân hủy được bởi vi khuẩn yếm khí như: lignin, cellulose. Tiến trình tổng quát như sau



Một phần CO₂ đã bị giữ lại trong một số sản phẩm quá trình lên men bằng cách kết hợp với những ion K⁺, Ca²⁺, NH₃⁺, Na⁺. Do đó hỗn hợp khí sinh ra có từ 60 – 70% CH₄ và khoảng 30 – 40% CO₂.

Những chất hữu cơ liên kết phân tử thấp như đường, đạm, tinh bột và ngay cả cellulose có thể phân hủy nhanh tạo ra acid hữu cơ. Các acid hữu cơ này tích tụ nhanh sẽ gây giảm sự phân hủy. Ngược lại lignin, cellulose được phân hủy từ từ nên gas được sinh ra một cách liên tục. Tóm lại, quá trình tạo khí methane có thể diễn ra theo hai con đường, mỗi con đường gồm hai giai đoạn:

2.3.3.1. Con đường thứ nhất

a. Giai đoạn 1

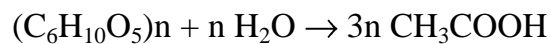
- Sự acid hóa cellulose: $(C_6H_{10}O_5)_n + H_2O \rightarrow 3n CH_3COOH$
- Sự tạo muối: các bazơ hiện diện trong môi trường (đặc biệt là NH_4OH) sẽ kết hợp với acid hữu cơ: $CH_3COOH + NH_4OH \rightarrow CH_3COONH_4 + H_2O$

b. Giai đoạn 2: lên men methane do sự thủy phân của muối hữu cơ

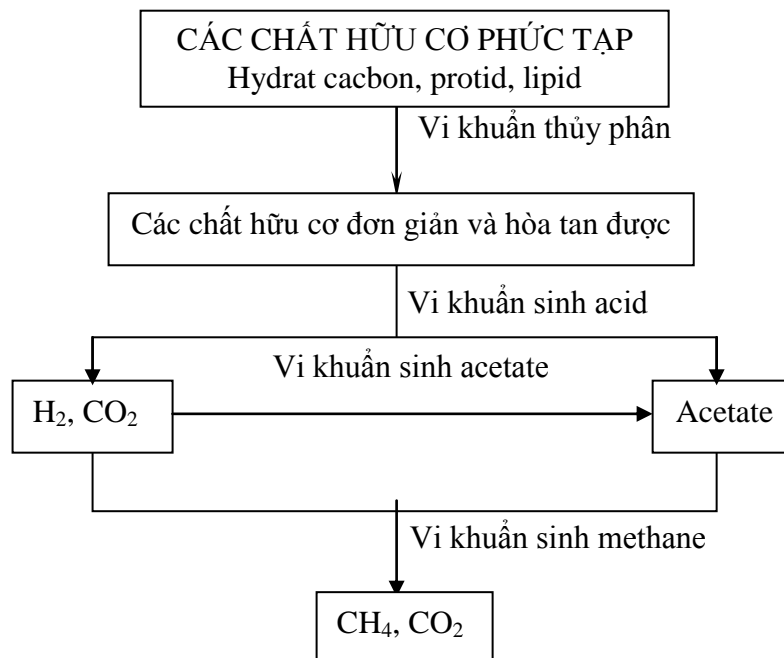
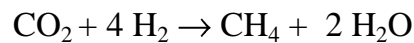


2.3.3.2. Con đường thứ hai

a. Giai đoạn 1: giai đoạn thủy phân do các nhóm vi khuẩn: Syntrophobacter, Syntrophomonas, Desulfobacter... sau đó sẽ chuyển hóa thành CO_2 và H_2 bởi các vi khuẩn sinh acid: Clostridium, Eubacterium, Peptococcus...



b. Giai đoạn 2: giai đoạn sinh khí methane gồm các nhóm vi khuẩn: Methanosarcina, Methanothermobacter, Methanospirillum...



Sơ đồ 2.2. Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ do vi khuẩn

Như vậy, cả hai con đường, năng suất tạo khí methane phụ thuộc vào quá trình acid hóa. Nếu quá trình lên men quá nhanh hoặc dịch phân có nhiều chất liên kết phân tử thấp sẽ dễ dàng bị thủy phân nhanh chóng đưa đến tình trạng acid hóa và ngưng trệ quá trình lên men methane.

Mặt khác vi sinh vật tham gia trong giai đoạn một của quá trình phân hủy kỵ khí đều thuộc nhóm vi khuẩn biến dưỡng cellulose. Nhóm vi khuẩn này hầu hết có các enzyme cellulose và nằm rải rác trong các họ khác nhau. Hầu hết là các trực trùng có bào tử, có trong các họ: Clostridium, Plectridium, Caduceus, Endosponus, Terminosponus. Chúng biến dưỡng ở điều kiện yếm khí cho ra CO₂, H₂ và một số chất tan trong nước như formate, acetate, alcohol, methylique, methylamine.

2.3.4. Một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sinh khí sinh học

2.3.4.1. Điều kiện kỵ khí tuyệt đối

Quá trình lên men phân hủy một hợp chất hữu cơ trong hầm ủ phân đòi hỏi điều kiện kỵ khí tuyệt đối. Sự có mặt của oxygen sẽ ảnh hưởng lớn đến khả năng hoạt động của vi sinh vật tạo khí làm cho quá trình tạo khí giảm đi hay ngừng hẳn.

2.3.4.2. Nhiệt độ

Nhiệt độ làm thay đổi lớn đến quá trình sinh gas trong hầm ủ. Sự tăng trưởng phát triển của nhóm vi khuẩn yếm khí rất nhạy cảm bởi nhiệt độ. Nhóm vi khuẩn này hoạt động tối ưu ở nhiệt độ 31⁰C – 36⁰C, dưới 10⁰C nhóm vi khuẩn này hoạt động yếu, dẫn đến gas và áp lực gas sẽ yếu đi. Tuy nhiên, ở nhiệt độ trung bình khoảng 20 – 30⁰C cũng thuận lợi cho chúng hoạt động. Trong lúc đó, nhóm vi khuẩn sinh khí methane lại rất nhạy cảm với sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ, nhiệt độ thay đổi cho phép hàng ngày chỉ khoảng 1⁰C (Ủy ban Khoa học kỹ thuật Đồng Nai, 1989).

Theo Burton, C.H và Turner (2003).

- Khoảng nhiệt độ thích hợp cho vi sinh vật ưa lạnh: 10 – 20⁰C
- Khoảng nhiệt độ thích hợp cho vi sinh vật ưa nhiệt : 20 – 40⁰C
- Khoảng nhiệt độ thích hợp cho vi sinh vật ưa nóng: 40 – 60⁰C

2.3.4.3. pH

pH cũng góp phần quan trọng đối với hoạt động sống của vi khuẩn sinh khí methane. Vi khuẩn sinh khí methane ở pH 4,5 – 5,0. Khi pH > 8 hay pH < 6 thì hoạt động của nhóm vi khuẩn giảm nhanh (Nguyễn Thị Thủy, 1991). Theo Lê Hoàng Việt

(2000) khi pH giảm thấp dưới 6 là do tích tụ quá độ các acid béo do hầm ủ bị nạp quá tải hoặc do các độc tố trong nguyên liệu nạp đã ức chế hoạt động của vi khuẩn sinh methane. Trong trường hợp này, người ta lập tức ngưng nạp cho hầm ủ để vi khuẩn sinh methane sử dụng hết các acid thừa, khi hầm ủ đạt tốc độ sinh khí bình thường trở lại thì người ta mới nạp lại nguyên liệu cho hầm ủ theo đúng quy định. Ngoài ra người ta có thể dùng vôi để trung hòa pH của hầm ủ.

2.3.4.4. Thời gian ủ

Lượng gas sinh ra sẽ phụ thuộc nhiều vào thời gian ủ dài hay ngắn, thời gian ủ tùy thuộc vào đặc tính của nước thải và nhiệt độ môi trường, thời gian ủ phải được kéo dài đủ để vi khuẩn kỵ khí phân hủy hoàn toàn các chất có trong nước thải. Ở cùng một nhiệt độ và tỷ lệ pha loãng chất dinh dưỡng, khả năng sinh gas cao nhất với thời gian ủ kéo dài từ 30 đến 40 ngày.

2.3.4.5. Hàm lượng chất rắn

Hàm lượng chất rắn dưới 9% thì hoạt động của hầm ủ sẽ tốt. Hàm lượng chất rắn ở khoảng 7 – 9%, khả năng sinh gas tốt hay xấu sẽ còn tùy thuộc vào nhiệt độ môi trường. Ở Việt Nam vào mùa khô, nhiệt độ cao, sự phân hủy tốt, sự sinh gas tốt nên hàm lượng chất rắn trong hầm giảm, do đó cung cấp chất rắn cao hơn vào hầm ủ là có thể chấp nhận được và ngược lại.

2.3.4.6. Thành phần dinh dưỡng

Để đảm bảo quá trình sinh khí bình thường, liên tục thì phải cung cấp đầy đủ nguyên liệu cho sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật. Thành phần chính của nguyên liệu là C, N và nó nguồn cung cấp cần thiết cho sự tổng hợp amino acid, protein và acid nucleic và cũng là nguồn dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của vi sinh vật và giúp cho quá trình lên men nhanh hơn.

Bảng 2.5. Tỷ lệ C/N trong một số loại phân

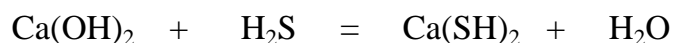
Loại phân	Tỷ lệ C/N
-----------	-----------

Trâu bò	25/1
Heo	13/1
Gà	5/1 – 10/1
Cừu	29/1
Ngựa	24/1
Người	2,9/1

Để đảm bảo sự cân đối dinh dưỡng cho hoạt động của vi sinh vật kỵ khí thì cần chú ý đến tỷ lệ C/N (Bảng 2.5). Tỷ lệ thích hợp từ 25/1 đến 30/1 cho sự phân hủy kỵ khí tốt (Ủy ban khoa học kỹ thuật Đồng Nai, 1989).

2.3.4.7. H₂S

H₂S có trong thành phần của dịch lên men, nếu ở nồng độ cao có thể tạo thành chất độc đối với vi sinh vật và ức chế sự sinh khí methane và gây ra sự thay đổi thành phần của khí methane. Điều này có thể phục hồi bằng cách loại bỏ H₂S hoặc pha loãng với nước, trong trường hợp nghiêm trọng phải khuấy mạnh để H₂S ra khỏi dịch phân. Sự hiện diện của H₂S có thể ăn mòn kim loại: sắt, kẽm, quan trọng hơn là sự ăn mòn những thiết bị chứa gas, thiết bị đo gas, vane... Ta có thể loại H₂S bằng cách bỏ vôi sống vào hầm nhưng hạn chế đưa vào những hầm có kích thước lớn trong thời gian dài vì nó tạo ra những mùi rất khó chịu và mùi này thì rất khó xử lý, nồng độ CO₂ càng cao thì quá trình loại bỏ H₂S rất khó, lượng CO₂ tác dụng với vôi sống sẽ tạo thành Ca(HCO₃)₂. Phương trình phản ứng diễn ra như sau



Nguồn: Marchaim, Uri. (1992)

2.3.4.8. Các chất gây trở ngại quá trình lên men

Vi khuẩn sinh methane dễ bị ảnh hưởng bởi các độc tố và các hợp chất vô cơ như: oxy, amonia, clo, hợp chất vòng benzen, formaldehyde, acid bay hơi, acid béo, kim loại nặng... Khi hàm lượng các loại này có trong hầm ủ vượt quá một giới hạn nhất định sẽ giết chết các vi khuẩn. Một số nghiên cứu đã cho thấy một số chất có hàm lượng sau đây sẽ ức chế quá trình lên men của vi khuẩn kỵ khí.

2.3.4.9. Một số yếu tố khác

- Thể tích của hầm biogas. Yếu tố này có liên quan đến thời gian lưu lại của dịch phân ngắn hay dài và số lượng phân phù hợp với kích cỡ hầm.
- Tổng thể tích phân nước cho vào trong ngày và tỷ lệ phân nước.
- Từng loại phân khác nhau cho số lượng gas khác nhau.
- Tỷ lệ phân nước: dịch phân quá loãng thì lượng phân không đủ để phân hủy, ngược lại dịch phân quá cao sẽ tạo lớp váng trên bề mặt của hầm gây cản trở quá trình sinh khí. Ngoài ra yếu tố nhiệt độ, pH, số lượng vi sinh vật cũng ảnh hưởng lớn đến khả năng tạo gas.

2.3.5. Vai trò của biogas trong sản xuất và đời sống

2.3.5.1. Cung cấp năng lượng

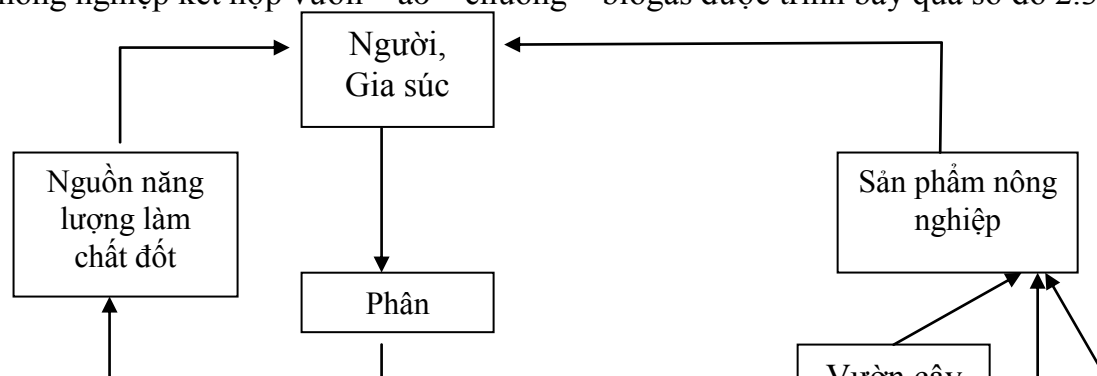
Khí đốt sinh học ra đời tạo ra một nguồn chất đốt mới, phục vụ nhu cầu nấu nướng, thắp sáng và chạy động cơ đốt trong vừa sạch sẽ và tiết kiệm thời gian.

2.3.5.2. Hạn chế ô nhiễm, bảo vệ môi trường

Ô nhiễm môi trường đã tăng theo sự phát triển công nghiệp trên thế giới. Ở nước ta có nhiều yếu tố tác động đến ô nhiễm môi trường như kinh tế phát triển đã làm ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng, đô thị hóa gia tăng, gia tăng dân số, nghèo đói, rừng tự nhiên bị tàn phá do nhu cầu năng lượng gia tăng... Phát triển chăn nuôi đã tăng chất thải gia súc gia cầm. Để hạn chế ô nhiễm chất thải chăn nuôi, thiết kế xử lý biogas là một trong những cách có thể chấp nhận được vì

- Tạo nguồn nhiên liệu chất đốt hạn chế phá rừng.
- Hạn chế các vi khuẩn gây bệnh trong phân. Khi chất được xử lý bằng biogas, mùi hôi sẽ giảm, ký sinh trùng và vi khuẩn gây bệnh bị tiêu diệt đáng kể (Ủy Ban Khoa Học Kỹ Thuật Đồng Nai, 1989).
- Nước thải sau khi qua biogas có thể sử dụng: để nuôi tảo, bèo làm thức ăn cho gia súc gia cầm, làm nguồn phân bón tốt, hợp vệ sinh, là nguồn thức ăn của động vật thủy sinh và giảm phát khí thải nhà kính.

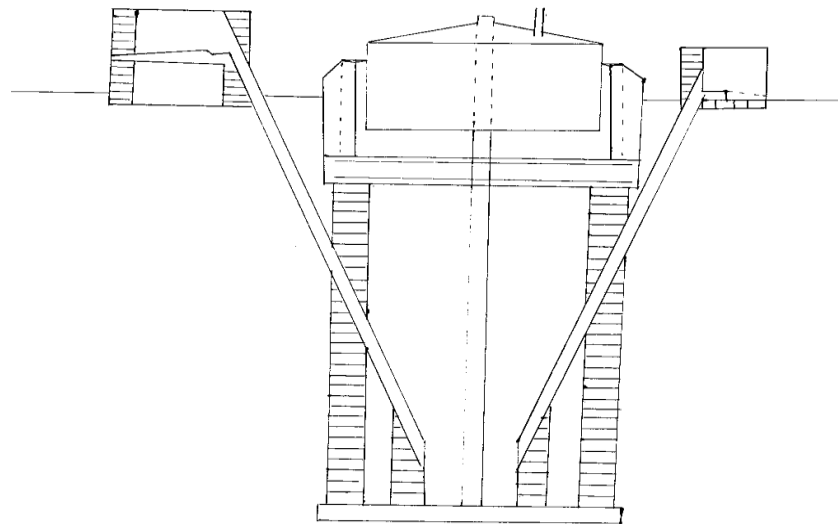
Biogas có thể xem như một nhân tố kết nối quan trọng trong mô hình phát triển nông nghiệp kết hợp vườn – ao – chuồng – biogas được trình bày qua sơ đồ 2.3.



Sơ đồ 2.3. Mô hình V – A – C – B kết hợp (Nguyễn Viết Lập, 2001)

2.3.6. Một số hầm ủ biogas ở Việt Nam

2.3.6.1. Loại nắp trôi nổi



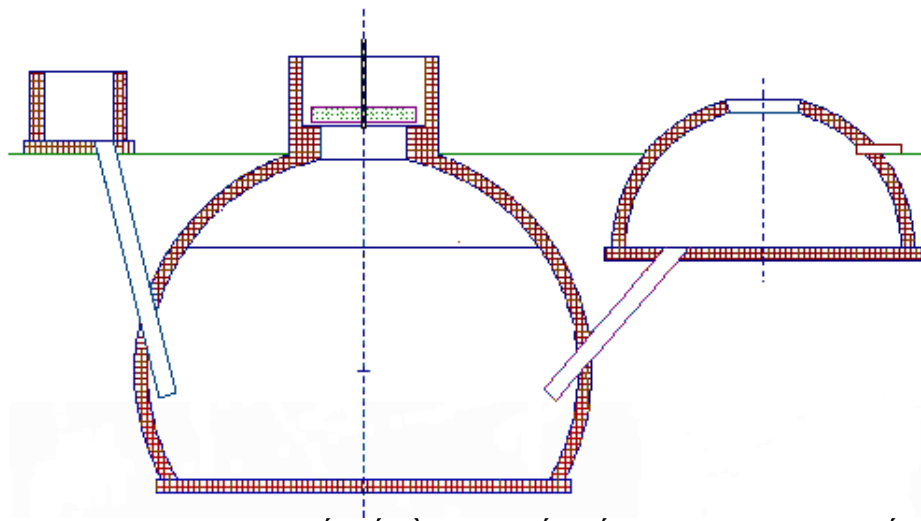
Hình 2.1. Mô hình thiết kế hầm xây nắp trôi nổi của Ấn Độ

Nghiên cứu và thiết kế ở Ấn Độ, thường là dạng tròn, xây chìm hẳn trong lòng đất, vật liệu làm bằng gạch, xi măng, ống nạp nguyên liệu nối với buồng chứa bùn ở gần dưới đáy, phần đối diện là ống xả bùn. Khí sinh ra được giữ lại ở phía trong phần nắp nổi, nắp này đa số chế tạo bằng thép dày. Hầm này rất hợp vệ sinh do bề mặt chất thải tiếp xúc ít với môi trường, hầm ít bị rò rỉ, dễ xây dựng nhưng giá thành lại cao, phải có kế hoạch bảo trì như sơn nắp trôi nổi để chống rỉ, với loại này thường đạt áp suất khoảng 100 – 150 mm Hg, nên không thể dùng để thắp sáng được.

2.3.6.2. Loại hầm nắp cố định

Nghiên cứu và thiết kế ở Trung Quốc. Loại hầm này phổ biến ở Việt Nam, xây dựng nửa chìm nửa nổi hay nổi hẳn trên mặt đất. Kiểu thiết kế bê tông hình vòm, gồm 2 bể. Bể phân hủy chính để lên men tạo gas, bể phụ để điều hòa áp lực như được mô tả trong hình 2.2.

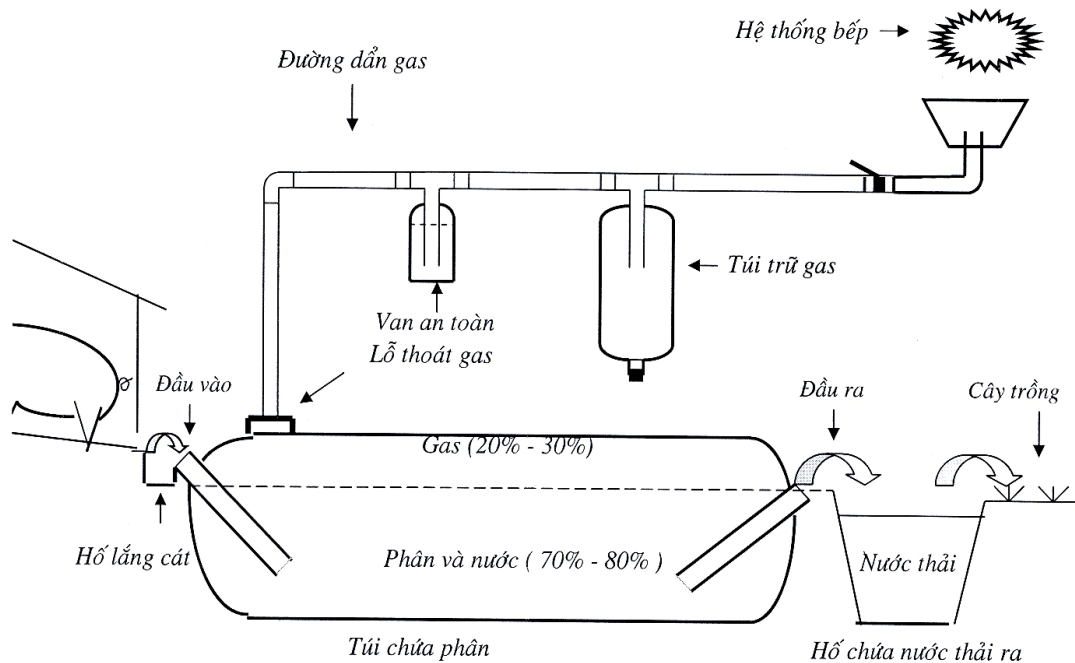
Vật liệu làm bằng gạch, xi măng. Phần trần đổ bằng bê tông, cốt thép. Bể ủ dạng hình vuông, tròn, chữ nhật. Phần chứa khí nằm ngay trên trần bể. Kỹ thuật xây hầm này đòi hỏi cao vì dễ bị rò rỉ, khó sửa chữa. Nhưng giá thành lại thấp hơn hầm nắp trôi nổi. Bề mặt chất thải tiếp xúc với môi trường lớn nên vệ sinh kém. Áp lực khí đạt khoảng 1000 mm Hg, nên ngoài đun nấu còn phục vụ thắp sáng, chạy động cơ...



Hình 2.2. Mô hình thiết kế hầm xây nắp cố định của Trung Quốc

2.3.6.3. Túi cao su và bao nylon

Túi cao su được nghiên cứu và thiết kế ở Đài Loan. Vật liệu làm bằng túi cao su thiên nhiên. Đặc điểm là vệ sinh túi rất tốt do không tiếp xúc với môi trường bên ngoài, dễ khuấy trộn. Tuy nhiên dung tích túi nhỏ chỉ khoảng 1 – 3 m³ nên lượng khí sinh ra phục vụ không đủ nhu cầu cho hộ gia đình. Từ lý do này, dựa trên căn bản này hiện nay người ta đã thay thế sử dụng nylon rẻ tiền cho thiết kế hệ thống túi ủ nylon được trình bày ở hình 2.3.



Hình 2.3. Mô hình thiết kế túi ủ nylon

2.3.7. Tình hình nghiên cứu hiện nay

- Năm 1995, Phạm Văn Minh đã khảo sát việc sử dụng túi ủ khí sinh học làm bằng plastic ở một số tỉnh miền Đông Nam bộ.
- Năm 1997, Long Da đã tiến hành khảo sát khả năng ứng dụng và phát triển túi ủ khí sinh học làm bằng nylon tại một số hộ dân ở vùng nước nhiễm phèn, mặn thuộc miền Tây Nam bộ.
 - Năm 1997, Đoàn Văn Nhựt đã khảo sát một số chỉ tiêu sản xuất từ túi biogas làm bằng nylon.
 - Năm 1997, Phan Đức Quý đã khảo sát khả năng ứng dụng và phát triển túi ủ khí sinh học làm bằng nylon tại một số hộ thuộc miền Đông Nam bộ.
 - Năm 2001, Nguyễn Viết Lập đã nghiên cứu ảnh hưởng số lượng và thời gian lưu lại của phân trên khả năng sinh gas của hệ thống biogas thí nghiệm.
 - Năm 2004, Trần Quốc Thuận đã nghiên cứu chiều dài túi và thời gian lưu lại của phân trên khả năng sinh gas và xử lý chất thải chăn nuôi của hệ thống túi ủ phân làm chất đốt.
 - Năm 2005, Nguyễn Trường An đã nghiên cứu ảnh hưởng thời gian lưu lại, và chất thải biogas lên khả năng sinh gas của túi ủ phân làm chất đốt.

- Năm 2005, Dương Nguyên Khang và Thomas Reg Preston đã nghiên cứu ảnh hưởng của chất thải biogas trên năng suất và thành phần hóa học của lá và củ mì.
- Năm 2005, SanThy, Thomas Reg Preston, Dương Nguyên Khang, Bounthong Bouahom và Choke Mikled đã nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ chiều dài/đường kính của túi ủ phân làm chất đốt trên năng suất và thành phần hóa học của chất thải sau khi qua biogas.
- Năm 2006, Nguyễn Thị Thu Minh đã nghiên cứu đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường nước mặt và hiệu quả của một số mô hình xử lý nước thải chăn nuôi heo ở nông hộ.

PHẦN 3: VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT

3.1. Thời gian và địa điểm thực hiện đề tài

3.1.1. Thời gian

Đề tài được tiến hành từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2006

3.1.2. Địa điểm

Đề tài được bố trí thực hiện ở hai địa điểm khác nhau

- Trại bò sữa thực nghiệm thuộc trung tâm chuyển giao Khoa Học và Công nghệ Trường Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
- Tại nông hộ chăn nuôi bò của bà: Nguyễn Thị Mỹ Đức, 20/34 đường Bình Chiểu, tổ 2, khu phố 3, Phường Bình Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh.

3.1.3. Đối tượng khảo sát

Đối tượng khảo sát là 2 hầm xây cố định kiểu thiết kế KT1 của Trung Quốc được xây dựng tại trường có thể tích 6 m^3 và tại hộ nông dân có thể tích là 10 m^3 , với mục đích khảo sát xem ảnh hưởng của nồng độ và thời gian lưu lại của phân bò trên khả năng sinh gas của hệ thống hầm xây này. Hầm xây biogas được thiết kế theo tài liệu hướng dẫn kỹ thuật của Nguyễn Quang Khải và Nguyễn Vũ Thuận (2004).

3.2. Vật liệu

- ❖ Phân bò được thu gom từ trại nuôi trùng quế Trường Đại Học Nông Lâm
- ❖ Dụng cụ, thiết bị thực hiện thí nghiệm
 - Xô nhựa có dung tích 15 lít, thùng nhựa lớn: 6 thùng
 - Túi nylon có đường kính 0,8 và 0,78 m
 - Tre ,dây kẽm, dây nylon, gạch, bao tay
 - Ống dẫn gas, vane kín, bình nhựa 1 lít, bếp gas
 - Cân với trọng lượng 30 kg và 100 kg
 - Các thiết bị phân tích các chỉ tiêu lý hóa
 - Máy đo pH hiệu model 230A
 - Bộ phân tích Kjeldahl, cân điện tử có sai số 0,001
 - Lọ nút mài 125 ml, bình chung cất, bình tam giác 250 ml, ống đong
 - Máy microwave

3.3. Phương pháp nghiên cứu

3.3.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố có 3 nghiệm thức là nồng độ khác nhau của phân bò cho vào hầm xây biogas (3, 4 và 5% vật chất khô) và khoảng thời gian lưu lại khác nhau của phân (10 hoặc 20 ngày).

Nồng độ phân cho vào các hầm biogas được tiến hành như sau: phân bò thu gom hàng ngày, cho vào xô trộn đều, lấy mẫu đem xác định vật chất khô. Dựa vào kết quả vật chất khô đã phân tích, chúng tôi tiến hành pha loãng phân theo đúng tỷ lệ ở nồng độ 3 và 5% vật chất khô của yếu tố thí nghiệm rồi cho vào hầm biogas. Tại nông hộ, chúng tôi tiến hành ghi nhận lượng phân nước hàng ngày trung bình cho vào hầm biogas. Sau đó lấy mẫu xác định vật chất khô của phân. Dựa vào kết quả lượng nước, lượng phân và vật chất khô trung bình cho vào hàng ngày của hầm xây. Kết quả được trình bày ở bảng 3.1.

Bảng 3.1. Thông số bố trí thí nghiệm

Hầm ủ biogas	B ₁	B ₂	B ₃
Nồng độ phân cho vào (%)	3	4	5
Thời gian lưu giữ phân (ngày)	20	10	20
Vật chất khô trung bình của phân bò (%)	22	18	22
Phân và nước cho vào hầm hàng ngày	B ₁	B ₂	B ₃
Thể tích hầm (m ³)	6	10	6
Phần trăm thể tích dịch phân trong hầm biogas (%)	75	75	75
Thể tích dịch phân (m ³)	4,5	7,5	4,5
Phân, nước cho vào (lít/ngày)	225	1285	225
Phân tươi (kg/ngày)	30	80	50
Nước (lít/ngày)	195	1205	175

3.3.2. Qui trình thí nghiệm

3.3.2.1. Lấy mẫu

Mẫu khảo sát là các mẫu tại đầu vào và đầu ra của hầm biogas. Mẫu phân, phân pha loãng ở đầu vào, chất thải ở đầu ra được lấy theo lịch qui định như sau:

- Đối với mẫu phân chúng tôi tiến hành trộn đều, lấy mẫu hằng ngày, trong thời gian 5 ngày, dự trữ ở nhiệt độ đông lạnh, sau đó rã đông, trộn đều các mẫu của 5 ngày này và phân tích các chỉ tiêu khảo sát.

- Đối với mẫu chất thải ra sau biogas chúng tôi tiến hành trộn đều, lấy mẫu cách 5 ngày một lần và phân tích các chỉ tiêu khảo sát. Các mẫu phân pha loãng và mẫu đầu ra được trộn đều và lấy ngẫu nhiên theo nguyên tắc trộn đều sau 24 giờ nạp dịch phân vào hầm biogas. Đối với mẫu phân đầu vào chúng tôi tiến hành trộn đều và pha theo tỷ lệ phân nước ở 3 hoặc 5% vật chất khô đã được qui định theo nghiệm thức. Đối với mẫu phân đầu vào ở nông hộ chúng tôi tiến hành lấy mẫu ở hố lắng cát trong thời gian rửa chuồng. Mẫu được lấy cách nhau 10 phút, mỗi đợt lấy 2 lít, cho vào thùng chứa trong suốt thời gian rửa chuồng. Sau đó trộn đều nước rửa chuồng này, lấy 2 lít cho một lần lấy mẫu. Tiến hành lấy 3 lần/ngày tương ứng với thời gian nông hộ rửa chuồng.

- Mẫu sau khi lấy sẽ được xét nghiệm ngay sau khi đưa về phòng thí nghiệm hay giữ mẫu ở nhiệt độ 4 – 10⁰C trong 24 giờ.

3.3.2.2. Thời gian khảo sát

Chia làm 2 giai đoạn: Giai đoạn làm quen là 20 ngày để hệ thống biogas hoạt động ổn định, giai đoạn khảo sát là 20 ngày kế tiếp để ghi nhận kết quả thực sự của các nghiệm thức.

3.3.2.3. Chỉ tiêu khảo sát

➤ Lượng gas sinh ra

- + Trại thí nghiệm: Lượng gas sinh ra trong ngày đo bằng hệ thống bình gas thay thế nước, được làm bằng túi nylon kín có đường kính là 0,5 m; đầu dưới được phủ kín bằng nước chứa trong thùng kín, đầu trên nối trực tiếp với hệ thống hầm biogas thí nghiệm qua hệ thống van kín. Tiến hành đo 4 lần trong ngày để có trị số sinh gas tổng cộng.

+ Tại hộ nông dân: Lượng gas sinh ra trong ngày đo bằng hệ thống bình gas được làm bằng nylon có đường kính 0,78 m và chiều dài 4,7 m, một đầu được nối với hệ thống hầm biogas qua hệ thống vane kín và một đầu được giữ kín. Tiến hành đo khi túi nylon này căng tròn đều.



Hình 3.1. Hệ thống đo gas tại trường



Hình 3.2. Hệ thống đo gas tại nông hộ

➤ **pH**

Phương pháp đo: sử dụng máy pH kế hiệu model 230A. Trước khi đo pH của mẫu chất thải, pH của máy được chuẩn bằng dung dịch chuẩn pH = 7 và 10.

➤ **Vật chất khô**

Vật chất khô được đo bằng microwave.

➤ **Amoniac**

NH₃ trong chất thải được xác định bằng phương pháp Kjeldahl.

➤ **Đạm tổng số**

Đạm tổng số trong phân được xác định bằng phương pháp Kjeldahl.

➤ **COD**

COD được đo bằng phương pháp hóa học dựa trên sự chuyển đổi chất chỉ thị màu K₂Cr₂O₇.

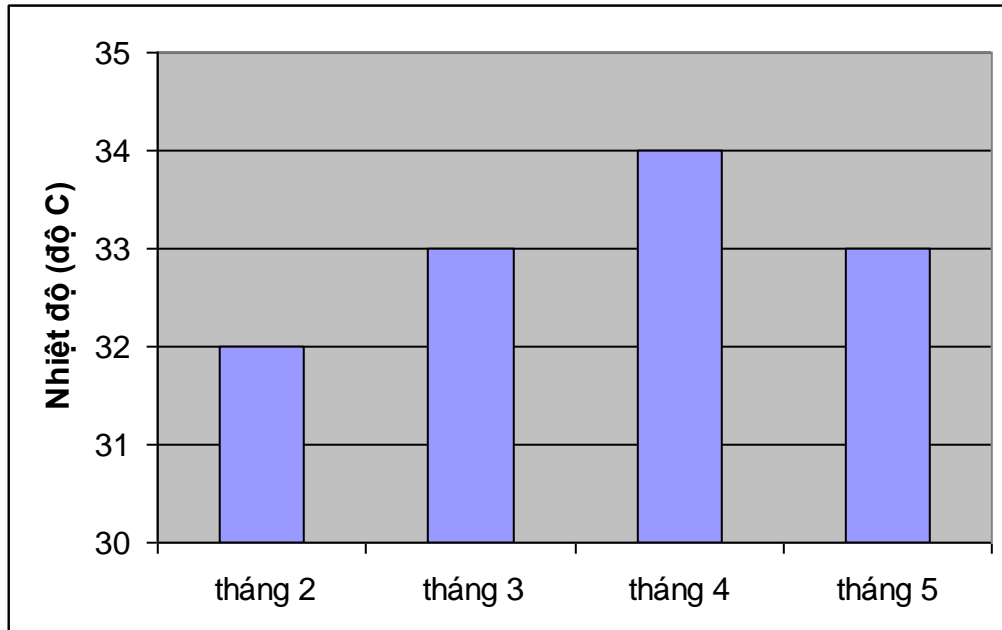
3.3.2.4 Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel và Minitab 13.31.

PHẦN 4: KẾT QUẢ THẢO LUẬN

4.1. Điều kiện nhiệt độ

Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ được trình bày ở biểu đồ 4.1.



Nguồn: <http://www.wunderground.com> (2006)

Biểu đồ 4.1. Nhiệt độ môi trường thí nghiệm

Biểu đồ 4.1 cho thấy nhiệt độ môi trường biến thiên ít trong thời gian tiến hành thí nghiệm. Điều này giúp cho hệ thống hàm ử phân sinh gas trong thí nghiệm được ổn định, thuận lợi cho nghiên cứu, yếu tố khảo sát ít chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường bên ngoài.

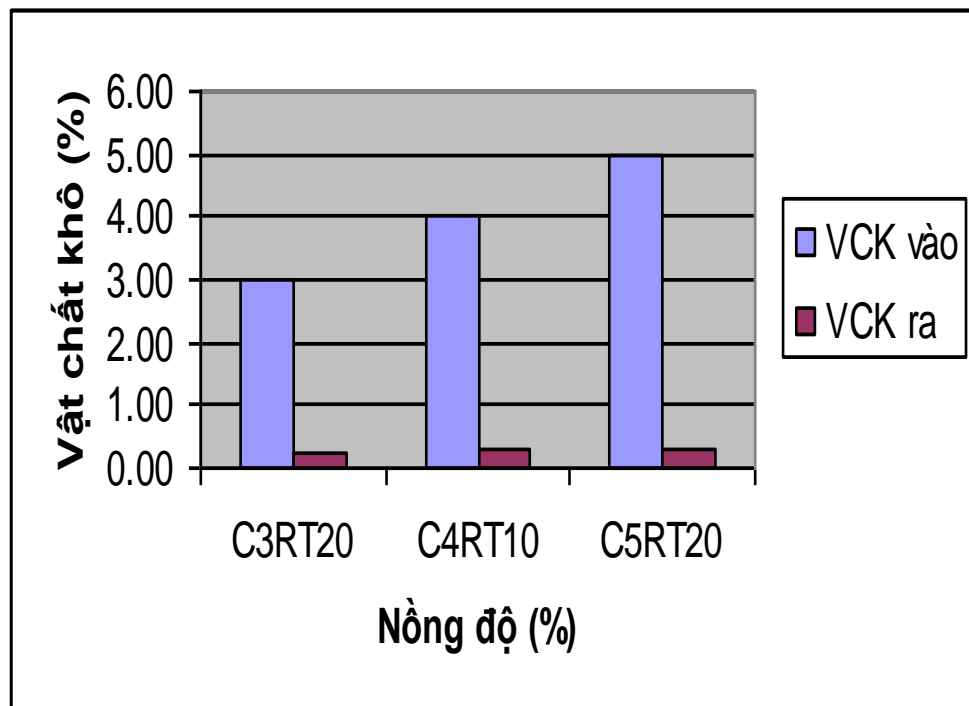
Nhiệt độ làm thay đổi lớn đến quá trình sinh gas trong hàm ử. Sự tăng trưởng và phát triển của vi khuẩn lên men yếm khí rất nhạy cảm với nhiệt độ. Vi khuẩn hoạt động tối ưu ở nhiệt độ 31 – 36⁰C, dưới 10⁰C vi khuẩn hoạt động yếu, dẫn đến năng suất và áp lực gas thấp. Ở nhiệt độ trung bình khoảng 20 – 30⁰C cũng thuận lợi cho vi khuẩn sinh gas hoạt động. Tuy nhiên đối với nhóm vi khuẩn sinh khí methane thì rất nhạy cảm với sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ. Nhiệt độ thay đổi cho phép hàng ngày khoảng 1⁰C thì vi khuẩn sinh methane hoạt động tốt. Trong thí nghiệm của chúng tôi biến thiên nhiệt độ là 2⁰C trong suốt thời gian khảo sát là tương đối tốt cho hoạt động sinh khí methane. Vì vậy, khi nhiệt độ ổn định thì nhiệt độ trong hàm ử sẽ ổn định để lượng khí methane sinh ra nhiều nhất (Ủy ban Khoa học kỹ thuật Đồng Nai, 1989).

4.2. Vật chất khô của phân cho vào và chất thải đầu ra

Kết quả được trình bày ở bảng 4.1 cho thấy vật chất khô trung bình của chất thải đầu ra sau khi qua ba hầm biogas là 0,28%; giảm 92,9% so với vật chất khô của phân cho vào. Vật chất khô của chất thải đầu ra của ba hầm tương ứng với nồng độ vật chất khô cho vào 3, 4 và 5% lần lượt là 0,26; 0,29 và 0,30%; dao động ít ($P > 0,05$).

Bảng 4.1. Vật chất khô của phân cho vào và chất thải đầu ra

Vật chất khô (%)	Nghiệm thức			SEM	P
	C ₃ RT ₂₀	C ₄ RT ₁₀	C ₅ RT ₂₀		
Đầu vào	3,00 ^a	4,00 ^b	5,00 ^c	0,07	0,001
Đầu ra	0,26 ^a	0,29 ^a	0,30 ^a	0,01	0,188



Biểu đồ 4.2. VCK của phân cho vào và chất thải đầu ra

Kết quả khảo sát về vật chất khô của chất thải đầu ra của chúng tôi thấp hơn so với một số tác giả đã khảo sát trước đó

➤ San Thy và cộng tác viên (2003) đã ghi nhận rằng vật chất khô chất thải đầu ra là 1,55; 3,06 và 4,60%; giảm trung bình 22,7% so với vật chất khô phân heo cho vào ứng với thời gian lưu lại của phân 10, 20 và 30 ngày với nồng độ phân cho vào tui ủ là 5% vật chất khô.

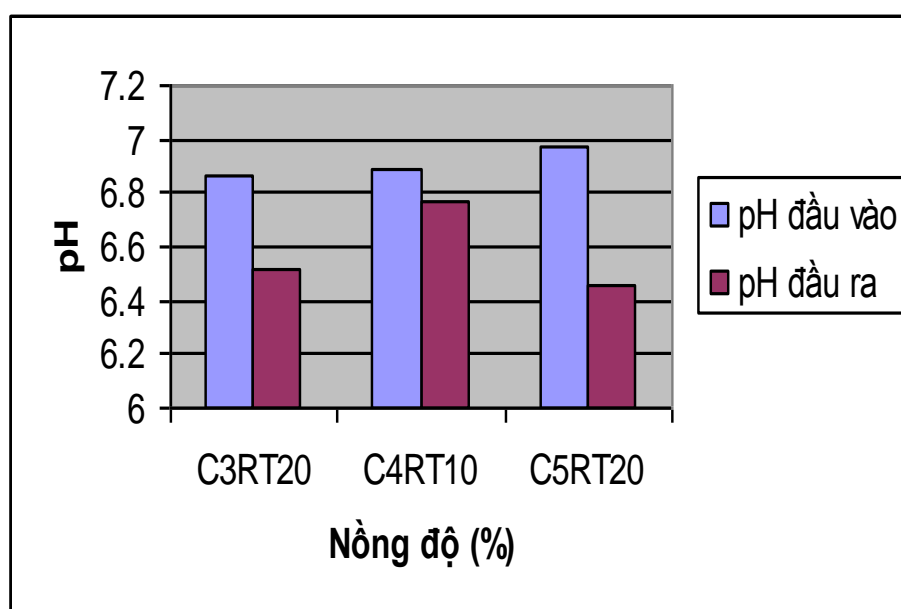
➤ Nguyễn Trường An (2005) đã khảo sát ở nồng độ vật chất khô của phân heo cho vào 4% đã thấy rằng vật chất khô đầu ra là 2,55 và 3,81%; giảm trung bình 90% so với vật chất khô phân heo cho vào ứng với thời gian lưu lại 10 và 20 ngày. Nguyên nhân vật chất khô đầu ra của các tác giả khảo sát cao hơn các tác giả khác là do tác giả đã sử dụng nước thải đầu ra để cho trở lại hệ thống túi ủ.

Điều này là do chúng tôi thí nghiệm trên các hầm biogas nên khả năng phân hủy tốt hơn nên vật chất khô đầu ra rất thấp.

4.3. pH của phân cho vào và chất thải đầu ra

Bảng 4.2. pH của phân cho vào và chất thải đầu ra

pH	Nghiệm thức			SEM	P
	C ₃ RT ₂₀	C ₄ RT ₁₀	C ₅ RT ₂₀		
Đầu vào	6,87 ^a	6,89 ^a	6,97 ^b	0,006	0,001
Đầu ra	6,52 ^a	6,77 ^b	6,45 ^c	0,005	0,001



Biểu đồ 4.3. pH của phân cho vào và chất thải đầu ra

Bảng 4.2 cho thấy pH đầu vào tăng dần theo nồng độ vật chất khô phân cho vào ($P < 0,001$). Theo Ngô Kế Sương (1981), pH ở từng giai đoạn trong hầm ủ biogas khác nhau, giai đoạn đầu của quá trình ủ phân pH hơi acid do tạo thành các acid hữu cơ hoặc CO_2 ... nhưng sau đó các acid hữu cơ phân hủy tiếp tục tạo nên khí sinh học, riêng CO_2 một phần bị giữ lại trong dịch phân do các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} ... nên pH ở đầu

ra trở nên trung tính hay hơi kiềm. Kết quả khảo sát của chúng tôi cho thấy pH đầu ra của hầm ủ giảm dần từ 6,52 xuống 6,45 theo nồng độ vật chất khô cho vào 3 và 5%. pH giảm là do tích tụ quá nhiều acid béo bay hơi có lẽ do hầm ủ nạp nhiều phân (Lê Hoàng Việt, 2006). Ở hầm ủ cho vào 4% nồng độ vật chất khô thì pH đầu ra cao nhất có lẽ do tốc độ dòng chảy lớn và thời gian lưu lại ngắn nên sự tạo thành acid béo bay hơi thấp.

➤ Đối với việc sử dụng phân bò cho vào hệ thống túi ủ biogas kết quả của chúng tôi tương đương với khảo sát của Bùi Phan Thu Hằng (2003). Tác giả đã cho thấy rằng pH trung bình đầu ra là 6,59 thấp hơn so với pH phân cho vào là 6,69.

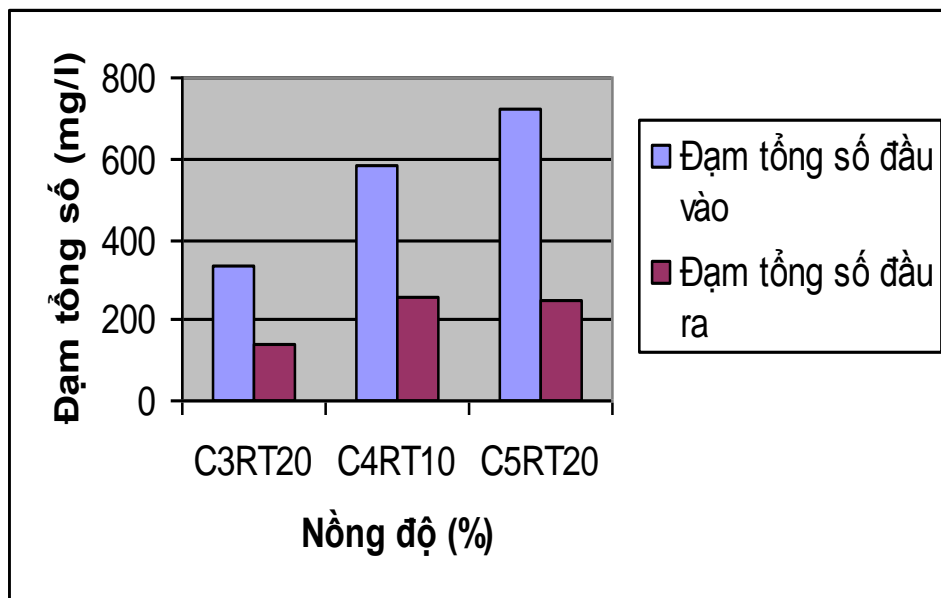
➤ Đối với việc sử dụng phân heo cho vào hệ thống túi ủ Nguyễn Viết Lập (2001) cho thấy rằng pH đầu ra là 7,3 cao hơn so với pH phân cho vào là 7,2. Nguyễn Thành Quốc (2000), tác giả đã cho thấy rằng pH của phân đầu vào là 6,4 tăng lên 6,7 trong chất thải đầu ra. Nguyễn Trường An (2005) cho rằng pH đầu ra là 7,13 và 7,15 tăng so với pH đầu vào 7,05 ứng với thời gian lưu lại 10 và 20 ngày.

4.4. Đạm tổng số của phân cho vào và chất thải đầu ra

Kết quả được trình bày qua bảng 4.3. Bảng 4.3 cho thấy đạm tổng số đầu vào tăng theo nồng độ vật chất khô ($P < 0,001$), đạm tổng số chất thải đầu ra sau khi qua ba hầm biogas trung bình là 213 mg/l; giảm 61% so với đạm tổng số phân cho vào. Nguyên nhân giảm đạm tổng số đầu ra là do việc pha loãng phân và biến dưỡng cơ chất của vi sinh trong hệ thống hầm ủ. Điều này cho thấy rằng lượng đạm tổng số cho vào hầm biogas đã được vi sinh vật sử dụng biến dưỡng để tạo ra các sản phẩm trung gian (Nguyễn Trường An, 2005). Đạm tổng số đầu ra tăng theo nồng độ vật chất khô ($P < 0,001$), với nồng độ vật chất khô cho vào 4% thì lượng đạm tổng số đầu ra cao hơn so với nồng độ vật chất khô cho vào 5%. Nguyên nhân có thể do tốc độ dòng chảy cao và thời gian lưu lại ngắn hơn nên khả năng xử lý yếu hơn.

Bảng 4.3. Đạm tổng số của phân cho vào và chất thải đầu ra

Đạm tổng số mg/l	Nghiệm thức			SEM	P
	C ₃ RT ₂₀	C ₄ RT ₁₀	C ₅ RT ₂₀		
Đầu vào	335 ^a	580 ^b	724 ^c	30,8	0,001
Đầu ra	139 ^a	256 ^b	245 ^b	11,5	0,001



Biểu đồ 4.4. Đạm tổng số của phân cho vào và chất thải đầu ra

So với một số nghiên cứu trước đó đã cho thấy

➤ Bùi Phan Thu Hằng (2003) thí nghiệm trên phân bò đã ghi nhận lượng đạm tổng số trung bình trong chất thải đầu ra của túi ủ phân là 967 mg/kg; giảm 38% so với đạm tổng số phân cho vào với thời gian lưu lại 20 ngày và nồng độ vật chất khô cho vào 4%.

San Thy và cộng tác viên (2005) đã ghi nhận lượng đạm tổng số trong chất thải đầu ra của túi ủ phân là 1262 và 1875 mg/l tương ứng với thời gian lưu lại của phân lần lượt là 10 và 20 ngày.

Kết quả khảo sát của chúng tôi thấp hơn so với kết quả khảo sát của các tác giả này (Bảng 4.3). Điều này có lẽ là do các tác giả này thí nghiệm trên đối tượng phân heo và trên túi ủ nên khả năng xử lý của hệ thống túi ủ kém hơn hầm xây.

4.5. Hàm lượng amoniac của phân cho vào và chất thải đầu ra

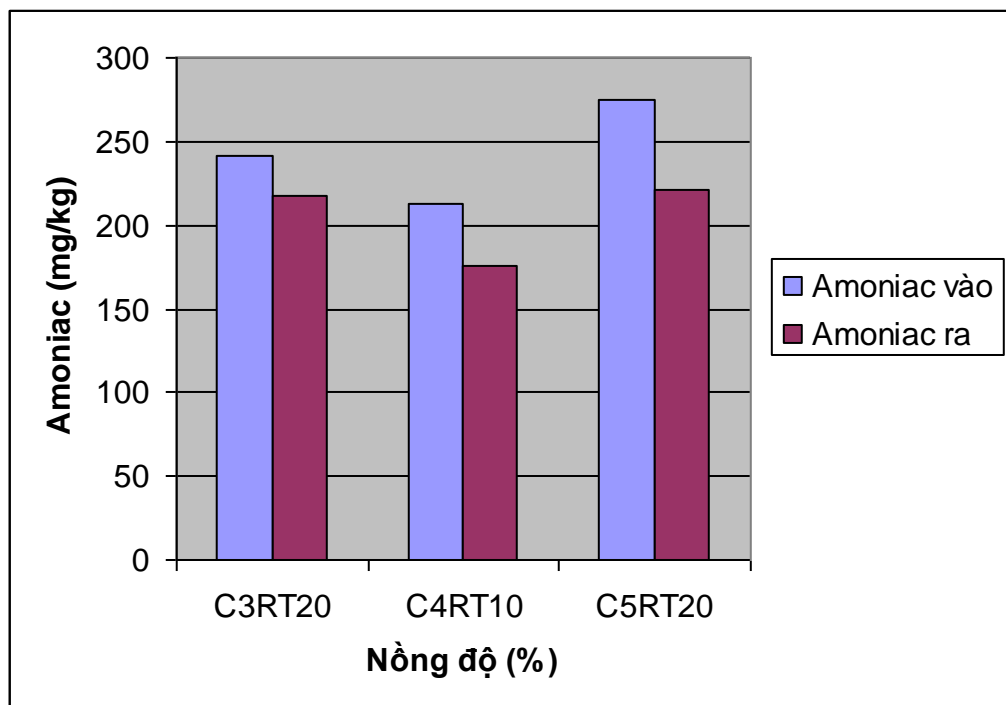
Kết quả được trình bày qua bảng 4.3 cho thấy hàm lượng amoniac đầu ra với nồng độ vật chất khô cho vào 4% là thấp nhất 176 mg/kg. Hàm lượng amoniac trung bình chất thải đầu ra qua ba hầm là 205 mg/kg; giảm 15,7% so với amoniac của phân cho vào.

Ở nồng độ phân cho vào 4% hàm lượng amoniac đầu ra thấp nhất 176 mg/kg là do vi sinh vật sử dụng để tổng hợp protein của chúng trong hoạt động lên men (Đương Nguyên Khang, 2004) cũng như việc pha loãng phân cho vào với nước

(Nguyễn Trường An, 2005). Ở nồng độ vật chất khô cho vào 5% thì hàm lượng amoniac đầu ra cao nhất là 221 mg/kg. Hàm lượng amoniac của chất thải đầu ra ứng với nồng độ vật chất khô cho vào càng cao thì hàm lượng amoniac đầu ra càng cao ($P < 0,001$).

Bảng 4.4. Hàm lượng amoniac của phân cho vào và chất thải đầu ra

Amoniac (mg/kg)	Nghiệm thức			SEM	P
	C ₃ RT ₂₀	C ₄ RT ₁₀	C ₅ RT ₂₀		
Đầu vào	241 ^a	213 ^b	275 ^c	6,32	0,001
Đầu ra	217 ^a	176 ^b	221 ^a	4,78	0,001



Biểu đồ 4.5. Hàm lượng amoniac của phân cho vào và chất thải đầu ra

So với một số nghiên cứu trước, kết quả cho thấy

- Bùi Phan Thu Hằng (2003) đã ghi nhận hàm lượng amoniac trong chất thải đầu ra của túi ủ phân là 392 mg/kg tăng trung bình 8% so với amoniac phân bò cho vào với thời gian lưu 20 ngày và vật chất khô cho vào túi ủ 4%.
- San Thy và cộng tác viên (2003) đã ghi nhận rằng hàm lượng amoniac trong chất thải đầu ra của túi ủ phân 340, 633 và 884 mg/l theo thời gian lưu lại của phân lần lượt là 10, 20 và 30 ngày.

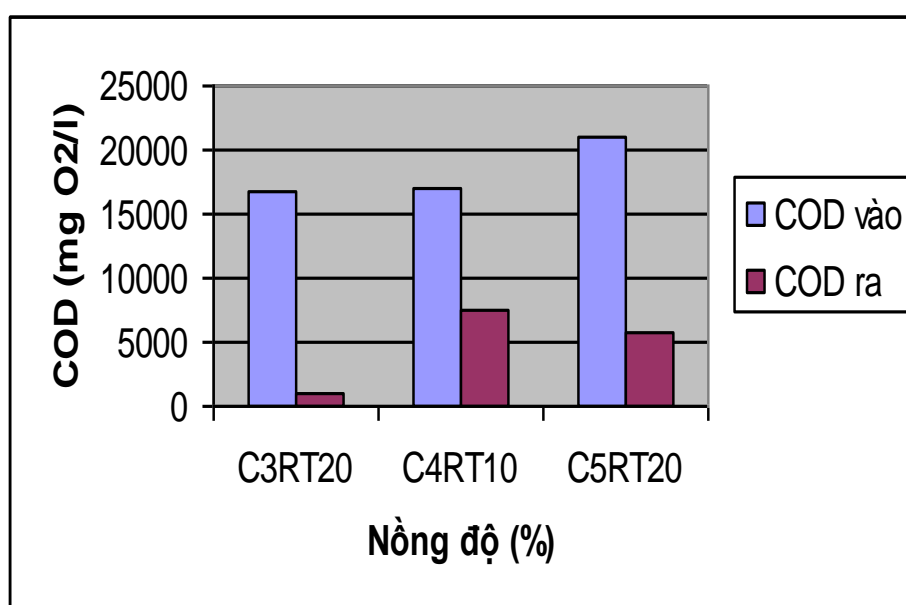
➤ San Thy và cộng tác viên (2005) đã ghi nhận amoniac trong chất thải đầu ra của túi ủ phân là 619 và 1139 mg/l tương ứng với thời gian lưu lại của phân lần lượt là 10 và 20 ngày.

Kết quả hàm lượng amoniac đầu ra của chúng tôi thấp hơn kết quả khảo sát của các tác giả trên có thể là do thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện khảo sát khác nhau. Đối tượng khảo sát của chúng tôi là phân bò trên hệ thống hầm xây nên có thể khả năng phân hủy tốt hơn.

4.6. COD của phân cho vào và chất thải đầu ra

Bảng 4.5. Hàm lượng COD của phân cho vào và chất thải đầu ra

COD (mg O ₂ /l)	Nghiệm thức			SEM	P
	C ₃ RT ₂₀	C ₄ RT ₁₀	C ₅ RT ₂₀		
Đầu vào	16800 ^a	16908 ^a	21099 ^b	578	0,001
Đầu ra	1078 ^a	7440 ^b	5865 ^c	321	0,001



Biểu đồ 4.6. Hàm lượng COD của phân cho vào và chất thải đầu ra

Bảng 4.5 cho thấy COD đầu vào tăng theo hàm lượng vật chất khô cho vào ($P < 0,001$). Hàm lượng COD đầu ra trung bình giảm đáng kể qua ba hầm biogas là 4794 mg O₂/l, giảm 74% so với hàm lượng COD của phân cho vào. Trong thí nghiệm tại trại thực nghiệm Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh hàm lượng COD đầu ra của hai hầm ủ là 1078 và 5865 mg O₂/l ứng với nồng độ vật chất khô cho

vào là 3 và 5% ($P < 0,001$). Điều đó cho thấy nếu nồng độ vật chất khô cho vào càng nhiều thì hàm lượng COD ở đầu ra càng cao. Trong khi đó, thí nghiệm tại hộ chăn nuôi bò sữa hàm lượng COD đầu ra cao hơn là 7440 mg O_2/l , có lẽ do tốc độ dòng chảy nhanh và thời gian lưu lại ngắn nên khả năng xử lý phân thấp hơn.

Phân gia súc chứa protein, lipid, carbohydrate... Qua quá trình lên men yếm khí trong hầm ủ các chất này sẽ bị phân hủy tạo ra các chất hòa tan đồng thời sinh ra hỗn hợp khí CH_4 , CO_2 và H_2 ... do đó hàm lượng chất hữu cơ giảm đáng kể trong quá trình ủ (Nguyễn Thành Quốc, 2000). Tuy nhiên kết quả khảo sát của chúng tôi cho thấy hàm lượng COD đầu ra cao (trung bình 4794 mg O_2/l) so với tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 5992 – 1995) là 100 mg O_2/l đến 400 mg O_2/l , có lẽ một phần chất hữu cơ trong phân có kết cấu phức tạp khó phân hủy như: cellulose, lignin hoặc do thời gian ủ còn ngắn (Đương Nguyên Khang, 2004).

➤ Martin và cộng tác viên (2003) cho thấy hàm lượng COD đầu ra là 89,1 mg O_2/l ; giảm 42% so với hàm lượng COD của phân bò cho vào.

➤ Nguyễn Việt Lập (2001) cho thấy với thời gian lưu trữ 10, 20, 30 và 40 ngày thì lần lượt là 191, 179, 177 và 137 mg O_2/l ; giảm 73% so với hàm lượng COD phân heo cho vào. Thời gian lưu lại càng lâu thì hàm lượng COD càng giảm.

➤ Nguyễn Thành Quốc (2000) đã khảo sát với nồng độ vật chất khô 3, 4, 5 và 6% đã thấy rằng COD của phân đầu ra lần lượt là 352,6; 357,1; 514,5 và 542,9 mg O_2/l ; giảm 59% so với COD của phân heo cho vào.

Khác biệt này có lẽ do phương pháp phân tích COD trong thí nghiệm của chúng tôi được dùng là phương pháp $K_2Cr_2O_7$ vì vậy khả năng oxy hóa hoàn toàn các chất hữu cơ tốt hơn so với phương pháp $KMnO_4$ mà các tác giả đã sử dụng phân tích. Ngoài ra do thời gian lưu lại của phân ngắn nên khả năng xử lý chất thải trong hệ thống hầm ủ chưa hoàn toàn dẫn đến hàm lượng COD đầu ra của chúng tôi cao.

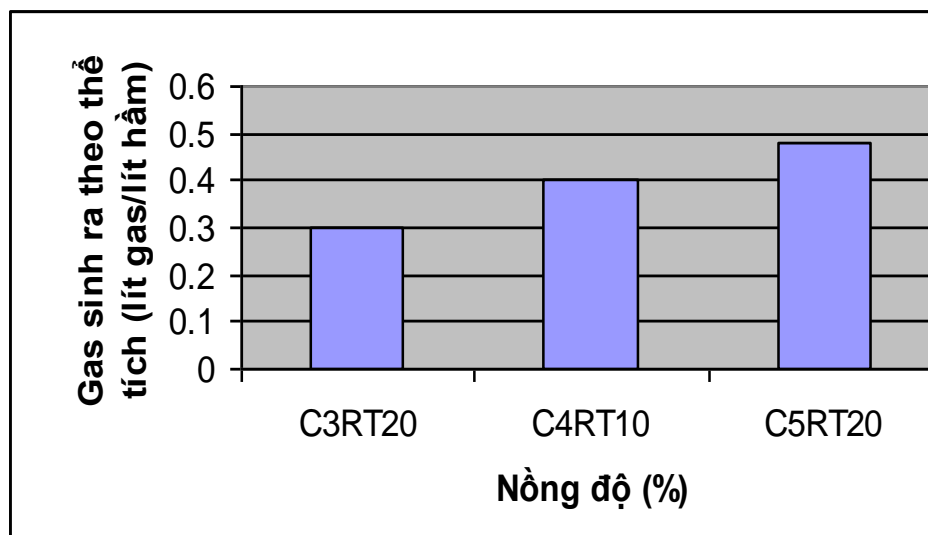
4.7. Gas sinh ra

Lượng gas sinh ra, lít gas sinh ra tính theo thể tích hầm, kg vật chất khô, kg chất hữu cơ và phần trăm lượng gas sinh ra trên thể tích hầm được trình bày qua bảng 4.6. Kết quả cho thấy lượng gas sinh ra, lượng gas sinh ra theo thể tích hầm và phần trăm tăng theo nồng độ vật chất khô ($P < 0,001$). Lượng gas sinh ra theo vật chất khô, lượng gas sinh ra theo chất hữu cơ cao nhất ở nồng độ vật chất khô cho vào 3% và thấp nhất

ở nồng độ vật chất khô cho vào 4%.

Bảng 4.6. Lượng gas sinh ra

Chỉ tiêu	Nghiệm thức			SEM	P
	C ₃ RT ₂₀	C ₄ RT ₁₀	C ₅ RT ₂₀		
Năng suất gas (lít/ngày)	1524 ^a	3250 ^b	2389 ^c	53,7	0,001
Gas sinh ra theo thể tích (lít gas/lít hàm)	0,30 ^a	0,40 ^b	0,48 ^c	0,01	0,001
Gas sinh ra theo VCK (lít gas/kg VCK)	101 ^a	81 ^b	95 ^a	3,01	0,001
Gas sinh ra theo CHC (lít gas/kg CHC)	124 ^a	99 ^b	117 ^a	4,13	0,001
Lượng gas sinh ra (%)	30,5 ^a	40,6 ^b	47,8 ^c	1,01	0,001

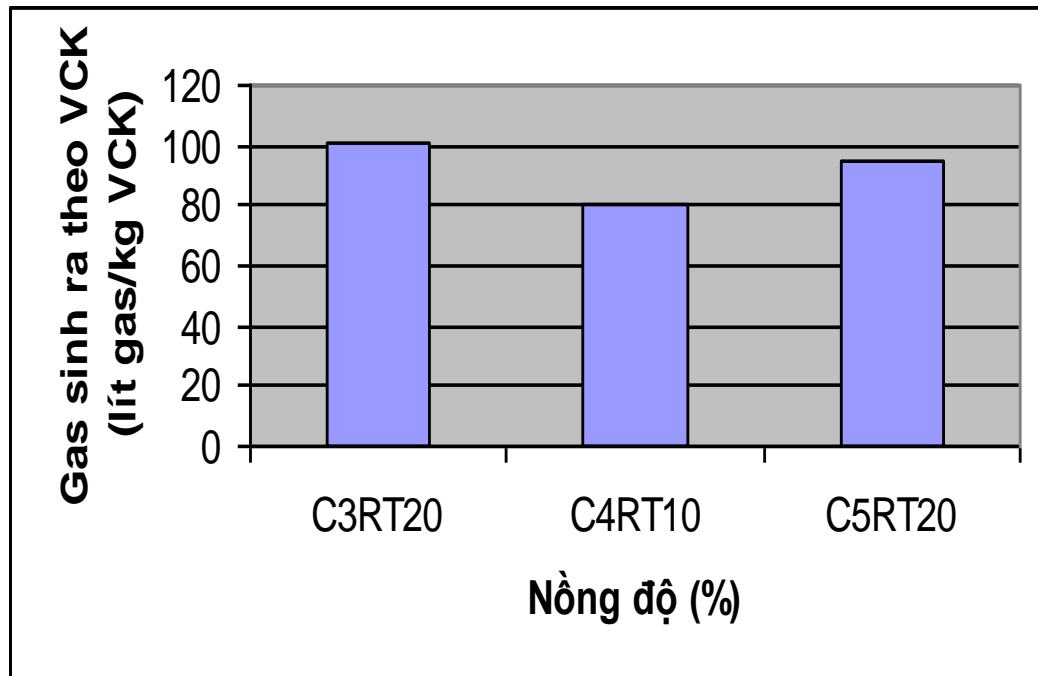


Biểu đồ 4.7. Lượng gas sinh ra theo thể tích

Biểu đồ 4.7 cho thấy lượng gas sinh ra theo thể tích hàm tăng theo nồng độ vật chất khô cho vào ($P < 0,001$). Điều này có lẽ do thể tích hàm càng lớn thì khả năng hoạt động của vi khuẩn sinh methane càng mạnh dẫn tới sản lượng gas sinh ra càng cao. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Bùi Phan Thu Hằng (2003) thí nghiệm trên phân bò, tác giả này cho rằng lượng gas sinh ra tăng 0,17; 0,20 và 0,28 lít gas/lít túi tương ứng với thể tích 477, 716, 1194 lít túi với nồng độ vật chất khô cho vào là 4%.

Santhy và cộng tác viên (2003) cho rằng gas sinh ra theo thể tích là 1,03; 1,20 và 1,06 lít gas/lít túi theo thời gian lưu lại của phân 10, 20 và 30 ngày với nồng độ vật

chất khô phân heo cho vào 5%. Nguyễn Trường An (2005) đã ghi nhận lượng gas sinh ra tăng theo thể tích là 0,93 và 1,01 lít gas/lít túi với thời gian lưu lại của phân 10 và 20 ngày với nồng độ vật chất khô phân heo cho vào 4%. Kết quả của các tác giả đã thí nghiệm trên phân heo chứng minh rằng khả năng sinh gas của phân heo là cao hơn so với phân bò (Dương Nguyên Khang, 2004).



Biểu đồ 4.8. Lượng gas sinh ra theo vật chất khô

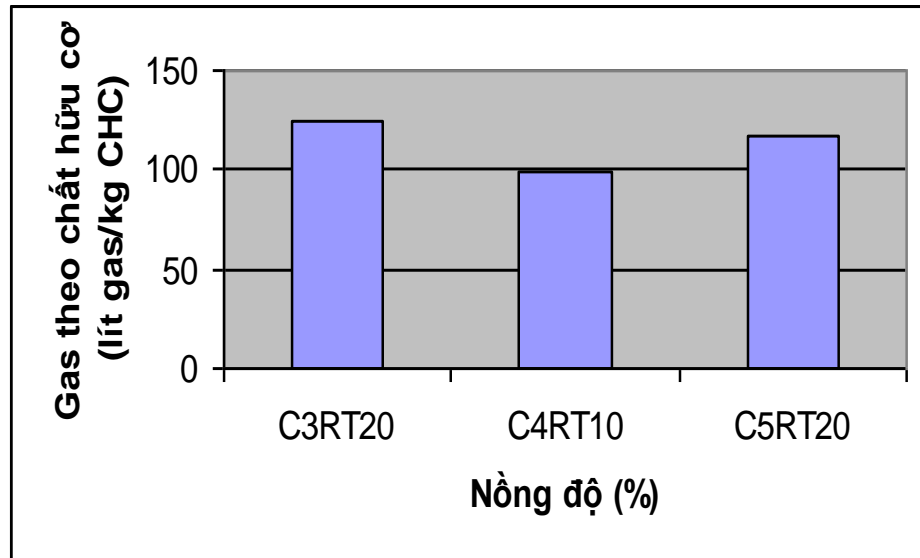
Qua biểu đồ 4.8 chúng tôi nhận thấy, lượng gas sinh ra theo vật chất khô thấp nhất là 81 lít ở nồng độ vật chất khô 4% và cao nhất là 101 lít ở nồng độ vật chất khô 3% ($P < 0,001$).

Lượng gas sinh ra giảm dần theo chiều tăng dần từ 3% đến 5% nồng độ vật chất khô phân bò cho vào. Điều này có lẽ do nồng độ vật chất khô càng cao thì lượng phân cho vào hàm hàng ngày lớn làm cho hàm ủ quá tải dẫn đến ức chế hoạt động của vi khuẩn sinh methane (Nguyễn Thị Thu Minh, 2006). Ở nồng độ vật chất khô phân bò cho vào 4% thì lượng gas sinh ra thấp nhất 81 lít gas/kg VCK, có thể là do tốc độ dòng chảy lớn và thời gian lưu lại ngắn nên khả năng phân hủy kém dẫn đến lượng gas sinh ra thấp.

➤ Bùi Phan Thu Hằng (2003) thí nghiệm trên phân bò đã ghi nhận lượng gas sinh ra theo vật chất khô trung bình là 60,6 lít gas/kg VCK với nồng độ vật chất khô phân bò cho vào là 4%.

➤ San Thy và cộng tác viên (2003) đã ghi nhận rằng gas sinh ra trên vật chất khô phân heo cho vào tăng là 464, 529 và 485 lít ứng với thời gian lưu lại 10, 20 và 30 ngày và nồng độ vật chất khô phân heo cho vào 5%.

➤ Nguyễn Trường An (2005) thấy rằng lượng gas sinh ra theo vật chất khô tăng là 248 và 259 lít gas/kg VCK ứng với thời gian lưu lại 10 và 20 ngày và nồng độ vật chất khô phân heo cho vào 4%.



Biểu đồ 4.9. Lượng gas sinh ra theo chất hữu cơ

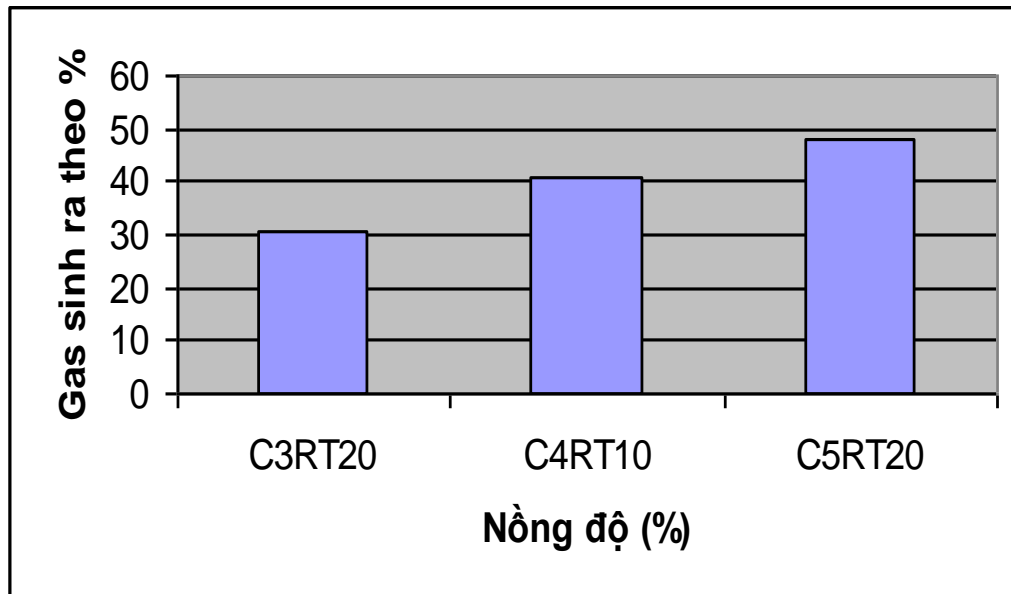
Biểu đồ 4.9 cho thấy, lượng gas sinh ra theo chất hữu cơ thấp nhất là 99 lít gas/kg CHC ở nồng độ 4% vật chất khô cho vào và cao nhất là 124 lít gas/kg CHC ở nồng độ 3% vật chất khô cho vào ($P < 0,001$).

Lượng gas sinh ra trên chất hữu cơ giảm dần theo chiều tăng dần từ 3% đến 5% nồng độ vật chất khô. Ở nồng độ vật chất khô phân heo cho vào 4% thì lượng gas sinh ra thấp nhất 99 lít gas/kg CHC. Điều này là do nồng độ vật chất khô càng thấp thì hàm lượng chất hữu cơ càng thấp và thời gian lưu lại ngắn nên khả năng phân hủy chất hữu cơ kém dẫn đến lượng gas sinh ra thấp.

➤ Bùi Phan Thu Hằng (2003) thí nghiệm trên phân bò, tác giả cho thấy rằng lượng gas sinh ra theo chất hữu cơ trung bình 85,5 lít gas/kg CHC với nồng độ vật chất khô cho vào là 4%.

➤ San Thy và cộng tác viên (2003), các tác giả đã ghi nhận rằng gas sinh ra theo chất hữu cơ là 545, 622 và 570 lít gas/kg CHC ứng với thời gian lưu lại 10, 20 và 30 ngày và nồng độ vật chất khô phân heo cho vào là 5%.

➤ Nguyễn Trường An (2005) đã ghi nhận lượng gas sinh ra theo chất hữu cơ là 330 và 357 lít gas/kg CHC ứng với thời gian lưu lại 10 và 20 ngày và nồng độ vật chất khô phân heo cho vào là 4%.



Biểu đồ 4.10. Lượng gas sinh ra theo phần trăm thể tích hàm ủ

Biểu đồ 4.10 cho thấy, lượng gas sinh ra theo phần trăm thể tích hàm ủ tăng theo nồng độ vật chất khô phân cho vào ($P < 0,001$). Điều này có lẽ do thể tích hàm càng lớn thì khả năng hoạt động của vi khuẩn sinh methane càng mạnh dẫn tới sản lượng gas sinh ra càng cao. Trong lúc đó Bùi Phan Thu Hằng (2003) đã ghi nhận lượng gas sinh ra theo phần trăm tăng lần lượt 16,7; 20,1 và 27,8% tương ứng với thể tích 477, 716 và 1194 lít túi và nồng độ vật chất khô phân bò cho vào 4%.

PHẦN 5: KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

5.1. Kết luận

Qua quá trình thực hiện đề tài: “Ảnh hưởng nồng độ phân bò lên khả năng sinh gas của hầm ủ kiểu KT1 Trung Quốc” chúng tôi rút ra kết luận như sau:

- Đạm tổng số của chất thải đầu ra giảm trung bình 61% so với đạm tổng số của phân cho vào.
- Hàm lượng amoniac của chất thải đầu ra giảm trung bình 15,7% so với hàm lượng amoniac của phân cho vào.
- Kết quả cho thấy lượng gas sinh ra, lượng gas sinh ra theo thể tích hầm và theo % tăng theo nồng độ vật chất khô. Lượng gas sinh ra theo vật chất khô, theo chất hữu cơ cao nhất ở nồng độ vật chất khô 3% và thấp nhất ở nồng độ 4%.
- COD ở đầu ra giảm trung bình 74% so với phân cho vào.
- Xét toàn diện, ở nồng độ vật chất khô 3% với thời gian lưu lại phân 20 ngày thì khả năng xử lý phân và sinh gas tốt nhất.

5.2. Đề nghị

- Nên sử dụng nồng độ vật chất khô 3% cho vào hầm biogas.
- Nên kéo dài thời gian lưu lại của phân trong hệ thống ủ phân để xử lý chất thải chăn nuôi được tốt hơn cho đạt với tiêu chuẩn vệ sinh môi trường.
- Nếu có điều kiện, tăng cường nghiên cứu định danh phân lập, ly trích các nhóm vi khuẩn có khả năng lên men sinh gas tốt trong hệ thống hầm ủ phân làm chất đốt để ứng dụng vào việc xử lý môi trường tốt hơn.
- Tiến hành nghiên cứu sử dụng gas sinh học trong chạy động cơ nổ, đồng thời nghiên cứu để loại bỏ các tạp chất trong khí biogas để tăng hiệu quả sử dụng.

PHẦN 6: TÀI LIỆU THAM KHẢO

Phần tiếng Việt

1. Bùi Xuân An, 1997. *Sản xuất thức ăn gia súc nhiệt đới*. Tủ sách Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
2. Nguyễn Trường An, 2005. *Ảnh hưởng thời gian lưu lại, và chất thải biogas lên khả năng sinh gas của túi ủ phân làm chất đốt*. Luận Văn tốt nghiệp Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
3. Long Da, 1997. *Bước đầu khảo sát khả năng ứng dụng và phát triển túi ủ khí sinh học làm bằng nylon tại một số hộ dân ở vùng nước nhiễm phèn, mặn thuộc miền Tây Nam bộ*. Luận văn tốt nghiệp Khoa Chăn nuôi thú y, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
4. Nguyễn Quang Khải, Hồ Thị Lan Hương, Nguyễn Gia Lượng, Đinh Thế Lộc, Nguyễn Khắc Tích, Nguyễn Vũ Thuận, 2004. *Công nghệ khí sinh học*. Dự án hỗ trợ chương trình khí sinh học cho ngành chăn nuôi ở một số tỉnh Việt Nam. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn. Hà Nội.
5. Dương Nguyên Khang, 1999. *Kỹ thuật túi ủ phân làm chất đốt*. Tài liệu hướng dẫn thực hành. Khoa chăn nuôi thú y, Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
6. Dương Nguyên Khang, 2004. *Bài giảng công nghệ xử lý chất thải*. Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
7. Nguyễn Việt Lập, 2001. *Ảnh hưởng của số lượng và thời gian lưu lại của phân trên khả năng sinh gas của hệ thống biogas thí nghiệm*. Luận văn tốt nghiệp khoa chăn nuôi thú y, Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
8. Nguyễn Thị Hoa Lý, 1994. *Nghiên cứu các chỉ tiêu nhiễm bẩn của chất thải chăn nuôi heo tập trung và áp dụng một số biện pháp xử lý*. Luận án phó tiến sĩ khoa học Nông Nghiệp, Đại Học Nông Lâm, Tp. Hồ Chí Minh.

9. Nguyễn Chí Minh, 2002. *Giáo trình phân bón hữu cơ*. Khoa nông học Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
10. Phạm Văn Minh, 1995. *Bước đầu khảo sát việc sử dụng túi ủ khí sinh học làm bằng Plastic ở một số tỉnh miền Đông Nam bộ*. Luận văn tốt nghiệp Trường Đại học Nông Lâm Tp Hồ Chí Minh.
11. Nguyễn Thị Thu Minh, 2006. *Đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường nước mặt và hiệu quả của một số mô hình xử lý nước thải chăn nuôi heo ở nông hộ*. Trường Đại Học Cần Thơ.
12. Nguyễn Thành Quốc, 2000. *Khả năng xử lý chất thải chăn nuôi bằng kỹ thuật túi ủ nylon*. Luận Văn tốt nghiệp Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
13. Phan Đức Quý, 1997. *Khảo sát khả năng ứng dụng và phát triển túi ủ khí sinh học làm bằng nylon tại một số nông hộ thuộc miền Đông Nam bộ*. Luận văn tốt nghiệp Trường Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh.
14. Ngô Kế Sương, 1981. *Sản xuất và sử dụng khí sinh vật*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
15. Ngô Kế Sương, Nguyễn Lâm Dũng, 1997. *Sản xuất khí đốt (biogas) bằng kỹ thuật lên men kỵ khí*. Nhà xuất bản nông nghiệp.
16. Nguyễn Thị Thủy, 1991. *Khảo sát khả năng tiêu diệt Escheria coli và trứng ký sinh trùng bằng hầm ủ biogas*.
17. *Hướng dẫn sản xuất và sử dụng khí đốt sinh vật*, 1989. Nhà xuất bản Đồng Nai.
18. Trung tâm tiêu chuẩn chất lượng, 1995. Tiêu chuẩn Việt Nam. *Các tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam về Môi trường. Tập 2*.
19. Lê Hoàng Việt, 2000. *Tái sử dụng chất hữu cơ*. Trường Đại Học Cần Thơ.

Phản tiếng Anh

20. Burton, C.H and Turner, C. 2003. *Manure manure management, treatment strategies sustainable agriculture*. Siso Research Institute 2003. Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK, 451 pages.
21. Bui Phan Thu Hang, 2003. *Effect of dimensions of plastic biodigester (width: length ratio) on gas production and composition of effluent*. Livestock Research for Rural Development 15 (7) 2003, 8 pages.
22. Marchaim, Uri.1992. *Biogas processes for sustainable development*. FAO Agricultural services bulletin 95. Rome, Italy, 232 pages.
23. Martin, H.John, 2003. A comparison of dairy cattle manure management with and without anaerobic digestion and biogas utilization. Washington, DC 20460.
24. San Thy, T. R. Preston and J. Ly, 2003. *Effect of retention time on gas production and fertilizer value of biodigester effluent*. Livestock Research for Rural Development 15 (7) 2003.
25. San Thy, P. Buntha, T. Vanvuth, T. R. Preston, Duong Nguyen Khang, Soukanh K., Boualong, Phouthone, Choke Mikled and N. Sopharoek, 2005. *Effect of length: diameter ratio in polyethylene biodigesters on gas production and effluent composition*. In; Making Better Use of Local Feed Resources. Workshop – seminar, 23 – 25 May, 2005.

Trang web

26. <http://www.wunderground.com>
27. http://www.google.com.vn/search?as_q=cattle+manure&num=10&hl=vi&btnG=T%C3%ACm+v%E1%BB%9Bi+Google&as_epq=biogas&as_oq=comparison&as_eq=&lr=&as_ft=i&as_filetype=pdf&as_qdr=all&as_occt=any&as_dt=i&as_sitesearch=

