

Luận văn

*Nghiên cứu đặc tính chất thải
rắn hữu cơ đô thị Hà Nội và
thăm dò quá trình phân hủy
yếm khí ở quy mô pilot*

MỤC LỤC

..... Trang

DANH MỤC CÁC KÝ TỰ VIẾT TẮT TRONG ĐỒ ÁN

CHC	Chất hữu cơ
COD	Nhu cầu oxy hóa học
CTR	Chất thải rắn
CTR-HC	Chất thải rắn hữu cơ
MC	Độ ẩm
SD	Độ lệch chuẩn
TKN	Tổng Nitơ Kejl Dahl
TOC	Tổng cacbon hữu cơ
TP	Tổng photpho
TS	Tổng chất khô
TBPU	Thiết bị phản ứng
TVFA	Tổng axit bay hơi
TVFA_C	Cacbon trong tổng axit bay hơi
VS	Chất rắn bay hơi

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

	Trang
Bảng 1.1. Kế hoạch thực hiện công việc.....	7
.....	
Bảng 2.1. Tổng hợp trung bình khối lượng chất thải phát sinh của Hà Nội 2007....	10
Bảng 2.2: Số liệu về thành phần CTR đô thị Hà Nội.....	10
Bảng 2.3: Số liệu về thành phần CTR đô thị Hà Nội những năm trước và dự báo trong tương lai.....	11
Bảng 2.4. Một số chất ức chế quá trình sinh khí mêtan (US.EPA, 1979) ^[1]	21
Bảng 3.1: Tổng hợp các mẫu thu thập tại nhà máy Cầu Diễn.....	25
Bảng 3.2: Mô tả công việc lắp đặt hệ thống.....	35
Bảng 3.3: Các thông số vận hành của hệ thống.....	37
Bảng 4.1: Giá trị % của các thành phần trong chất thải rắn đô thị tại nhà máy Cầu Diễn.....	42
Bảng 4.2: So sánh 2 vị trí lấy mẫu tại nhà máy.....	44
Bảng 4.3: Tổng hợp số liệu phân tích các chỉ tiêu lý hóa của CTR hữu cơ.....	45
Bảng 4.4: Các chỉ tiêu đặc trưng của CTR hữu cơ nạp vào hệ thống Pilot.....	46
Bảng 4.5: Kiểm soát lượng nước tuần hoàn.....	46
Bảng 4.6: % chuyển hóa TOC từ CTR-HC vào nước rác.....	50
Bảng 4.7: Kết phân tích TVFA và đo pH.....	51
Bảng 4.8: Hiệu quả chuyển hóa TOC vào TVFA.....	53
Bảng 4.9: So sánh 2 thiết bị phản ứng phản ứng.....	54
Bảng 4.10: Kết quả sinh biogas ở thiết bị phản ứng 1.....	55
Bảng 4.11: Kết quả sinh biogas ở thiết bị phản ứng 2.....	55

DANH MỤC CÁC HÌNH

	Trang
Hình 2.1: Tóm tắt các phản ứng sinh hóa của quá trình phân hủy yếm khí ^[4]	16
Hình 2.2: Dải nhiệt độ cho quá trình phân hủy yếm khí.....	19
Hình 3.1: Sơ đồ mô tả một cách tổng quát về phạm vi nghiên cứu.....	23
.....	
Hình 3.2: Sơ đồ vị trí các điểm lấy mẫu.....	24
Hình 3.3: Sơ đồ lấy mẫu CTR hữu cơ.....	26
Hình 3.4: Sơ đồ quá trình xử lý mẫu.....	26
Hình 3.5: Các thành phần của chất thải rắn đô thị tại Hà Nội.....	27
Hình 3.6: Sơ đồ mô tả quá trình phân tích MC, TS, VS của chất thải rắn hữu cơ....	28
Hình 3.7: Các giai đoạn vận hành của hệ thống.....	31
Hình 3.8: Mô phỏng hệ thống phân hủy yếm khí.....	33
Hình 4.1: Đồ thị % các thành phần của CTR trước khi qua hệ thống phân loại.....	43
Hình 4.2: Đồ thị % các thành phần của CTR sau khi qua hệ thống phân loại.....	43
Hình 4.3: Biến thiên nồng độ COD trong nước rác theo thời gian.....	47
Hình 4.3: Biến thiên nồng độ TOC trong nước rác theo thời gian.....	47
Hình 4.5: Đồ thị tải lượng COD tích lũy theo thời gian.....	48
Hình 4.6: Đồ thị tải lượng TOC tích lũy theo thời gian.....	48
Hình 4.7: Đồ thị tương quan giữa nồng độ COD và TOC.....	49
Hình 4.8: Sơ đồ cân bằng vật chất ở giai đoạn 1.....	50
Hình 4.9: Hiệu quả chuyển TOC trong CTR vào nước rác sau giai đoạn 1.....	51
Hình 4.10: Đồ thị biến thiên nồng độ TVFA trong nước rác.....	52
Hình 4.11: Đồ thị biểu diễn lượng TVFA tích lũy theo thời gian.....	53
Hình 4.12: So sánh TOC và TVFA_C trong nước rác của 2 thiết bị phản ứng.....	53
Hình 4.13: Đồ thị biến thiên pH của nước rác.....	54

Chương I

ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Giới thiệu

Trong những năm qua, quá trình đô thị hóa diễn ra với tốc độ rất nhanh đã trở thành nhân tố tích cực đối với sự phát triển kinh tế - xã hội của nước ta. Tuy nhiên, bên cạnh những lợi ích về mặt kinh tế - xã hội, đô thị hóa đã tạo nên sức ép về nhiều mặt, dẫn đến suy giảm chất lượng môi trường và phát triển không bền vững. Lượng CTR sinh hoạt tại các đô thị của nước ta đang có xu thế phát sinh ngày càng tăng.

CTR đô thị có thành phần hữu cơ chiếm tỉ lệ khá cao, việc xử lý CTR đô thị cho đến nay chủ yếu vẫn là chôn lấp. Vấn đề đặt ra là diện tích sử dụng cho các bãi chôn lấp ngày càng bị thu hẹp, quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong bãi chôn lấp diễn ra rất phức tạp, khó kiểm soát. Môi trường đất, nước và không khí ở khu vực bãi chôn lấp bị ô nhiễm bởi nước rác, các khí nhà kính sinh ra từ bãi chôn lấp như CH_4 , CO_2 ... làm cho Trái đất ấm lên.

Ngoài ra thì các nguồn năng lượng hóa thạch đang cạn kiệt dần, nhu cầu tìm các nguồn năng lượng mới để thay thế là vấn đề cấp bách hiện nay.

Vì vậy, xử lý thành phần hữu cơ của CTR đô thị trước khi chôn lấp là vấn đề hết sức quan trọng và cần thiết. Có hai phương pháp chủ yếu để xử lý tái chế thành phần hữu cơ trong CTR đô thị là phân hủy hiếu khí làm phân compost và phân hủy yếm khí sinh biogas. Hiện nay, ở nước ta phương pháp phân hủy hiếu khí làm phân compost đang được áp dụng ở nhiều nơi, tuy nhiên phương pháp này vẫn có nhiều hạn chế nhất định. Bên cạnh đó phương pháp phân hủy yếm khí thành phần hữu cơ của CTR đô thị là công nghệ đã được nghiên cứu và áp dụng nhiều trên thế giới, cho thấy có nhiều ưu điểm hơn so với quá trình hiếu khí, nhưng ở Việt Nam phương pháp này vẫn chưa được chú ý nhiều.

Phân hủy yếm khí là quá trình xử lý sinh học ở đó rất nhiều nhóm vi sinh vật sẽ biến đổi các hợp chất hữu cơ phức tạp thành các chất đơn giản và ổn định trong điều kiện không có oxy. Quá trình này tạo ra khí sinh học (hỗn hợp chủ yếu CH_4 và CO_2) được sử dụng làm một nguồn năng lượng tái sinh. Bên cạnh đó, quá trình này còn làm giảm đáng kể thể tích của CTR trước khi đem chôn lấp.

1.2. Mục đích của đề tài

Đề tài “ Nghiên cứu đặc tính của chất thải rắn hữu cơ đô thị tại Hà Nội và thăm dò quá trình phân hủy yếm khí ở quy mô pilot ” có các mục đích chính là:

1. Đánh giá đặc tính của chất thải rắn hữu cơ đô thị tại Hà Nội thu thập từ nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn.
2. Thăm dò quá trình phân hủy yếm khí ở quy mô pilot.
 - a. Đánh giá giai đoạn thủy phân và lên men axit trong điều kiện có bổ sung và tuần hoàn nước rác.
 - b. Thăm dò quá trình sinh khí mêtan trong điều kiện không kiểm soát (nhiệt độ, vi sinh vật, tuần hoàn nước rác).

Để thực hiện được mục đích trên thì kế hoạch thực hiện công việc như sau:

Bảng 1.1. Kế hoạch thực hiện công việc

Thời gian	Mục đích	Nội dung công việc
Từ 05/10/2009 đến 31/01/2010	- Nghiên cứu đặc tính chất thải rắn hữu cơ đô thị Hà Nội. - Thiết lập mô hình phân hủy yếm khí.	- Lấy mẫu, xác định thành phần, phân tích các chỉ tiêu lý, hóa của CTR. - Tìm hiểu và đặt mua các thiết bị của mô hình.
Từ 01/02 đến 13/03/2010	- Thực tập tốt nghiệp - Thiết lập mô hình phân hủy yếm khí	- Liên hệ và thực tập - Tìm hiểu cách sử dụng và lắp đặt các thiết bị của mô hình.
Từ 14/03 đến 27/04/2010	-Thiết lập mô hình phân hủy yếm khí.	- Tìm hiểu thiết bị - Lắp đặt mô hình phân hủy yếm khí.
Từ 28/04 đến 30/05/2010	- Vận hành mô hình. - Đánh giá giai đoạn thủy phân - Thăm dò quá trình phân hủy yếm khí	- Lấy mẫu CTR hữu cơ. - Vận hành, kiểm soát hệ thống. - Lấy mẫu nước rác, khí phân tích trong phòng thí nghiệm.

1.3. Nội dung của đề án

Đề án gồm các chương:

1. Chương I: Đặt vấn đề
2. Chương II: Tổng quan về tình hình chất thải rắn đô thị Hà Nội và quá trình phân hủy yếm khí sinh học.
3. Chương 3: Phương pháp nghiên cứu
4. Chương 4: Kết quả và thảo luận
5. Chương V: Kết luận và đề xuất giải pháp

Chương II

TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH CHẤT THẢI RẮN ĐÔ THỊ HÀ NỘI VÀ QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY YẾM KHÍ SINH KHÍ SINH HỌC

Chương này trình tổng quan về tình hình phát sinh, quản lý và xử lý chất thải rắn trên địa bàn thành phố Hà Nội; Sự cần thiết phải xử lý thành phần hữu cơ của chất thải rắn đô thị; Cơ sở lý thuyết của quá trình phân hủy yếm khí sinh khí sinh học. Chi tiết từng phần sẽ được trình bày cụ thể dưới đây:

2.1. Tình hình CTR đô thị tại Hà Nội

Hà Nội có tổng diện tích là 3.300 km² với dân số là hơn 6,2 triệu người. Riêng Hà Nội cũ đã có tới 5.000 nhà máy, xí nghiệp, trên 70 bệnh viện Trung ương và địa phương. Hà Nội cũ cũng có tới 55 chợ và hàng trăm nhà hàng, khách sạn và các cơ sở thương mại. Các khu công nghiệp ngày càng phát triển và mở rộng, tốc độ đô thị hóa cũng đang tăng nhanh... Chính những lý do trên làm cho lượng chất thải phát sinh ngày càng tăng.

2.1.1. Nguồn gốc phát sinh và thành phần của chất thải rắn đô thị Hà Nội

Các nguồn chủ yếu phát sinh ra chất thải rắn ở Hà Nội chủ yếu bao gồm: Chất thải rắn sinh hoạt từ các khu dân cư, trung tâm thương mại, từ các công sở, trường học, các công trình công cộng, các dịch vụ đô thị, các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, xây dựng, khai khoáng, các trạm xử lý chất thải.

Theo số liệu thống kê chất thải rắn hàng năm của URENCO Hà Nội, khối lượng chất thải rắn phát sinh từ các nguồn khác nhau của thành phố Hà Nội được trình bày ở bảng II.1

Bảng 2.1. Tổng hợp trung bình khối lượng chất thải phát sinh của Hà Nội 2007

TT	Chất thải	Khối lượng (Tấn/ngày)	Thành phần chính	Hình thức xử lý
1	Chất thải sinh hoạt	3.000	- Chất vô cơ: Gạch, đá, vụn tro, xỉ, than tổ ong, sành sứ,.. - Chất hữu cơ: Rau, củ, quả, rác nhà bếp... - Nhựa, nilon, kim loại, giấy, thủy tinh... - Các chất khác còn lại	- Chôn lấp hợp vệ sinh: 83% - Sản xuất phân hữu cơ vi sinh: 160 tấn/ngày (tương đương 7%) - Tái chế: 10% tự phát tại các làng nghề.
2	Chất thải xây dựng	1.000	- Đất đào hố móng, gạch, ngói, vôi vữa,...	- Chôn lấp hợp vệ sinh

3	Chất thải công nghiệp	300	- Cặn sơn, dung môi, bùn thải công nghiệp, giẻ dính dầu mỡ, dầu thải,..	- Xử lý tại khu xử lý chất thải công nghiệp theo đúng QĐ155/QĐ-TTg ngày 16/07/1999
4	Chất thải y tế	5	- Băng băng, dụng cụ y tế nhiễm khuẩn,...	- Xử lý bằng công nghệ lò đốt Del monego 200 Italia:100%
	Tổng số	4.305		

Thành phần CTR đô thị rất đa dạng và tùy thuộc vào tốc độ phát triển kinh tế, văn hóa và tập quán sinh sống của người dân đô thị. Tỷ lệ các chất có trong CTR là không ổn định và thường thay đổi theo từng khu vực, địa phương, và phụ thuộc vào mức sống của người dân.

Bảng 2.2: Số liệu về thành phần CTR đô thị Hà Nội

TT	Các thành phần cơ bản	% về khối lượng	Lượng (tấn/ngày)
1	CHC (rau, cây, thức ăn thừa)	41,98	31,065
2	Giấy	5,27	3,900
3	Plastic, nilon, cao su, đồ da	7,19	5,321
4	Gỗ vụn, giẻ rách	1,75	1,295
5	Xương, vỏ trai, ốc	1,27	0,940
6	Gạch, đá, sỏi, bê tông	6,89	5,099
7	Thủy tinh	1,42	1,051
8	Kim loại, vỏ đồ hộp	0,59	0,437
9	Các tạp chất nhỏ khó phân loại	33,67	24,892
10	Tổng cộng	100	74,000
	Độ pH trung bình: 6,57 Độ ẩm : 60 – 67% Tỷ trọng : 0.38 – 0.416 tấn/m ³		

(Nguồn: Báo cáo công tác quản lý chất thải rắn thành phố Hà Nội năm 2008 của URENCO).

Bảng 2.3: Số liệu về thành phần CTR đô thị Hà Nội những năm trước và dự báo trong tương lai

TT	Thành phần	1997 - 2000	2005 - 2010	2010 - 2020
1	Chất hữu cơ	51,06	48	45
2	Giấy	4,61	6,8	8,2
3	Chất dẻo,cao su	5,79	6,4	7,8
4	Gỗ mục,dẻ rách	4,08	5,5	5
5	Gạch vụn,sỏi đá	1,07	4,8	5,8
6	Thủy tinh	7,09	2,5	3,0
7	Xương, vỏ trai, ốc	1,12	1,0	1,5
8	Kim loại, vỏ đồ hộp	0,6	3,0	3,7
9	Tạp chất	24,58	22,0	20,0
10	Độ pH	6 – 7	6 – 7	6 – 7
11	Độ ẩm (%)	62	62	60
12	Tỷ trọng (tấn/m ³)	0,42	0,42	0,42

(Nguồn: Báo cáo tổng kết công tác quản lý chất thải rắn thành phố Hà Nội, 2002 của URENCO)

Nhận xét: Từ 2 bảng số liệu II.2 và II.3 cho thấy rằng thành phần hữu cơ chiếm tỷ trọng cao trong CTR đô thị Hà Nội. Bao gồm chủ yếu là CTR từ các chợ, khu dân cư như các loại rau, vỏ hoa quả, thức ăn thừa... dễ phân hủy sinh học. Là nguồn nguyên liệu cho các công nghệ tái chế chất thải hữu cơ bằng phương pháp sinh học. Nếu chất thải được phân loại ngay tại nguồn phát sinh thì sẽ dễ dàng cho công tác thu gom và quản lý. Đây cũng là mục tiêu của các nước và Việt nam đang hướng đến.

2.1.2. Tình hình quản lý chất thải rắn ở Hà Nội

2.1.2.1. Thu gom và vận chuyển chất thải

Chất thải rắn ở Hà Nội hầu hết không được phân loại ngay từ đầu nguồn phát sinh, đáng chú ý là trong CTR có chứa các thành phần nguy hại. Hiện nay CTR y tế đã được thu gom và vận chuyển riêng, chất thải công nghiệp cũng sẽ được xử lý tập trung.

Hà Nội bắt đầu thực hiện việc phân loại CTR tại nguồn từ năm 2006 theo dự án 3R được khởi động với sự hỗ trợ của tổ chức JICA và được thí điểm tại 4 phường thuộc 4 quận của Hà Nội: Phường Láng Hạ (Đống Đa), phường Thành Công (Ba Đình), phường Phan Chu Trinh (Hoàn Kiếm) và phường Nguyễn Du (Hai Bà Trưng).

Hiện nay, Hà Nội đã và đang đẩy mạnh thực hiện chương trình phân loại CTR tại nguồn trên các địa bàn thí điểm, chương trình phân loại rác tại nguồn đã

triển khai trên địa bàn 4 phường bước đầu thu được kết quả khả quan, tạo nếp sống văn minh, góp phần giữ gìn vệ sinh môi trường trong cộng đồng dân cư nơi các phường triển khai dự án. Sau thời gian thực hiện, dự án đã góp phần giảm thiểu lượng rác chôn lấp, cải thiện điều kiện vệ sinh môi trường trên địa bàn, đặc biệt là nâng cao ý thức cộng đồng về quá trình phân loại chất thải tại nguồn.

Theo báo cáo của URENCO năm 2008, tỷ lệ thu gom chất thải rắn trong khu vực nội thành Hà Nội đạt 95%; Tỷ lệ thu gom chất thải rắn trong khu vực ngoại thành đạt 60% của tổng lượng rác trên khắp địa bàn Hà Nội.

Công ty môi trường đô thị URENCO tại Hà Nội cho biết, trung bình mỗi ngày công ty thu gom hơn 2.000 tấn CTR, trong đó, thành phần hữu cơ nếu được phân loại tốt sẽ tận dụng được tới 40%.

Tỷ lệ thu gom CTR ở Hà Đông mới đạt 60 - 70%, mỗi ngày thu gom được 50 - 60 tấn. Bãi chôn lấp không đạt quy chuẩn vệ sinh môi trường.

Ở thị xã Sơn Tây, tỷ lệ thu gom CTR cũng chỉ đạt 60 - 70%, mỗi ngày thu được khoảng 35 - 40 tấn/ngày. Thị xã Sơn Tây có nhà máy chế biến CTR thành phân Compost 50 tấn/ngày, nhưng hoạt động rất kém.

Năm 2009, tỷ lệ CTR sinh hoạt thu gom trong ngày tại nội thành Hà Nội là 95 - 98%, ngoại thành 60-65% với tổng lượng CTR sinh hoạt 5.500 - 6.000 tấn/ngày, trong đó rác trong các khu đô thị khoảng 3.000 tấn/ngày (60%), chất thải công nghiệp 500 - 600 tấn/ngày, chất thải xây dựng 1.000 - 1.200 tấn/ngày (chiếm 20%), bùn bể phốt và chất thải khác 500 - 600 tấn (10%). Các chất thải nói trên hầu như không được phân loại triệt để, đều lẫn trong rác sinh hoạt. *(Nguồn Trung tâm Môi trường Đô thị & Công nghiệp. Hà Nội, tháng 12-2009)*

Lượng chất thải sinh hoạt chủ yếu được vận chuyển tới Khu liên hiệp xử lý chất thải Nam Sơn và được xử lý chủ yếu bằng phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh với khối lượng trung bình 2.800 tấn/ngày. Chất thải rắn công nghiệp của thành phố hiện cũng được thu gom, vận chuyển về Nam Sơn để xử lý đạt khoảng 85-90% và chất thải nguy hại mới chỉ đạt khoảng 60-70%. Chất thải công nghiệp, y tế nguy hại được xử lý phổ biến bằng phương pháp đốt tại nhà máy xử lý chất thải công nghiệp Nam Sơn và lò đốt chất thải y tế Tây Mỗ, sau đó được đóng rắn để chôn lấp.

2.1.2.3. Xử lý chất thải

Công tác xử lý, tiêu hủy, tái chế chất thải rắn hiện tại còn rất nhiều hạn chế, chủ yếu dựa vào chôn lấp (khoảng 73-81%) lượng chất thải rắn được thu gom. Do chất thải hầu như chưa được phân loại và bản thân năng lực tái chế của các cơ sở dịch vụ môi trường trên địa bàn thành phố còn chưa cao.

Hiện tại, công tác xử lý, tiêu hủy, tái chế chất thải rắn chủ yếu dựa vào chôn lấp hợp vệ sinh tại bãi chôn lấp Nam Sơn (Sóc Sơn), Kiều Ky (Gia Lâm), Xuân Sơn

(Sơn Tây), Núi Thoong (Chương Mỹ) và nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn, Seraphin Sơn Tây. Còn lại 11 huyện của Hà Tây trước đây, đổ tại các bãi rác lộ thiên, thậm chí là sử dụng các ao hồ làm nơi chứa rác không có hệ thống thu gom nước rác tiềm tàng gây ô nhiễm nước mặt và nước ngầm.

Phần lớn CTR đô thị được xử lý bằng hình thức chôn lấp, nhìn chung thì đây cũng chỉ là giải pháp tình thế. Còn trong thực tế, để xây dựng xã hội phát triển bền vững thì Hà Nội cần phải áp dụng các hoạt động giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế chất thải trong công tác quản lý thì mới có thể giải quyết được vấn đề cấp bách về chất thải rắn hiện nay.

Theo Báo cáo Diễn biến Môi trường Việt Nam năm 2004, có khoảng 18 22% CTR của thành phố Hà Nội được tái chế. Những hoạt động này chủ yếu do các thành phần tự phát như: Cửa hàng thu mua phế liệu, ở các làng nghề thủ công, những người nhặt rác...

Từ trước đến nay có 2 quy trình tái chế chính là: Quy trình tái chế chất thải hữu cơ để sản xuất phân vi sinh và quy trình tái chế các chất thải khác như giấy, nhựa, cao su, kim loại...

Tái chế chất thải hữu cơ sản xuất phân vi sinh: Hiện nay, đây là giải pháp quan trọng để giảm thiểu lượng chất thải rắn đưa tới bãi chôn lấp và tận dụng được những phân hữu cơ để phục vụ cho mục đích nông, lâm nghiệp.

Các chất thải sinh hoạt khác có thể tái chế được thu gom một cách tự phát bởi những người đồng nát, người bới rác...(trong thành phố hoặc tại bãi chôn lấp). Một phần các chất thải này được thu gom bởi những người công nhân của công ty Môi trường đô thị. Các chất thải tái chế này, sau đó được đưa đến các cơ sở tái chế ở ngoại thành thành phố Hà Nội hoặc các tỉnh lân cận. Các nguyên liệu thu hồi chủ yếu là kim loại, nhựa cứng, cao su, giấy, bìa các tông, túi nilon....

Nhìn chung, công tác quản lý chất thải rắn ở Hà Nội còn chưa tiếp cận được với phương thức quản lý tổng hợp trên quy mô lớn, chưa áp dụng đồng bộ các biện pháp nhằm giảm tỉ lệ chất thải phải chôn lấp. Phần lớn CTR đô thị được xử lý bằng hình thức chôn lấp, công nghệ xử lý còn lạc hậu. Ý thức của người dân trong công tác vệ sinh môi trường chưa cao, chất thải chưa được phân loại tại nguồn. Trong khi đó, tái sử dụng và tái chế chất thải mới chỉ được thực hiện một cách không chính thức, ở quy mô tiểu thủ công nghiệp, phát triển một cách tự phát, không đồng bộ, thiếu định hướng và chủ yếu là do khu vực tư nhân kiểm soát.

2.2. Sự cần thiết phải xử lý thành phần hữu cơ của CTR đô thị

Với tình trạng chất lượng môi trường ngày càng xấu đi, vấn đề ô nhiễm môi trường sống nói chung, ô nhiễm CTR nói riêng tại các đô thị lớn ở Việt Nam đang

là vấn đề cấp thiết đặt ra và cần được giải quyết kịp thời. Đó là ô nhiễm chất thải sinh hoạt, công nghiệp, y tế...

Vấn đề năng lượng cùng với sự gia tăng dân số và tiến bộ của khoa học kỹ thuật, đặt ra yêu cầu tìm các nguồn năng lượng mới để thay thế cho các nguồn năng lượng sắp cạn kiệt: Năng lượng gió, thủy triều, năng lượng mặt trời...

Chất thải hữu cơ: Chất thải con người và động vật, nước thải sinh hoạt, công nghiệp, CTR hữu cơ... là nguồn tài nguyên và năng lượng có thể được tái tạo thông qua các quá trình lý, hóa, sinh hoặc kết hợp.

Đối với CTR đô thị, phương pháp xử lý chủ yếu hiện nay ở Hà Nội là chôn lấp, với tình trạng hiện nay thì sau một thời gian nữa thì sẽ không còn diện tích đất chôn lấp. Trong thành phần của CTR đô thị, tỉ lệ CTR hữu cơ tương đối cao, nếu đem chôn lấp trực tiếp thì quá trình phân hủy diễn ra trong bãi chôn lấp rất phức tạp và khó kiểm soát, gây ảnh hưởng đến môi trường đất, nước, không khí. Đây cũng là tình trạng chung hiện nay ở các bãi chôn lấp trên địa bàn thành phố Hà Nội.

Tái chế chất thải không chỉ mang lại lợi ích to lớn trong việc bảo vệ môi trường mà còn mang lại lợi ích to lớn trong sự phát triển kinh tế, giải quyết công ăn việc làm cho một bộ phận người dân.

Do đó xử lý tái chế thành phần hữu cơ của CTR đô thị là một khả năng có thể sẽ được ứng dụng rộng rãi góp phần giải quyết tình trạng trên, rất phù hợp với xu thế của thế giới ngày nay.

2.3. Quá trình phân hủy yếm khí sinh khí sinh học (Biogas)

2.3.1. Khái niệm

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.

Thành phần chủ yếu của Biogas^[1]:

- Khí mêtan	(CH ₄)	55 – 65%
- Khí Cacbonic	(CO ₂)	35 – 45%
- Khí Nitơ	(N ₂)	0 – 3%
- Khí Hydro	(H ₂)	0 – 1%
- Khí Hydro sulphua	(H ₂ S)	0 – 1%

Trong hỗn hợp khí biogas ta thấy khí CH₄ chiếm một số lượng lớn và là khí được sử dụng chủ yếu để tạo ra năng lượng khi đốt. Lượng CH₄ chịu ảnh hưởng bởi quá trình sinh học và nguyên liệu mà ta sử dụng.

Khí CH₄ là một chất khí không màu, không mùi nhẹ hơn không khí. CH₄ ở 20°C, 1atm thì 1m³ khí CH₄ có trọng lượng 0,716 kg.

Khi đốt hoàn toàn 1m³ khí CH₄ cho ra khoảng 9000 kcal^[1].

Đối với khí của Biogas thì trọng lượng riêng khoảng 0,9 – 0,94kg/m³, trọng lượng riêng này thay đổi là do tỉ lệ CH₄ so với các khí khác trong hỗn hợp.

Khí H₂S chiếm một lượng ít nhưng có tác dụng trong việc xác định nơi hư hỏng của hệ thống để sửa chữa.

2.3.2. Nguyên liệu

Các chất hữu cơ có nguồn gốc sinh học đều có thể làm nguyên liệu cho quá trình phân hủy yếm khí sinh khí sinh học. Nguyên liệu có thể chia làm 2 loại, nguyên liệu có nguồn gốc từ động vật và có nguồn gốc từ thực vật.

Nguồn gốc động vật: phân gia súc, gia cầm, phân bắc..., các bộ phận cơ thể của động vật như xác động vật chết, rác và nước thải các lò mổ, cơ sở chế biến thủy hải sản...

Nguồn gốc thực vật: lá cây và cây thân cây thảo như phụ phẩm cây trồng (rơm, rạ, thân lá ngô, khoai, đậu...), rác sinh hoạt hữu cơ (rau, quả, lương thực bỏ đi...) và các loại cây xanh hoang dại (rong, bèo, các cây phân xanh...). Các loại nước thải như: nước thải chế biến bánh, bún của các cơ sở chế biến thực phẩm...

2.3.3. Cơ chế quá trình phân hủy yếm khí

Quá trình phân hủy yếm khí chất hữu cơ rất phức tạp liên quan đến rất nhiều phản ứng và sản phẩm trung gian. Tuy nhiên, người ta thường đơn giản hóa chúng bằng phương trình sau đây:

Quá trình phân hủy yếm khí được chia thành ba giai đoạn chính sau:

- Phân hủy các chất hữu cơ cao phân tử (thủy phân và lên men)
- Tạo nên các axit và khí hydro (lên men axit)
- Tạo khí mêtan từ các axit và từ khí hydro (mêtan hóa)

Hình 2.1: Tóm tắt các phản ứng sinh hóa của quá trình phân hủy yếm khí⁴¹

2.3.3.1. Giai đoạn 1: giai đoạn thủy phân

Các chất hữu cơ trong chất thải phần lớn là các chất hữu cơ cao phân tử như Protein, chất béo, carbohydrat, cellulose, lignin, v.v... Một vài loại ở dạng không hòa tan. Ở giai đoạn này, các chất hữu cơ cao phân tử bị phân hủy bởi các enzyme ngoại bào (sản sinh bởi các vi khuẩn). Sản phẩm của giai đoạn này là các chất hữu cơ có phân tử lượng nhỏ, hòa tan được sẽ làm nguyên liệu cho các vi khuẩn ở giai đoạn 2.

Các phản ứng thủy phân trong giai đoạn này biến đổi protein thành axit amin, carbohydrat thành các đường đơn, chất béo thành các axit béo chuỗi dài. Tuy nhiên các chất hữu cơ như cellulose, lignin rất khó phân hủy thành các chất hữu cơ đơn giản đây là một giới hạn của quá trình phân hủy yếm khí, bởi vì lúc đó các vi khuẩn ở giai đoạn 1 sẽ hoạt động chậm hơn các vi khuẩn ở giai đoạn 2 và 3. Tốc độ thủy phân phụ thuộc vào nguyên liệu nạp, mật độ vi khuẩn trong thiết bị phản ứng và các yếu tố môi trường như: pH và nhiệt độ.

Các phản ứng ở giai đoạn thủy phân:

2.3.3.2. Giai đoạn 2: giai đoạn lên men axit

Các chất hữu cơ đơn giản sinh ra ở giai đoạn 1 sẽ chuyển hóa thành axit acetic, H₂ và CO₂ bởi vi khuẩn lên men axit. Axit acetic là sản phẩm chính của quá trình lên men cacbonhydrat. Các sản phẩm tạo ra thay đổi tùy theo loại vi khuẩn cũng như điều kiện nuôi cấy (nhiệt độ, độ pH, khả năng ôxy hóa và khử ôxy). Vi khuẩn tạo axit acetic chuyển các axit béo (như: axit propionic và butyric) và rượu thành axit acetic, hydro và CO₂, những chất này sẽ được sử dụng bởi nhóm vi khuẩn tạo mê tan.

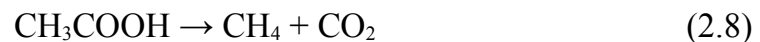
2.3.3.3. Giai đoạn 3: giai đoạn sinh khí mêtan

Các sản phẩm của giai đoạn 2 sẽ được chuyển hóa thành CH₄ và các sản phẩm khác bởi nhóm vi khuẩn mêtan. Vi khuẩn mêtan là những vi khuẩn yếm khí bắt buộc có tốc độ sinh trưởng chậm hơn các vi khuẩn ở giai đoạn 1 và giai đoạn 2.

Các vi khuẩn mêtan sử dụng axit acetic, methanol, CO₂ và H₂ để sản xuất mêtan, trong đó axit acetic là nguyên liệu chính với 70% mêtan được sinh ra từ nó. Phần mêtan còn lại được sản xuất từ CO₂ và H₂, một ít từ axit formic nhưng phần này không quan trọng vì các sản phẩm này chiếm số lượng ít trong quá trình lên men yếm khí, pH của giai đoạn này lớn hơn 7^[4].

Các vi khuẩn tham gia quá trình lên men yếm khí được chia ra làm 4 nhóm chính.

- **Nhóm 1:** nhóm vi khuẩn thủy phân và lên men (hydrolytic and fermentative bacteria).
- **Nhóm 2:** nhóm vi khuẩn tạo axit axêtic và khí H₂ (acetate and H₂- producing bacteria).
- **Nhóm 3:** nhóm vi khuẩn sử dụng axit để tạo khí mêtan (acetoclastic bacteria), phản ứng sinh hóa có thể viết như sau:



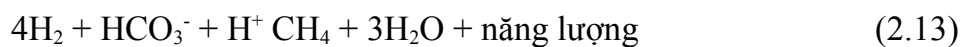
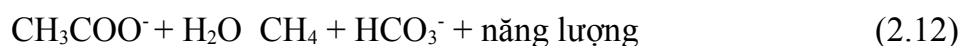
Các vi khuẩn này thuộc các giống chính đó là Methanothrix, Methanoseata.

- **Nhóm 4:** nhóm vi khuẩn sử dụng khí H₂ để tạo khí mêtan (hydrogen-utilizing methane bacteria), phản ứng sinh hóa có thể viết như sau:



Các vi khuẩn này thuộc nhóm Methanococcales và Methanobateriales.

Các phản ứng sinh hóa trong hầm ủ có thể được biểu diễn qua các phương trình sau:



Theo Mc. Inerney và Bryant (1981) phương trình (2.10) sẽ chiếm ưu thế trong những hầm ủ có áp suất riêng phần của H₂ thấp. Trong các hầm ủ có áp suất riêng phần của H₂ cao thì phương trình (2.11) sẽ chiếm ưu thế và tạo ra những Tổng axit bay hơi có mạch cacbon dài hơn 2 (propionate, butyrate) và ethanol. Các sản phẩm này sau đó sẽ được tiếp tục chuyển hóa thành các nguyên liệu cho quá trình lên men sinh khí mêtan như axit acetic, H₂ và CO₂ bởi nhóm vi khuẩn acetogenic. Vi khuẩn acetogenic rất nhạy cảm với áp suất riêng phần của H₂. Do đó, kiểm soát áp suất riêng phần của H₂ sẽ có lợi trong việc vận hành hầm ủ.

2.3.4. Các yếu tố ảnh hưởng

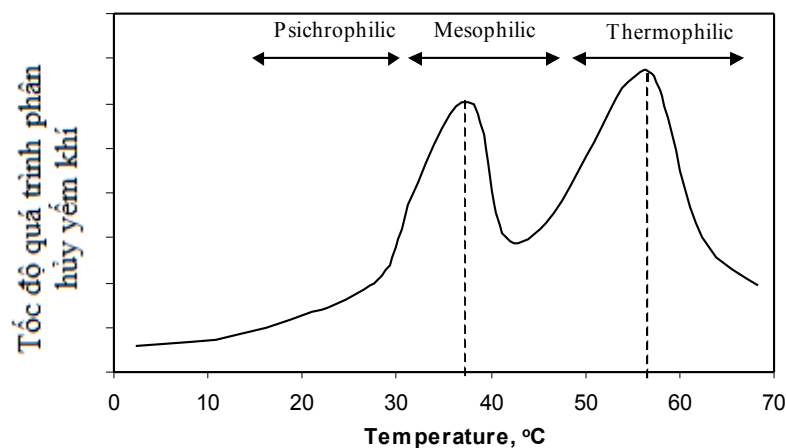
2.3.4.1. Môi trường

Quá trình lên men tạo khí sinh học có sự tham gia của nhiều vi khuẩn, trong đó các vi khuẩn sinh metan là những VK quan trọng nhất, chúng là những vi khuẩn kỵ khí bắt buộc. Sự có mặt của oxy sẽ kìm hãm hoặc tiêu diệt các VK này, vì vậy phải đảm bảo điều kiện yếm khí tuyệt đối của môi trường lên men.

2.3.4.2. Nhiệt độ

Trong tự nhiên metan được sản sinh ra bởi các vi khuẩn hoạt động trong một khoảng nhiệt độ rất rộng. Nhiệt độ và sự biến đổi của nhiệt độ trong ngày và các mùa ảnh hưởng đến tốc độ phân hủy yếm khí. Thông thường thì biên độ nhiệt độ sau đây được chú ý đến quá trình sản xuất biogas.

- Mesophilic (25 - 40°C): đây là khoảng nhiệt độ thích hợp cho các vi sinh vật ưa ấm.
- Thermophilic (50 - 65°C): nhiệt độ thích hợp cho các vi sinh vật ưa nhiệt.



Hình 2.2: Dải nhiệt độ cho quá trình phân hủy yếm khí

Nói chung, trong các hầm ủ yếm khí khi nhiệt độ tăng thì tốc độ sinh khí tăng nhưng ở nhiệt độ trong khoảng 45°C thì tốc độ sinh khí giảm vì khoảng nhiệt độ này không thích hợp cho cả 2 loại vi khuẩn, nhiệt độ trên 60°C thì tốc độ sinh khí giảm đột ngột và quá trình sinh khí bị kìm hãm hoàn toàn ở nhiệt độ 65°C. Ở các nước ôn đới, nhiệt độ môi trường thấp do đó tốc độ sinh khí chậm và ở nhiệt độ dưới 10°C thể tích khí được sản xuất giảm mạnh. Để cải thiện tốc độ sinh khí có thể dùng khí sinh học để đun nóng nguyên liệu nạp, hoặc đun nước nóng để trao đổi nhiệt.

2.3.4.3. Độ pH và độ kiềm

pH trong thiết bị nên được điều chỉnh ở mức 6,6 – 7,6, tối ưu trong khoảng 7 – 7,2^[1]. Mặc dù vi khuẩn tạo axit có thể chịu được pH thấp khoảng 5,5 nhưng vi

khuẩn tạo metan lại bị ức chế ở pH này. pH của hầm ủ có khi hạ xuống thấp hơn 6,6 do sự tích tụ quá độ các Tổng axit do hầm ủ bị nạp quá tải hoặc do các độc tố trong nguyên liệu nạp ức chế hoạt động của vi khuẩn mêtan.

Độ kiềm của hầm ủ nên được giữ ở khoảng 2500 – 5000 mg/l ^[1] để tạo khả năng đệm tốt cho nguyên liệu nạp.

2.3.4.4. Đặc tính của nguyên liệu

Hàm lượng chất khô: Hàm lượng chất khô thường được biểu thị là phần trăm. Quá trình phân hủy sinh metan xảy ra thuận lợi nhất khi môi trường có hàm lượng chất khô tối ưu vào khoảng 7-9%. Đối với bèo tây hàm lượng này là 4-5%, còn rơm rạ là 5-8%. Nguyên liệu ban đầu thường có hàm lượng chất khô cao hơn giá trị tối ưu nên khi nạp vào thiết bị phân hủy yếm khí cần phải pha thêm nước.

Tỷ lệ Cacbon và Nito C/N: Tỷ lệ giữa lượng cacbon và nito (C/N) có trong thành phần nguyên liệu là một chỉ tiêu để đánh giá khả năng phân hủy của nó. Vi khuẩn yếm khí tiêu thụ các bon nhiều hơn nito khoảng 30 lần. Vì vậy tỷ lệ C/N của nguyên liệu bằng 30/1 là tối ưu. Tỷ lệ này quá cao thì không đủ dinh dưỡng cung cấp cho vi sinh vật và quá trình phân hủy xảy ra chậm. Ngược lại tỷ lệ này quá thấp thì quá trình phân hủy ngừng trệ vì tích lũy nhiều amôniac là một độc tố đối với vi khuẩn ở nồng độ cao.

2.3.4.5. Thời gian lưu

Đối với phân động vật thời gian phân hủy hoàn toàn có thể kéo dài tới vài tháng. Đối với nguyên liệu thực vật, thời gian này kéo dài tới hàng năm. Tuy nhiên tốc độ sinh khí chỉ cao ở thời gian đầu, càng về sau tốc độ sinh khí càng giảm. Quá trình phân hủy của nguyên liệu xảy ra trong một thời gian nhất định. Vì thế người ta phải lựa chọn thời gian lưu sao cho trong khoảng thời gian này tốc độ sinh khí là mạnh nhất và sản lượng khí thu được chiếm khoảng 75% tổng sản lượng khí của nguyên liệu.

2.3.4.6. Ảnh hưởng của các chất khoáng và một số độc tố trong nguyên liệu

Các chất khoáng trong nguyên liệu nạp có tác động tích cực hoặc tiêu cực đến quá trình sinh khí mêtan. Các chất khoáng này còn gây hiện tượng cộng hưởng hoặc đối kháng. Hiện tượng cộng hưởng là hiện tượng tăng độc tính của một nguyên tố do sự có mặt của một nguyên tố khác. Hiện tượng đối kháng là hiện tượng giảm độc tính của một nguyên tố do sự có mặt của một nguyên tố khác.

Bảng 2.4. Một số chất ức chế quá trình sinh khí mêtan (US.EPA, 1979) ^[1]

Nhân tố	Nồng độ gây ức chế mg/l
Axit hữu cơ	> 2000 ^(a) 1500 3000 (ở pH > 7,6)
Nitơ amôn	> 200

Sulfide (hòa tan)	> 3000 gây độc
Ca	2500 4500 8000 ức chế mạnh
Mg	1000 1500 3000 ức chế mạnh
K	2500 4500 12000 ức chế mạnh
Na	3500 5500 8000 ức chế mạnh
Đồng	0,5 (dạng hoàn tan)
Cadmium	150
Sắt	1710
Cr6+	3
Cr3+	500
Nikel ^(b)	2
<p>^(a)Trong khoảng pH từ 6,6 đến 7,4 và với khả năng đệm thích ứng, các vi khuẩn có thể chịu được nồng độ axit hữu cơ từ 6000 8000mg/l.</p> <p>^(b)Nikel ở nồng độ thấp làm tăng quá trình sinh khí mêtan.</p>	

2.3.4.7. Khuấy trộn

Khuấy trộn tạo điều kiện cho vi khuẩn tiếp xúc với chất thải làm tăng nhanh quá trình sinh khí. Nó còn làm giảm thiểu sự lắng đọng của các chất rắn xuống đáy hầm và sự tạo bọt và váng trên mặt hầm ủ. Nhưng đối với các nguyên liệu ủ chỉ chứa chất dễ phân hủy như phân heo thì không cần khuấy trộn.

2.3.4.8. Sự cạnh tranh giữa vi khuẩn lưu huỳnh và vi khuẩn mêtan

Vi khuẩn lưu huỳnh và vi khuẩn mêtan có thể cạnh tranh các chất cho điện tử như acetate và H₂. Các nghiên cứu về động thái học của 2 nhóm vi khuẩn này cho thấy vi khuẩn khử lưu huỳnh có ái lực với acetate cao hơn vi khuẩn mêtan (K_m = 9,6 mg/l so với K_s = 32,8 mg/l), điều này có ý nghĩa là vi khuẩn lưu huỳnh sẽ thắng thế so với vi khuẩn mêtan ở nồng độ acetate thấp. Vi khuẩn lưu huỳnh và vi khuẩn mêtan cạnh tranh mạnh ở tỷ lệ COD/SO₄²⁻ từ 1,7 – 2,7. Khi tỉ lệ này tăng vi khuẩn mêtan sẽ thắng thế và ngược lại.

Chương III

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này, CTR được thu thập nhiều lần từ nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn (CTR từ các chợ và dự án 3R), tiến hành phân loại thủ công tại nhà máy để xác định các thành phần nhằm đánh giá thành phần của CTR đô thị Hà Nội, phần chất thải hữu cơ thu được sẽ sử dụng để phân tích tại phòng thí nghiệm (PTN) các chỉ tiêu: Độ ẩm (MC), Tổng chất khô (TS), Chất rắn bay hơi (VS), Tổng Nitơ Kjeldahl (TKN), Tổng cacbon hữu cơ (TOC) để đánh giá đặc tính và tiềm năng phân hủy yếm khí của chất thải hữu cơ này. Hệ thống Pilot được thiết lập với nguyên tắc chung là ủ gián đoạn có bổ sung và thu hồi nước rác bao gồm 2 giai đoạn chính (xả nước và ủ yếm khí), với mục tiêu chung là ổn định chất thải và sản xuất khí sinh học. Tổng quát phạm vi nghiên cứu được mô tả bằng sơ đồ ở hình 3.1. Chi tiết phương pháp nghiên cứu sẽ được trình bày ở các mục dưới đây.

Hình 3.1: Sơ đồ mô tả một cách tổng quát về phạm vi nghiên cứu.

3.1. Nghiên cứu đặc tính CTR hữu cơ đô thị Hà Nội

Nghiên cứu đặc tính của CTR hữu cơ đô thị Hà Nội bao gồm việc xác định các thành phần, phân tích các chỉ tiêu lý, hóa của chất thải rắn hữu cơ nhằm đánh giá đặc tính của chúng. Nội dung công việc gồm lấy mẫu chất thải rắn hữu cơ, xử lý bảo quản mẫu và phân tích.

3.1.1. Lấy mẫu

3.1.1.1. Vị trí lấy mẫu

CTR đô thị được thu gom từ các phường thuộc dự án 3R và các chợ trên địa bàn thành phố Hà Nội. Hằng ngày được tập trung về nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn. Tại đây, chất thải sẽ được sàng lọc và giảm kích thước sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy. Vì vậy, có 2 vị trí có thể thực hiện công việc lấy mẫu đó là vị trí mà chất thải ở trước hoặc sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy, các vị trí lấy mẫu này được mô tả ở hình 3.2. Bảng 3.1 ghi chi tiết về thời gian, vị trí lấy mẫu và các chỉ tiêu phân tích mẫu CTR hữu cơ.

Hình 3.2: Sơ đồ vị trí các điểm lấy mẫu

Bảng 3.1: Tổng hợp các mẫu thu thập tại nhà máy Cầu Diễn

Ngày lấy mẫu	Loại mẫu	Thông số phân tích
17/11/2009	Sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy	MC, TS, VS, TOC, TKN, TP
24/11/2009	Sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy	MC, TS, VS, TOC, TKN, TP
27/11/2009	Trước khi qua hệ thống phân loại của nhà máy	MC, TS, VS, TOC, TKN, TP
02/12/2009	Trước khi qua hệ thống phân loại của nhà máy	MC, TS, VS, TOC, TKN, TP
19/12/2009	Trước khi qua hệ thống phân loại của nhà máy	MC, TS, VS, TOC, TKN, TP
28/04/2010	Lấy tại 2 vị trí	MC, TS, VS, TOC, TKN, TP, Sử dụng cho hệ thống pilot

3.1.1.2. Phương pháp lấy mẫu

Mẫu CTR hữu cơ được lấy theo phương pháp ‘một phần tư’.

Ký hiệu mẫu:

- M₁: Mẫu đại diện trước khi phân loại thủ công
- M₂: Mẫu sau khi phân loại thủ công.
- M₃: Mẫu đại diện sau khi phân loại thủ công (phân tích trong PTN)

Mẫu CTR hữu cơ được thu thập tại nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn với thể tích khoảng 4m³ được đổ đồng tại một nơi riêng biệt, đảo trộn đều và vun thành đồng hình côn. Chia hình côn đã trộn đều làm bốn phần bằng nhau. Lấy hai phần chéo nhau và tiếp tục trộn thành hình côn mới. Thực hiện quá trình trên cho đến khi đạt được mẫu khoảng 500kg mẫu đại diện trước khi phân loại. (M₁)

Sau đó phân loại thủ công để tách các thành phần nguy hại, không phân hủy được hoặc phân hủy chậm như: Pin, kim loại, plastic, giấy, thủy tinh, đất đá, xỉ, xương động vật, vỏ sò, ốc... và thành phần hữu cơ phân hủy sinh học như: lá cây, củ, quả, thức ăn thừa... Thu được thành phần hữu cơ của CTR (M₂).

Tiến hành các bước như lấy mẫu M₁, cho tới khi thu được lượng mẫu khoảng 10kg Mẫu đại diện sau khi phân loại M₃ (dùng để phân tích tại PTN).

Hình 3.3: Sơ đồ lấy mẫu CTR hữu cơ

3.1.1.3. Phương pháp xử lý và bảo quản mẫu

Mẫu CTR hữu cơ dùng để phân tích trong phòng thí nghiệm, sau khi thu thập từ nhà máy tiến hành xử lý mẫu ngay (nếu chưa xử lý kịp thì phải bảo quản lạnh ở 2-6°C không quá 1 ngày). Mẫu CTR hữu cơ ban đầu được nghiền thô, sau khi

nghiên thô kích thước của mẫu vẫn còn lớn, tính đại diện chưa cao. Nên tiếp tục được nghiền mịn hơn bằng cách trộn đều, bổ sung thêm nước rồi lại cho vào máy nghiền, bật máy nghiền hoạt động khoảng 1-2 phút. Sau đó trộn đều và lấy khoảng 4 kg cho vào 2 hộp, 1 hộp dùng để phân tích, 1 hộp để dự trữ. Tất cả đều được bảo quản lạnh ở 2 – 6°C. Hình 3.4 mô tả quá trình xử lý mẫu.

Hình 3.4: Sơ đồ quá trình xử lý mẫu

Mẫu CTR hữu cơ sử dụng cho hệ thống Pilot sau khi vận chuyển về xưởng, tiến hành cắt nhỏ bằng máy thái rau với kích thước 3 – 6cm. CTR hữu cơ sau đó được cân chính xác khối lượng và nạp vào thiết bị phản ứng.

3.1.2. Xác định thành phần của CTR

Sau khi lấy được mẫu đại diện, tiến hành phân loại thủ công để tách các thành phần của CTR. Hình 3.5. Thể hiện các thành phần của CTR đô thị Hà Nội

Hình 3.5: Các thành phần của chất thải rắn đô thị tại Hà Nội

3.1.3. Phân tích các chỉ tiêu lý, hóa của CTR hữu cơ đô thị

3.1.3.1. Các chỉ tiêu vật lý

Hình 3.6: Sơ đồ mô tả quá trình phân tích MC, TS, VS của chất thải rắn hữu cơ

➤ **Khối lượng riêng:** Mẫu CHT hữu cơ sau khi phân loại được cho từ từ vào một thiết bị chứa có thể tích và khối lượng xác định cho đến khi đầy thiết bị. Nhấc thiết bị này lên khỏi mặt đất khoảng 30cm rồi thả xuống, lặp lại khoảng 4 lần. Tiếp tục cho CTR hữu cơ đến đầy thiết bị, cân và ghi kết quả khối lượng của cả thiết bị chứa và CTR hữu cơ.

Khối lượng riêng) của CTR hữu cơ được xác định theo công thức:

$$\text{(kg/m}^3\text{)} \quad (3.1)$$

Trong đó:

- M_1 : Khối lượng của thiết bị chứa (kg);
- M_2 : Khối lượng của thiết bị chứa và CTR hữu cơ (kg);
- V : Thể tích của thiết bị chứa (m^3).

➤ **Độ ẩm (MC) và Tổng chất khô (TS):** Mẫu CTR-HC được cho vào khay nhôm với khối lượng mẫu xác định. Tiến hành sấy khô ở 105°C, sau 24 giờ cân và ghi lại khối lượng chính xác. Lặp lại quá trình sấy cho đến khi sai số giữa các lần cân nhỏ hơn 3%. MC và TS được tính theo công thức (3.1) và (3.2), kết quả là giá trị trung bình của các mẫu phân tích.

$$\%MC = \quad (3.2)$$

$$\%TS = 100\% - \%MC \quad (3.3)$$

Trong đó:

- : Khối lượng ban đầu của mẫu CTR hữu cơ (g);
- : Khối lượng của lần cân cuối cùng (g).

➤ **Chất rắn bay hơi (VS):** Mẫu CTR hữu cơ sau khi sấy khô được nghiền bột, trộn đều. Lấy mẫu vào một số cốc (đã xác định trước khối lượng của cốc), đem nung ở nhiệt độ 550°C trong suốt 1 giờ. Trước đó, mẫu được làm bay hơi đến khô trong tủ sấy ở nhiệt độ 103 – 105°C. Sau khi nung, mẫu được làm nguội trong tủ sấy và đem cân bằng cân phân tích (sai số 0,0001). Giá trị VS được xác định theo công thức (3.4). Kết quả cuối cùng là giá trị trung bình của các mẫu phân tích.

$$\%VS = \quad (3.4)$$

Trong đó:

- : Khối lượng ban đầu của mẫu và cốc (g);
- : Khối lượng mẫu và cốc sau khi nung (g);
- : Khối lượng của cốc (g).

3.1.3.2. Các chỉ tiêu hóa học

➤ **Tổng Nitơ Kjeldahl (TKN):** TKN của mẫu CTR được phân tích dựa trên phương pháp Kjeldahl với nguyên tắc công phá các dạng Nitơ trong hợp chất hữu cơ của mẫu CTR hữu cơ, bằng axit H₂SO₄ dd với xúc tác K₂SO₄ : CuSO₄ : Se = 100 : 10 : 1. Khi đó (NH₄)₂SO₄ tạo thành sẽ tác dụng với KOH hoặc NaOH đậm đặc trong bình cất, NH₃ bay ra được hấp thụ bởi dung dịch axit Boric (H₃BO₃). Chuẩn độ muối (NH₄)₃BO₃ tạo thành bằng dung dịch chuẩn H₂SO₄ qua đó tính được hàm lượng Nitơ trong mẫu. Tiến hành song song với mẫu trắng.

Hàm lượng Nitơ Kjeldahl trong mẫu được tính theo công thức

$$(\%) \quad (3.5)$$

Trong đó:

- M_{TS}: Khối lượng mẫu (g);
- V₁: Thể tích H₂SO₄ tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu (ml);
- V₂: Thể tích H₂SO₄ tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu trắng (ml);
- : Nồng độ H₂SO₄ chuẩn dung để chuẩn độ (N);
- 14,01: Khối lượng nguyên tử của Nitơ (g);

➤ **Tổng photpho (TP):** TP của mẫu CTR hữu cơ được phân tích theo phương pháp trắc quang sử dụng amonimolipdat với nguyên tắc chung là dựa trên phản ứng của orthophosphate với molipdat và antimon trong môi trường axit sẽ tạo phức chất antiomon photphomolipdat, khử phức chất này bằng axit ascorbic tạo thành phức chất molipden màu xanh đậm. Đo độ hấp thụ của dung dịch, từ đó sẽ xác định được nồng độ orthophosphate hay PO₄³⁻.

Dùng axit H_2SO_4 đậm đặc cùng với $HClO_4$ tiến hành nung nóng để công phá các dạng photpho hữu cơ và vô cơ trong mẫu CTR hữu cơ để chuyển chúng thành dạng photphat hòa tan. Dùng hỗn hợp tạo phức E (được pha từ H_2SO_4 5N; $(NH_4)MoO_{24}.4H_2O$ 40g/l; $K(SbO)C_4H_4O_6.0,5H_2O$ 2.743g/l; axit Ascobic 0,1M với tỉ lệ theo thứ tự là 10:3:1:6) tạo phức màu xanh đậm với mẫu. Đo độ hấp thụ và dựa vào đường chuẩn sẽ xác định được nồng độ PO_4^{3-} , từ đó tính được hàm lượng P trong mẫu.

Tổng P được xác định theo công thức:

$$(\text{mgP/gTS}) \quad (3.6)$$

Trong đó:

- a: Nồng độ $\mu\text{g } PO_4^{3-}/\text{ml}$ của mẫu phân tích, dựa vào đường chuẩn để tính;
- V: thể tích dung dịch mẫu công phá ($V=100\text{ml}$);
- V_1 : Thể tích dung dịch công phá lấy để xác định photpho ($V_1= 1\text{ml}$);
- V_2 : thể tích dung dịch tạo màu ($V_2=50\text{ml}$);
- 10^{-3} : Qui μg sang mg ;
- 0.32619: hệ số qui PO_4^{3-} sang P.

➤ **Tổng cacbon hữu cơ (TOC) – (TCVN 6644:2000):** Cacbon hữu cơ trong mẫu CTR hữu cơ bị ôxi hóa trong hỗn hợp dung dịch kali bicromat (có dư) và axit sunfuric ở nhiệt độ 135°C . Các ion bicromat trong dung dịch có màu đỏ da cam, bị khử về ion Cr^{3+} đổi màu dung dịch thành xanh lá cây. Cường độ của màu xanh lá cây được đo bằng quang phổ. Phương pháp này được hiệu chuẩn bằng glucoza.

3.2. Thăm dò quá trình phân hủy yếm khí ở quy mô pilot

3.2.1. Thiết lập và vận hành hệ thống phân hủy yếm khí

3.2.1.1. Nguyên tắc

Hệ thống phân hủy yếm khí được thiết lập dựa trên khả năng phân hủy yếm khí sinh khí sinh học của chất thải hữu cơ, hệ thống được thiết lập theo nguyên tắc ủ gián đoạn theo mẻ có bổ sung và thu hồi nước rác với 2 giai đoạn chính:

- **Giai đoạn 1:** Bổ sung và tuần hoàn nước (thủy phân và lên men axit) nhằm đẩy mạnh quá trình thủy phân và lên men axit. Ở giai đoạn này tiến hành bổ sung và tuần hoàn nước rác. Thực hiện với các chế độ tuần hoàn khác nhau về lưu lượng, lượng nước, hình thức tuần hoàn... nhằm tìm ra các điều kiện tối ưu cho giai đoạn này.
- **Giai đoạn 2:** Ủ yếm khí sinh khí mêtan. Sau khi kết thúc giai đoạn 1, tiến hành ủ yếm khí sinh khí mêtan có kiểm soát nhiệt độ, bổ sung vi sinh vật và

tuần hoàn nước rác với các chế độ khác nhau nhằm tìm ra điều kiện tối ưu cho giai đoạn này.

Do tốn nhiều thời gian trong việc thiết lập, vận hành hệ thống và hạn chế trong phạm vi thời gian làm đồ án tốt nghiệp, vì vậy mà đề tài mới chỉ thực hiện giai đoạn 1 (vận hành được 2 mẻ) và ở giai đoạn 2 chưa tiến hành được trong điều kiện có kiểm soát nhiệt độ, vi sinh vật và tuần hoàn nước rác mà chỉ bước đầu ủ thăm dò quá trình phân hủy yếm khí trong điều kiện không kiểm soát về nhiệt độ, vi sinh vật và tuần hoàn nước rác. Các giai đoạn thực hiện được mô tả ở hình 3.2.

Hình 3.7: Các giai đoạn vận hành của hệ thống

3.2.1.2. Hệ thống phân hủy yếm khí

➤ **Mô tả hệ thống:** Hệ thống phân hủy yếm khí bao gồm bộ phận chính là thiết bị phản ứng có tổng thể tích là 386 (lít). Để cung cấp các điều kiện cho quá trình phân hủy yếm khí thì hệ thống gồm có các bộ phận chính: Bộ phận tuần hoàn nước rác, bộ phận tuần hoàn nước nóng duy trì nhiệt độ cho quá trình phân hủy yếm khí, bộ phận kiểm soát khí sinh ra:

- ✓ Bộ phận tuần hoàn nước rác: Với mục đích tuần hoàn nước rác đẩy mạnh quá trình thủy phân, lên men axit ở giai đoạn 1 và tuần hoàn nước rác để cung cấp cơ chất cho vi khuẩn mêtan khi giai đoạn 2 đi vào ổn định. Bộ phận này gồm máy bơm, thùng chứa nước rác, vòi phun để phân phối đều nước cho nguyên liệu, hệ thống đường ống dẫn nước và các van.
- ✓ Bộ phận tuần hoàn nước nóng: Với mục đích duy trì nhiệt độ thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí. Bộ phận này gồm Bao gồm máy nước nóng, thùng chứa nước nóng, hệ thống đường ống dẫn và các van.
- ✓ Bộ phận kiểm soát khí sinh ra: Mục đích là xác định thể tích và thành phần của biogas sinh ra. Bộ phận này bao gồm thiết bị lọc ẩm và H₂S, máy đo thể tích khí, máy xác định thành phần khí (CO₂ và CH₄).
- ✓ Ngoài ra còn có một số chi tiết khác, cụ thể được mô tả ở hình 3.8.
Mô hình gồm 2 hệ thống phân hủy yếm khí hoạt động song song.

Hình 3.8: Mô phỏng hệ thống phân hủy yếm khí

➤ **Thuyết minh hệ thống:** Trong hệ thống này nguyên liệu sẽ được nạp vào thiết bị phản ứng (1). Nước tuần hoàn được nạp vào thùng chứa nước rác tuần hoàn (2), từ đây nước sẽ được máy bơm bơm vào thiết bị phản ứng, lưu lượng nước được điều chỉnh bằng van kim (4) trên đường ống và được thể hiện ở lưu lượng kế (5). Nước tuần hoàn vào thiết bị được phân phối đều bằng vòi phun (6), sau khi qua lớp rác sẽ được lọc cặn nhờ lớp sỏi ở đáy thiết bị phản ứng và theo ống dẫn vào lại thùng nước rác. Kiểm soát thời gian vận hành máy bơm nhờ bộ điều khiển thời gian (7) và role điện từ (8).

Để duy trì nhiệt độ cho quá trình ủ yếm khí, xung quanh thiết bị sẽ có một vùng thể tích chứa nước để duy trì nhiệt độ của quá trình. Lượng nước này sẽ được làm nóng nhờ máy nước nóng (8). Nhiệt độ bên trong thiết bị phản ứng đo được nhờ can nhiệt (9). Hệ thống nước nóng được kiểm soát nhờ bộ điều khiển nhiệt độ (10) và khởi động từ (11).

Biogas sinh ra sẽ được dẫn qua bộ lọc ẩm và H₂S (13) trước khi được đo thể tích tại máy đo khí (14).

Để kiểm soát quá trình vận hành, trên hệ thống được bố trí điểm lấy mẫu nước rác, chất thải rắn và khí sinh ra.

➤ **Các thiết bị chính của hệ thống:** Hệ thống gồm các thiết bị phản ứng sau:

✓ **Thiết bị phản ứng:** Thiết bị phản ứng có tổng thể tích là 386 (lít), được chế tạo bằng inox 304, dạng hình trụ có 2 lớp tạo cho thiết bị có 2 vùng: Vùng thể tích xung quanh bên ngoài (A) với thể tích 90 (lít) để tuần hoàn nước nóng duy trì nhiệt độ thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí. Vùng thể tích bên trong với thể tích là 296 (lít) bao gồm: Khu vực nạp liệu (B) thể tích khoảng 222 (lít), chất thải rắn hữu cơ sẽ được nạp vào khu vực này; Khu vực (C) với thể tích khoảng 37 (lít) là thể tích trống phía trên, đây là khu vực phân phối nước và để cho khí biogas sinh ra; Khu vực (D) với thể tích khoảng 37 (lít) ở phía dưới, là khu vực chứa lớp sỏi để lọc các cặn bẩn của nước rác tránh tắt hệ thống bơm và đường ống tuần hoàn nước rác. Thiết bị có nắp và kín hoàn toàn ở áp suất 1kg/cm² khi đậy nắp lại. Toàn bộ thiết bị được bọc một lớp cách nhiệt để duy trì nhiệt độ thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí.

✓ **Máy bơm tuần hoàn nước rác:** Tuần hoàn nước rác giữa thiết bị phản ứng và thùng chứa nước rác.

✓ **Van kim và lưu lượng kế:** Điều khiển lưu lượng nước tuần hoàn.

✓ **Timer, role:** Kiểm soát quá trình vận hành của máy bơm.

✓ **Máy nước nóng, bình chứa nước nóng:** Cung cấp nước nóng, duy trì nhiệt độ cho quá trình phân hủy yếm khí.

✓ **Can nhiệt:** Đo được dải nhiệt độ 0 – 400 °C, độ chính xác 0,1 °C. Đo nhiệt độ bên trong thiết bị phản ứng.

✓ **Điều khiển nhiệt độ, khởi động từ:** Kiểm soát quá trình vận hành của máy nước nóng.

✓ **Các thùng chứa nước rác:** Thể tích (V = 160 lít/thùng). Tuần hoàn và thu hồi nước rác.

✓ **Bộ lọc ảm và H₂S, máy đo khí:** Để máy đo thành phần và thể tích khí hoạt động tốt cần lọc ảm và H₂S trước khi đo. Máy đo thể tích khí (Ritter TG01/5). Máy đo thành phần khí (Portable analyzer).

➤ **Lắp đặt hệ thống:** Công việc và thời gian lắp đặt các hệ thống điện, bộ phận tuần hoàn nước rác, bộ phận tuần hoàn nước nóng, bộ phận kiểm soát khí và các thiết bị khác; Chạy thử kiểm tra các thiết bị chính của hệ thống. Quá trình thực hiện công việc lắp đặt được trình bày ở bảng 3.2:

Bảng 3.2: Mô tả công việc lắp đặt hệ thống

Công	Nội dung	Thời gian
------	----------	-----------

việc		thực hiện
Lắp đặt hệ thống điện	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp đặt đường dẫn điện từ từ công tơ tổng của xưởng đến khu vực đặt hệ thống, - Lắp đặt hệ thống điện tại khu vực điều khiển. - Các đường điện cho các thiết bị chính. 	2 ngày
Lắp đặt hạng mục chính	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra thiết bị phản ứng đảm bảo yêu cầu thiết kế. - Vận chuyển và lắp đặt sàn thao tác, thiết bị phản ứng vào vị trí. 	2 ngày
Lắp đặt bộ phận tuần hoàn nước rác	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp đặt thùng chứa nước rác. - Lắp đặt bơm để bơm nước rác từ thùng chứa nước rác vào thiết bị phản ứng. - Lắp các đường ống, van lấy mẫu, van điều chỉnh lưu lượng, lưu lượng kế, vòi phun... - Lắp đặt bộ điều khiển thời gian, role điện từ để điều khiển máy bơm. 	2 ngày
Lắp đặt bộ phận tuần hoàn nước nóng	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp đặt máy nước nóng. - Lắp đường ống tuần hoàn nước nóng, các van điều khiển, thùng chứa nước nóng... - Lắp đặt can nhiệt, bộ điều khiển nhiệt độ, khởi động từ để điều khiển máy nước nóng. 	2 ngày
Lắp đặt bộ phận kiểm soát khí	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp các đường ống nối, các đầu chuyển ống - Lắp bộ phận lọc ẩm và H₂S - Hiệu chỉnh và lắp các máy đo thành phần khí và máy đo thể tích khí 	1 ngày
Chạy thử và kiểm tra thiết bị	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra hệ thống điện, hệ thống nước nóng, hệ thống tuần hoàn nước rác. - Kiểm tra sự hoạt động của các thiết bị, đảm bảo hệ thống hoạt động đúng yêu cầu. 	1 ngày

3.2.1.3. Chuẩn bị trước khi vận hành hệ thống

➤ **Chất thải rắn hữu cơ:** CTR hữu cơ được thu thập tại nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn ngày 28/04/2010, sau khi vận chuyển về xưởng, tiến hành cắt nhỏ bằng máy thái rau tạo kích thước của CTR hữu cơ từ 3 – 6cm. CTR hữu cơ sau đó được cân chính xác khối lượng và nạp vào thiết bị phản ứng. Chất thải rắn hữu cơ sử dụng cho hệ thống Pilot được phân tích các chỉ tiêu ban đầu như MC, TS, VS, TKN, TOC (phương pháp phân tích được trình bày ở mục 3.1.3).

➤ **Lớp sỏi:** Sỏi được sử dụng để lót ở đáy thiết bị phản ứng nhằm không cho cặn bẩn đi theo nước rác vào hệ thống đường ống và máy bơm, tránh gây tắt hệ

thống. Sỏi có kích thước từ 1 – 3 cm, được nạp vào phần đáy thiết bị. Trước khi nạp vào thiết bị phản ứng cần rửa sỏi nhiều lần cho đến khi nước rửa không còn đục. Sỏi có kích thước lớn 2 – 3 cm được cho vào hệ thống trước rồi đến lớp sỏi có kích thước 1- 2 cm. Chiều cao của lớp sỏi 8cm. Sau khi nạp lớp sỏi vào hệ thống, bật máy bơm chạy khoảng 2 phút xả nước qua lớp sỏi để rửa trôi những cặn bẩn còn bám trên bề mặt các viên sỏi.

➤ **Ống PVC tạo độ rỗng:** Ống PVC được cho vào thiết bị phản ứng cùng với CTR hữu cơ để tạo độ rỗng nhằm tạo sự lưu thông cho khí và lỏng trong khối hỗn hợp nguyên liệu. Ống PVC có đường kính trong 27mm, được cắt nhỏ với chiều dài từ 6 – 8cm. Trước khi nạp ống PVC vào thiết bị phản ứng cần rửa sạch, loại bỏ các vụn cưa ở vết cắt. Sau đó được nạp vào thiết bị phản ứng với tỉ lệ 10% thể tích của hỗn hợp nguyên liệu^[2].

➤ **Nước tuần hoàn:** Nước tuần hoàn nhằm đẩy mạnh quá trình thủy phân để thu hồi bớt một phần các sản phẩm trung gian của giai đoạn thủy phân và lên men axit với mục đích giảm tải hữu cơ cho giai đoạn 2, và lượng chất trung gian này sẽ được tuần hoàn lại ở giai đoạn 2 khi quá trình metan hóa đi vào ổn định. Ở giai đoạn 1 tuần hoàn theo tỉ lệ (Nước : CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5:1 ^[3]. Tổng thể tích nước sử dụng đối với mỗi thiết bị là 270 (lít), lưu lượng 0,6 lit/phút, 4h chạy máy bơm và 4h nghỉ. Nhưng có sự khác nhau về chế độ tuần hoàn nước ở 2 thiết bị, cụ thể được trình bày ở bảng 3.3.

3.2.1.4. Vận hành hệ thống

➤ **Nạp nguyên liệu vào hệ thống:** CTR hữu cơ được trộn đều, cho vào thau cân và ghi lại khối lượng chính xác. Hỗn hợp nguyên liệu (CTR hữu cơ + PVC, trong đó PVC chiếm 10% hỗn hợp) được nạp đồng thời vào hệ thống. Ban đầu cho vào khoảng 10kg CTR hữu cơ, rồi cho vào khoảng 25 – 30 đoạn ống PVC. Cứ tiếp tục như vậy cho đến khi đầy thể tích vùng chứa CTR của thiết bị phản ứng. Khối lượng CTR hữu cơ đã nạp vào hệ thống là 90kg. Lắp tấm phân phối nước, và tiến hành đập nắp thiết bị phản ứng.

➤ **Các thông số vận hành hệ thống:** Các thông số vận hành hệ thống được trình bày ở bảng 3.3

Bảng 3.3: Các thông số vận hành của hệ thống

Giai đoạn 1: Bổ sung và tuần hoàn nước (thủy phân và lên men axit)		
	Thiết bị phản ứng 1	Thiết bị phản ứng 2
Thể tích nạp nguyên liệu	182 (lít)	
Thời gian	6 ngày	
Nguyên liệu	Hỗn hợp (CTR hữu cơ + PVC), trong đó PVC chiếm 10% thể tích hỗn hợp.	

Kích thước CTR-HC	30 – 60 mm	
Khối lượng CTR-HC	90 kg	
Khối lượng riêng nguyên liệu	500 kg/m ³	
Điều kiện	Môi trường	
Nước tuần hoàn	Tuần hoàn 135 (lít)/3 ngày, lưu lượng 6lit/phút 4h chạy máy bơm và 4h nghỉ). Tổng thể tích nước là 270 (lít). Tỷ lệ tuần hoàn (Nước : CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5:1.	Tuần hoàn 45 lit/ngày, lưu lượng 6 lit/phút (4h chạy máy bơm và 4h nghỉ). Tổng thể tích nước là 270 (lít). Tỷ lệ tuần hoàn (Nước : CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5:1.
Nhiệt độ	Môi trường	
Giai đoạn 2 (ủ yếm khí)		
Điều kiện môi trường	Yếm khí	
Nhiệt độ	Không kiểm soát	
Nước tuần hoàn	Không tuần hoàn	
Bổ sung vi sinh vật	Không bổ sung vi sinh vật	

3.2.2. Đánh giá giai đoạn thủy phân và lên men axit

3.2.2.1. Nguyên tắc làm việc

Giai đoạn thủy phân và lên men axit, mục đích của việc tuần hoàn nước ở giai đoạn này là đẩy mạnh quá trình thủy phân và axit hóa. Sản phẩm của giai đoạn này sẽ đi vào nước rác, nhằm làm giảm nồng độ các axit hữu cơ, tránh ức chế các vi khuẩn mêtan ở giai đoạn sau. Hai hệ thống thực hiện tuần hoàn nước rác với tỷ lệ (nước : CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5:1 với 2 chế độ tuần hoàn khác nhau (bảng 3.3 trình bày các thông số vận hành của hệ thống) nhằm so sánh để tìm ra chế độ tuần hoàn mà hiệu quả của giai đoạn này là cao hơn. Thực hiện giai đoạn xả nước trong 6 ngày.

3.2.2.2. Lấy mẫu phân tích

- **Đo pH:** pH của nước rác được xác định hằng ngày, sử dụng máy đo pH.
- **Nhu cầu oxy hóa học (COD):** Nhu cầu oxy hóa học của mẫu nước rác được phân tích theo phương pháp hồi lưu đóng, sử dụng chất oxy hóa mạnh là K₂Cr₂O₇ để oxy hóa các hợp chất hữu cơ của mẫu nước trong môi trường axit sunfuaric xúc tác là Ag₂SO₄ ở nhiệt độ 150°C trong khoảng 2 giờ. Lượng Cr₂O₇²⁻ dư được chuẩn độ bằng dung dịch FAS và sử dụng feroin làm chỉ thị. Điểm kết thúc chuẩn độ là điểm khi dung dịch chuyển từ màu xanh lam sang màu nâu đỏ nhạt.

Cho vào ống đun dung dịch hỗn hợp H_2SO_4 và $K_2Cr_2O_7$ đã trộn sẵn theo tỉ lệ thể tích $H_2SO_4:K_2CrO_7 = 3:1$, cho tiếp vào đó 2ml mẫu. Đậy nắp lại và lắc cẩn thận để trộn kỹ hỗn hợp trước khi gia nhiệt, đặt ống vào bếp đun. Sau khi đun xong làm nguội đến nhiệt độ phòng, chuyển dung dịch từ ống đun vào bình nón, chuẩn độ dung dịch trong bình nón. Tiến hành đồng thời cùng mẫu trắng và mẫu chuẩn.

Kết quả được tính theo công thức:

$$\text{(mg/l)} \quad (3.6)$$

Trong đó:

- A: Thể tích dung dịch FAS tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu trắng (ml)
- B: Thể tích dung dịch FAS tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu nước rác (ml)
- N: Nồng độ của FAS (N)
- 8: Đương lượng phân tử gam của ôxy
- 2: Thể tích mẫu phân tích (ml)
- K: Hệ số pha loãng

➤ **Tổng cacbon hữu cơ (TOC) – (TCVN 6634:2000):** Cacbon hữu cơ trong nước được ôxy hóa đến cacbon dioxyt bằng đốt cháy, bằng cách thêm các chất ôxy hóa thích hợp, bằng tia cực tím hoặc tia năng lượng cao khác. Việc xác định CO_2 có thể dùng nhiều cách như quang phổ hồng ngoại, dẫn nhiệt, dẫn điện, điện lượng, dùng sensor nhạy CO_2 ...

➤ **Tổng axit bay hơi (TVFA):** Tổng axit bay hơi được xác định theo phương pháp chưng cất và chuẩn độ dựa trên phản ứng trung hòa giữa axit và NaOH, sử dụng chỉ thị phenolphatalein để xác định điểm cuối của quá trình chuẩn độ khi dung dịch chuyển từ không màu sang màu hồng bền trong khoảng 30 giây thì ngừng chuẩn độ.

Nồng độ axit bay hơi (TVFA) được xác định theo công thức:

$$\text{(mg/l)} \quad (3.7)$$

Trong đó:

- VN: Thể tích NaOH 0,1N chuẩn mẫu (ml);
- VM: Thể tích mẫu đem chưng cất (ml);
- c: Thể tích được định mức (ml);
- b: Thể tích mẫu đem chuẩn độ (ml).
- 6: Đương lượng của 1ml NaOH 0,1N quy ra axit acetic.

➤ **Amoni (NH_4^+):** Ion amoni (NH_4^+) được xác định bằng phương pháp trắc quang với thuốc thử Nessler dựa trên nguyên tắc chung là trong môi trường kiềm, amoni tác dụng với dung dịch Nessler (K_2HgI_4) tạo thành chất kết tủa $NH_2Hg_2I_3$ màu vàng da cam. Với nồng độ thấp (dưới 4 mg/l) các chất này tạo thành dung dịch

keo dễ so màu. Cường độ màu tỉ lệ với NH_4^+ có trong mẫu. Đo mật độ quang ở bước sóng 380 – 420nm.

Phản ứng:

Xây dựng đường chuẩn quan hệ giữa mật độ quang và nồng độ amoni (mg/l). Tiến hành lấy mẫu và định lượng sao cho nồng độ amoni nằm trong phạm vi nồng độ của đường chuẩn. Song song tiến hành với mẫu kiểm soát trong đó phần mẫu thử được thay thế bằng dung dịch chuẩn amoni.

3.2.3. Thăm dò quá trình sinh khí mêtan

3.2.3.1. Nguyên tắc làm việc

Sau khi kết thúc giai đoạn xả nước với 6 ngày, tiến hành ủ yếm khí chất thải (nguyên tắc ban đầu là có kiểm soát nhiệt độ, bổ sung vi sinh vật và tuần hoàn nước rác) nhưng trong phạm vi này, do hạn chế về nhiều mặt nên ở giai đoạn này chỉ tiến hành trong điều kiện không bổ sung vi sinh vật, không kiểm soát nhiệt độ và không tuần hoàn nước rác. Sau 2 tuần và 3 tuần ủ yếm khí, tiến hành lấy mẫu phân tích để xác định thể tích và thành phần của biogas sinh ra.

3.2.3.2. Lấy mẫu phân tích

Biogas sinh ra từ các thiết bị phản ứng sẽ được dẫn qua bộ lọc ẩm và H₂S trước khi xác định thể tích và thành phần của nó.

- **Thể tích Biogas:** Thể tích biogas sinh ra được đo bằng máy Ritter TG01/5 (lít).
- **Thành phần Biogas:** Thành phần biogas mà chủ yếu là CH₄ và CO₂ sẽ được đo bằng máy Portable analyzer (% thể tích).

Chương IV

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Chương này trình bày và phân tích kết quả nghiên cứu: Đặc tính của CTR hữu cơ đô thị Hà Nội; Quá trình thiết lập hệ thống phân hủy yếm khí thành phần hữu cơ của chất thải rắn đô thị; Đánh giá hiệu quả của quá trình thủy phân CTR hữu cơ trong điều kiện có bổ sung tuần hoàn và thu hồi nước rác; Thăm dò quá trình ủ yếm khí trong điều kiện không kiểm soát nhiệt độ, không tuần hoàn nước, không bổ sung vi sinh vật. Dưới đây là nội dung chi tiết của từng phần.

4.1. Đặc tính của chất thải rắn hữu cơ đô thị Hà Nội

4.1.1. Thành phần của CTR

Qua 5 đợt lấy mẫu vào các ngày khác nhau trong tháng 11 và 12 năm 2009 tại nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn gồm 2 đợt lấy mẫu tại vị trí sau khi chất thải qua hệ thống phân loại của nhà máy và 3 đợt lấy mẫu ở vị trí trước hệ thống phân loại của nhà máy. Thành phần của chất thải rắn được xác định ngay tại nhà máy ở thời điểm lấy mẫu (sau khi tiến hành phân loại thủ công). Kết quả % của các thành phần trong CTR qua các đợt lấy mẫu được trình bày cụ thể ở bảng 4.1

Bảng 4.1: Giá trị % của các thành phần trong chất thải rắn đô thị tại nhà máy Cầu Diễn

Thành phần	% của các thành phần									
	Các đợt lấy mẫu chất thải ở vị trí sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy					Các đợt lấy mẫu chất thải ở vị trí trước khi qua hệ thống phân loại của nhà máy				
	17/11	24/11	Trung bình	SD (độ lệch chuẩn)	27/11	02/12	19/12	Trung bình	SD (độ lệch chuẩn)	
1. Chất thải hữu cơ	77,43	77,20	77,32	0,00	67,83	58,44	79,16	66,96	0,22	
2. Kim loại	1,39	0,40	0,90	0,67	0,58	0,61	0,00	0,44	1,12	
3. Nhựa, nilon, cao su	4,18	4,20	4,19	0,00	12,90	14,67	7,27	12,16	0,46	
4. Giấy	2,99	3,60	3,29	0,11	8,55	6,60	3,44	6,45	0,57	
5. Thủy tinh	0,50	2,20	1,35	0,77	0,29	2,93	0,38	1,38	1,55	
6. Vải rách	0,56	1,40	0,98	0,52	2,75	4,03	0,76	2,76	0,86	
7. Đá đá, xỉ, than	9,96	6,80	8,38	0,23	5,36	8,80	7,65	7,34	0,34	
8. Vỏ sò, ốc, xương	2,99	4,20	3,59	0,21	1,74	3,91	1,34	2,51	0,79	

Hình 4.1: Đồ thị % các thành phần của CTR trước khi qua hệ thống phân loại

Hình 4.2: Đồ thị % các thành phần của CTR sau khi qua hệ thống phân loại

Từ bảng số liệu 4.1 và các đồ thị ở hình 4.1 và 4.2, có thể nhận thấy rằng: Trước khi qua hệ thống phân loại của nhà máy, có 3 lần lấy mẫu vào các ngày khác nhau, thành phần hữu cơ dao động trong khoảng 58,44 – 79,16 %, trung bình 66,96 % (SD = 0,22). Sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy, có 2 lần lấy mẫu khác nhau, thành phần hữu cơ chiếm tỉ lệ cao và cũng không khác nhau nhiều về giá trị (77,43% và 77,20%), trung bình là 77,32% (SD = 0,00). Kết quả này cho thấy, thành phần hữu cơ chiếm tỉ trọng cao nên loại chất thải này thích hợp cho xử lý bằng phương pháp sinh học.

CTR sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy, được phân loại thủ công một lần nữa, có thành phần hữu cơ trung bình khoảng 77,32% (vẫn còn hơn 20% các tạp chất khác chưa bị loại ra), tỉ lệ này cho thấy hệ thống phân loại của nhà máy có hiệu quả không cao tại các ngày lấy mẫu.

Tuy nhiên, việc lấy mẫu ở vị trí sau khi qua hệ thống phân loại của nhà máy thì mẫu có tính đại diện cao hơn vì CTR đã được trộn đều ở sàng quay, hệ thống phân loại còn có bộ phận tách từ nên những mẫu kim loại nhỏ cũng được loại ra, hơn nữa thời gian phân loại thủ công cũng được rút ngắn lại.

Bảng 4.2: So sánh 2 vị trí lấy mẫu tại nhà máy

Trước khi qua hệ thống phân loại	Sau khi qua hệ thống phân loại
- Tốn nhiều thời gian phân loại; - Rác tươi hơn;	- Thời gian phân loại nhanh hơn; - Rác hữu cơ có lẫn nhiều tạp chất nhỏ khó phân loại;
- Khối lượng riêng nhỏ; - Tính đại diện thấp.	- Khối lượng riêng lớn hơn; - Tính đại diện cao.

4.1.2. Tính chất của CTR hữu cơ

Thành phần hữu cơ của CTR đô thị được phân tích tại phòng thí nghiệm các chỉ tiêu lý hóa như: Độ ẩm (MC), tổng chất khô (TS), chất rắn bay hơi (VS), tổng cacbon hữu cơ (TOC), tổng nitơ Kjeldahl (TKN), tổng photpho (TP). Kết quả được tổng hợp ở bảng 4.3 dưới đây.

Bảng 4.3: Tổng hợp số liệu phân tích các chỉ tiêu lý hóa của CTR hữu cơ

Ngày lấy mẫu	Chỉ tiêu phân tích						
	MC (%)	TS (%)	VS (%TS)	TOC (%TS)	TKN (%TS)	C:N	TP (%TS)
17/11	66,10	33,90	47,96	19,19	0,44	43,61	0,07
24/11	70,34	29,66	50,97	23,02	0,43	53,53	0,08
27/11	69,22	30,78	55,54	22,14	0,73	30,33	0,08
02/12	71,18	28,82	63,57	27,78	0,40	69,45	0,10
19/12	69,22	30,78	53,14	24,76	-		0,10
Trung Bình	69,21	30,79	54,24	23,38	0,5	49,23	0,09
SD	0,02	0,06	0,10	0,12	0,27	0,29	0,14

Kết quả phân tích các chỉ tiêu lý hóa của CTR hữu cơ được trình bày ở bảng 4.4 cho thấy CTR hữu cơ đô thị Hà Nội có: Độ ẩm (MC) có giá trị dao động từ 66,1 71,18%, trung bình là 69,21% (SD = 0,02); Tổng chất khô (TS) dao động từ 28,82 33,90%, trung bình là 30,79% (SD = 0,06); chất rắn bay hơi (VS) dao động từ 47,96 63,57%TS, trung bình là 54,24%TS (SD = 0,10); Tổng cacbon hữu cơ (TOC) dao động từ 19,19 27,78%TS, trung bình là 23,38%TS (0,12); Tổng nitơ Kjeldahl (TKN) dao động từ 0,40 0,73%TS, trung bình là 0,5%TS (SD = 0,27); tỉ lệ C:N dao động từ 30,33 69,45, trung bình là 49,23 (SD = 0,29); TP có giá trị từ 0,07 0,10%TS, trung bình là 0,09%TS (SD = 0,14).

Hàm lượng chất rắn bay hơi (VS) thường được sử dụng để đánh giá sơ bộ khả năng phân hủy sinh học của thành phần hữu cơ trong chất thải rắn. Hàm lượng VS cao thì thường thích hợp cho phân hủy sinh học Ở đây, thành phần hữu cơ của CTR tại nhà máy chế biến Cầu Diễn có VS trung bình 54,24%, giá trị này không cao nhưng là tốt so với các thành phần khác của CTR đô thị đối với mục đích phân hủy yếm khí.

Hàm lượng C:N, tỉ lệ này thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí là từ 25 30, qua phân tích thì tỉ lệ này đối với thành phần hữu cơ của CTR đô thị Hà Nội trung bình là 49,23, tỉ lệ này hơi cao so với tỉ lệ tối ưu cho quá trình phân hủy yếm khí, vì vậy để khởi động quá trình sinh khí mêtan cần bổ sung thêm dinh dưỡng để đảm bảo tỉ lệ C:N thích hợp cho sự hoạt động của các vi khuẩn mêtan.

Như vậy, với các thông số trên, thì thành phần hữu cơ của chất thải rắn tại nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn khá thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí. Để khởi động quá trình phân hủy yếm khí cần bổ sung thêm dinh dưỡng, vi sinh vật...

4.2. Đánh giá giai đoạn thủy phân

Chất thải rắn hữu cơ nạp vào hệ thống pilot được thu thập tại nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn ngày 28/04/2010, có các chỉ tiêu đặc trưng ở bảng 4.4:

Bảng 4.4: Các chỉ tiêu đặc trưng của CTR hữu cơ nạp vào hệ thống Pilot

Chỉ tiêu	MC (%)	TS(%)	VS(%)	TKN (%TS)	TOC(%TS)
Giá trị	67,90	32,10	54,24	0.50	23,30

Qua kết quả việc phân tích các chỉ tiêu lý hóa của các mẫu CTR hữu cơ thể hiện ở bảng 4.4 (độ ẩm cao, VS cao, tỉ lệ C:N 47:1) thì CTR hữu cơ này thích hợp với quá trình phân hủy yếm khí.

Trong lần vận hành này, giai đoạn thủy phân và lên men axit được đẩy mạnh bằng việc tuần hoàn nước theo tỉ lệ (nước : CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5 : 1^[3], lưu lượng 6 lít/phút, máy bơm tuần hoàn là việc theo chu kỳ (4 giờ chạy máy bơm và 4 giờ nghỉ) với 2 chế độ tuần hoàn nước rác là khác nhau (thiết bị phản ứng 1, tiến hành thay nước tuần hoàn sau 3 ngày vận hành hệ thống, và thiết bị phản ứng 2 thì tiến hành thay nước sau mỗi ngày vận hành hệ thống) nhằm so sánh để tìm ra chế độ tuần hoàn nào là tốt hơn. Giai đoạn này thực hiện trong 6 ngày. Kiểm soát lượng nước tuần hoàn ở hai hệ thống được trình bày ở bảng 4.5.

Bảng 4.5: Kiểm soát lượng nước tuần hoàn

Thời gian (ngày)	Lượng nước tuần hoàn (lít)		Lượng nước thu hồi (lít)	
	Thiết bị 1	Thiết bị 2	Thiết bị 1	Thiết bị 2
1,00	135 (lít)	45 (lít)		44
2,13	Giữ nguyên	Thay 45 (lít) khác	133	43
3,13	Giữ nguyên	Thay 45 (lít) khác		44
4,08	135 (lít)	Thay 45 (lít) khác		42
5,13	Giữ nguyên	Thay 45 (lít) khác	134	43
6,13	Giữ nguyên	Thay 45 (lít) khác		44

4.3.1. Nhu cầu oxy hóa học (COD) và tổng cacbon hữu cơ (TOC)

Hình 4.3 mô tả sự biến thiên của nồng độ COD trong nước rác theo thời gian. Kết quả cho thấy:

Thiết bị phản ứng 1: Sau 3 ngày mới tiến hành thay nước, nên nồng độ COD trong nước rác được tích lũy và tăng dần theo chu kỳ thay nước từ 9,28 (g/lít) ở ngày đầu tiên, đến ngày 3,13 đạt giá trị cao nhất là 16,16 (g/lít). Hết ngày thứ 3,13 tiến hành thay nước, nồng độ COD lại được tích lũy lại và bắt đầu tăng dần từ 7,20 (g/lít) ở ngày 4,08 và 8,80 (g/lít) ở ngày 6,13.

Thiết bị phản ứng 2: Quá trình thay nước diễn ra hàng ngày, nên sau mỗi lần thay nước thì nồng độ COD giảm dần vì lượng COD được rút ra sau mỗi lần thay nước. Sau 1 ngày tuần hoàn nước rác, nồng độ COD đạt giá trị cao nhất là 18,17

(g/lít) sau đó giảm dần ở các lần thay nước tiếp theo, sau 6,13 ngày thay nước, nồng độ COD trong nước rác là 7,04 (g/lít).

Hình 4.3: Biến thiên nồng độ COD trong nước rác theo thời gian

Hình 4.4: Biến thiên nồng độ TOC trong nước rác theo thời gian

Biến thiên nồng độ TOC trong nước rác ở 2 thiết bị phản ứng được mô tả ở đồ thị hình 4.4. Cũng tương tự như nồng độ COD: Ở thiết bị phản ứng 1, nồng độ TOC bắt đầu tích lũy từ khi bắt đầu tuần hoàn nước rác đến thời điểm thay nước rác sau 3 ngày đầu thì nồng độ TOC đạt giá trị là 6,3 (g/lít). Tiếp theo, nồng độ TOC cũng tăng dần sau khi thay nước ở ngày 3,13 và đạt giá trị là 3,90 (g/lít) ở ngày 6,13.

Như vậy, sự khác nhau giữa 2 thiết bị phản ứng là chế độ tuần hoàn nước khác nhau đã dẫn đến sự thay đổi nồng độ COD và TOC theo thời gian cũng khác nhau ở 2 thiết bị. Sau ngày đầu tiên, do lượng nước tuần hoàn ở TBPU 1 nhiều hơn (135 lít) so với ở TBPU 2 (45 lít) nên nồng độ COD và TOC sau ngày đầu tiên TBPU 2 cao hơn (khoảng 2 lần) so với ở TBPU 1. Các nồng độ này giảm dần sau những lần thay nước tiếp theo ở TBPU 2. Còn ở TBPU 1, sau ngày đầu nồng độ COD và TOC trong nước rác tiếp tục tăng, khi nồng độ càng cao thì khả năng chuyển COD và TOC trong CTR hữu cơ vào nước rác càng giảm, vì vậy mà quá trình thay nước nhằm tránh tình trạng bão hòa COD, TOC trong nước rác và giúp tăng hiệu quả chuyển COD và TOC trong CTR hữu cơ vào nước.

Hình 4.5: Đồ thị tải lượng COD tích lũy theo thời gian

Hình 4.6: Đồ thị tải lượng TOC tích lũy theo thời gian

Hình 4.5 mô tả tải lượng COD tích lũy theo thời gian. Dựa vào đồ thị, cho thấy tải lượng COD tích lũy tăng dần theo thời gian. TBPU 1: Quá trình tích lũy COD tăng nhanh ở những ngày đầu, ở những ngày sau thì có xu hướng tăng chậm dần (cụ thể sau 4 ngày vận hành, tải lượng COD tích lũy đạt 3,11 (kg), 2 ngày sau chỉ đạt 0,22 (kg)). TBPU 2 tải lượng COD có xu hướng tăng đều ở các ngày, tuy nhiên giá trị này luôn nhỏ hơn so với TBPU 1. Vì ở những ngày sau thì tốc độ tích lũy tăng chậm dần, do đó cần tính toán hiệu quả ở từng ngày và so sánh với cả quá trình để có thể kết thúc giai đoạn này càng sớm càng tốt để tiết kiệm thời gian. Xét ở cả giai đoạn bổ sung và tuần hoàn nước rác (6,13 ngày) thì tải lượng tích lũy COD ở TBPU 1 luôn cao hơn so với ở TBPU 2. Như vậy, TBPU 1 cho hiệu quả thủy phân cao hơn và quá trình chủ yếu diễn ra ở 4 ngày đầu.

Tương tự như tải lượng tích lũy COD, hình 4.6 mô tả tải lượng tích lũy TOC theo thời gian. Đồ thị cho thấy rằng, tải lượng TOC tích lũy ở 2 thiết bị phản ứng là gần như nhau. Tốc độ tích lũy tăng nhanh ở những ngày đầu, sau đó có xu hướng

tăng chậm ở những ngày cuối của giai đoạn này. Tuy nhiên thì chế độ tuần hoàn nước rác ở thiết bị phản ứng 2 khó kiểm soát và tốn thời gian thay nước nhiều hơn, nên ở giai đoạn này chế độ tuần hoàn nước như ở thiết bị phản ứng 1 là có ưu thế hơn.

Hình 4.7: Đồ thị tương quan giữa nồng độ COD và TOC

Hình 4.7. Đồ thị biểu diễn mối tương quan giữa nồng độ COD và TOC trong nước rác (nồng độ COD và TOC ở các ngày lấy mẫu trong giai đoạn 1). Đồ thị cho thấy nồng độ COD và TOC có mối quan hệ tuyến tính, khi nồng độ COD tăng thì TOC cũng tăng và ngược lại. Hai thông số này giúp cho việc tính toán cân bằng vật chất theo cacbon, giữa 2 thông số TOC và TOC trong nước rác có sự tương quan như đồ thị trên, nên trong trường hợp này đề nghị có thể chỉ phân tích một thông số TOC hoặc COD mà thôi.

4.3.2. Cân bằng vật chất giai đoạn thủy phân

Hình 4.8 mô tả cân bằng vật chất ở giai đoạn thủy phân, ở đây cân bằng vật chất được tính dựa vào cacbon, giả thuyết khí sinh ra trong giai đoạn này là không đáng kể.

Hình 4.8: Sơ đồ cân bằng vật chất ở giai đoạn 1

Phương trình cân bằng cacbon cho giai đoạn bổ sung và tuần hoàn nước

$$TOC_{\text{của CTR-HC ban đầu}} = TOC_{\text{trong nước rác}} + TOC_{\text{còn lại trong CTR-HC}} \quad (4.1)$$

Lượng TOC của CTR-HC ban đầu

$$\begin{aligned} M_1 &= 90\text{kg} * \%TS * \%TOC \\ &= 90\text{kg} * 32,10\% * 23,3\% = 6,73(\text{kg}/90\text{kgCTR-HC}). \end{aligned}$$

Từ kết quả phân tích TOC của mẫu CTR hữu cơ và mẫu nước, ta có bảng 4.7 cho biết giá trị TOC của mẫu chất thải rắn hữu cơ ban đầu, TOC có trong nước rác sau khi kết thúc giai đoạn này ở 2 thiết bị phản ứng.

Như vậy, từ 4.6 ta tính được lượng TOC còn lại trong chất thải rắn hữu cơ ở 2 thiết bị phản ứng sau khi kết thúc giai đoạn xả nước:

Thiết bị phản ứng 1: TOC còn lại trong CTR-HC = 5,37 (kg)

Thiết bị phản ứng 2: TOC còn lại trong CTR-HC = 5,39 (kg).

Bảng 4.6: % chuyển hóa TOC từ CTR-HC vào nước rác

Thiết bị phản ứng	Lượng TOC ban đầu (kg/90kgCTR hữu cơ)	Lượng TOC trong nước rác (kg/90kg CTR hữu cơ)	Tỉ lệ chuyển hóa (%)
1	6,73	1,36	20,21%
2	6,73	1,34	19,91%

Hình 4.9: Hiệu quả chuyển TOC trong CTR vào nước rác sau giai đoạn 1

Như vậy, sau 6,13 ngày chạy thí nghiệm giai đoạn 1 trong điều kiện bổ sung và tuần hoàn nước rác, quá trình chuyển TOC từ CTR hữu cơ đi vào nước rác đạt 20,21% đối với TBPU 1 và 19,91% đối với TBPU 2.

4.3.3. Tổng axit bay hơi (TVFA) và pH

Bảng 4.7: Kết phân tích TVFA và quả đo pH

Thời gian (ngày)	TVFA (g/l)		pH	
	TBPU'1	TBPU'2	TBPU'1	TBPU'2
1,00	4,37	8,04	5,63	5,84
2,13	4,63	3,64	5,68	5,74
3,13	5,66	4,67	5,70	5,49
4,08	3,60	4,20	5,42	5,35
5,13	3,77	3,86	5,29	5,30
6,13	4,80	3,86	5,35	5,18

Quá trình lên men các chất hữu cơ đơn giản (sản phẩm của quá trình thủy phân) sẽ tạo ra các axit bay hơi (các axit có phân tử lượng nhỏ axit fomic, axit acetic, axit propionic, axit butyric, axit valeric). Trong số các thành phần chính phân hủy sinh học đó là hydratcacbon, protein và lipid thì hydratcacbon (xenlulo, tinh bột...) dễ dàng và nhanh chóng bị thủy phân chuyển thành các đường đơn và sau đó là lên men tạo VFA. Lipid được thủy phân tạo các axit mạch dài rồi được lên men tạo axit acetic hoặc axit propionic. Protein được thủy phân tạo thành các axit amin, tiếp theo tạo thành VFA.

Trong giai đoạn này, như đã dự tính trước thì sản phẩm của quá trình thủy phân sẽ tạo ra nồng độ COD, TOC cao trong nước rác. VFA, sản phẩm của của quá trình lên men axit/thủy phân là mục tiêu quan trọng nhất ở giai đoạn này, là cơ chất cho quá trình sinh khí mêtan. Tuy nhiên, VFA với nồng độ cao sẽ ức chế các vi sinh vật sinh khí mê tan ở giai đoạn sau. Hình 4.10 cho thấy nồng độ VFA rất cao ở cả 2 thiết bị phản ứng (>3 g/l). Theo [1] thì với nồng độ VFA như vậy sẽ gây ức chế cho vi sinh vật ở giai đoạn sinh khí mêtan. Nhưng nồng độ gây ức chế này đã được thu hồi

trong nước rác và chứa ở một thiết bị khác, hy vọng rằng nồng độ của VFA sẽ giảm dần đi và không gây ức chế cho các vi khuẩn mêtan ở giai đoạn sau.

Hình 4.10: Đồ thị biến thiên nồng độ TVFA trong nước rác

Đối với thiết bị phản ứng 1: Do ban đầu sử dụng một lượng nước lớn (135lít) để tuần hoàn trong 3 ngày, nên quá trình tích lũy VFA sẽ được thực hiện trong chu kỳ 3 ngày (theo chu kỳ thay nước tuần hoàn). Như vậy thì VFA sẽ đạt nồng độ cao nhất vào ngày thứ 3,13 (5,70g/l) và ngày thứ 6,13 (5,35) g/l.

Đối với thiết bị phản ứng 2: Nồng độ VFA cao nhất ở ngày đầu tuần hoàn nước rác (8,04g/l) và theo thời gian giảm dần sau mỗi lần thay nước.

Như vậy, nồng độ VFA phụ thuộc vào lượng nước sử dụng để tuần hoàn mà cụ thể là tỉ lệ (nước: CTR hữu cơ), nếu tỉ lệ này cao (bổ sung nhiều nước) thì nồng độ của VFA trong nước rác sẽ thấp. Do đó, quá trình tuần hoàn nước rác là việc làm phù hợp để giảm tải axit cho quá trình sinh khí mêtan ở giai đoạn sau.

Hình 4.11: Đồ thị biểu diễn lượng TVFA tích lũy theo thời gian

Hình 4.11 Đồ thị biểu diễn lượng TVFA tích lũy theo thời gian ở 2 thiết bị phản ứng. Kết thúc giai đoạn bổ sung và tuần hoàn nước rác, lượng TVFA tích lũy được theo thứ tự ở thiết bị phản ứng 1 và 2 là 1,40 và 1,23(kgTVFA/90kgCTR-HC), tính theo TS là 48,46 gTVFA/kgTS đối với thiết bị phản ứng 1 và 42,58 gTVFA/kg TS đối với thiết bị phản ứng 2.

Bảng 4.8: Hiệu quả chuyển hóa TOC vào VFA

Thiết bị phản ứng	TOC (g/kgTS)	TVFA_C (g/kgTS)	TVFA_C/TOC
1	47,08	19,38	0,41
2	46,38	16,96	0,37

Hình 4.12: So sánh TOC và TVFA_C trong nước rác của 2 thiết bị phản ứng

Bảng 4.8 và đồ thị hình 4.12 cho thấy lượng TOC trong nước rác đã được chuyển thành C trong TVFA ở thiết bị phản ứng 1 là 41% và ở thiết bị phản ứng 2 là 37%. Ở đây lượng TVFA chỉ tính dựa trên lượng tương đương với axit acetic, vì vậy mà thực tế lượng VFA này sẽ còn cao hơn nữa và lượng TOC chuyển hóa thành cacbon trong VFA sẽ nhiều hơn như đã tính.

Hình 4.13: Đồ thị biến thiên pH của nước rác

Hình 4.13. Đồ thị thể hiện sự biến thiên của pH trong nước rác theo thời gian. Giá trị pH dao động trong khoảng ngắn (từ 5,29 – 5,70 đối với thiết bị phản ứng 1 và 5,18 – 5,84 đối với thiết bị phản ứng 2). Khoảng giá trị pH thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí là 6,6 – 7,6 với khoảng tối ưu là 7 - 7,2^[1]. Như vậy, quá trình tuần hoàn nước chỉ giúp rút bớt các sản phẩm trung gian của quá trình thủy phân và lên men axit vào một thiết bị khác nhằm giảm tải axit cho giai đoạn sinh khí mêtan, chứ cũng không tạo ra pH tối ưu cho quá trình phân hủy yếm khí.

Để đánh giá hiệu quả của 2 thiết bị phản ứng, tiến hành so sánh 2 thiết bị với các chỉ tiêu như ở bảng 4.9.

Bảng 4.9: So sánh 2 thiết bị phản ứng phân ứng

Chỉ tiêu so sánh	Thiết bị phản ứng 1	Thiết bị phản ứng 2
% chuyển hóa TOC từ CTR-HC vào nước rác	20,21%	19,91%
% chuyển hóa TOC thành C trong TVFA	41%	37%
Vận hành	Ít tốn thời gian thay nước tuần hoàn.	Tốn nhiều thời gian thay nước hàng ngày
Nước tuần hoàn	Dễ quản lý	Khó quản lý hơn

Qua bảng 4.9, có thể thấy rằng thiết bị phản ứng 1 với chế độ tuần hoàn nước 3 ngày thay nước 1 cho kết quả tốt hơn thiết bị phản ứng 2 (thay nước hàng ngày).

4.3. Thăm dò quá trình sinh khí mêtan

Sau 28 ngày vận hành hệ thống (6 ngày bổ sung và tuần hoàn nước, 22 ngày ủ yếm khí trong điều kiện không kiểm soát nhiệt độ, không bổ sung vi sinh vật và không tuần hoàn nước rác), kết quả sinh khí biogas của 2 thiết bị phản ứng được trình bày ở bảng 4.10 và 4.11.

Bảng 4.10: Kết quả sinh biogas ở thiết bị phản ứng 1

Thời gian (ngày)	V_{biogas} (lít)	V_{biogas} tích lũy (lít)	(lít)	tích lũy (lít)	(lít)		
Từ ngày 7 đến ngày 21	76,39	76,39	8,05	8,05	68,34	10,54	89,46
Từ ngày 22 đến ngày 28	33,71	110,1	4,11	12,61	29,60	12,19	87,81

Bảng 4.11: Kết quả sinh biogas ở thiết bị phản ứng 2

Thời gian (ngày)	V_{biogas} (lít)	V_{biogas} tích lũy (lít)	(lít)	tích lũy (lít)	(lít)		
Từ ngày 7- đến ngày 21	68,28	68,28	7,14	7,14	61,14	10,46	89,54
Từ ngày 22 – đến ngày 28	32,15	100,43	3,89	11,03	28,26	12,10	87,90

Từ hai bảng kết quả sinh biogas của 2 thiết bị phản ứng ở trên ta thấy, % CH_4 trong biogas tăng theo thời gian: Từ ngày 7 đến ngày 21, TBPU 1: % CH_4 là 10,54%, TBPU 2: % CH_4 là 10,46%, và từ ngày 22 đến ngày 28, TBPU 1: % CH_4 là 11,19%, TBPU 2: % CH_4 là 12,10%.

Theo tài liệu tham khảo [2] giai đoạn sinh khí mêtan trong điều kiện có kiểm soát nhiệt độ, có bổ sung vi sinh vật, và tuần hoàn nước rác sau một thời gian thích ứng ban đầu sẽ đi vào ổn định (khoảng 20 – 25 ngày từ khi bắt đầu khởi động quá trình sinh khí mêtan). Do đó, với kết quả sau 22 ngày ủ yếm khí trong thí nghiệm này mà cụ thể là ở điều kiện không kiểm soát nhiệt độ, không bổ sung vi sinh vật và không tuần hoàn nước rác (ở bảng 4.10 và 4.11) chứng tỏ quá trình khởi động giai đoạn sinh khí mêtan ở đây diễn ra rất chậm, và giai đoạn sinh khí mêtan ở cả 2 thiết bị phản ứng vẫn chưa đi vào ổn định.

Nguyên nhân dẫn đến quá trình khởi động giai đoạn sinh khí mêtan diễn ra rất chậm có thể là do các yếu tố sau: Nhiệt độ không thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí, nồng độ VFA cao, không có sự khuấy trộn trong thiết bị phản ứng...

Để đánh giá hiệu quả của quá trình ủ yếm khí trong điều kiện không kiểm soát, ta tính thể tích CH₄ sinh ra đối với 1gVS nguyên liệu đầu vào.

Thể tích CH₄ tích lũy theo thời gian sau 28 ngày hoạt động của hệ thống (22 ngày ủ yếm khí trong điều kiện không kiểm soát về nhiệt độ, không bổ sung vi sinh vật cũng như tuần hoàn nước rác). TBPU 1: Ở 15 ngày đầu ủ yếm khí, thể tích mêtan sinh ra là 6,59 (lít), sau đó 7 ngày thể tích mêtan sinh ra tiếp là 4,99 (lít). TBPU 2, thể tích mêtan sinh ra sau 15 ủ yếm khí là 7,14 (lít), 7 ngày tiếp theo thì lượng khí mêtan tiếp tục sinh ra là 3,89 (lít).

Khối lượng VS của chất thải rắn hữu cơ ban đầu:

$$\begin{aligned}M_{VS} &= 90\text{kg} * \%TS * \%VS \\ &= 90\text{kg} * 32,10\% * 54,24\% = 15,67(\text{kgVS}/90\text{kgCTR-HC})\end{aligned}$$

Thể tích CH₄ sinh ra sau 28 ngày hoạt động của hệ thống tính theo 1g VS:

TBPU 1: 0,80 (mlCH₄/gVS).

TBPU2: 0,70 (mlCH₄/gVS).

Với kết quả trên có thể thấy rằng, sau 22 ngày ủ yếm khí trong điều kiện không kiểm soát nhiệt độ, không bổ sung vi sinh vật và không tuần hoàn nước rác thì kết quả sinh khí mêtan của chất thải hữu cơ là rất thấp (0,7 – 0,8 mlCH₄/gVS) so với tiềm năng sinh khí mêtan của chúng (325 – 450 mlCH₄/gVS).

Như vậy, từ kết quả quá trình thăm dò giai đoạn sinh khí mêtan trong điều kiện không kiểm soát nhiệt độ, không bổ sung vi sinh vật và không tuần hoàn nước rác có thể nói rằng, quá trình phân hủy yếm khí xảy ra tại bãi chôn lấp hay tại một khu vực nào đó nếu không có sự kiểm soát thì quá trình sẽ diễn ra rất chậm, không mong muốn... Vì vậy hệ thống phân hủy yếm khí được thiết lập ra, để tiếp tục thực hiện giai đoạn sau (giai đoạn sinh khí mêtan) trong điều kiện có kiểm soát đến các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy yếm khí, nhằm mục đích tối ưu các điều kiện để giai đoạn sinh khí mêtan đạt hiệu quả cao nhất.

Chương V

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP

5.1. Kết luận

5.1.1. Thành phần và tính chất của CTR hữu cơ đô thị

- Qua việc xác định thành phần cho thấy chất thải rắn đô thị Hà Nội bao gồm nhiều thành phần khác nhau, tuy nhiên thì thành phần hữu cơ chiếm tỉ lệ cao (trung bình khoảng 72%), thích hợp với phương pháp xử lý sinh học. Để thực

hiện xử lý bằng phương pháp sinh học cần phải lọc kỹ hơn nữa thành phần hữu để nâng cao hiệu quả của quá trình.

- Thành phần hữu cơ của CTR đô thị Hà Nội có các chỉ tiêu trung bình: Độ ẩm (MC) có giá trị từ 66,1 - 71,18%, trung bình là 69,21% (SD = 0,02); Tổng chất khô (TS) dao động từ 28,82 – 33,90%, trung bình là 30,79% (SD = 0,06); Chất rắn bay hơi (VS) dao động từ 47,96 – 63,57%TS, trung bình là 54,24%TS (SD = 0,10); Tổng cacbon hữu cơ (TOC) dao động từ 19,19 – 27,78%TS, trung bình là 23,38%TS (SD = 0,12); Tổng Nitơ Kejl Dahl (TKN) dao động từ 0,40 – 0,73%TS, trung bình là 0,5%TS (SD = 0,27); tỉ lệ C:N dao động từ 38 đến 48, trung bình là 43; Tổng photpho (TP) dao động từ 0,07 - 0,10%TS, trung bình là 0,09%TS (SD = 0,14); Với các chỉ tiêu như trên, thì chất thải rắn hữu cơ đô thị Hà Nội tại nhà máy chế biến phế thải Cầu Diễn khá thích hợp cho quá trình phân hủy sinh học nói chung và có tiềm năng phân hủy yếm khí nói riêng..

5.1.2. Thăm dò quá trình phân hủy yếm khí ở quy mô pilot

- Giai đoạn bổ sung và tuần hoàn nước rác diễn ra trong 6 ngày đã thúc đẩy nhanh quá trình thủy phân và lên men axit:
 - ✓ Lượng TOC đi vào nước rác ở giai đoạn này ứng với thiết bị phản ứng 1 là 47,08 (gTOC/kgTS) đạt 20,21% so với TOC của chất thải rắn hữu cơ ban đầu; Đối với thiết bị phản ứng 2 là 46,38 (gTOC/kgTS) đạt 19,91% so với TOC của chất thải rắn hữu cơ ban đầu. Hiệu quả chuyển hóa TOC thành TVFA_C, ở thiết bị phản ứng 1 đạt khoảng 41% và thiết bị phản ứng 2 đạt khoảng 37%.
 - ✓ Lượng nước tuần hoàn theo tỉ lệ (Nước: CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5:1 với 2 chế độ tuần hoàn khác nhau. Việc thực hiện tuần hoàn nước rác với chế độ thay nước 3 ngày/lần thì có kết quả tốt hơn.
- Giai đoạn sinh khí mêtan trong điều kiện không kiểm soát nhiệt độ, không bổ sung vi sinh vật, không tuần hoàn nước rác: Quá trình khởi động giai đoạn sinh khí mêtan diễn ra rất chậm. % CH₄ ở ngày thứ 28 là 12,19% đối với TBPU 1 và 12,10% đối với TBPU 2. Thể tích CH₄ tính theo một đơn vị khối lượng chất rắn bay hơi là 0,7 0,8 (mlCH₄/gVS) sau 28 ngày là quá thấp so với tiềm năng sinh khí mêtan của chúng.

5.2. Đề xuất giải pháp

- Ở những lần vận hành hệ thống thí nghiệm tiếp theo có thể sử dụng toàn bộ lượng nước tuần hoàn một lần (không thay nước) với tỉ lệ tuần hoàn (nước : CTR hữu cơ) theo ngày là 0,5 : 1 hoặc với tỉ lệ khác (cần giảm lượng nước).

- Nạp vào thiết bị phản ứng với lượng CTR hữu cơ lớn hơn, thay đổi tỉ lệ tuần hoàn (nước : CTR hữu cơ).
- Để khởi động quá trình mêtan hóa cần phải điều chỉnh pH về khoảng tối ưu cho quá trình phân hủy yếm khí. Để hiệu quả quá trình phân hủy yếm khí có hiệu quả sinh khí mêtan cao cần vận hành hệ thống trong điều kiện có kiểm soát nhiệt độ, bổ sung vi sinh vật, tuần hoàn nước...
- Lượng nước sử dụng để tuần hoàn có mục đích là rút bớt nồng độ các chất trung gian ra một thiết bị khác để đảm bảo điều kiện thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí. Tuy nhiên vẫn có nhược điểm: Tồn một thể tích nước nhất định, pH của dung dịch cũng không nằm trong khoảng tối ưu của quá trình phân hủy yếm khí... Để khắc phục có thể kết hợp sử dụng nước thải thích hợp để tuần hoàn vào thiết bị phản ứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chongrak Polprasert (1995), Organic waste recycling, second edition, Copyright © 1996 by John Wiley & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, England.
- [2] Nguyen, P.H.L (2004), Dry anaerobic digestion of municipal solid waste as pretreatment prior to landfills, AIT master degree thesis.
- [3] Jeanger P. Juanga (2005), Optimizing dry anaerobic digestion of municipal solid waste, AIT master degree thesis.
- [4] Lâm Minh Triết, Lê Hoàng Việt (2005), Vi sinh vật nước và nước thải, Nhà xuất bản Xây dựng.

- [5] Trần Hiếu Nhuệ, Ứng Quốc Dũng, Nguyễn Thị Kim Thái (2001), Quản lý chất thải rắn, Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội.
- [6] Mata-Alvarez, J. (2003), Biomethanization of the organic fraction of municipal solid waste, IWA publishing, Alliance house, 12 caxton street, London SW1H0QS, UK.
- [7] Chea Eliyan, Radha Adhikari, Jeanger P. Juanga and Chettiyappan Visvanathan. (2007), Aerobic Digestion of Municipal Solid Waste in Thermophilic Continuous Operation, Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, pp. 377-384.
- [8] Lâm Minh Triết (2004), Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp, Nhà xuất bản ĐHQG TP Hồ Chí Minh.
- [9] Z.Wang, C.J.Banks (1999), Accelerated hydrolysis and acidification of municipal solid waste in a flusing anaerobic bio-reactor using treated leachate recirculation, Copyright © ISWA 2000, Waste management & Research.
- [10] Nguyen Quang Huy (2008), Sequential dry batch anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste, AIT master degree thesis.
- [11] Binod Kumar Chaudhary (2008), Dry continuous anaerobic digestion of municipal solid waste in thermophilic conditions, AIT master degree thesis.
- [12] Shefali Verma (2002), Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid waste.
- [13] J.Rodriguez – Iglesias, L.Castrillón, E.Maranón & H.Sastre (1998), Solid – state anaerobic digestion of unsorted municipal solid waste in a pilot-plant scale digester, Bioresource Technology.
- [14] Jens Aage Hansen (1995), Urban biodegradable waste – Status and Opinion, Aalborg university, Denmark.
- [15] D.M.O’Keefe, D.P.Chynoweth (1999), Influence of phase separation, leachate recycle and aeration on treatment of municipal solid waste in simulated landfill cells, Bioresource Technology 72 (2000) 55-56.
- [16] G.Y.S. Chan, L.M.Chu, M.H.Wong (2001), Effects of leachate recirculation on biogas production from landfill co-disposal of municipal solid waste, sewage sludge and marine sediment, Environmental Pollution 118 (2002) 393-399.
- [17] C.Sans, J.Mata-Alvarez, F.Ceechi, P.Pavan, A.Bassetti (1994), Volatile fatty acids production by mesophilic fermentation of mechanically-sorted urban

- organic wwaste in a plug-flow reactor. *Bioresource Technology* 51 (1995) 89-96.
- [18] M.G.Capri and G.v.R.Maraist (1973), pH adjustment in anaerobic digestion, *Water research* Vol.9.pp 307 to 313. Pergamon Press,1975. Printed in Great Britain.
- [19] Veeken, A. and Hamelers, B. (1999), Effect of temperature on hydrolysis rates of selected biowaste component, *Bioresource Technology* **69**(3), PP. 249–254.

PHỤ LỤC

A. Các bảng số liệu phân tích

Bảng A.1: Tổng hợp số liệu phân tích nước rác (thiết bị phản ứng 1)

Thời gian (ngày)	pH	COD (g/l)	TOC (g/l)	TVFA (g/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)
1,00	5,63	9,28	5,40	4,37	16,80
2,13	5,68	11,68	5,85	4,63	24,60
3,13	5,70	16,16	6,00	5,66	22,40
4,08	5,42	7,20	3,00	3,60	2,80
5,13	5,29	8,32	3,60	3,77	4,20
6,13	5,35	8,80	3,90	4,80	3,40

Bảng A.2: Tổng hợp số liệu phân tích nước rác (thiết bị phản ứng 2)

Thời gian (ngày)	pH	COD (g/l)	TOC (g/l)	TVFA (g/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)
1,00	5,84	18,17	10,80	8,04	42,00
2,13	5,74	11,04	4,95	3,64	29,10
3,13	5,49	10,88	5,10	4,67	1,10
4,08	5,35	8,96	3,90	4,20	2,80
5,13	5,30	7,52	3,15	3,86	12,60
6,13	5,18	7,04	3,00	3,86	16,80

B. Danh mục các thiết bị chính sử dụng cho hệ thống pilot

T T	Tên thiết bị	Số lượng	Đặc điểm	Nhiệm vụ
1	Thiết bị phản ứng	02	Chế tạo bằng inox, kín khí, có lớp bảo ôn bên ngoài, tổng thể tích 386 (lít).	Chứa hỗn hợp nguyên liệu, tạo các điều kiện cho quá trình phân hủy yếm khí.
2	Máy bơm	02	$H_{\max} = 9,5 \text{ m}$ $Q_{\max} = 35 \text{ (lít)/phút}$ Nguồn điện: 220V – 50Hz	Tuần hoàn nước rác
3	Lưu lượng kế	02	$Q_{\max} = 18 \text{ (lít)/phút}$	Đo lưu lượng nước tuần hoàn
4	Máy nước nóng	02	Xuất xứ: Malaysia Nhiệt độ tối đa: 55 °C Nguồn điện: 220V, công suất 4,5kW	Tuần hoàn nước duy trì nhiệt độ thích hợp cho quá trình phân hủy yếm khí.
5	Can nhiệt	02	Xuất xứ: Malaysia Có dải đo nhiệt độ đến 400 °C	Đo nhiệt độ trong thiết bị phản ứng
6	Bộ điều khiển thời gian	02	Xuất xứ: Malaysia Nguồn điện: 220V – 50Hz	Kiểm soát thời gian hoạt động của máy bơm
7	Rơ le điện từ	02	Xuất xứ: Trung Quốc Nguồn điện: 220V – 50Hz	Nhận tín hiệu từ bộ điều khiển thời gian để điều khiển máy bơm
8	Bộ điều khiển nhiệt độ	02	Xuất xứ: Malaysia Nguồn điện: 220V – 50Hz	Kiểm soát máy nước nóng.
9	Khởi động từ	02	Xuất xứ: Trung Quốc Nguồn điện: 220V – 50Hz	Khởi động và tắt máy nước nóng khi có tín hiệu từ bộ điều khiển nhiệt độ.

C. Xử lý số liệu đo khí

Bảng C.1 : Thể tích và thành phần khí đo được

Thời gian(ngày)	Thiết bị phản ứng 1			Thiết bị phản ứng 2		
	Thể tích khí đo được(lít)	Thành phần		Thể tích khí đo được (lít)	Thành phần	
		CO ₂ (%)	CH ₄ (%)		CO ₂ (%)	CH ₄ (%)
Từ ngày 7 đến ngày 21		36,50	4,30		35,10	4,10
Từ ngày 22 đến ngày 28	33,32	48,60	6,15	32,43	47,30	5,95

Vì trong thể tích khí đo được có cả không khí, CO₂ và CH₄ trong bảng trên là thành phần trong cả hỗn hợp khí đo được. Vì ngày thứ 21 chưa đo được thể tích khí, do đó để xác định thành phần của CO₂ và CH₄ cần tính cân bằng khí. Giả thuyết rằng hỗn hợp biogas chỉ có CH₄ và CO₂.

- V_{kk}: Thể tích không khí (lít)
- V_{tr}: Thể tích trống trong thiết bị(lít)
- : Thể tích CH₄ (lít)
- : Thể tích CO₂ (lít)
- V_{biogas}: Thể tích biogas (lít)
- V_{tích lũy}: Thể tích tích lũy (lít)
- %CH₄: Thành phần phần trăm của CH₄(%)
- %CO₂: Thành phần phần trăm của CO₂ (%)
- % biogas: Thành phần phần trăm của biogas (%)
- % không khí: Thành phần phần trăm của không khí (%).

➤ **Thiết bị phản ứng 1**

• **Ngày thứ 21**

- Thành phần của hỗn hợp khí trong thiết bị phản ứng:

$$\% \text{ biogas} = 36,50 + 4,30 = 40,80\%$$

$$\% \text{ không khí} = 100,00 - 40,80 = 59,20\%$$

- Thể tích của các khí trong hỗn hợp:

$$V_{kk} = V_{tr} = 110,84 \text{ (lít)}$$

$$= 8,05 \text{ (lít)}$$

$$= 68,34 \text{ (lít)}$$

$$V_{biogas} = 8,05 + 68,34 = 76,39 \text{ (lít)}$$

- Thành phần của biogas:

- Vậy, ở ngày 21 hỗn hợp khí được xả ra là 76,39(lít) gồm:

$$3,29 \text{ (lít)}$$

$$27,88 \text{ (lít)}$$

$$V_{kk} = 45,22 \text{ (lít)}$$

- Thể tích hỗn hợp khí còn lại trong thiết bị phản ứng gồm:

$$= 8,05 - 3,29 = 4,76 \text{ (lít)}$$

$$= 68,34 - 27,88 = 40,46 \text{ (lít)}$$

$$V_{kk} = 110,84 - 45,22 = 65,62 \text{ (lít)}$$

- **Ngày thứ 28**

- Thành phần của hỗn hợp khí trong thiết bị phản ứng:

$$\% \text{ biogas} = 48,60 + 6,15 = 54,75\%$$

$$\% \text{ không khí} = 100,00 - 54,75 = 45,25 \%$$

- Thể tích của các khí trong hỗn hợp:

$$8,87 \text{ (lít)}$$

$$70,06 \text{ (lít)}$$

$$V_{kk} = 65,23 \text{ (lít)} - \text{Phù hợp với thể tích không khí còn lại}$$

trong thiết bị phản ứng sau ngày thứ 21.

- Vậy, Từ ngày thứ 22 đến ngày thứ 28 thể tích các khí sinh ra là:

$$4,11 \text{ (lít)}$$

$$29,60 \text{ (lít)}$$

$$V_{\text{Biogas}} = 4,11 + 29,60 = 33,71 \text{ (lít)}$$

- Thành phần của biogas:

➤ **Tương tự ở thiết bị phản ứng 2 ta cũng tính được**

- **Ngày thứ 21**

- Thể tích của các khí trong hỗn hợp:

$$V_{kk} = V_{tr} = 105,91 \text{ (lít)}$$

$$= 7,14 \text{ (lít)}$$

$$= 61,14 \text{ (lít)}$$

$$V_{\text{biogas}} = 7,14 + 61,14 = 68,28 \text{ (lít)}$$

- Thành phần của biogas:

- **Ngày thứ 28:**

- Vậy, Từ ngày thứ 15 đến ngày thứ 22 thể tích các khí sinh ra là:

3,89 (lít)

28,26 (lít)

$$V_{\text{Biogas}} = 3,89 + 28,26 = 32,15 \text{ (lít)}$$

- Thành phần của biogas:

D. Hình ảnh về hệ thống pilot

Mô hình gồm 2 hệ thống hoạt động song song

