

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM TP. HCM



Trương Thị Diệu Hiền, Trần Thị Ngọc Mai

Bài giảng:

THỰC HÀNH XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN

Tài liệu dành cho hệ đại học ngành môi trường

TP. HỒ CHÍ MINH – NĂM 2021

BÀI 1. KHẢO SÁT, THU GOM RÁC SINH HOẠT HỘ GIA ĐÌNH - PHÂN LOẠI RÁC TẠI NGUỒN

Phần 1. Phân loại rác tại nguồn và công tác lấy mẫu

1. Mục đích

- Khảo sát hiện trạng lưu trữ và thu gom rác tại các hộ gia đình trong địa bàn thành phố
- Hiểu rõ vấn đề PLRTN, cách thực hiện phỏng vấn, khả năng tuyên truyền cho hoạt động PLRTN
- Đánh giá khả năng cải tiến kỹ thuật thu gom rác tại hộ gia đình khi có phân loại tại nguồn
- Đánh giá khả năng thực hiện PLRTN của cộng đồng dân cư trong khu vực

2. Yêu cầu

- Đã học “Nguồn gốc phát sinh và thành phần CTR đô thị”
- Đã học “Phân loại, lưu trữ và xử lý CTR tại nguồn, mục đích PLRTN”

3. Lập phiếu câu hỏi

1. Phiếu khảo sát sử dụng để phỏng vấn người dân tại các hộ gia đình
2. Phiếu khảo sát để phỏng vấn công nhân thu gom rác hộ gia đình

4. Thực hiện

Mỗi nhóm:

- Phỏng vấn trực tiếp 5 hộ gia đình/ 1 thành viên/1 nhóm gần khu vực mình sống theo mẫu phiếu khảo sát số 1
- Phỏng vấn trực tiếp 5 công nhân thu gom rác/1nhóm của các hộ gia đình trên theo mẫu phiếu khảo sát số 2
- Phát 2 bịch xốp khác màu (đen và hồng), có dán nhãn ghi địa chỉ gia đình lấy mẫu cho mỗi hộ gia đình đã phỏng vấn, đúng 24h sau đến nhận bịch xốp chứa rác (1 túi rác thực

phẩm và 1 túi rác chứa các thành phần vô cơ còn lại). Thu gom mẫu rác tại các hộ gia đình đã phỏng vấn, sau đó mang về PTN để thực hiện nội dung bài 2.

5. Báo cáo

1. Mục đích và ý nghĩa của PLRTN

2. Lợi ích của việc thực hiện PLRTN

Gợi ý:

- Tiết kiệm nguyên vật liệu, năng lượng
- Giảm thiểu ô nhiễm
- Giảm thiểu lượng rác phát sinh
- Tiết kiệm diện tích chôn lấp CTR

3. Nhận xét về thành phần rác hộ gia đình sau khi thực hiện phân loại, cân và xác định thành phần phân trăm các loại rác thải

4. Các phương án kỹ thuật thực hiện PLRTN

Gợi ý:

- Phân loại tập trung, phân loại tại nguồn
- Đề xuất thêm phương án khác, mỗi phương án trình bày nội dung, ưu, nhược điểm

5. Giới thiệu cụ thể 2 phương án phân loại rác tại nguồn

- Phân loại tất cả chất thải thành các thành phần khác nhau: Dựa vào số liệu đã phân tích về thành phần và khối lượng mẫu rác tại PTN, tổng hợp và thống kê số liệu
- Phân loại theo các nhóm thành phần, đưa ra trường hợp sử dụng 2 thùng chứa và trường hợp sử dụng 3 thùng chứa

+ Phương án 1: phân loại CT có khả năng tái chế và CT không tái chế

+ Phương án 2: tách CT thực phẩm riêng và các loại CT còn lại

6. Từ phương án PLRTN ở các hộ gia đình, đề xuất phương án PLRTN cho trường học, siêu thị, cơ quan – văn phòng

7. Từ kết quả khảo sát, đánh giá khả năng tham gia PLRTN của hộ gia đình tại khu vực thực hiện khảo sát. Đề xuất các kiến nghị để việc PLRTN được thực hiện tốt và nhận được sự đồng ý của người dân

BÀI 2. XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN, KHỐI LƯỢNG RIÊNG, ĐỘ ẨM, KHẢ NĂNG PHÂN HỦY SINH HỌC CỦA CTR

1. XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN CTR

1.1. Mục đích:

- Xác định thành phần đặc trưng của CTR SH của các hộ gia đình trên địa bàn thành phố thông qua phân tích thành phần tại PTN
- Xác định thành phần rác có khả năng tái chế và không có khả năng tái chế
- Đánh giá hiện trạng thu gom, lưu trữ CTR tại nguồn và khả năng PLRTN

1.2. Yêu cầu:

Sinh viên đã thực hiện điều tra khảo sát phân loại rác tại nguồn và có mẫu thành phần chất thải rắn từ các hộ gia đình mang về PTN (đã thực hiện xong bài 1)

1.3. Nguyên tắc lấy mẫu CTR sử dụng phương pháp $\frac{1}{4}$

Thu gom CTR từ các nguồn phát sinh (đã cân và tách riêng thành phần vô cơ và hữu cơ). Khối lượng mẫu ban đầu 100 – 250 kg. Đổ mẫu CTR xuống sàn.

B1. Trộn đều mẫu nhiều lần, vun thành đồng hình nón

B2. Chia hình nón thành 4 phần bằng nhau

B3. Kết hợp 2 phần chéo nhau và tiếp tục trộn đều thành 2 đồng hình nón

B4. Tiếp tục chia mỗi phần chéo đã trộn thành 2 phần bằng nhau

Tiếp tục thực hiện các bước trên: trộn đều, chia 4 phần, kết hợp 2 phần chéo nhau và tiếp tục trộn đều thành 2 đồng hình côn đến khi nhận được 2 mẫu có khối lượng khoảng 20 – 30 kg

Phân loại các thành phần CTR, cân và ghi lại trọng lượng theo khối lượng ướt

Biểu thị theo phần trăm của toàn bộ mẫu

1.4. Dụng cụ, hóa chất, thiết bị

Bảng 2.1: Danh mục dụng cụ, thiết bị, hóa chất

A. DỤNG CỤ					
STT	Tên dụng cụ	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Cân	1 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
2	Cân	5kg	Cái	1	Mỗi nhóm
3	Xô nhựa	10lit	Cái	1	Mỗi nhóm
4	Xô nhựa	20lit	Cái	1	Mỗi nhóm
B. HÓA CHẤT: Không sử dụng thiết bị					
C. THIẾT BỊ: Không sử dụng thiết bị					

1.5. Nội dung thực hiện

- Thành phần rác tính theo phần trăm khối lượng ướt (phân tích theo mẫu rác vừa được thu gom, không qua sấy khô)
- Cân mẫu rác
- Phân loại thành từng thành phần riêng biệt, cân từng thành phần, tính phần trăm khối lượng mỗi loại
- Để tăng tính chính xác: khi lấy mẫu từ các hộ gia đình nên phân loại thành 2 thành phần riêng biệt: rác thực phẩm và rác vô cơ còn lại

1.6. Báo cáo

- Lập bảng số liệu (theo mẫu sau) để ghi lại chi tiết thành phần từng loại có trong rác sinh hoạt hộ gia đình và tính toán thành phần phần trăm.
- Nhận xét và so sánh các bảng thành phần rác sinh hoạt hộ gia đình theo lý thuyết
- Đánh giá khả năng tái chế, tái sử dụng chất thải

Bảng 2.2. Bảng số liệu thống kê thành phần rác sinh hoạt hộ gia đình

STT	Địa chỉ	Rác thực phẩm		Rác còn lại(kg)											
				Giấy		Nilong		Nhựa		Thủy tinh		Da, vải		Thành phần khác	
				Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
1														
2														

2. XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG RIÊNG

2.1. Mục đích

- Xác định khối lượng riêng của CTR có ý nghĩa trong các khâu lưu trữ tại nguồn, thu gom, vận chuyển và xử lý CTR tại các BCL
- Khối lượng riêng chỉ có ý nghĩa khi được ghi chú kèm theo phương pháp xác định khối lượng riêng.

2.2. Yêu cầu

- SV thực hiện việc xác định giá trị khối lượng riêng song song với xác định thành phần CTR

2.3. Dụng cụ, hóa chất, thiết bị

Bảng 2.3. Dụng cụ, hóa chất, thiết bị

A. DỤNG CỤ					
STT	Tên dụng cụ	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Cân	1 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
2	Cân	5kg	Cái	1	Mỗi nhóm
3	Xô nhựa	10lit	Cái	1	Mỗi nhóm
4	Xô nhựa	20lit	Cái	1	Mỗi nhóm

5	Dao		Cái	5	Mỗi nhóm
B.HÓA CHẤT: Không sử dụng thiết bị					
C. THIẾT BỊ: Không sử dụng thiết bị					

Các dụng cụ khác:

- Bạt, kích thước 3m*3m (cho mỗi nhóm)

- Găng tay, khẩu trang: SV tự chuẩn bị

2.4. Nội dung thực hiện

Lấy mẫu CTR đã phân loại theo phương pháp $\frac{1}{4}$ thu được ở trên, cho từng thành phần vào xô nhựa có dung tích phù hợp (7L, 14L, 20L, trên xô kẻ vạch chia từng phần có dung tích khác nhau). Xác định khối lượng riêng của tất cả các thành phần CT đã phân loại

B1. Cân khối lượng thùng chứa (M_0), cho mẫu CTR 1 cách nhẹ nhàng vào thùng chứa đã biết dung tích (V) cho tới khi thùng được làm đầy

B2. Nhấc thùng chứa lên cách mặt sàn 30cm và thả xuống, lặp lại 4 lần

B3. Tiếp tục làm đầy thùng

B4. Cân và ghi lại khối lượng của cả thùng chứa và chất thải (M_1)

B5. Lấy kết quả ở bước 4 trừ đi khối lượng thùng chứa

B6. Lấy kết quả bước 5 chia cho dung tích thùng chứa, ta biết được tỷ trọng theo đơn vị kg/l. Thực hiện 2 lần, lấy kết quả trung bình

Trường hợp CTR không đổ đầy thùng thì đọc vạch thể tích trên xô, lấy khối lượng chất thải chia cho thể tích xô vừa xác định.

Tính khối lượng riêng của CTR được tính theo công thức sau:

Khối lượng riêng (kg/m^3) = $\{(\text{khối lượng thùng chứa} + \text{chất thải}) - \text{khối lượng thùng chứa}\} / \text{thể tích}$

Hay:

$$\rho = m_1 - m_2 / V \quad (\text{kg/m}^3) \text{ hay } (\text{tấn/m}^3)$$

2.5. Lập báo cáo

- Lập bảng số liệu (theo mẫu sau) để ghi lại chi tiết khối lượng của từng loại rác có trong từng mẫu rác sinh hoạt hộ gia đình.
- Nhận xét và so sánh với bảng KLR rác sinh hoạt hộ gia đình theo lý thuyết
- Đánh giá khả năng lưu trữ rác sinh hoạt hộ gia đình

Bảng 2.4. Bảng số liệu thống kê KLR của từng thành phần có trong rác sinh hoạt hộ gia đình

STT	Địa chỉ	Rác thực phẩm		Rác còn lại(kg)											
				Giấy		Nilong		Nhựa		Thủy tinh		Da, vải		Thành phần khác	
		V (m ³)	D (kg/m ³)	V (m ³)	D (kg/m ³)	V (m ³)	D (kg/m ³)	V (m ³)	D (kg/m ³)	V (m ³)	D (kg/m ³)	V (m ³)	D (kg/m ³)	V (m ³)	D (kg/m ³)
1														
2														

3. XÁC ĐỊNH ĐỘ ẨM

3.1 Mục đích

- Xác định độ ẩm của CTR giúp chúng ta xác định thời gian lưu trữ tại nguồn, thu gom vận chuyển hợp lý để tránh phát sinh mùi hôi và sự sãn sinh của ruồi nhặng
- Giúp ước tính lưu lượng khí và lưu lượng nước rỉ rác sinh ra từ BCL, từ đó giúp việc thiết kế hệ thống thu gom và xử lý khí, nước rỉ rác tại BCL đạt hiệu quả

3.2. Yêu cầu

- Sử dụng mẫu rác sau khi xác định thành phần, KLR để phân tích độ ẩm
- Mẫu phân tích độ ẩm cần có nhiều thành phần khác nhau và đặc trưng cho rác sinh hoạt hộ gia đình.

3.3. Dụng cụ, hóa chất, thiết bị

Bảng 2.5. Dụng cụ, hóa chất, thiết bị

A. DỤNG CỤ					
STT	Tên dụng cụ	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Ống đong	100ml	Cái	1	Cả lớp
2	Kẹp sắt		Cái	1	Cả lớp
3	Cốc	1000ml	Cái	1	Mỗi nhóm
4	Bình tia		Cái	1	Mỗi nhóm
5	Cốc thủy tinh	250ml	Cái	1	Mỗi nhóm
6	Đũa khuấy		Cái	1	Mỗi nhóm
7	Cân	1 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
8	Cân	5kg	Cái	1	Mỗi nhóm
9	Cốc nung		Cái	2	Mỗi nhóm
10	Dao		Cái	4	Mỗi nhóm
11	Xô nhựa	10lit	Cái	1	Mỗi nhóm
12	Xô nhựa	20lit	Cái	1	Mỗi nhóm
13	Khay inox	Ø16cm	Cái	2	Mỗi nhóm
B. HÓA CHẤT: Không sử dụng hóa chất					
C. THIẾT BỊ:					
STT	Tên dụng cụ	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Tủ sấy		Cái	1	Cả lớp
2	Cân điện tử		Cái	1	Cả lớp
3	Lò đốt		Cái	1	Cả lớp

3.4. Phương pháp phân tích độ ẩm của CTR

Sấy đĩa inox trong tủ sấy trong 1h

Hút ẩm 1h

Cân khối lượng m_0 của mỗi đĩa

Cân lượng mẫu m_1 của rác ban đầu cho vào đĩa

Sấy các mẫu ở nhiệt độ 105°C , cho đến khi khối lượng không đổi.

Hút ẩm 1h

Cân khối lượng m_2 của đĩa và mẫu sau khi hút ẩm

Tính độ ẩm

$$M(\%) = \frac{(m_0 + m_1) - m_2}{m_1} \times 100$$

Khi phân tích độ ẩm của CTR cũng phải thử nhiều mẫu để lấy giá trị trung bình

3.5. Báo cáo

- Lập bảng số liệu (theo mẫu sau) để ghi lại chi tiết của từng loại rác có trong từng mẫu rác sinh hoạt hộ gia đình
- Nhận xét và so sánh với bảng độ ẩm rác sinh hoạt hộ gia đình theo lý thuyết
- Đánh giá khả năng lưu trữ rác sinh hoạt hộ gia đình tại nguồn

Bảng 2.6. Bảng số liệu thống kê KLR của từng thành phần có trong rác sinh hoạt hộ gia đình

STT	Địa chỉ	Rác thực phẩm		Rác còn lại(kg)											
				Giấy		Nilong		Nhựa		Thủy tinh		Da, vải		Thành phần khác	
				KL khô	Độ ẩm (%)	KL khô	Độ ẩm (%)	KL khô	Độ ẩm (%)	KL khô	Độ ẩm (%)	KL khô	Độ ẩm (%)	KL khô	Độ ẩm (%)
1														
2														

4. XÁC ĐỊNH pH

Cân mẫu rác, cho vào becker

Trộn đều với nước cất 2 lần theo tỷ lệ rác : nước là 1:3

Đo pH mẫu nước thu được bằng máy pH cầm tay, máy bàn hoặc giấy pH

5. XÁC ĐỊNH CHC & CHẤT TRO

Sấy khô cốc nung trong 1h ở 105°C, hút ẩm 1h, cân khối lượng cốc M_0 .

Rác sau khi xác định độ ẩm, đem xay nhỏ, cân khối lượng M_1 vào các cốc đã chuẩn bị

Nung ở 550°C trong 1h

Hút ẩm 1h

Cân khối lượng M_2

Tính CHC

$$CHC (\%) = \frac{(M_0 + M_1) - M_2}{M_1} \times 100$$

$$\text{Độ tro (\%)} A = 100\% - \% CHC$$

BÀI 3. XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN BẰNG PHƯƠNG PHÁP Ủ PHÂN COMPOST

1. Mục đích

- Áp dụng các mô hình làm compost từ lý thuyết vào thực tế bằng cách thực hiện quá trình compost từ chất thải hữu cơ trong điều kiện hiếu khí.
- Biết cách lắp đặt mô hình làm compost đơn giản.
- Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình compost: Độ ẩm, nhiệt độ, khuấy trộn, pH, tỷ lệ C/N, chất hữu cơ.
- Đánh giá hiệu quả quá trình thông qua chất lượng phân compost.

2. Yêu cầu

- Hiểu được các phương pháp làm compost và ưu, nhược điểm của từng phương pháp, nắm vững các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm compost.
- Thực hiện ủ compost ở tuần đầu tiên, sau 3 tuần đánh giá quá trình compost bằng cách phân tích các chỉ tiêu của phân.
- Biết một số công nghệ sản xuất compost trong thực tế ở Việt Nam.
- Làm báo cáo theo nhóm về kết quả thu được.

3. Nội dung kiểm tra đầu giờ

Câu 1: Trình bày các thông số đánh giá chất lượng compost và giải thích.

Câu 2: Trình bày chi tiết qui trình phân tích coliforms, coliforms phân và E.coli.

Câu 3: Tính toán khối lượng mạt cưa cần phối trộn với rác thải thực phẩm để ủ compost biết:

- C/N mạt cưa: 500:1
- C/N thực phẩm: 12:1
- Độ ẩm rác thực phẩm: 60%
- Độ ẩm mạt cưa: 15%
- Khối lượng rác thực phẩm cần ủ: 500 kg

- %Nito của thực phẩm: 2,5%
- %Nito của mặt cưa: 0,1%

Câu 4: Để quá trình ủ compost đạt kết quả tốt, cần lưu ý những vấn đề gì?

4. Thực hiện

4.1. Nguyên liệu sử dụng

Có thể sử dụng các loại nguyên liệu sau:

- Rác sinh hoạt đã phân loại
- Rác vườn
- Rác chợ

Sử dụng 1 số nguyên liệu phối hợp trộn như mặt cưa, urea, chế phẩm sinh học.

4.2. Tiến hành thí nghiệm

a. Chuẩn bị nguyên liệu

- Nguyên liệu sử dụng: chất thải rắn thực phẩm (rác chợ), mặt cưa.
- Công đoạn chuẩn bị:
- Rác tươi được chuyển từ chợ thực phẩm về phòng thí nghiệm.
- Loại bỏ các thành phần vô cơ khác (kim loại, thủy tinh, vải vụn, ...) có lẫn trong mẫu rác (thực hiện tương tự như bài thí nghiệm trước);
- Cắt nhỏ rác đến kích thước từ 1-3 cm nhằm tạo điều kiện cho sự phân hủy xảy ra dễ dàng;
- Tính tỉ lệ phối trộn giữa rác và mặt cưa hoặc các loại vật liệu phối trộn khác;
- Rác sau khi cắt được trộn đều nhiều lần với mặt cưa trước khi đưa vào mô hình, trong quá trình trộn sử dụng enzym để khử mùi;
- Xác định độ ẩm và khối lượng riêng của mẫu rác đầu vào;
- Ghi lại tổng khối lượng rác cho vào mô hình và nhiệt độ lúc bắt đầu mô hình ủ.



Hình 1.1. Rác sau khi lấy tại chợ về được phân loại



Hình 1.2. Hoạt động cắt nhỏ nguyên liệu CTR sinh hoạt



Hình 1.3. Hoạt động trộn hỗn hợp nguyên liệu CTR sinh hoạt và mặt cưa

b. Chuẩn bị mô hình

- Thùng chữ nhật bằng mốp xốp 21 lít. Dùng băng keo bọc trong và ngoài thùng để cách nhiệt
- Dưới đáy mỗi thùng trải 1 lớp sỏi dày 2-3cm, phía trên lớp sỏi đặt 1 tấm lưới. Hệ thống ống phân phối khí từ đáy (cố định dưới tấm lưới) được nối với bơm khí có công thức xác định. Mỗi thùng đều có vách ngăn phân chia 2 ngăn.
- Đặt 1 nhiệt kế ngoài môi trường để so sánh nhiệt độ môi trường với nhiệt độ trong mỗi mô hình
- Gắn ống thoát nước rỉ rác ở đáy mô hình
- Mỗi nhóm sinh viên thực hiện 2 mô hình ủ với những điều kiện ban đầu khác nhau, theo dõi mô hình ủ để có sự so sánh và chọn ra mô hình tối ưu
- + Mô hình có ure và không có ure
- + Mô hình không thổi khí và mô hình có thổi khí. $0,003\text{m}^3/\text{kg.h}$
- + Mô hình có phối trộn và mô hình không phối trộn
- Sử dụng kết quả của các nhóm khác và so sánh với mô hình nhóm mình.

5. Các thông số đánh giá chất lượng Compost

Ngay từ lúc ủ phân compost, ghi lại nhiệt độ của mô hình, đo độ cao ban đầu của lượng rác có trong mô hình. Lấy mẫu rác ban đầu phân tích các chỉ tiêu: khối lượng riêng, pH, độ ẩm, chất hữu cơ, N-NH₃, N-org. Mỗi ngày cần theo dõi tình trạng phân hủy của rác bằng cách:

- Ghi lại nhiệt độ mô hình và nhiệt độ môi trường
- Nhận xét mùi từ mô hình
- Xả nước rỉ rác
- Đo độ sụt giảm thể tích rác trong mô hình
- Lấy mẫu rác phân tích các chỉ tiêu

Đánh giá sự ổn định của compost dựa trên 3 thông số:

+ Nhiệt độ trong mô hình ủ compost : Giai đoạn đầu của quá trình ủ compost, nhiệt độ sẽ tăng nhanh đến khoảng 50 -65⁰C, kéo dài 1 thời gian ở nhiệt độ này, sau đó sẽ giảm từ từ xuống đến khi bằng với nhiệt độ môi trường, đây là dấu hiệu compost trong giai đoạn ổn định.

+ Chất hữu cơ còn lại trong compost: CHC sẽ giảm nhanh trong giai đoạn đầu của quá trình ủ compost, sau đó sẽ ổn định

+ Đánh giá compost đã ổn định dựa trên cảm quan

+ Khi kết thúc quá trình ủ compost, đo nhiệt độ trong mô hình và ghi nhận nhiệt độ môi trường xung quanh. Sau đó trộn đều rồi lấy tất cả lượng đã ủ ra cân và đo tỷ trọng

Đánh giá các chỉ tiêu:

- Mẫu CTR đầu vào và mẫu trong quá trình ủ được tiến hành phân tích các chỉ tiêu: pH, độ ẩm, khối lượng chất khô(DM), CHC (OM), N-NH₃, N-org, tỉ lệ C/N.

- Đối với sản phẩm compost cần phân tích thêm các chỉ tiêu kim loại nặng như Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Cd,... Bên cạnh đó để đánh giá được hiệu quả của nhiệt độ đạt được trong quá trình ủ, chỉ tiêu về vi sinh như Coliform, E. Coli là cần thiết.

Nhiệt độ:

- Sử dụng nhiệt kế thủy ngân cắm trực tiếp vào giữa mô hình

- Mỗi ngày đọc nhiệt độ trên nhiệt kế cho từng mô hình và nhiệt độ môi trường

- Ghi lại kết quả đo được.

- Tần suất theo dõi: 1 lần/ngày

Độ sụt giảm thể tích:

Phương pháp:

- Đo chiều cao mặt thoáng bên trong mô hình mỗi ngày để xác định độ sụt giảm thể tích hàng ngày.

- Nhận xét mùi, màu và sự thay đổi nếu có ở mỗi mô hình và ghi lại kết quả

pH:

- Cân khối lượng rác

- Trộn nước với rác theo tỉ lệ rác: nước = 1: 3. Sử dụng nước để đo pH

- Đo pH bằng máy hoặc giấy đo pH

- Đọc và ghi lại kết quả đo được

- Tần suất theo dõi: 1 lần/ngày

Độ ẩm:

Sấy đĩa inox trong tủ sấy trong 1h

Hút ẩm 1h

Cân khối lượng m_0 của mỗi đĩa

Cân lượng mẫu m_1 của rác ban đầu cho vào đĩa

Sấy các mẫu ở nhiệt độ 105°C , cho đến khi khối lượng không đổi.

Hút ẩm 1h

Cân khối lượng m_2 của đĩa và mẫu sau khi hút ẩm

Tính độ ẩm

$$M(\%) = \frac{(m_0 + m_1) - m_2}{m_1} \times 100$$

Khi phân tích độ ẩm của CTR cũng phải thử nhiều mẫu để lấy giá trị trung bình

Chất hữu cơ và độ tro:

Sấy khô cốc nung trong 1h ở 105°C , hút ẩm 1h, cân khối lượng cốc M_0 .

Rác sau khi xác định độ ẩm, đem xay nhỏ, cân khối lượng M_1 rồi cho vào các cốc đã chuẩn bị

Nung ở 550°C trong 1h

Hút ẩm 1h

Cân khối lượng M_2

Tính CHC (OM)

$$CHC (\%) = \frac{(M_0 + M_1) - M_2}{M_1} \times 100$$

$$\text{Độ tro (\%)} A = 100\% - \% \text{ CHC}$$

Đánh giá tính ổn định của compost

Độ ổn định của compost được xác định căn cứ trên T_{\max}

+ Độ ổn định loại I: $T_{\max} = 60-70^\circ\text{C}$

+ Độ ổn định loại II: $T_{\max} = 50-60^{\circ}\text{C}$

+ Độ ổn định loại III: $T_{\max} = 40-50^{\circ}\text{C}$

+ Độ ổn định loại IV: $T_{\max} = 30-40^{\circ}\text{C}$

+ Độ ổn định loại V: $T_{\max} = 20-30^{\circ}\text{C}$

Compost được xem là đạt yêu cầu khi độ ổn định đạt loại IV hoặc V. Hay nói cách khác nhiệt độ tối đa trong mô hình $< 40^{\circ}$

6. Nội dung báo cáo

- Mô tả mục đích của việc thực hiện phương pháp xử lý chất thải rắn làm compost, mô tả mô hình thí nghiệm, vẽ hình.

- Mô tả các thông số ban đầu của quá trình ủ bằng bảng số liệu

- Mô tả sự thay đổi các thông số theo thời gian bằng bảng số liệu (tham khảo mẫu bảng số liệu trong tài liệu thực hành). So sánh kết quả với lý thuyết để nhận xét

- Nhận xét các chỉ tiêu đo đạc và vẽ đồ thị minh họa (so sánh giữa 2 ngăn của mô hình).

Vẽ các đồ thị sau:

- Đồ thị theo dõi nhiệt độ \rightarrow nhận xét

- Đồ thị theo dõi độ sụt giảm thể tích (tính theo % thể tích sụt giảm) \rightarrow nhận xét

- Đồ thị theo dõi sự thay đổi độ ẩm \rightarrow nhận xét

- Các kết luận về chất lượng compost: về mặt cảm quan.

- So sánh các kết quả với các mô hình của các khác.

- So sánh qui trình ủ compost giữa lý thuyết và thực tế.

6.1. Xác định các thông số ban đầu của quá trình ủ compost

Bảng 3.1 Các thông số ban đầu của quá trình ủ

Mô hình	Khối lượng CTR (kg)	Khối lượng mùn cưa (kg)	Khối lượng Ure (kg)	Tỉ lệ C/N	Lưu lượng thổi khí ($\text{m}^3/\text{kg.h}$)
---------	---------------------	-------------------------	---------------------	-----------	---

Mô hình 1					
Mô hình 2					
Mô hình 3					
Mô hình 4					
Mô hình 5					
Mô hình 6					

6.2. Kết quả theo dõi quá trình ủ compost

Theo dõi quá trình ủ compost trong thời gian 21 ngày

Bảng 3.2. Kết quả theo dõi sự thay đổi các thông số trong 21 ngày ủ

Ngày	pH	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Độ sụt giảm thể tích	Chất hữu cơ	Độ tro(%)

**** Vẽ các đồ thị cho từng chỉ tiêu và nhận xét

6.3 Phân tích các chỉ tiêu vi sinh (nếu có): Tổng Coliform, E.Coli

+ Kết quả thử nghiệm IMViC thể hiện dưới bảng sau :

Nồng độ pha loãng	Test			
	I	M	Vi	C
10 ⁻³				
10 ⁻⁴				
10 ⁻⁵				
...				

+ Tính kết quả và nhận xét kết quả so với các quy định của Việt Nam

+ Chọn ống nghiệm cho kết quả IMViC : ++-- ; làm tiêu bản, quan sát dưới kính hiển vi

BÀI 4 . XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN HỦY

KỊ KHÍ (BIOGAS)

1. Mục đích

- Áp dụng các mô hình làm biogas từ lý thuyết vào thực tế bằng cách thực hiện quá trình biogas từ chất thải hữu cơ trong điều kiện kị khí.
- Biết cách lắp đặt mô hình làm biogas đơn giản.
- Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình biogas: Độ ẩm, nhiệt độ, khuấy trộn, pH, tỷ lệ C/N, chất hữu cơ.
- Đánh giá hiệu quả quá trình thông qua sản lượng khí biogas sinh ra.

2. Yêu cầu

- Hiểu được các phương pháp làm biogas và ưu, nhược điểm của từng phương pháp, nắm vững các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm biogas.
- Thực hiện ủ biogas ở tuần đầu tiên, sau 3 tuần đánh giá quá trình biogas bằng cách đo sản lượng khí sinh ra và phân tích các chỉ tiêu của bùn.
- Biết một số công nghệ sản xuất biogas trong thực tế ở Việt Nam.
- Làm báo cáo theo nhóm về kết quả thu được.

3. Nhắc lại kiến thức cũ

Biogas là sản phẩm trung gian của quá trình phân hủy yếm khí của các chất hữu cơ, là nguồn năng lượng thay thế. Biogas sử dụng trong hộ gia đình dùng để nấu ăn, cung cấp nhiệt, thắp sáng, và sử dụng trong các cơ quan để cung cấp năng lượng hay dùng để phát điện

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hoạt động của hầm Biogas

Môi trường yếm khí

Hầm ủ được xây dựng để nhằm phân hủy chất thải hữu cơ, dưới sự tham gia của các loại vi khuẩn với những phản ứng khác nhau để tạo nên khí sinh học, có thể đưa vào sử dụng. Trong quá trình này tiên quyết chính là không có oxy, khí oxy sẽ kìm hãm hoặc tiêu diệt

những loại vi khuẩn này. Vì thế khi xuất hiện oxy trong hầm sẽ làm giảm hiệu quả sinh khí, ảnh hưởng tới quá trình hoạt động.

Nhiệt độ

Nhiệt độ đóng vai trò thúc đẩy quá trình sinh khí, khi nhiệt độ thay đổi thì lượng khí tạo thành cũng thay đổi. Vào mùa mưa, mùa đông, lượng khí tạo thành thấp hơn nhiều so với mùa hè, nên cần phải tăng nhiệt độ giúp để thúc đẩy quá trình lên men, phân hủy chất hữu cơ. Bên cạnh đó, thay vì sử dụng nước ấm, muốn tăng lượng khí có thể kết hợp sử dụng nước ấm cho vào hầm.

Thời gian ủ sinh khí Metan (CH₄)

Thông thường, sau 7 ngày lượng khí sẽ bắt đầu xuất hiện trong **hầm biogas** nhưng không nhiều. Sau 4- 45 ngày sản lượng khí sinh ra sẽ đạt mức cao nhất từ sau ngày nạp nguyên liệu. Từ đó có thể thấy được, thời gian ủ càng lâu thì lượng khí tạo thành càng lớn nhưng cũng cần phụ thuộc vào những yếu tố từ bên ngoài như nhiệt độ chẳng hạn.

Thời gian lưu

Nguyên liệu sau khi cho vào hầm sẽ có một quá trình phân hủy tổng khoảng thời gian nhất định, ban đầu tốc độ sinh khí cao nhưng càng về sau hiệu quả sẽ giảm đi. Nếu như tăng thời gian lưu thì chất lượng khí sẽ thay đổi, đồng thời hoạt động của hầm cũng bị ảnh hưởng.

Quá trình lên men

Trong quá trình lên men, vi khuẩn sẽ bị ảnh hưởng bởi một số độc tố nhất định, khi hàm lượng độc tố này tăng cao sẽ ảnh hưởng tới hoạt động của vi khuẩn. Vì thế những loại xà phòng, chất tẩy rửa, thuốc trừ sâu,... không được cho vào hầm biogas.

4. Thực hành phân hủy CTR bằng phương pháp phân hủy kỵ khí

4.1. Nguyên tắc:

- Quá trình biogas là quá trình phân hủy sinh học các chất hữu cơ trong điều kiện kỵ khí. Sản phẩm của quá trình là khí sinh học có giá trị nhiệt lượng cao và bùn đã ổn định về mặt sinh học có thể dùng để cải tạo đất.

- Sản lượng khí sinh ra phụ thuộc rất nhiều vào thành phần nguyên liệu đem ủ, hàm lượng chất hữu cơ cao sẽ tạo ra lượng khí lớn và thời gian phân hủy sẽ rút ngắn.

4.2. Dụng cụ thí nghiệm

A. DỤNG CỤ					
ST T	Tên dụng cụ	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Ống đong	100 ml	Cái	1	Cả lớp
2	Kẹp sắt		Cái	1	Cả lớp
3	Cốc	1000 ml	Cái	1	Mỗi nhóm
4	Bình tia		Cái	1	Mỗi nhóm
5	Cốc thủy tinh	250ml	Cái	1	Mỗi nhóm
6	Đũa khuấy		Cái	1	Mỗi nhóm
7	Cân	1 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
8	Cân	5 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
9	Cốc nung		Cái	2	Mỗi nhóm
10	Dao		Cái	5	mỗi nhóm
11	Xô nhựa	10 lít	Cái	1	mỗi nhóm
12	Xô nhựa	20 lít	Cái	1	mỗi nhóm
13	Đèn cồn		Cái	1	mỗi nhóm
14	Nhiệt kế		Cái	1	mỗi nhóm
13	Khay inox	Ø 16 cm	Cái	2	mỗi nhóm
14	Găng tay, khẩu trang				Cá nhân tự trang bị
B. HÓA CHẤT					
ST T	Tên hóa chất	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Enzym Bokashi khử mùi		lít	5	Cả lớp
2	Urea		kg	1	Cả lớp
C. THIẾT BỊ					
ST T	Tên thiết bị	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	pH cầm tay		Cái	1	Mỗi nhóm
2	Tủ sấy		Cái	1	Cả lớp
3	Cân điện tử		cái	1	cả lớp

5. NỘI DUNG

5.1. Nguyên liệu sử dụng

Có thể sử dụng các loại nguyên liệu sau:

- Rác sinh hoạt đã phân loại
- Rác vườn

- Rác chợ

Sử dụng 1 số liệu phối hợp trộn như bùn septíc, mặt cưa, urea.

5.2. Tiến hành thí nghiệm

a. Chuẩn bị nguyên liệu

- Nguyên liệu sử dụng: chất thải rắn thực phẩm (rác chợ), mặt cưa.
- Công đoạn chuẩn bị:
- Rác tươi được chuyển từ chợ thực phẩm về phòng thí nghiệm.
- Loại bỏ các thành phần vô cơ khác (kim loại, thủy tinh, vải vụn, ...) có lẫn trong mẫu rác (thực hiện tương tự như bài thí nghiệm trước);
- Cắt nhỏ rác đến kích thước từ 1-3 cm nhằm tạo điều kiện cho sự phân hủy xảy ra dễ dàng;
- Tính tỉ lệ phối trộn giữa rác và mặt cưa hoặc các loại vật liệu phối trộn khác;
- Rác sau khi cắt được trộn đều nhiều lần với mặt cưa trước khi đưa vào mô hình, trong quá trình trộn sử dụng enzym để khử mùi;
- Xác định độ ẩm và khối lượng riêng của mẫu rác đầu vào (như đã thực hành ở bài 2);
- Ghi lại tổng khối lượng rác cho vào mô hình và nhiệt độ lúc bắt đầu mô hình ủ.



Hình 4.1. Rác sau khi lấy tại chợ về được phân loại



Hình 4.2. Hoạt động cắt nhỏ nguyên liệu CTR sinh hoạt



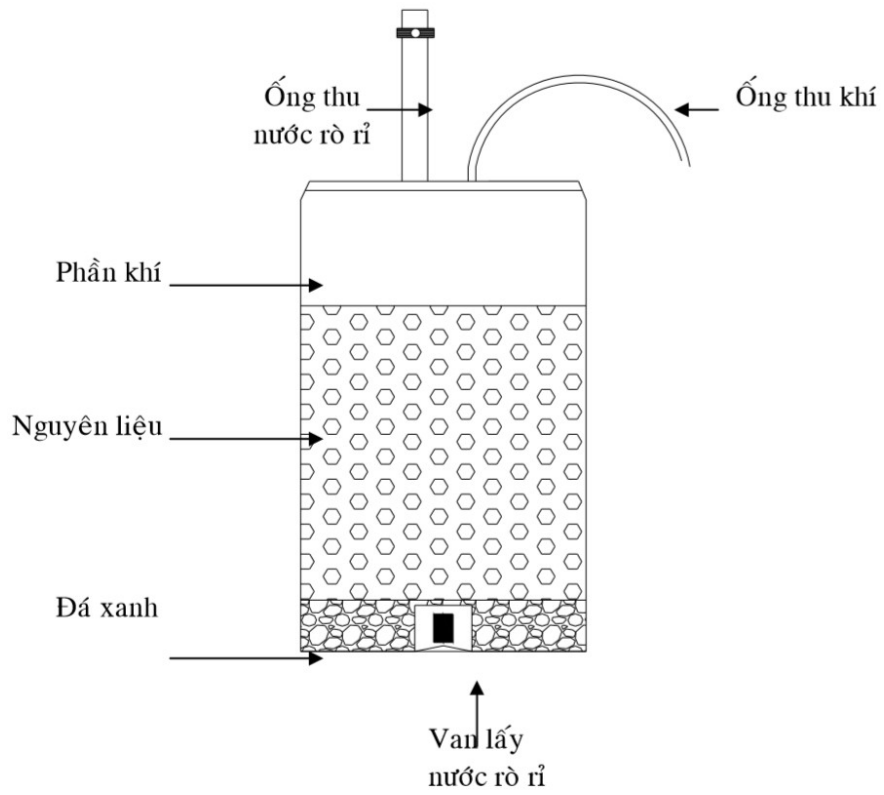
Hình 4.3. Hoạt động trộn hỗn hợp nguyên liệu CTR sinh hoạt và mặt cưa

b. Chuẩn bị mô hình

Mô hình gồm:

- ✓ 1 bình thể tích 21 L
- ✓ 1 chai nhựa có dung tích 1,5L
- ✓ Trên mỗi chai có nắp đập bằng cao su có độ đàn hồi cao.
- ✓ 0,5m ống nhựa dẻo $d = 2\text{mm}$
- ✓ Ống đong 100ml dùng để đo thể tích nước thoát ra.

Hình 4.4: Mô hình Biogas





6. Các thông số đánh giá chất lượng Biogas

Ngay từ lúc bắt đầu ủ biogas, ghi lại nhiệt độ của mô hình, đo độ cao ban đầu của lượng rác có trong mô hình. Lấy mẫu rác ban đầu phân tích các chỉ tiêu: khối lượng riêng, pH, độ ẩm, chất hữu cơ, N-NH₃, N-org. Mỗi ngày cần theo dõi tình trạng phân hủy của rác bằng cách:

- Ghi lại nhiệt độ mô hình và nhiệt độ môi trường;
- Nhận xét mùi từ mô hình;
- Đo độ sụt giảm thể tích rác trong mô hình;
- Lấy mẫu rác phân tích các chỉ tiêu;

Phân tích các chỉ tiêu:

Mẫu chất thải rắn đầu vào và mẫu trong quá trình ủ được tiến hành phân tích các chỉ tiêu: pH, độ ẩm, khối lượng chất khô (DM), chất hữu cơ (OM), N-NH₃, N-org, tỉ lệ C/N.

Nhiệt độ

Phương pháp: Mỗi ngày đọc nhiệt độ trên nhiệt kế cho mỗi mô hình và nhiệt độ môi trường, ghi lại kết quả.

Dụng cụ: Nhiệt kế

Độ sụt giảm thể tích

Phương pháp:

- Đo chiều cao mặt thoáng bên trong mô hình mỗi ngày để xác định độ sụt giảm thể tích hàng ngày.
- Nhận xét mùi, màu và sự thay đổi nếu có ở mỗi mô hình và ghi lại kết quả.

Dụng cụ: thước đo.

pH

- Cân khối lượng rác;
- Trộn nước khử khoáng vào mẫu rác đã cân trong becker, theo tỉ lệ rác:nước = 1:3;
- Đo pH của phần nước thu được từ hỗn hợp mẫu bằng máy pH cầm tay hoặc máy bàn. Đọc và ghi lại kết quả từ màn hình của máy.

Dụng cụ: Máy đo pH, becker, thìa khuấy.

Độ ẩm

Phương pháp:

- Sấy đĩa inox trong tủ sấy 1h;
- Hút ẩm 1h;
- Cân khối lượng (m) của mỗi đĩa;
- Cân khối lượng mẫu (m_1) lấy từ mẫu rác vào đĩa;
- Sấy các mẫu trong khoảng 18-24h trong tủ sấy ở nhiệt độ 105°C;
- Hút ẩm 1h;
- Cân khối lượng của đĩa và mẫu sau khi hút ẩm;

Công thức xác định độ ẩm:

$$M (\%) = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100 \%$$

Trong đó:

- + m_1 : khối lượng rác ban đầu
- + m_2 : khối lượng rác sau sấy, $m_2 = m - m_0$
- + m_0 : khối lượng đĩa sấy

+ m : khối lượng rác và đĩa sau khi sấy.

Dụng cụ: đĩa inox, tủ sấy, tủ hút ẩm, cân.

Chất hữu cơ và độ tro

- Rác sau khi phân tích độ ẩm đem xay nhỏ;
- Cân khối lượng mẫu đã xay vào cốc nung;
- Đốt ở 505°C trong 1 h;
- Hút ẩm 1h, rồi đem cân

Công thức xác định chất hữu cơ:

$$OM (\%) = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100 \%$$

Trong đó:

+ m₁: khối lượng rác đem đốt ban đầu

+ m₂: khối lượng rác sau đốt, m₂ = m – m₀

+ m₀: khối lượng cốc

+ m : khối lượng rác và cốc cân được sau khi sấy.

Độ tro được xác định theo công thức: % độ tro = 100% - %OM

7. BÁO CÁO

- Mô tả mô hình thí nghiệm, vẽ hình
- Nhận xét các chỉ tiêu đo đạc và vẽ đồ thị minh họa.
- Các kết luận về chất lượng compost
- So sánh các kết quả với các mô hình khác.

7.1. Xác định các thông số ban đầu của quá trình ủ biogas

Bảng 4.1. Các thông số ban đầu của quá trình ủ

Mô hình	Khối lượng CTR (kg)	Khối lượng Mạt cưa (kg)	Khối lượng Urea (g)	Tỉ lệ C/N	Lưu lượng thối khí (m ³ /kg.h)
Mô hình 1					
Mô hình 2					
Mô hình 3					
Mô hình 4					
Mô hình 5					
Mô hình 6					

7.2. Kết quả theo dõi quá trình ủ phân biogas

Theo dõi quá trình ủ compost trong thời gian 21 ngày.

Bảng 2. Kết quả theo dõi sự thay đổi các thông số trong 21 ngày ủ.

Ngày	pH	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Độ sụt giảm thể tích	Chất hữu cơ (%)	Độ tro (%)
...						
...						
...						
...						

Vẽ các đồ thị và nhận xét.

7.3. Phân tích chỉ tiêu vi sinh (nếu có)

Tổng Coliform, E.coli (MPN)

BÀI 5. XÂY DỰNG VÀ VẬN HÀNH MÔ HÌNH BCL CHẤT THẢI RẮN HỢP VỆ SINH

1. Mục đích

- Áp dụng các mô hình bãi chôn lấp từ lý thuyết vào thực tế bằng cách thực hiện bãi chôn lấp từ chất thải hữu cơ trong điều kiện hiếu khí.
- Biết lắp đặt mô hình làm bãi chôn lấp đơn giản.
- Đánh giá các yếu tố hưởng đến quá trình làm bãi chôn lấp, bao gồm: độ ẩm, nhiệt độ, thời khí, tỷ lệ C/N, chất hữu cơ.

2. Yêu cầu

- SV đã hiểu được cách làm bãi chôn lấp, ưu và nhược của mỗi phương pháp; các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm bãi chôn lấp.
- SV thực hiện kỹ thuật làm bãi chôn lấp ở tuần đầu tiên, sau 2 tuần đánh giá theo yêu cầu của giáo viên.
- SV đã biết được một số công nghệ bãi chôn lấp trong thực tế ở Việt Nam.
- SV làm báo cáo theo nhóm về kết quả bài thực hành.

3. Nguyên tắc

3.1. Sơ lược bãi chôn lấp CTR hợp vệ sinh

Bãi chôn lấp hợp vệ sinh là mô hình xử lý chất thải. Những nguyên liệu có thể sử dụng làm bãi chôn lấp bao gồm: rác vườn, CTRSH đã phân loại, CTRSH hỗn hợp, kết hợp giữa CTRSH và bùn từ trạm xử lý nước thải.

5.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến bãi chôn lấp

- Loại chất thải rắn sẽ chôn lấp: độ sụt lún, mùi, nước rỉ rác.
- Mô hình thiết kế các lớp và vật liệu lớp lót
- Các chất dinh dưỡng: thông số dinh dưỡng quan trọng nhất là tỷ lệ carbon/nitơ (C/N).

4. Dụng cụ, hóa chất, thiết bị

A. DỤNG CỤ					
ST T	Tên dụng cụ	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Ống đong	100 ml	Cái	1	Cả lớp
2	Kẹp sắt		Cái	1	Cả lớp
3	Cốc	1000 ml	Cái	1	Mỗi nhóm

4	Bình tia		Cái	1	Mỗi nhóm
5	Cốc thủy tinh	250ml	Cái	1	Mỗi nhóm
6	Đũa khuấy		Cái	1	Mỗi nhóm
7	Cân	1 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
8	Cân	5 kg	Cái	1	Mỗi nhóm
9	Cốc nung		Cái	2	Mỗi nhóm
10	Dao		Cái	5	mỗi nhóm
11	Xô nhựa	10 lít	Cái	1	mỗi nhóm
12	Xô nhựa	20 lít	Cái	1	mỗi nhóm
13	Khay inox	Ø 16 cm	Cái	2	mỗi nhóm
14	Găng tay, khẩu trang				Cá nhân tự trang bị

B. HÓA CHẤT

ST T	Tên hóa chất	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Enzym Bokashi		Lít	10	Cả lớp

C. THIẾT BỊ

ST T	Tên thiết bị	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	pH cầm tay		Cái	1	Mỗi nhóm
2	Tủ sấy		Cái	1	Cả lớp
7	Mô hình bãi chôn lấp				Sinh viên tự làm

5. Nội dung thực hiện

5.1. Nguyên liệu sử dụng

Có thể sử dụng các loại nguyên liệu sau:

- Rác sinh hoạt đã phân loại
- Rác vườn
- Rác chợ

5.2. Tiến hành thí nghiệm

a. Chuẩn bị nguyên liệu

- Nguyên liệu sử dụng: chất thải rắn thực phẩm (rác chợ), mạt cưa.
- Công đoạn chuẩn bị:
- Rác tươi được chuyển từ chợ thực phẩm về phòng thí nghiệm.
- Loại bỏ các thành phần vô cơ khác (kim loại, thủy tinh, vải vụn, ...) có lẫn trong mẫu rác (thực hiện tương tự như bài thí nghiệm trước);
- Cắt nhỏ rác đến kích thước từ 1-3 cm nhằm tạo điều kiện cho sự phân hủy xảy ra dễ dàng;
- Tính tỉ lệ phối trộn giữa rác và mạt cưa hoặc các loại vật liệu phối trộn khác;
- Rác sau khi cắt được trộn đều nhiều lần với mạt cưa trước khi đưa vào mô hình, trong quá trình trộn sử dụng enzym để khử mùi;
- Ghi lại tổng khối lượng rác cho vào mô hình và nhiệt độ lúc bắt đầu mô hình ủ.



Hình 5.1. Rác sau khi lấy tại chợ về được phân loại



Hình 5.2. Hoạt động cắt nhỏ nguyên liệu CTR sinh hoạt

b. Chuẩn bị mô hình

- Hồ nuôi cá, kích thước L x B x H = 1,2 m x 0,5m x 0,6m. Dùng silicon và băng keo bọc cố định hồ cho chắc chắn.
- Chất thải rắn, đất nền, đất sét, lớp HPDE, cát, sỏi.
- Gắn ống thoát nước rỉ rác ở đáy mô hình, ống thu hồi khí thoát ra.
- Mỗi nhóm sinh viên thực hiện 1 mô hình theo dõi quá trình ủ để có sự so sánh và chọn ra mô hình tối ưu.

6. Các thông số đánh giá BCL CTR hợp vệ sinh

Đo độ cao ban đầu của lượng rác có trong mô hình. Lấy mẫu rác ban đầu phân tích các chỉ tiêu: khối lượng riêng, pH, độ ẩm, chất hữu cơ, N-NH₃, N-org. Mỗi ngày cần theo dõi tình trạng phân hủy của rác bằng cách:

- Ghi lại nhiệt độ mô hình và nhiệt độ môi trường;
- Nhận xét mùi từ mô hình;
- Đo độ sụt giảm thể tích rác trong mô hình;

Các chỉ tiêu đánh giá tham khảo các bài thực hành trước

7. Báo cáo

- Mô tả mô hình thí nghiệm, vẽ hình
- Nhận xét các chỉ tiêu đo đạc và vẽ đồ thị minh họa.
- So sánh các kết quả với các mô hình khác.