

# Xử lý chất thải rắn bằng phương pháp ủ sinh học

ThS. Văn Hữu Tập  
Trường Đại học Khoa học - ĐHTN

# Nội dung bài giảng

---

- Giới thiệu chung
- Cơ sở lý thuyết của quá trình xử lý bằng phương pháp sinh học.
- Một số loại vi sinh vật sử dụng ở Việt Nam trong xử lý chất thải đô thị.
- Các công nghệ xử lý chất thải bằng phương pháp ủ sinh học.
- Một số hình ảnh xử lý chất thải bằng phương pháp ủ sinh học

# 1. Giới thiệu chung

# Khái niệm

- Ủ sinh học có thể coi là quá trình ổn định sinh hóa các chất hữu cơ để thành các chất mùn. Quá trình ủ thực hiện theo hai phương pháp:
  - Phương pháp ủ yếm khí
  - Phương pháp ủ hiếu khí (thổi khí cưỡng bức)
- Việc ủ chất thải với thành phần của chất thải chủ yếu là các chất hữu cơ có thể phân hủy được.
- Công nghệ ủ chất thải là một quá trình phân giải phức tạp các glucit, lipit và protein do hàng loạt các vi sinh vật hiếu khí và kỵ khí đảm nhiệm.
- Công nghệ ủ sinh học có thể là ủ đông tĩnh thoáng khí cưỡng bức, ủ luống có đảo định kỳ hoặc vừa thổi khí vừa đảo.

# Ưu, nhược điểm của phương pháp

## # Ưu điểm:

- Giảm diện tích đất chôn lấp chất thải, tăng khả năng chống ô nhiễm môi trường.
- Sử dụng lại được 50% các chất hữu cơ có trong thành phần chất thải để chế biến làm phân bón.
- Phân loại được các loại rác thải có thể tái sử dụng phục vụ cho công nghiệp.
- Vận hành đơn giản

## # Nhược điểm:

- Mức độ tự động hóa của công nghệ chưa cao.
- Việc phân loại vẫn phải thực hiện thủ công nên ảnh hưởng đến sức khỏe của người công nhân.
- Chất lượng sản phẩm chưa cao, không đồng đều.

## 2. Cơ sở lý thuyết của quá trình xử lý bằng phương pháp sinh học

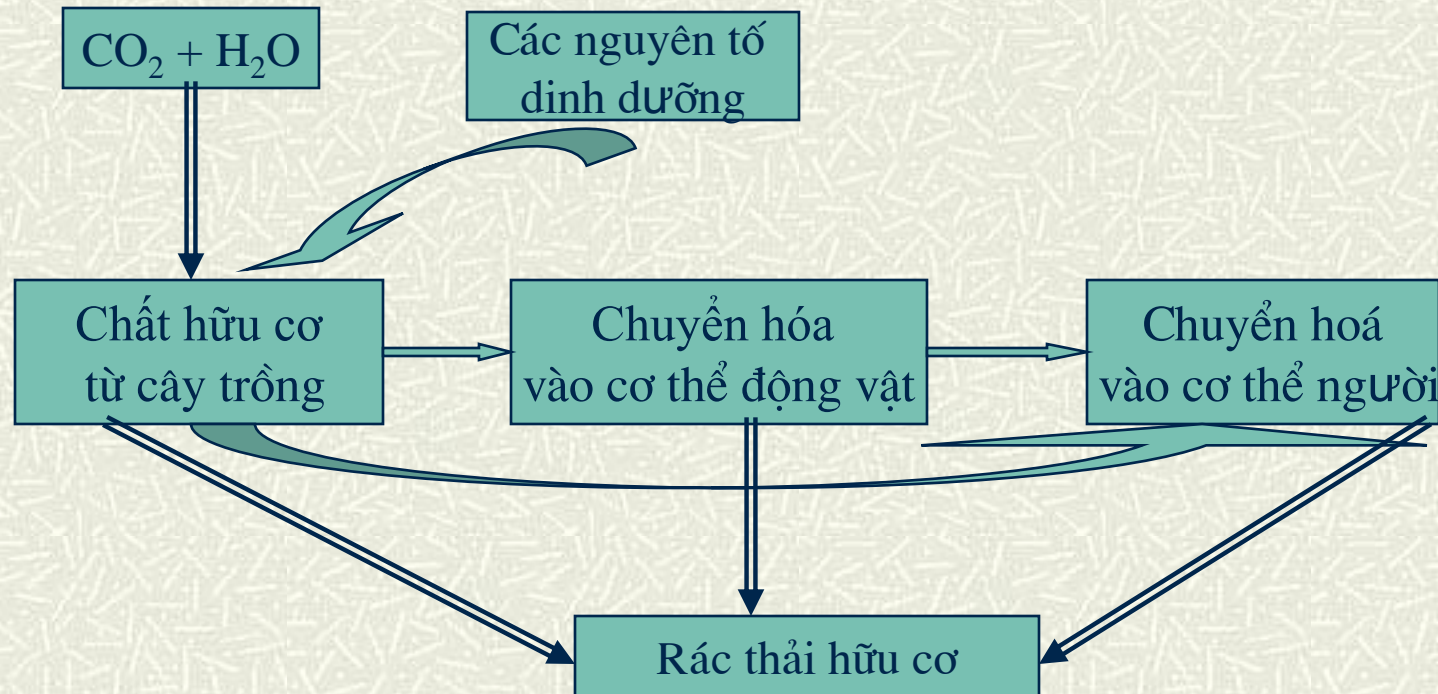
# Quá trình hình thành chất hữu cơ trong tự nhiên

- Cây xanh dùng quang năng để tổng hợp các chất hữu cơ từ khí cacbonic và nước:



- Lá cây có sắc tố đặc biệt là diệp lục để phân huỷ  $\text{CO}_2$  và nước; giữ lại C, O, H để tổng hợp các chất hữu cơ - chủ yếu là glucit,
- Muốn tổng hợp protein và các axit béo cần phải bổ sung các nguyên tố N dưới dạng nitrat và amoni;
- Bổ sung nguyên tố P dưới dạng phosphat ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )
- Bổ sung K, Fe, S, ... và các nguyên tố vi lượng khác.

# Lưu trình của chất hữu cơ trong cuộc sống





# Các chất hữu cơ trong rác thải

Thành phần các chất hữu cơ chủ yếu trong rác thải là: hydratcarbon, protein, lipit.

## 1. Hydratcarbon bao gồm:

\* Xenluloza chiếm tỷ trọng lớn nhất (khoảng 50%)

- Nằm trong giấy, gỗ, thân cây, rau, rơm, rạ, vải bông....
- Cấu trúc sợi, khoảng 10-12 nghìn gốc gluco pyranoza,
- Các sợi liên kết với nhau thành bó nhỏ gọi là microfibrin dạng đặc hoặc dạng lỏng,
- Xenluloza có cấu trúc bền vững, không tan trong nước, không bị tiêu hoá trong đường tiêu hoá của người và động vật, nhưng bị phân huỷ bởi vi sinh vật

# Các chất hữu cơ trong rác thải

Thành phần các chất hữu cơ chủ yếu trong rác thải là:  
hydratcarbon, protein, lipit.

1. Hydratcarbon bao gồm:

\* Lignin là hợp chất cao phân tử được cấu thành từ ba loại rượu chủ yếu là: trans-p-cumaryllic (~80%), trans — conferylic (6%) và trans-xynapylic (14%)

- Lignin rất bền vững với tác dụng của các enzym
- Lignin không bị phân huỷ với các vi khuẩn yếm khí
- Bị phân huỷ bởi các vi sinh vật hiếu khí tạo thành chất mùn,
- Nhiều khả năng biến đổi thành phenol,
- Bị phân giải bởi kiềm (natri bisunfit) và axit sunfua

# Các chất hữu cơ trong rác thải

Thành phần các chất hữu cơ chủ yếu trong rác thải là:  
hydratcarbon, protein, lipit.

## 1. Hydratcarbon bao gồm:

\* Tinh bột ( $C_6H_{10}O_5$ ) là hợp chất cao phân tử có nhiều trong ngũ cốc, ngô, khoai tây, khoai lang...

- được cấu thành từ hai thành phần chủ yếu là: amyloza (~25%) và amylopectin (75%)

- amyloza tan được trong nước nóng còn amylopectin tạo thành hồ keo.

- Bị phân huỷ bởi các vi sinh vật  $\alpha$ -,  $\beta$ - và  $\gamma$ - amylaza tạo thành các loại đờng maltoza, dextrin và glucoza

## Các chất hữu cơ trong rác thải

2. Protein là hợp chất cao phân tử chứa Nitơ. Thường chứa tới 15-17,5% nitơ,
- Protein cấu tạo từ các axit amin do tổng hợp từ C, N,
  - Quá trình chuyển hoá từ amoniac thành axit nitơ, sau đó thành axit nitric và cuối cùng thành nitơ gọi là quá trình nitrat hoá ...
  - Lúc này cây cối sử dụng được Nitơ hay còn gọi là quá trình cố định đạm
  - Các động vật sử dụng rau quả thu nhập các chất protein vào cơ thể sống
  - Protein bị phân huỷ bởi các vi sinh vật hoại sinh, nấm mốc, các xạ khuẩn...

## Các chất hữu cơ trong rác thải

---

### 3. Lipit là các este của glyxerin và axit béo

- Thường chứa trong thành phần thực vật, các cây có dầu như lạc, cọ, ngô, đậu, bông...
- Lipit thường bị thủy phân chậm.
- Bị các vi sinh vật phân huỷ thành enzym phospholipaza, phospholipit.

# Sự phân huỷ các chất do các vi sinh vật trong tự nhiên

- # Vi sinh vật có mặt ở khắp nơi trong tự nhiên: trong đất, nước và không khí
- # Chúng có kích thước rất nhỏ (tính bằng  $\mu\text{m}$ ), gặp điều kiện thuận lợi chúng phát triển rất nhanh.
- # Các nhóm chính của vi sinh vật gồm:
  - Nguyên sinh vật (protozoa): có cấu trúc nhân đơn bào, có nhiều trong tự nhiên, ...
  - Tảo (Algae) còn được gọi là thực vật vì có tế bào clorophyl, sống dưới nước.

# Sự phân huỷ các chất do các vi sinh vật trong tự nhiên

*(tiếp theo)*

- Nấm (fungi): có cấu trúc nhân đơn bào và đa bào, có kích thước rất nhỏ, nhưng có một số kích thước rất lớn như nấm ăn.
- Vi khuẩn (bacteria): có nhiều hình dạng khác nhau: hình cầu, hình que và hình xoắn; có kích thước tế bào từ 0,5 - 5  $\mu\text{m}$ . Chúng thường gây bệnh cho người như uốn ván, tả, lao, viêm họng ... Nhưng chúng cũng có vai trò quan trọng trong thiên nhiên, trong công nghiệp và đặc biệt trong lĩnh vực công nghệ môi trường.
- Xạ khuẩn (actinomycetes) có cấu trúc hình sợi. Chúng phân huỷ rất nhanh các xác động vật và thực vật, nhiều loài tổng hợp được các kháng sinh. Là loại gây bệnh cho người.
- Virus không phải là tế bào, kích thước rất nhỏ, cấu trúc đơn giản nhiều so với vi khuẩn. Virus là nguyên nhân gây ra nhiều bệnh ở người và động vật.

# Sự phân huỷ các chất do các vi sinh vật trong tự nhiên

*(tiếp theo)*

- # Quá trình ủ sinh học là một quá trình oxy hóa hóa – sinh các chất hữu cơ do các loại vi sinh vật khác nhau.
- # Những vi sinh vật phát triển theo cấp số nhân, đầu tiên là chậm và sau nhanh hơn.
- # Thành phần các vi sinh vật có trong đồng ủ bao gồm:
  - Các chủng giống vi sinh vật phân huỷ xenluloza.
  - Vi sinh vật phân giải protein.
  - Vi sinh vật phân giải tinh bột.
  - Vi sinh vật phân giải phosphat.



# Sự hoạt động của các vi sinh vật trong đồng ủ

- # Các quá trình sinh hóa diễn ra trong đồng ủ chủ yếu do hoạt động của các vi sinh vật sử dụng các hợp chất hữu cơ là nguồn dinh dưỡng cho các hoạt động sống của chúng.
- # Rác hữu cơ tại các đồng ủ được phân hủy theo nhiều giai đoạn chuyển hóa sinh học khác nhau.
  - Quá trình phân hủy hiếu khí: chất hữu cơ bị oxi hóa sinh hóa thành dạng đơn giản như protein, tinh bột, chất béo và một lượng nhất định xenluloza.
  - Quá trình chuyển hóa yếm khí và kỵ khí: Các chất hữu cơ đơn giản được chuyển hóa tiếp thành các axit béo dễ bay hơi, rượu,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  và khí metan.
- # Các vi sinh vật được chia thành các nhóm sau:
  - Các vi sinh vật ưa ấm: phát triển mạnh ở nhiệt độ từ  $0 - 20^\circ\text{C}$
  - Các vi sinh vật ưa ấm: phát triển mạnh ở nhiệt độ từ  $20 - 40^\circ\text{C}$
  - Các vi sinh vật ưa nóng: phát triển mạnh ở nhiệt độ từ  $40 - 70^\circ\text{C}$

# Các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ ủ và chất lượng sản phẩm

Các yếu tố chính ảnh hưởng đến tiến độ phát triển của vi sinh vật:

- Tỷ lệ các dưỡng chất trong chất thải hữu cơ
- Nhiệt độ
- Độ ẩm
- Ảnh hưởng của pH
- Độ thoáng khí và phân phối  $O_2$

# Các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ ủ và chất lượng sản phẩm (tiếp theo)

## Ảnh hưởng của tỷ lệ các dưỡng chất trong chất thải hữu cơ

- Các vi sinh vật cần các thành phần C, N, P để tự nuôi dưỡng và phát triển.
- Các vi sinh vật kỵ khí nhu cầu chất dinh dưỡng ít hơn so với các vi sinh vật hiếu khí
- Cần tránh tăng đột ngột lượng chất thải (20 % lượng chất thải trong 1 ngày) vì có thể gây phá vỡ cân bằng quá trình phân huỷ.
- Các vi sinh vật tiêu thụ carbon khoảng 20-30 lần so với nitơ và khoảng 100 lần so với photpho. Tỷ số tối ưu là C/N/P=100/4-5/1.
- Nếu tỷ lệ C/N cao tức là lượng N trong rác thải thấp, thì quá trình phân huỷ protein sẽ chậm, cần bổ sung các vật liệu hữu cơ giàu Nitơ như lá cây, rỉ đồng, bùn cặn...
- Một số chất dinh dưỡng và vi lượng khác như K, S, Mn, Fe ... cũng cho sự phát triển của vi sinh vật.

# Các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ ủ và chất lượng sản phẩm *(tiếp theo)*

## □nh hưởng của nhiệt độ:

- Tốc độ phân huỷ các chất hữu cơ trong đống ủ tăng kéo theo nhiệt độ tăng,
- Thường thường nhiệt độ đống ủ tăng  $10^{\circ}\text{C}$  thì tốc độ phân huỷ tăng gấp 2 lần.
- Mục đích ủ chất thải đạt được nhiệt độ quá  $60^{\circ}\text{C}$  trong thời gian ít nhất là 6 h đến 1 ngày.
- Nhiệt độ cao nhất nên duy trì ở  $70^{\circ}\text{C}$ . □ nhiệt độ này nhiều vi sinh vật gây bệnh bị tiêu diệt, quá trình phân huỷ đạt cao nhất và bắt đầu giảm dần.
- Không nên để nhiệt độ cao vì rác thải sẽ bị khô làm các loại vi khuẩn bị tiêu diệt.
- Kích thước các đống ủ nên duy trì có độ cao từ 2,5-3 m, đường kính khoảng 3-5 m.

# Các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ ủ và chất lượng sản phẩm *(tiếp theo)*

## Ảnh hưởng của độ ẩm:

- Nước cần cho sự sống của các vi sinh vật, vì vậy phải duy trì độ ẩm cho sự phát triển của vi sinh vật.
- Độ ẩm ở mức 50-60% là tối ưu cho quá trình ủ để phân huỷ các chất hữu cơ
- Độ ẩm dưới 40% tốc độ phân huỷ sẽ chậm lại
- Độ ẩm khoảng 80% hoặc lớn hơn sẽ gây khó khăn cho việc thổi khí, gây trở lực cao,
- Rác đem ủ hiếu khí nên được nghiền có kích thước từ 2-5 cm để thông gió được tốt, hoặc cho vào đống ủ các vật liệu xếp tạo ra cấu trúc chứa các mao quản cho sự thông gió.

# Các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ ủ và chất lượng sản phẩm *(tiếp theo)*

## Ảnh hưởng của độ pH:

- pH của môi trường nuôi cấy rất quan trọng vì mỗi loài sinh vật thường thích nghi với một khoảng pH riêng biệt;
- Phần lớn các vi sinh vật phát triển bình thường ở pH=6-8
- Nhưng ở giai đoạn phân huỷ tạo axit các vi sinh vật (chủ yếu là nấm mốc) phát triển ở pH=4-5
- Đặc biệt có loại vi khuẩn *Thiobacillus ferrooxidans* phát triển ở pH=1-2
- Khi nhiệt độ tăng, độ pH của môi trường ủ rác thải sẽ tăng đến giá trị kiềm nhẹ (pH=7,5-8,5)

# Các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ ủ và chất lượng sản phẩm (tiếp theo)

## □nh hưởng oxy và chế độ cấp khí:

- Cũng như các cơ thể sống khác, vi sinh vật rất cần oxy để sinh trưởng và phát triển.
- Các vi sinh vật ban đầu phân huỷ các chất hữu cơ ở bề mặt các hạt sử dụng oxy ở khoảng không giữa các hạt, hàm lượng oxy giảm dần.
- Theo thời gian VSV phân huỷ ở lớp trong các hạt (trong mao quản) sử dụng oxy trong các mao dẫn.
- Hàm lượng oxy trong mao dẫn ít nhất là 5% thể tích/thể tích mao quản
- Phải cung cấp oxy bằng cách thông gió tự nhiên hoặc cưỡng bức.
- Đối với thông gió tự nhiên: đồng ủ phải nhỏ hoặc kích thước hạt phải lớn hoặc phải đảo liên tục, những ngày đầu phải đảo hàng ngày, sau đó ít dần
- Đối với thông gió cưỡng bức phải cung cấp oxy khoảng 0,1 m<sup>3</sup>/phút/tấn rác thải khô.
- Theo dõi sự thay đổi của nhiệt độ, nhiệt độ càng cao nhu cầu oxy càng lớn ở nhiệt độ 45-65 °C lượng không khí cần cấp khoảng 0,12-0,15 m<sup>3</sup>/phút/tấn rác thải khô.

# Bảng 1. Các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến vi sinh vật

| <b>Yếu tố môi trường</b> | <b>Khoảng xác định</b>  |
|--------------------------|-------------------------|
| Nhiệt độ, °C             | 15 – 70                 |
| Độ ẩm                    | 20 – 60                 |
| Nồng độ muối, %NaCl      | 1,3 - 3                 |
| pH                       | 1,0 – 10                |
| Nồng độ oxi, % thể tích  | 3 – 20                  |
| Áp suất, kPa             | 0 – 115                 |
| Ánh sáng                 | Bóng tối, ánh sáng mạnh |



### 3. Một số loại vi sinh vật sử dụng ở Việt Nam trong xử lý chất thải rắn hữu cơ

# Công suất quạt cấp khí

$$N_q = \frac{Q \cdot \Delta p}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_q \cdot \eta_{td}}$$

trong đó:  $Q$  □ lưu lượng không khí cần cấp,  $m^3/h$ , (lấy hệ số d 1,1-1,3 lần và tính theo l-  
ợng rác xử lý),

$\Delta p$  - áp suất quạt,  $kg/m^2$ ;

$\eta_q$  - hiệu suất của quạt, đối với quạt ly tâm  $\eta_q = 0,8-0,95$

$\eta_{td}$  - hệ số truyền động từ động cơ quạt đến trục của quạt,

$$\eta_{td} = 0,9-0,98$$

Công suất động cơ quạt:

$$N_{dc} = k \cdot N_q$$

trong đó:  $k$  - hệ số dự trữ.

Đối với quạt li tâm  $k = 1,1-1,2$

# Một số hình ảnh sản xuất phân composting



# TÀI LIỆU THAM KHẢO

---

1. Nguyễn Xuân Nguyên. Công nghệ xử lý rác thải và chất thải rắn. NXB Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội, 2004.
2. Hoàng Kim Cơ, Trần Hữu Uyển...Kỹ thuật môi trường. NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội, 2001.
3. Trần Hiếu Nhuệ, Ông Quốc Dũng, Nguyễn Thị Kim Thái  
Quản lý chất thải rắn. T1. Chất thải rắn đô thị. NXB Xây dựng 2001.
4. Lớp học “Quản lý và xử lý chất thải rắn” NCST, Việt Nam — CNRS, Pháp , 2002
5. Technology of municipal solid waste treatment. EXPERIENCES AND CHALLENGES. NXB KHKT 2003