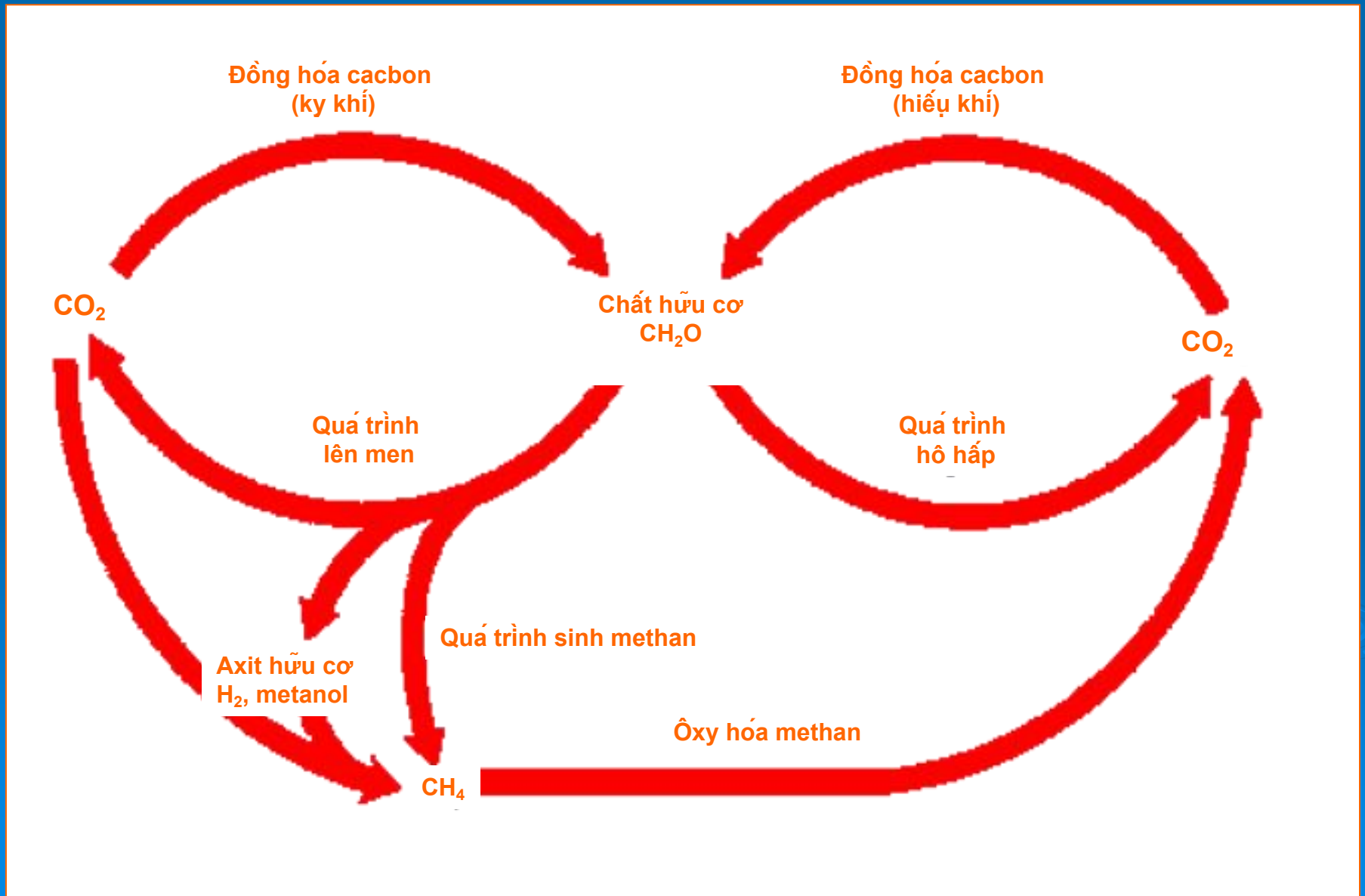


# **VI SINH VẬT HỌC TRONG XỬ LÝ MÔI TRƯỜNG**

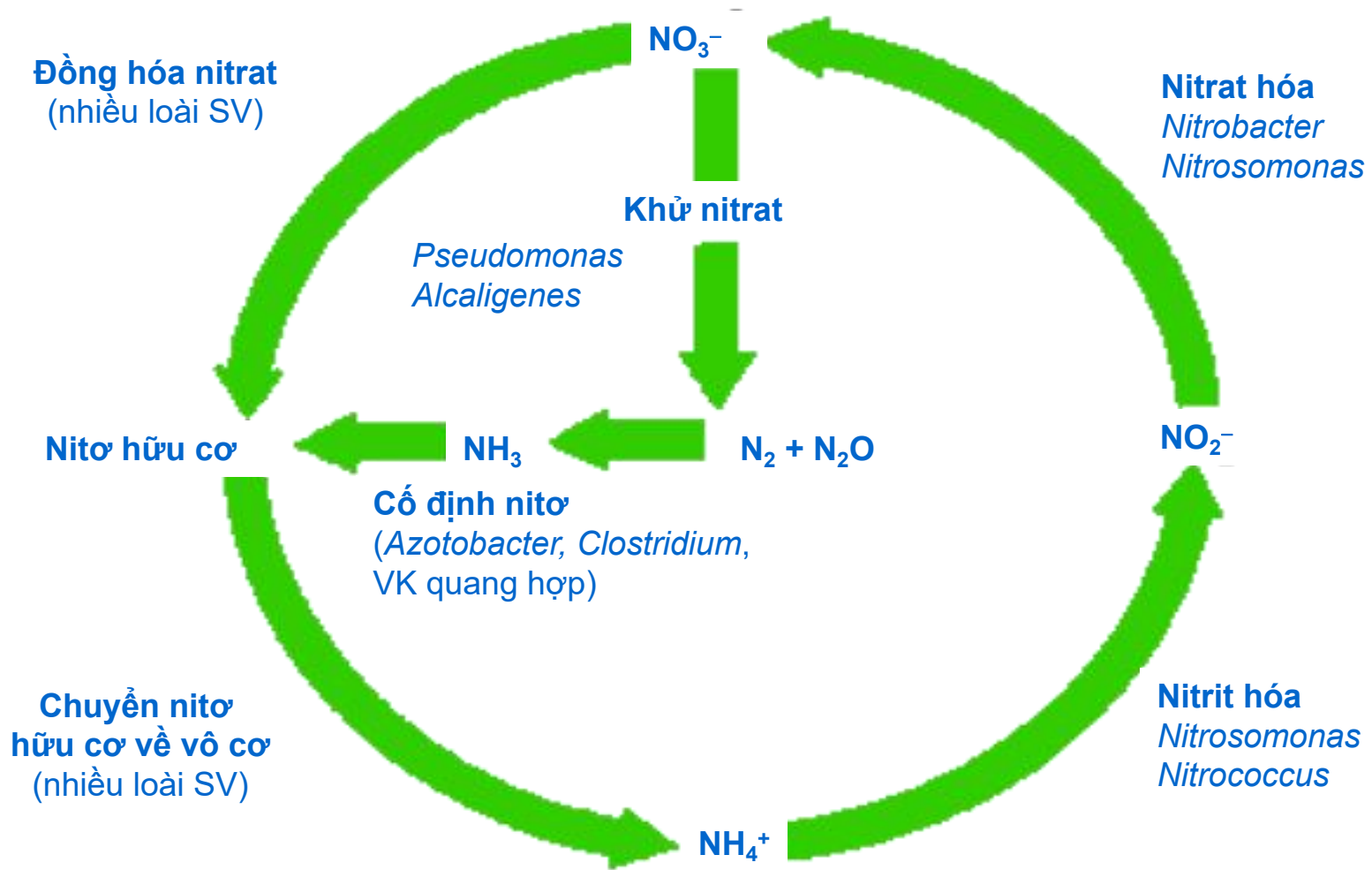
## **CÁC CHU TRÌNH CHUYỂN HOÁ VẬT CHẤT TRONG TỰ NHIÊN VÀ VAI TRÒ CỦA VI SINH VẬT**



# VI SINH VẬT TRONG VÒNG TUẦN HOÀN CACBON



# VI SINH VẬT TRONG VÒNG TUẦN HOÀN NITƠ



# VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM NITƠ

## Nitrat hóa – Phản nitrat (Nitrification – Denitrification)

**A. Nitrat hóa:** gồm 2 bước kế tiếp nhau

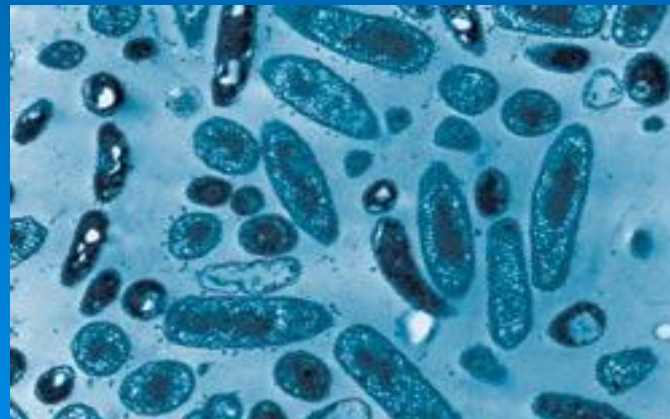
**1. Nitrit hóa:**  $\text{NH}_4^+ + 1,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 2 \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$

VK oxy hóa ammonium: *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosococcus*,  
*Nitrosolobus*, *Nitrosovibrio*

**2. Nitrat hóa:**  $\text{NO}_2^- + 0,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$

VK oxy hóa nitrit: *Nitrospira*, *Nitrococcus*

◆ VK oxy hóa nitrit sinh trưởng nhanh hơn VK oxy hóa ammonium, do vậy bước hạn chế tốc độ của toàn bộ quá trình nitrat hóa là oxy hóa ammonium



## VI SINH VẬT TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM NITƠ

- ♦ Quá trình nitrat hóa bị ảnh hưởng của một số yếu tố quan trọng sau:
  - Nồng độ ammonium/nitrit
  - Nồng độ ôxy hòa tan (để nitrat hóa 1 mg NH<sub>3</sub> cần 4,6 mg O<sub>2</sub>)
  - Nhiệt độ tối ưu cho VK nitrat hóa hoạt động là 28 – 30 °C
  - pH tối ưu cho VK nitrat hóa hoạt động là 7,5 – 8,5 (do phản ứng nitrit hóa sinh axit)
  - Nồng độ cacbon hữu cơ không quá cao (VK trong nhóm này sinh trưởng tự dưỡng)
  - Nhạy cảm với một số độc tố như cyanid, phenol hay kim loại nặng

# VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM NITƠ

## Nitrat hóa – Phản nitrat (Nitrification – Denitrification)

### B. Phản nitrat:

- ♦ Là quá trình hô hấp kỵ khí sử dụng  $\text{NO}_3$  làm chất nhận điện tử cuối cùng.
- ♦ Quá trình phản nitrat gồm nhiều bước do các enzym đặc hiệu (reductases) xúc tác



- ♦ VSV khử nitrat thường là kỵ khí không bắt buộc, có thể sinh trưởng
- ♦ hiếu khí khi không có nitrat

Các chi thường gặp: *Pseudomonas* (*P. fluorescens*, *P. aeruginosa*, *P. denitrificans*) và *Acaligenes*.

## VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM NITƠ

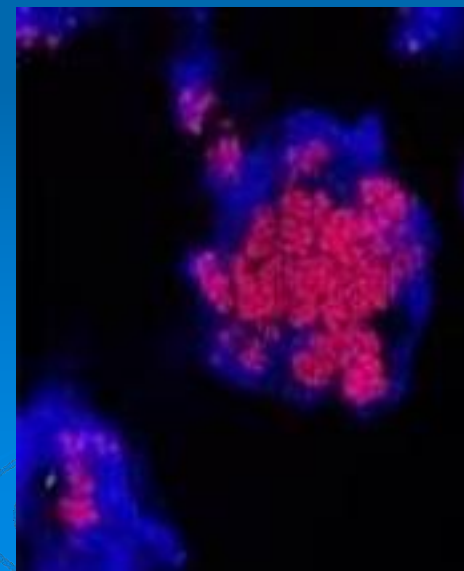
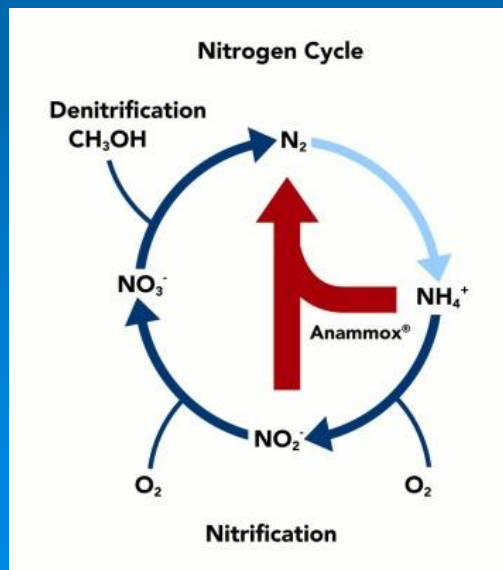
- ♦ Quá trình phản nitrat bị ảnh hưởng của một số yếu tố quan trọng sau:
  - Nồng độ nitrat (tối ưu khi tỷ lệ COD/NO<sub>3</sub> thấp).
  - Điều kiện kỵ khí (ôxy là chất nhận điện tử cạnh tranh với nitrat).
  - Sự có mặt của các chất hữu cơ (làm nguồn điện tử cho quá trình khử nitrat).
  - Nhiệt độ tối ưu cho VK nitrat hóa hoạt động là 28 – 30 °C (dải nhiệt độ cho phép 5 – 50 °C).
  - pH tối ưu cho VK khử nitrat hoạt động là 7,0 (phản ứng khử nitrat làm kiềm hóa môi trường).
  - VK khử nitrat ít nhạy cảm với độc tố hơn so với VK nitrat hóa. Một số kim loại nặng như molybden hay selen còn có tác dụng thúc đẩy quá trình.

# VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM NITƠ

## Ôxy hóa ammonium kỵ khí (Anamox)



- ◆ VK anamox sinh trưởng rất chậm, thời gian nhân đôi tế bào khoảng 2 tuần.
- ◆ Các chi đã biết: *Brocadia*, *Kuenenia*, *Anammoxoglobus*, *Scalindua*.
- ◆ Sử dụng trong các bể xử lý (bioreactor), làm tăng tốc độ và giảm giá thành của quá trình xử lý ammonium trong nước thải.
- ◆ Một số quốc gia đã áp dụng thành công: Đức, Hà lan, Nhật.





# VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM PHOSPHO

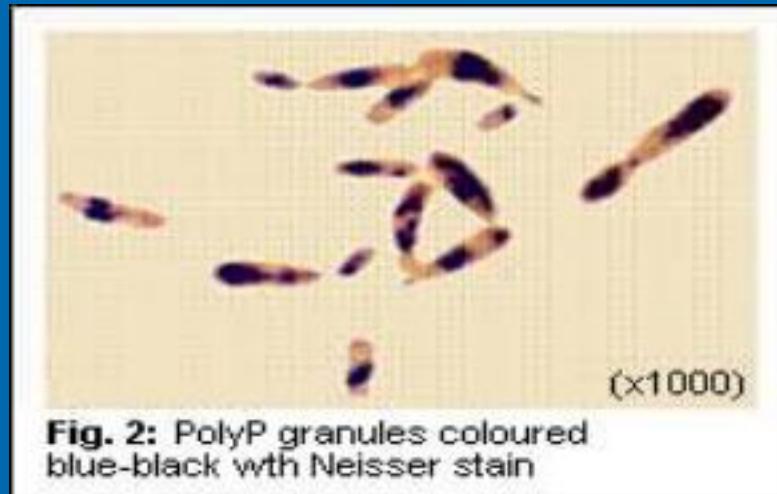
## ◆ VSV tạo kết tủa phosphat thông qua một số phản ứng làm kiềm hóa môi trường

- Quá trình khử nitrat.
- Quá trình khử sulfat.

## ◆ VSV có khả năng tăng đồng hóa phosphat (VK poly-P)

- Có thể tích lũy phospho với lượng cao hơn rất nhiều so với nhu cầu của tế bào (tới 1 – 3% trọng lượng khô của tế bào).
- Phospho được tích lũy trong các hạt dự trữ (quan sát được dưới kính hiển vi sau phép nhuộm Neisser)
- Các loài VK poly P thường gặp:  
*Acinetobacter, Nocardia, Arthrobacter, Rhodococcus.*

## VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM PHOSPHO

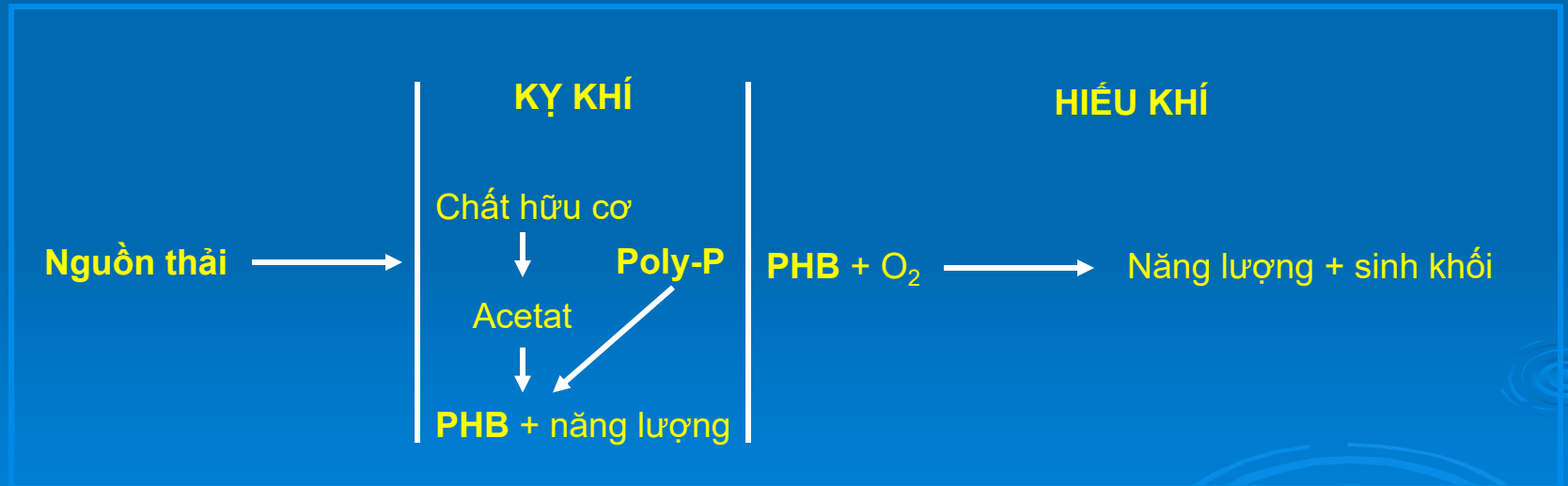


**Hệ thống xử lý dùng bùn hoạt tính:**

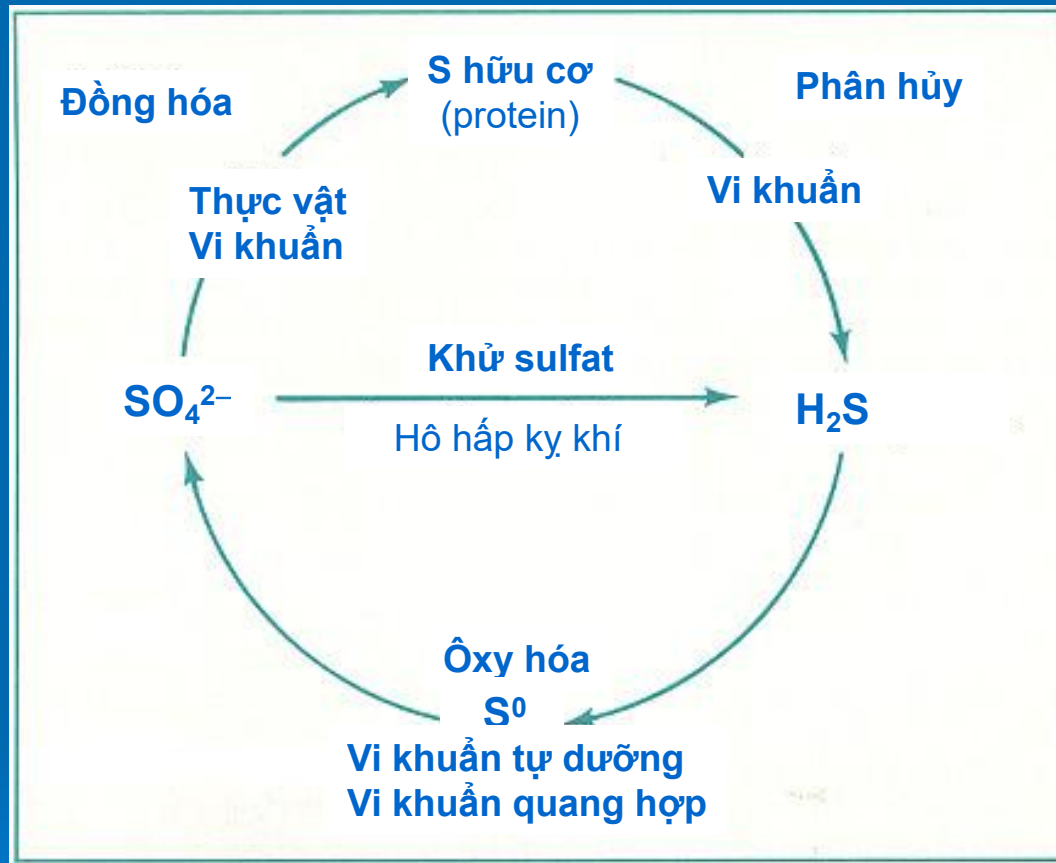
**Pha kỵ khí:** Poly-phosphat được thủy phân, cung cấp năng lượng để chuyển hóa cacbon hữu cơ, tích lũy năng lượng dưới dạng Poly-Hydroxyl-Butyrat (PHB).

**Pha hiếu khí:** VK sử dụng năng lượng giải phóng từ PHB (hoặc từ oxy hoá cacbon hữu cơ bên ngoài) để tích lũy phospho dưới dạng poly-phosphat.

# VSV TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM PHOSPHO



# VÒNG TUẦN HOÀN LƯU HUỖNH



- ◆ Sulfur có mặt tương đối phổ biến trong tự nhiên, đặc biệt là trong nước biển.
- ◆ Trong cơ thể sống, sulfur là thành phần của axit amin, yếu tố trợ giúp của nhiều enzym quan trọng.
- ◆ Trong nước thải nguồn sulfur chủ yếu là các hợp chất S-hữu cơ.

# VSV TRONG VÒNG TUẦN HOÀN LƯU HUỖNH

## Phân hủy:

VSV hiếu khí: S-hữu cơ  $\longrightarrow$   $\text{SO}_4^{2-}$

VSV kỵ khí: S-hữu cơ  $\longrightarrow$   $\text{S}^0$  /  $\text{S}^{2-}$  / mercaptan

## Đồng hóa:

VSV có khả năng đồng hóa nhiều dạng sulfur:  $\text{S}^0$  /  $\text{S}^{2-}$  /  $\text{SO}_4^{2-}$

Tỷ lệ cacbon : sulfur thích hợp cho VSV phát triển là 100:1

## Ôxy hóa:

VK hiếu khí *Thiobacillus thioparus*:  $\text{S}^{2-} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{S}^0 + \text{H}_2\text{O}$

VK quang hợp *Chromatium*: Sử dụng  $\text{S}^{2-}$  làm chất cho điện tử, ôxy hóa thành  $\text{S}^0$

VK hiếu khí *Thiobacillus thiooxidans*:  $2 \text{S}^0 + 3 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{SO}_4$

## Khử sulfat:

Chất hữu cơ +  $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

VK khử sulfat: *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum*, *Desulfobacter* v.v.

# VSV TRONG VÒNG TUẦN HOÀN “S” VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN

Gây thối ở tầng đáy các thủy vực và ruộng ngập nước do tạo  $H_2S$  (*Desulfovibrio*)

- Gây mùi tại các hệ thống thoát nước thải
- Làm chết thủy sinh trong các đầm nuôi
- Làm thối rữa cây trồng





# VSV TRONG VÒNG TUẦN HOÀN “S” VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN

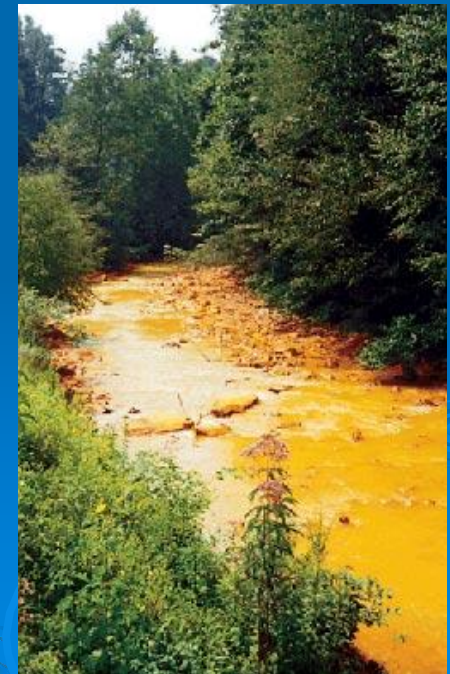
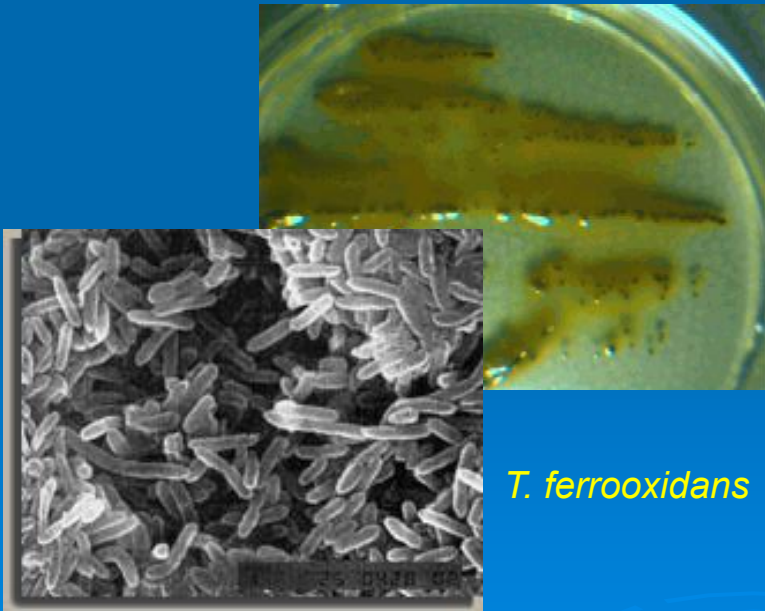
Gây ô nhiễm nguồn nước ở vùng khai thác khoáng sản do pyrit bị oxy hóa

Phản ứng khởi đầu:  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$

Tạo điều kiện cho VK *Thiobacillus ferrooxidans* phát triển:



Kết quả: Môi trường ở vùng khai mỏ có độ pH rất thấp (2 – 3) và nhiễm kim loại nặng cao.



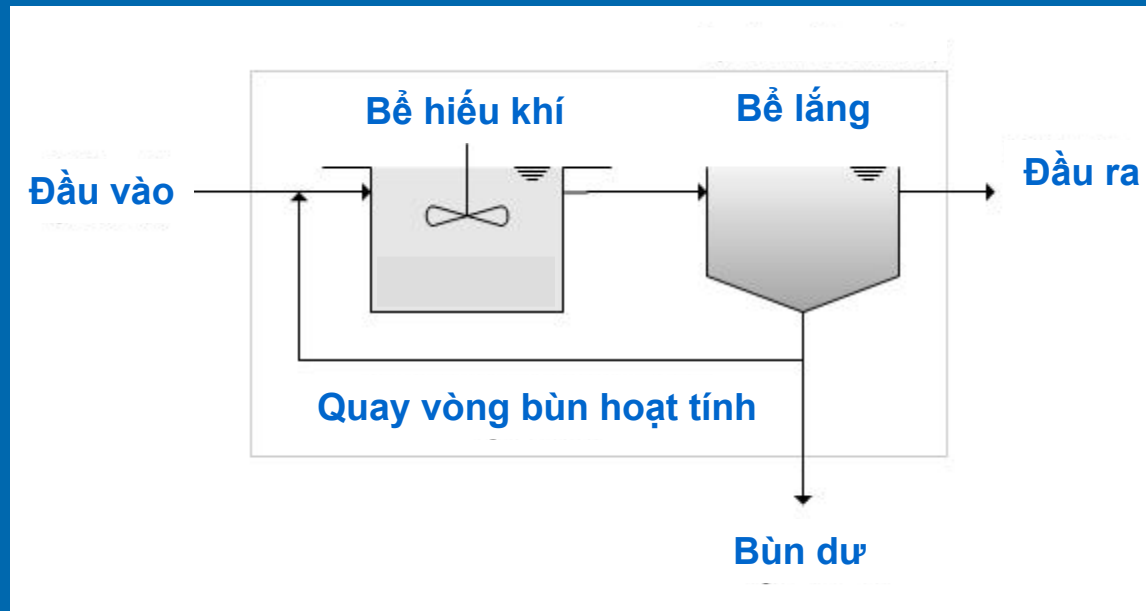
**Một vài ví dụ về vai trò của VSV  
trong các qui trình xử lý nước và phế thải**





# QUY TRÌNH XỬ LÝ DÙNG Bùn HOẠT TÍNH

## Hệ thống xử lý nước thải dùng bùn hoạt tính thông thường



### Bể hiếu khí:

Tích lũy một lượng lớn VSV có khả năng oxy hóa chất hữu cơ rất cao trong thời gian ngắn (4 – 8 h).

### Bể lắng:

Để lắng các hạt lơ lửng (mang VSV).

Một phần cặn lắng được hồi lưu, một phần thải để giữ tỷ lệ F/M ổn định.

### Các hạt lơ lửng:

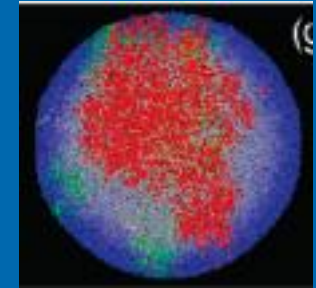
Có kích thước từ 1 – 1000  $\mu\text{m}$ .

Mang VSV với thành phần rất đa dạng, gồm cả nhân sơ (Prokaryote) và nhân chuẩn (Eukaryote).

# VSV TRONG QUI TRÌNH XỬ LÝ DÙNG Bùn HOẠT TÍNH

## Vi khuẩn:

- ◆ Chủ yếu là Gram (-).
- ◆ Phần lớn không nuôi cấy được trong phòng thí nghiệm.
- ◆ Đảm nhiệm chức năng phân hủy chất hữu cơ, chuyển thành sinh khối và các hợp chất polymer ngoại bào làm cơ sở hình thành hạt lơ lửng.
- ◆ VSV hiếu khí phân bố ở lớp ngoài của hạt lơ lửng, ở giữa là VSV kỵ khí.



Các chi thường gặp:

Tên chi / nhóm	% trên tổng số chủng phân lập được
<i>Commamonas – Pseudomonas</i>	50
<i>Flavobacterium – Cytophaga</i>	13,5
<i>Paracoccus</i>	11,5
<i>Alcaligenes</i>	5,8
<i>Coryneform</i>	5,8
<i>Bacillus</i>	1,9
<i>Aeromonas</i>	1,9
<i>Arthrobacter</i>	1,9

# VI SINH VẬT TRONG QUI TRÌNH XỬ LÝ DÙNG Bùn HOẠT TÍNH

## Nấm sợi:

- ◆ Thường ít gặp trong bùn hoạt tính
- ◆ Chỉ phát triển trong một số điều kiện đặc biệt như
  - pH thấp
  - nước thải có nhiều độc tố
  - thiếu nguồn nitơ
- ◆ Các chi thường gặp: *Penicillium*, *Geotrichum*, *Cephalosporium*, *Alternaria*



# VI SINH VẬT TRONG QUI TRÌNH XỬ LÝ DÙNG BÙN HOẠT TÍNH

## ➤ Động vật đơn bào:

- ◆ Làm giảm BOD
- ◆ Làm giảm các hạt lơ lửng
- ◆ Đồng thời làm giảm lượng vi khuẩn có lợi và vi khuẩn gây bệnh

*Trachelophyllum*



## XỬ LÝ VSV GÂY BỆNH

Qui trình xử lý dùng bùn hoạt tính khá hữu hiệu trong việc loại các VSV gây bệnh nhờ các yếu tố như:

- Vật lý:** - Nhiệt độ, ánh mặt trời, tạo hạt lơ lửng
- Sinh học:** - Các vi sinh vật có khả năng sinh chất kháng khuẩn  
- Các động vật đơn bào

### Đối với vi khuẩn:

- ◆ 80 – 99% số VK gây bệnh (*E. coli* và *Samonella*) có mặt trong nước thải đầu vào bị loại bỏ.
- ◆ Các yếu tố chủ yếu trong việc loại VK gây bệnh:
  - Bất hoạt do các loài VSV đối kháng.
  - Làm thức ăn cho các động vật đơn bào (Protozoa) và động vật bậc thấp (Nematod).
  - Bị giữ trong các hạt lơ lửng và lắng xuống đáy.

## XỬ LÝ VSV GÂY BỆNH

### ➤ **Đối với virut:**

Trên 90% virut trong nước thải bị loại qua qui trình bùn hoạt tính.  
Cơ chế loại bỏ chủ yếu:

- Bất hoạt do các yếu tố vật lý và sinh học (50 – 75%).
- Bám dính vào các hạt lơ lửng và lắng xuống đáy (25 – 50%).
- Làm thức ăn cho các động vật đơn bào (Protozoa) và động vật bậc thấp (Nematod).

### ➤ **Các loại mầm bệnh khác như ký sinh trùng, trứng giun sán:**

- Luôn bị loại bỏ tới > 90% thông qua cơ chế lắng bùn.

# XỬ LÝ MÙI

Các hợp chất gây mùi chủ yếu trong phế thải và nước thải

Allyl mercaptan	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$
Amyl mercaptan	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-\text{SH}$
Benzyl mercaptan	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-\text{SH}$
Dimethylsulfid	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$
Ethyl mercaptan	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{SH}$
Sulfur hydro	$\text{H}_2\text{S}$
Methyl mercaptan	$\text{CH}_3-\text{SH}$
Propyl mercaptan	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SH}$
Dioxid sulfur	$\text{SO}_2$
Thiocresol	$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SH}$
Thiophenol	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{SH}$

## VSV thực hiện chức năng khử mùi:

- *Thiobacillus*: ôxy hóa lưu huỳnh
- *Hyphomicrobium*: ôxy hóa nhóm methyl
- *Chromatium, Chlorobium*: ôxy hóa  $\text{H}_2\text{S}$

## Khử mùi bằng phương pháp sinh học:

- Sử dụng đồng ủ sinh học (composting) như hệ lọc sinh học để loại mùi tổng hợp.
- Dùng cột sinh học có nạo vi khuẩn *Chlorobium* để loại khí  $\text{H}_2\text{S}$

# XỬ LÝ BÙN CẶN

- ◆ Bùn cặn thải ra từ các hệ thống xử lý nước thải rất lớn (tại Mỹ 10 – 14 triệu tấn bùn khô /năm).
- ◆ Chi phí để xử lý lượng bùn cặn này khá cao, có khi vượt cả chi phí cho phần xử lý nước thải.
- ◆ Để xử lý có hiệu quả, bùn cặn phải được tích lũy, cô đặc và xử lý sơ bộ bằng nhiệt và hoá học.
- ◆ Các phương pháp thường dùng để xử lý cặn bùn:

## 1. Xử lý kỵ khí:

- Thực hiện trong bể khí sinh học (biogas).
- Phương pháp ít tiêu tốn năng lượng, giá thành rẻ.

## 2. Xử lý hiếu khí:

- Thực hiện trong hệ thống bể có phần cung cấp oxy ổn định (1 mg/L).
- Tiêu tốn năng lượng và giá thành cao.

## 3. Xử lý bằng phương pháp ủ sinh học (composting):

- Thực hiện ở ngoài trời hoặc trong buồng xử lý.
- Để thoát khí tự nhiên (bằng cách trộn thêm giá thể như vỏ bào, lá khô, vỏ lạc) hoặc sục khí nhân tạo.
- Dễ thực hiện, giá thành rẻ (đặc biệt đối với phương án để thoát khí tự nhiên).



# Ủ SINH HỌC (COMPOSTING)

## Các bước của quá trình ủ sinh học:

### Chuẩn bị:

- Loại bớt nước trong cặn bùn
- Bổ sung N theo tỷ lệ thích hợp đối với cacbon
- Làm nhỏ các hạt cặn bùn nếu cần

### Quá trình ủ:

- Thông khí tự nhiên hoặc cung cấp khí nhân tạo
- Đảo trộn đồng ủ

### Kết thúc:

- Loại bỏ plastic
- Đánh giá chất lượng

## Điều kiện tối ưu cho VSV hoạt động trong quá trình ủ sinh học:

- Độ ẩm 60%
- Cacbon và Nitơ trộn theo tỷ lệ 30:1
- Kích thước của các hạt trong cặn bùn từ 2 – 20 mm
- Ôxy được cung cấp thường xuyên ở nồng độ 8%
- Tỷ trọng của cặn bùn đạt khoảng 450 kg/m<sup>3</sup>



# VSV TRONG Ủ SINH HỌC

**PHA Ủ ẤM (20 – 40 °C)**  
Vi khuẩn, nấm sợi chịu nhiệt



**ĐẦU PHA Ủ NHIỆT (40 – 60 °C)**  
Vi sinh vật ưa nhiệt: Vi khuẩn (*Bacillus*),  
xạ khuẩn (*Streptomyces*), nấm sợi (*Aspergillus*)



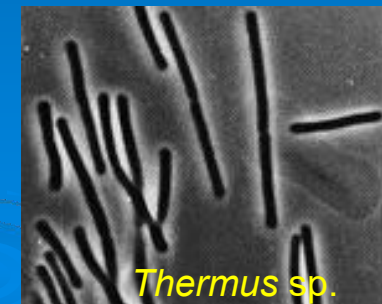
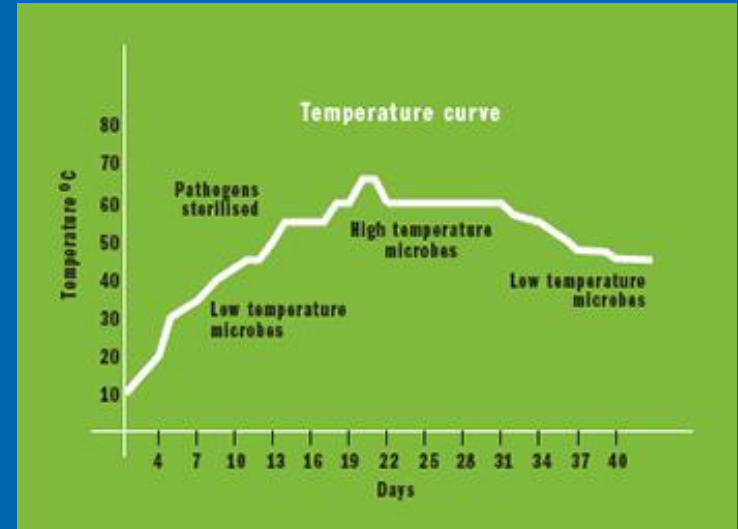
**GIỮA PHA Ủ NHIỆT (60 – 80 °C)**

- Vi khuẩn ưa nhiệt sinh bào tử (*Bacillus*)
- Vi khuẩn oxy hoá lưu huỳnh và hydro (*Hydrogenobacter*)
- Vi khuẩn hiếu khí dị dưỡng không sinh bào tử (*Thermus*)



**PHA HẠ NHIỆT VÀ KẾT THÚC**

- Vi khuẩn tham gia vào vòng tuần hoàn vật chất
- Xạ khuẩn và nấm sợi ưa ấm và chịu nhiệt



# MỘT SỐ VẤN ĐỀ GẶP PHẢI TRONG QUI TRÌNH Bùn HOẠT TÍNH

Hiện tượng	Nguyên nhân	Hậu quả
<b>VSV phát triển rời rạc</b>	VSV không tạo thành tập đoàn, mọc đơn lẻ hoặc chỉ tạo hạt lơ lửng kích thước nhỏ	Không giảm được độ đục của nước thải, không xảy ra pha lắng
<b>Tạo màng nhày</b>	Nhiều VSV sinh màng nhày ngoại bào	Cản trở sự lắng của các hạt lơ lửng
<b>Tạo hạt</b>	VSV tạo thành những hạt nhỏ hình tròn, lắng nhanh xuống đáy	Lượng bùn nhỏ, không giảm được độ đục ở đầu ra
<b>Vón cục</b>	VSV dạng sợi phát triển mạnh, ảnh hưởng đến quá trình tạo hạt và lắng đọng bùn	Lượng bùn lớn, các chất cần xử lý (C,N,P) không được loại bỏ
<b>Tạo bọt</b>	Do (1) các chất hoạt động bề mặt khó phân huỷ và (2) sự có mặt của các loài <i>Nocardia</i> sp. và (3) trong một số trường hợp là do sinh trưởng của <i>Microthrix parvicella</i>	Đưa một lượng lớn các hạt bùn lên bề mặt, tràn sang các bể xử lý tiếp theo hoặc tràn ra ngoài hệ thống xử lý

## Phương pháp giải quyết:

- Hạn chế sự sinh trưởng của VSV bất lợi bằng các biện pháp lý hoá
- Thúc đẩy sự phát triển của VSV mong muốn (VSV tạo hạt bùn – Floc formers)

# QUY TRÌNH XỬ LÝ TRONG BỂ KỸ KHÍ (BIOGAS)

## Các ưu điểm của quy trình xử lý kỵ khí so với xử lý hiếu khí:

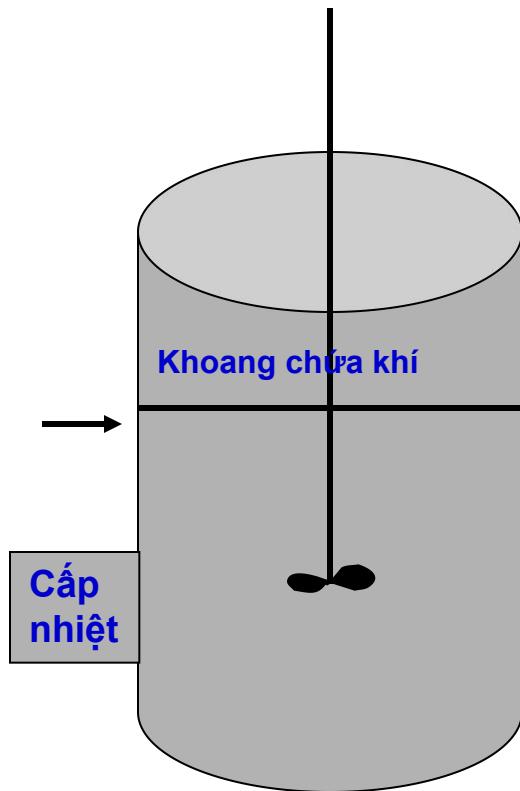
1. Không cần tiếp ôxy từ bên ngoài, giảm chi phí về năng lượng.
2. Lượng bùn cặn (sinh khối) tạo ra thấp hơn 3 – 20 lần.
3. Tạo khí methan  $CH_4$ , có thể sử dụng làm nguồn năng lượng.
4. Giảm yêu cầu về năng lượng cho toàn bộ quy trình xử lý.
5. Có thể áp dụng cho một số loại nước thải công nghiệp.
6. Có thể thực hiện dưới hình thức bioreactor với vận tốc nạp chất thải ở đầu vào lớn.
7. Hoạt tính của VSV kỵ khí của quy trình xử lý có thể được duy trì trong thời gian dài.

## Một số yếu điểm của xử lý kỵ khí:

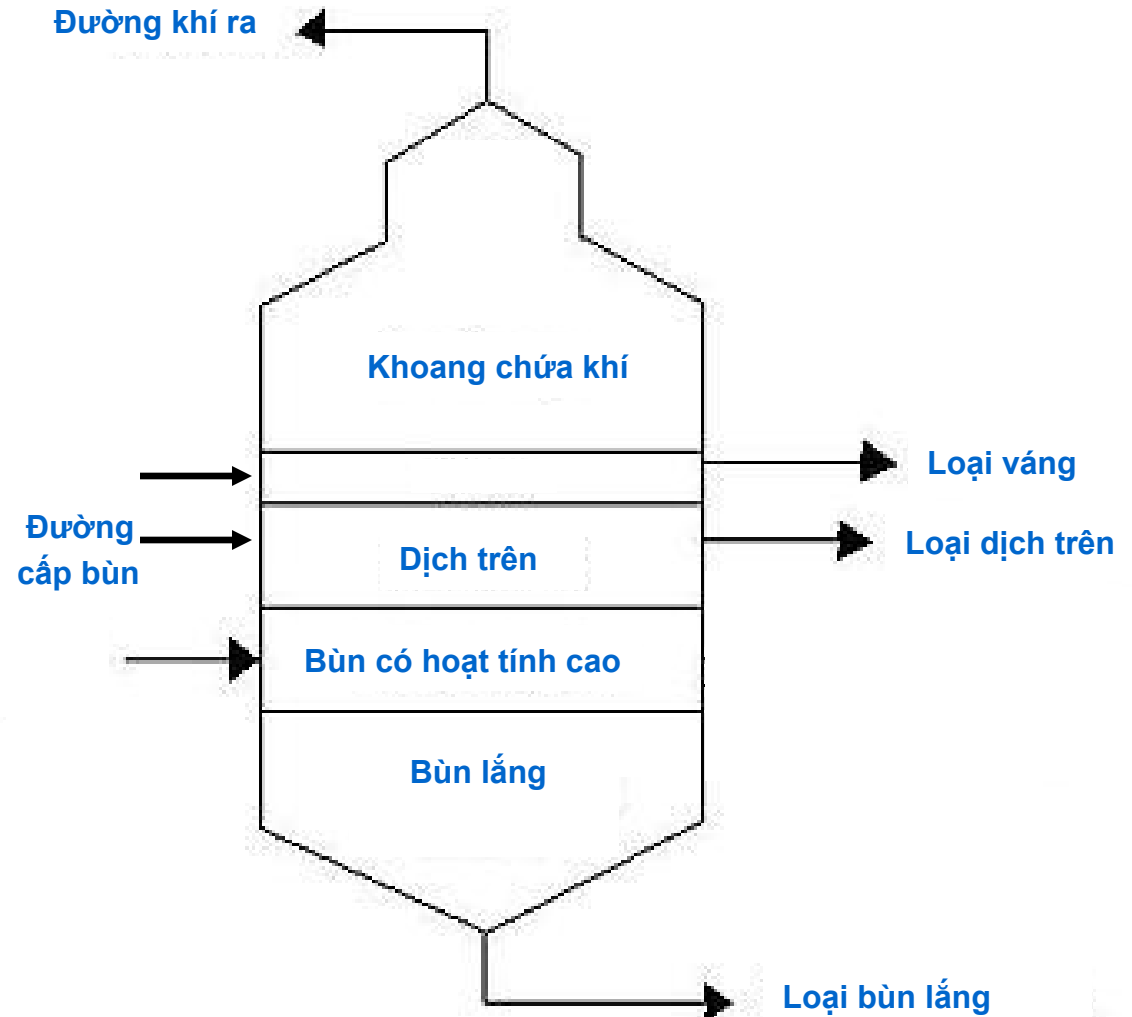
1. Thời gian xử lý kéo dài.
2. Nhạy cảm với nhiều độc tố, do vậy cần sự theo dõi chặt chẽ.
3. Pha khởi đầu cho sự phân huỷ của VSV đòi hỏi thời gian.

# BỂ XỬ LÝ KỶ KHÍ (BIOGAS)

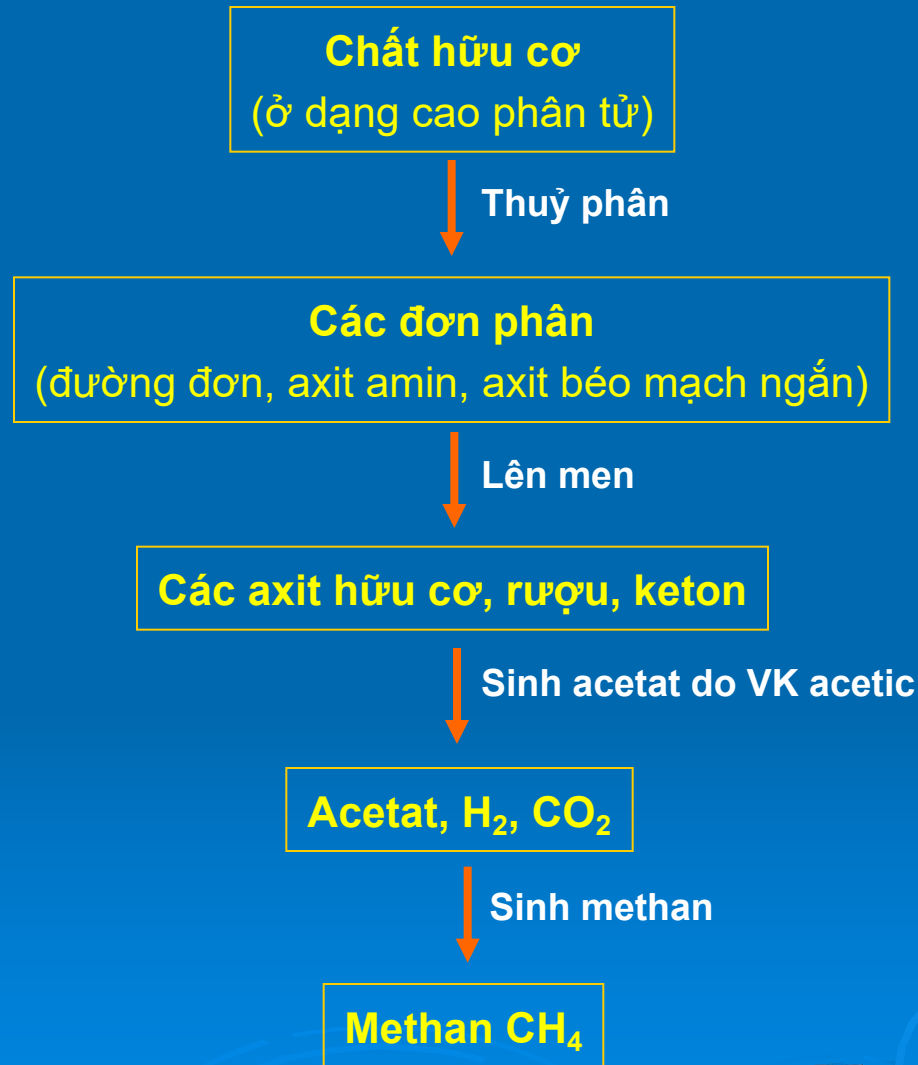
## Qui trình xử lý đôi



## Qui trình xử lý đơn



# CÁC QUÁ TRÌNH SINH HỌC TRONG BỂ KỸ KHÍ



# VI SINH VẬT TRONG BỂ KỸ KHÍ (BIOGAS)

## Vi khuẩn thủy phân các cao phân tử:

- VK sinh enzym ngoại bào (protease, cellulaza, ligninaza ...) thủy phân các cao phân tử (protein, cellulosa, lignin v.v.).
- Sản phẩm tạo ra là các đơn phân (đường đơn, axit amin) được sử dụng làm nguồn dinh dưỡng cho nhóm VSV tiếp theo.

## Vi khuẩn lên men sinh axit:

- Lên men đường, axit amin, axit béo
- Sản phẩm tạo ra là các axit hữu cơ (acetic, lactic), rượu (ethanol, methanol), keton (aceton), CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>.

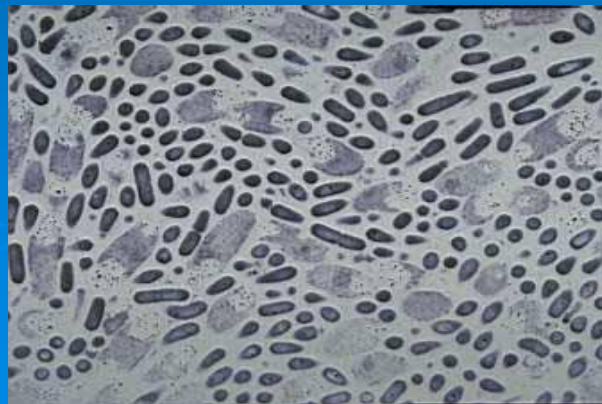
# VI SINH VẬT TRONG BỂ KỸ KHÍ (BIOGAS)

## Vi khuẩn sinh acetat:

- Chuyển hoá axit hữu cơ, rượu thành acetat, H<sub>2</sub> và CO<sub>2</sub>
- Nhóm VK này có hoạt tính cao trong điều kiện hàm lượng H<sub>2</sub> thấp, tức là sản phẩm H<sub>2</sub> do chúng sinh ra phải được loại bỏ, không tích lũy ở trong môi trường.
- Do vậy chúng thường sống cộng sinh với các VSV có hoạt tính sử dụng H<sub>2</sub> cao

## VSV sinh methan (cổ khuẩn):

- Hô hấp kỵ khí sử dụng CO<sub>2</sub> hoặc nhóm methyl trong các hợp chất C<sub>1</sub> và acetat làm chất nhận điện tử.
- Thường sống cộng sinh với VK sinh acetat ở nhóm trên, giúp giữ cho áp suất H<sub>2</sub> thấp ở mức thích hợp cho VK sinh acetat phát triển.
- Trong bể phân huỷ kỵ khí 2/3 lượng CH<sub>4</sub> được tạo ra từ acetat, 1/3 còn lại được tạo ra từ H<sub>2</sub> và CO<sub>2</sub>.





# VSV SINH METHAN (METHANOGENS)

## Phản ứng sinh methan trên các cơ chất khác nhau

Phản ứng sinh methan	Năng lượng thu được (kJ/ methan)
<b><math>4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math></b>	<b>135,6</b>
4 Format $\rightarrow \text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	130,1
4 Isopropanol + $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 4 \text{ Aceton} + 2\text{H}_2\text{O}$	36,5
2 Etanol + $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{ Acetat}$	116,3
Metanol + $\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	112,5
4 Metanol $\rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	104,9
4 Methylamin + $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 4\text{NH}_4^+$	75,0
2 Dimethylamin + $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 2 \text{NH}_4^+$	73,2
4 Trimethylamin + $6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 9 \text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 + 4 \text{NH}_4^+$	74,3
2 Dimethylsulfid + $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S}$	73,8
<b>Acetat <math>\rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2</math></b>	<b>31,0</b>

# VSV SINH METHAN (METHANOGENS)

Các nhóm VSV sinh methan quan trọng

## 1. Nhóm sinh methan từ H<sub>2</sub> (hydrogenotrophic methanogens)

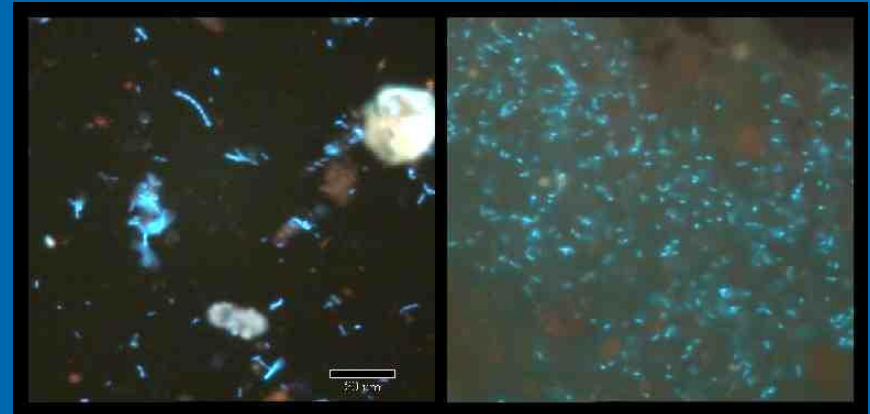
*Methanobacterium*

*Methanobrevibacter*

*Methanococcus*

*Methanomicrobium*

*Methanogenium*

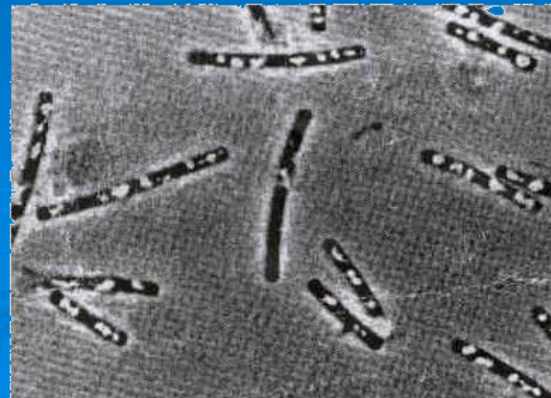
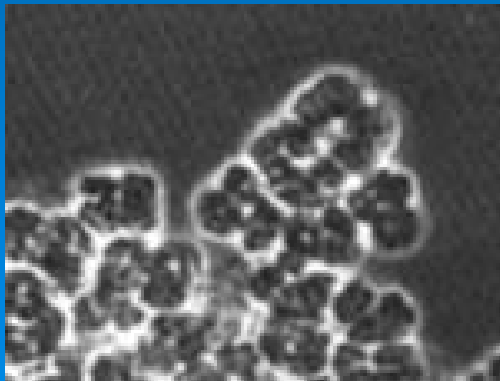


## 2. Nhóm sinh methan từ acetat

*Methanosarcina*

*Methanotherix*

VSV sinh methan tự phát sáng huỳnh quang nhờ Coenzym F<sub>420</sub> (thành phần của hệ enzym sinh methan)



# CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HOẠT ĐỘNG CỦA BỂ KỸ KHÍ

## Nhiệt độ:

- Bể kỹ khí nhiệt độ thường: sinh methan diễn ra ở nhiệt độ 25 – 40 °C, tối ưu ở 30 °C.
- Bể kỹ khí nhiệt độ cao: sinh methan diễn ra ở 50 – 65 °C.

## Thời gian lưu:

- Cả hai mức nhiệt độ thường và cao yêu cầu thời gian phân huỷ từ 25 – 35 ngày (có thể thấp hơn tùy thuộc nguồn cơ chất).
- Bể vận hành dựa trên VSV sinh trưởng bám dính có thời gian phân huỷ ngắn hơn bể vận hành dựa trên VSV sinh trưởng tự do.

# YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CÁC CỦA BỂ KỸ HOẠT ĐỘNG KHÍ

## Thành phần hoá học của cơ chất nạp ban đầu:

- Sự có mặt của các hợp chất lignin, n-paraffin sẽ đòi hỏi thời gian phân huỷ dài hơn.
- Các yếu tố hoá học của cơ chất C, N, P, S phải được cân bằng (tỷ lệ C/N tối ưu cho quá trình sinh methan là 25 – 30 /1).
- Một số các yếu tố vi lượng như sắt, coban, molybden, nikel phải được đáp ứng (các nguyên tố này có mặt trong thành phần enzym của quá trình sinh tổng hợp methan).

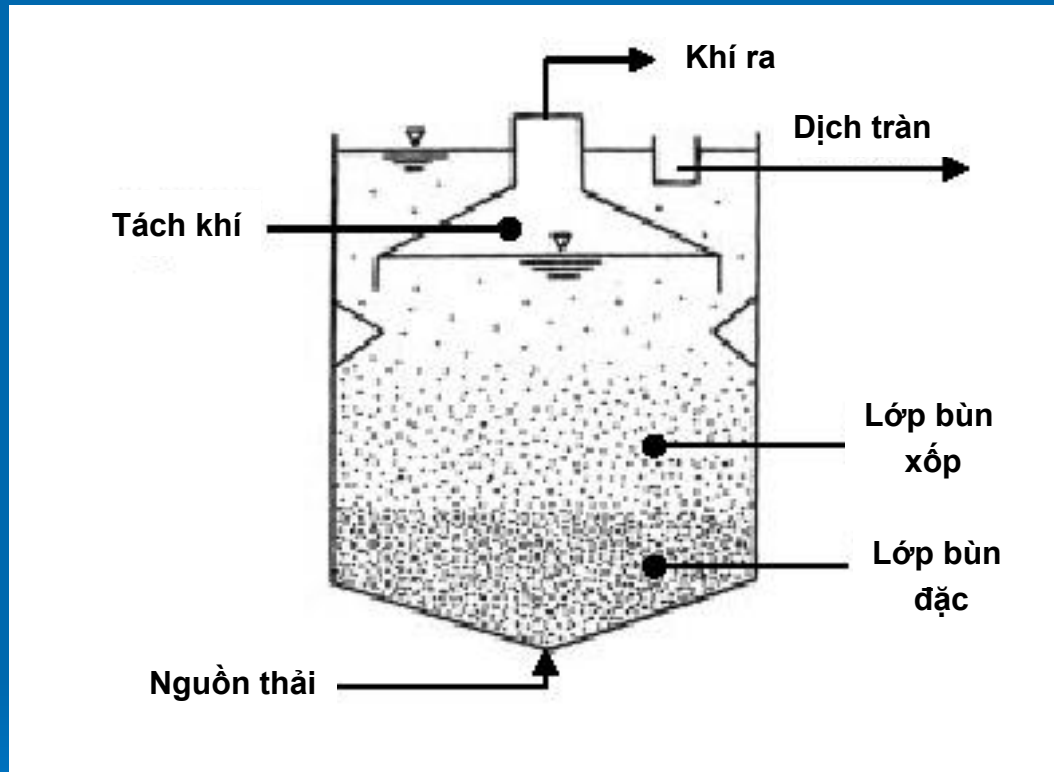
## Sự sinh trưởng của VK khử sulfat:

- VK khử sulfat có thể cạnh tranh với sinh methan khi nồng độ acetat trong bể thấp và tỷ lệ TOC/SO<sub>4</sub> > 1,3 (acetat, H<sub>2</sub> và CO<sub>2</sub> là nguồn dinh dưỡng chung cho cả VSV sinh methan và VK khử sulfat).



# XỬ LÝ KỸ KHÍ ÁP DỤNG CHO NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

## Công nghệ tạo lớp bùn xốp kỹ khí

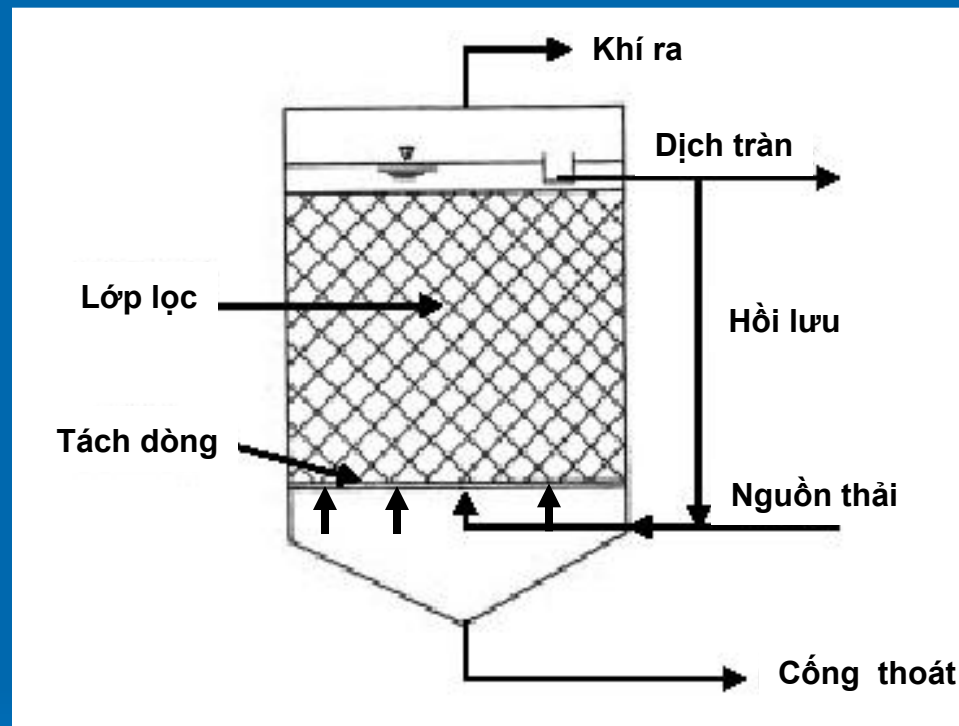


**Lớp bùn xốp bao gồm** các hạt lơ lửng (1 – 5 mm) mang VSV thuộc các nhóm khác nhau:

- Lớp ngoài: VK lên men và sinh  $H_2$
- Lớp giữa: VK sinh acetat (Acetogens)
- Trung tâm: VSV sinh methan (*Methanothrix*, *Methanobacterium*, *Methanosarcina*)

# XỬ LÝ KỶ KHÍ ÁP DỤNG CHO NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

## Hệ thống màng lọc kỵ khí

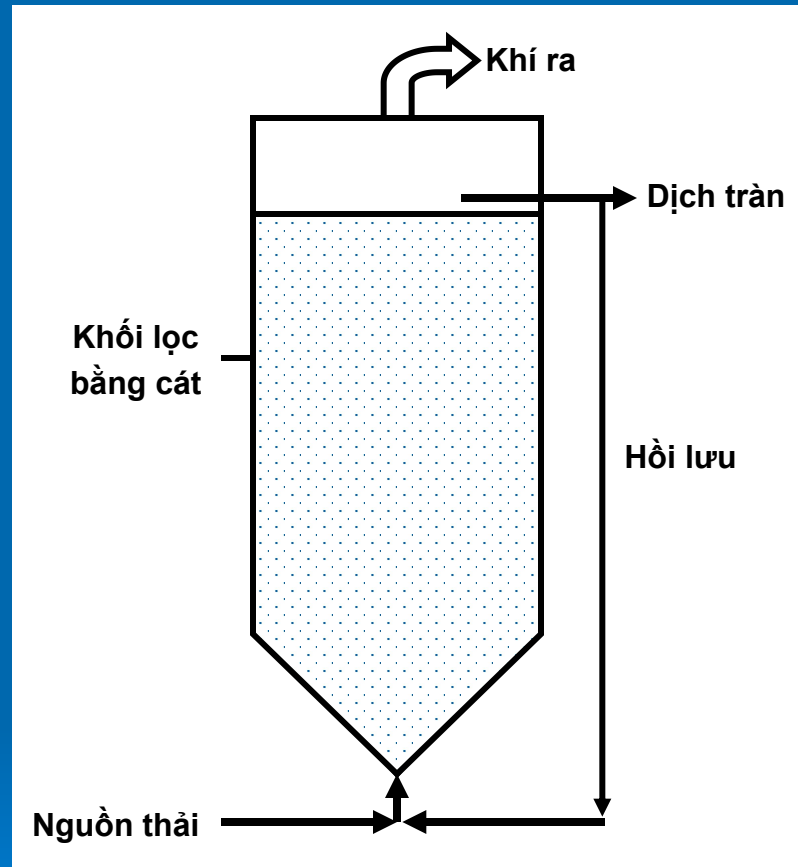


### Màng lọc kỵ khí bao gồm:

- Giá thể (đá, xỉ, nhựa) với khoảng 50% thể tích trống.
- VSV kỵ khí phát triển bám dính trên giá thể và tạo các hạt lơ lửng bị giữ lại bên trong lớp màng.

# XỬ LÝ KỶ KHÍ ÁP DỤNG CHO NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

## Hệ thống lọc dịch thể



### Nguyên lý vận hành của khối lọc cát:

- Cát hạt (< 1 mm) tạo bề mặt cho VSV hình thành màng sinh học.
- Nguồn thải được đưa vào với vận tốc lớn để cát không bị lắng.
- Dịch thải được quay vòng để chạy qua khối lọc.
- Áp dụng với nước thải có COD < 600 mg/L, thời gian lưu ngắn, tiết kiệm diện tích.



Thank you very much

