

Tổng hợp kiến thức Sinh học Vi sinh vật và Ứng dụng

I. Chuyển hóa vật chất và năng lượng ở vi sinh vật

1. Dinh dưỡng của vi sinh vật

Dựa vào nguồn năng lượng và nguồn cacbon sử dụng, vi sinh vật được chia thành 4 kiểu dinh dưỡng chính:

Kiểu dinh dưỡng	Nguồn năng lượng	Nguồn cacbon chủ yếu	Ví dụ
Quang tự dưỡng	Ánh sáng	CO ₂	Vi khuẩn lam, tảo, vi khuẩn lưu huỳnh màu tía và màu lục.
Hóa tự dưỡng	Chất vô cơ (H ₂ , NH ₃ , Fe ²⁺ ...)	CO ₂	Vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn oxi hóa hidro, vi khuẩn oxi hóa sắt.
Quang dị dưỡng	Ánh sáng	Chất hữu cơ	Vi khuẩn không chứa lưu huỳnh màu lục và màu tía.
Hóa dị dưỡng	Chất hữu cơ	Chất hữu cơ	Nấm, động vật nguyên sinh, phần lớn vi khuẩn.

2. Hô hấp và lên men

Đây là các quá trình phân giải chất hữu cơ để tạo ra năng lượng (ATP) cho hoạt động sống của tế bào.

a. Hô hấp hiếu khí

- **Khái niệm:** Là quá trình oxi hóa hoàn toàn các phân tử hữu cơ, trong đó chất nhận electron cuối cùng là oxi phân tử (O₂).
- **Phương trình tổng quát:** $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Năng lượng (36-38 ATP)}$
- **Giải thích:** Quá trình này tạo ra nhiều năng lượng nhất, xảy ra ở các vi sinh vật hiếu khí bắt buộc và hiếu khí không bắt buộc.
- **Ví dụ:**
 - Vi khuẩn *Bacillus subtilis* phát triển mạnh trên bề mặt môi trường lỏng.
 - Nấm mốc phát triển trên bánh mì, cơm để lâu ngoài không khí.

b. Hô hấp kỵ khí

- **Khái niệm:** Là quá trình phân giải cacbohidrat để thu năng lượng, trong đó chất nhận electron cuối cùng là một chất vô cơ không phải oxi (ví dụ: NO₃⁻, SO₄²⁻).
- **Ví dụ về quá trình phản nitrat hóa:** $\text{Chất hữu cơ} + KNO_3 \rightarrow CO_2 + N_2 + H_2O + ATP$
- **Giải thích:** Xảy ra ở một số nhóm vi khuẩn sống trong môi trường không có oxi. Hiệu suất năng lượng thấp hơn hô hấp hiếu khí.

- **Ví dụ:**

- Vi khuẩn *Pseudomonas denitrificans* sử dụng NO_3^- làm chất nhận electron, biến đổi nitrat thành khí nitơ (N_2), gây mất đạm trong đất.
- Vi khuẩn khử sunfat trong môi trường bùn lầy, tạo ra H_2S có mùi trứng thối.

c. Lên men

- **Khái niệm:** Là quá trình phân giải kị khí cacbohidrat, trong đó chất cho và chất nhận electron đều là các phân tử hữu cơ.
- **Phương trình ví dụ (lên men lactic):** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{ Axit lactic (CH}_3\text{CHOHCOOH)} + \text{Năng lượng (2 ATP)}$
- **Giải thích:** Đây là quá trình tạo ra ít năng lượng nhất. Sản phẩm cuối cùng vẫn còn chứa nhiều năng lượng (axit lactic, rượu etylic...).
- **Ví dụ:**
 - Lên men etylic (rượu): Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* chuyển hóa đường thành rượu etylic và CO_2 , ứng dụng trong sản xuất bia, rượu, làm nở bánh mì.
 - Lên men lactic: Vi khuẩn *Lactobacillus* chuyển hóa đường lactozơ trong sữa thành axit lactic, ứng dụng trong làm sữa chua, muối dưa chua.

II. Sinh trưởng của vi sinh vật

1. Khái niệm sinh trưởng

Sự sinh trưởng của quần thể vi sinh vật được hiểu là sự gia tăng số lượng tế bào của quần thể theo thời gian. Do kích thước rất nhỏ nên người ta không xem xét sự tăng kích thước của từng cá thể.

2. Sinh trưởng của quần thể vi khuẩn trong nuôi cấy không liên tục

Trong môi trường nuôi cấy không được bổ sung chất dinh dưỡng và không được lấy đi sản phẩm chuyển hóa (nuôi cấy theo mẻ), sự sinh trưởng của vi khuẩn diễn ra theo 4 pha đặc trưng:

1. **Pha tiềm phát (pha lag):** Vi khuẩn thích nghi với môi trường mới, tổng hợp enzyme và các chất cần thiết. Số lượng tế bào chưa tăng.
2. **Pha lũy thừa (pha log):** Vi khuẩn trao đổi chất và sinh trưởng với tốc độ lớn nhất, số lượng tế bào tăng theo cấp số nhân. Thời gian thế hệ (g) là ngắn nhất và không đổi.
 - **Công thức tính số lượng tế bào:** $N_t = N_0 \times 2^n$ (Trong đó: N_t là số tế bào sau n lần phân chia, N_0 là số tế bào ban đầu, n là số lần phân chia).
 - **Ví dụ:** Nếu $N_0 = 10^2$ tế bào và vi khuẩn E.coli có thời gian thế hệ $g = 20$ phút, sau 2 giờ (120 phút, tương đương $n=6$ lần phân chia), số tế bào sẽ là $N_t = 100 \times 2^6 = 6400$ tế bào.
3. **Pha cân bằng:** Tốc độ sinh sản bằng tốc độ chết đi. Số lượng tế bào đạt cực đại và không đổi theo thời gian. Nguyên nhân là do chất dinh dưỡng cạn kiệt,

các chất độc hại tích lũy.

4. **Pha suy vong:** Số lượng tế bào chết vượt qua số tế bào mới được tạo thành, làm số lượng tế bào trong quần thể giảm dần. Nguyên nhân là do môi trường sống ngày càng khắc nghiệt.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng của vi sinh vật

• Yếu tố hóa học:

- **Chất dinh dưỡng:** Các hợp chất hữu cơ (protein, cacbohidrat), các nguyên tố vi lượng (Zn, Mn, Mo) cần thiết cho cấu trúc và hoạt động của tế bào.
- **Oxi:** Phân loại vi sinh vật thành nhóm hiếu khí bắt buộc, kỵ khí bắt buộc, hiếu khí không bắt buộc và vi hiếu khí.
- **Độ pH:** Đa số vi khuẩn ưa pH trung tính (6.5-7.5), nấm ưa pH axit (4.5-6.0).

• Yếu tố vật lý:

- **Nhiệt độ:** Mỗi loài có một giới hạn nhiệt độ riêng. Chia thành vi sinh vật ưa lạnh (15°C), ưa ấm ($20-40^{\circ}\text{C}$), ưa nhiệt ($55-65^{\circ}\text{C}$) và ưa siêu nhiệt ($85-110^{\circ}\text{C}$). Ví dụ: Vi khuẩn gây bệnh ở người thường ưa ấm (khoảng 37°C).
- **Độ ẩm:** Hầu hết vi sinh vật cần nước để sinh trưởng. Phơi khô là một biện pháp bảo quản thực phẩm.
- **Áp suất thẩm thấu:** Nồng độ chất tan cao trong môi trường (ví dụ: nhiều đường, muối) sẽ rút nước ra khỏi tế bào vi sinh vật, ức chế sự sinh trưởng

của chúng. Đây là nguyên tắc của việc làm mứt, ngâm muối.

III. Virus và bệnh truyền nhiễm

1. Cấu trúc của virus

Virus là thực thể chưa có cấu tạo tế bào, kích thước siêu nhỏ, sống kí sinh nội bào bắt buộc.

- **Cấu trúc cơ bản:** Gồm 2 thành phần chính:

1. **Lõi axit nucleic:** Mang thông tin di truyền, là ADN (chuỗi đơn hoặc kép) hoặc ARN (chuỗi đơn hoặc kép).
2. **Vỏ capsit:** Cấu tạo từ các đơn vị protein gọi là capsome, bao bọc và bảo vệ lõi axit nucleic.

- **Vỏ ngoài (một số virus có):** Là lớp màng kép lipoprotein bao bên ngoài vỏ capsit, trên bề mặt có các gai glycoprotein giúp virus bám vào tế bào chủ. Virus không có vỏ ngoài gọi là virus trần.

- **Các dạng cấu trúc hình thái:**

- **Cấu trúc xoắn:** Capsome sắp xếp theo chiều xoắn của axit nucleic (Ví dụ: virus khảm thuốc lá, virus cúm).
- **Cấu trúc khối:** Capsome sắp xếp theo hình khối đa diện với 20 mặt tam giác đều (Ví dụ: virus Adeno gây bệnh đường hô hấp, virus bại liệt).
- **Cấu trúc hỗn hợp (phức tạp):** Kết hợp cả cấu trúc khối và xoắn (Ví dụ: Phage T4 kí sinh ở vi khuẩn E.coli, có phần đầu khối và phần đuôi xoắn).

2. Sự nhân lên của virus trong tế bào chủ (Chu trình tan)

Quá trình này gồm 5 giai đoạn:

1. **Hấp phụ:** Gai glycoprotein của virus hoặc protein bề mặt của vỏ capsit đặc hiệu bám vào thụ thể trên bề mặt tế bào chủ.
2. **Xâm nhập:**
 - Với phage: Enzim lizozim phá hủy thành tế bào, virus bơm axit nucleic vào bên trong, vỏ nằm bên ngoài.
 - Với virus động vật: Đưa cả capsit và axit nucleic vào tế bào chất, sau đó cởi bỏ vỏ.
3. **Sinh tổng hợp:** Virus sử dụng nguyên liệu và enzyme của tế bào chủ để tổng hợp axit nucleic và protein của riêng mình.
4. **Lắp ráp:** Các thành phần (axit nucleic và protein vỏ) được lắp ráp lại với nhau để tạo thành các virus hoàn chỉnh.
5. **Phóng thích:** Virus phá vỡ tế bào chủ để ồ ạt chui ra ngoài (gọi là chu trình tan). Một số virus có vỏ ngoài sẽ chui ra từ từ bằng cách nảy chồi.

3. Ứng dụng và tác hại của virus

• Tác hại:

- Gây bệnh cho người, động vật và thực vật, gây ra các đại dịch nguy hiểm.
- **Ví dụ 1:** Virus HIV gây hội chứng suy giảm miễn dịch mắc phải (AIDS) ở người.
- **Ví dụ 2:** Virus SARS-CoV-2 gây đại dịch COVID-19 trên toàn cầu.

- **Ví dụ 3:** Virus cúm gà H5N1 gây bệnh và thiệt hại kinh tế lớn cho ngành chăn nuôi.

- **Ứng dụng (Lợi ích):**

- **Trong y học:** Sản xuất vaccine (phòng bệnh bại liệt, sởi, quai bị), sản xuất interferon để điều trị các bệnh do virus.
- **Trong công nghệ di truyền:** Sử dụng virus (phage) làm vector để chuyển gen từ tế bào này sang tế bào khác.
- **Trong nông nghiệp:** Sản xuất thuốc trừ sâu sinh học, tiêu diệt côn trùng gây hại mà không ảnh hưởng đến môi trường.
- **Ví dụ 1:** Sử dụng virus Baculo để sản xuất thuốc trừ sâu diệt sâu bướm hại cây trồng.
- **Ví dụ 2:** Dùng phage làm thể truyền trong kỹ thuật tái tổ hợp gen để sản xuất insulin.

IV. Ứng dụng của vi sinh vật trong đời sống

1. Trong nông nghiệp

- **Sản xuất phân bón vi sinh:**

- Phân bón chứa vi khuẩn cố định đạm: Vi khuẩn *Rhizobium* sống cộng sinh trong nốt sần cây họ Đậu, vi khuẩn *Azotobacter* sống tự do trong đất, có khả năng chuyển N_2 tự do thành NH_3 cung cấp cho cây.

- Phân bón chứa vi sinh vật phân giải lân khó tan: Chuyển hóa lân khó tan thành dạng dễ hấp thụ cho cây.

- **Sản xuất thuốc trừ sâu sinh học:**

- Sử dụng vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* (Bt) để sản xuất thuốc trừ sâu. Protein độc do vi khuẩn này sinh ra có khả năng giết chết nhiều loại sâu hại nhưng an toàn cho người và động vật.
- **Ví dụ:** Thuốc trừ sâu Bt được dùng để diệt sâu đục thân ngô, sâu khoang hại rau cải.

2. Trong công nghiệp thực phẩm

- **Sản xuất đồ uống có cồn và làm nở bánh:** Nấm men *Saccharomyces cerevisiae* được sử dụng trong sản xuất bia, rượu vang, rượu gạo và làm nở bột mì khi làm bánh mì.
- **Chế biến sản phẩm sữa:** Vi khuẩn lactic (*Lactobacillus*, *Streptococcus*) được dùng để lên men sữa, tạo ra sữa chua, phô mai với hương vị đặc trưng.
- **Sản xuất axit amin và gia vị:** Vi khuẩn *Corynebacterium glutamicum* được sử dụng trong sản xuất mì chính (bột ngọt). Nấm mốc *Aspergillus oryzae* được dùng để làm tương, chao.
- **Ví dụ 1:** Lên men nho bằng nấm men để sản xuất rượu vang.
- **Ví dụ 2:** Muối dưa cải bằng vi khuẩn lactic để tạo vị chua và bảo quản.

3. Trong y dược

- **Sản xuất chất kháng sinh:** Nhiều loại vi sinh vật có khả năng tạo ra chất kháng sinh để ức chế các vi sinh vật khác.
 - **Ví dụ:** Nấm *Penicillium chrysogenum* sản xuất kháng sinh Penicillin; Xạ khuẩn *Streptomyces griseus* sản xuất kháng sinh Streptomycin.
- **Sản xuất vaccine, protein và enzyme:**
 - Sử dụng công nghệ tái tổ hợp gen để biến vi khuẩn E.coli hoặc nấm men thành "nhà máy" sản xuất protein người như insulin (cho người bệnh tiểu đường), hormone sinh trưởng.
 - Sản xuất vaccine thể hệ mới (vaccine tái tổ hợp) phòng bệnh viêm gan B.

4. Trong bảo vệ môi trường

- **Xử lý rác thải và nước thải:** Vi sinh vật (cả hiếu khí và kỵ khí) có khả năng phân giải các chất hữu cơ phức tạp trong rác thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp và nông nghiệp thành các chất đơn giản, ít độc hại hơn.
- **Phân hủy sinh học (Bioremediation):** Sử dụng vi sinh vật để phân hủy các chất độc hại trong môi trường.
 - **Ví dụ 1:** Sử dụng vi khuẩn thuộc chi *Pseudomonas* có khả năng phân hủy dầu mỏ để xử lý các vụ tràn dầu trên biển.
 - **Ví dụ 2:** Vi sinh vật được dùng trong các hầm biogas để phân hủy chất thải chăn nuôi, tạo ra khí metan làm chất đốt và giảm ô nhiễm.