

1. Tổng quan về Thành tế bào ở Tế bào nhân sơ

Thành tế bào là một lớp cấu trúc vững chắc, nằm ngay bên ngoài màng sinh chất của hầu hết các tế bào nhân sơ (vi khuẩn và vi khuẩn cổ). Đây là một cấu trúc quan trọng, quyết định nhiều đặc tính của vi khuẩn.

2. Chức năng của Thành tế bào

Thành tế bào thực hiện nhiều vai trò thiết yếu cho sự sống của vi khuẩn:

- **Quy định hình dạng tế bào:** Thành tế bào cứng chắc giúp duy trì hình dạng đặc trưng của tế bào (hình cầu, hình que, hình xoắn...).
- **Bảo vệ tế bào:** Tạo ra một lớp vỏ bảo vệ tế bào khỏi các tác nhân gây hại từ môi trường bên ngoài như áp lực cơ học, sự thay đổi pH.
- **Duy trì áp suất thẩm thấu:** Ngăn cản sự xâm nhập quá mức của nước vào bên trong tế bào, tránh cho tế bào bị trương phồng và vỡ ra (ly giải tế bào) trong môi trường nhược trương.
- **Tham gia vào quá trình phân bào:** Đóng vai trò là điểm tựa cho quá trình phân chia tế bào.
- **Tương tác với môi trường:** Chứa các thụ thể cho virus (phage) và mang các thành phần có tính kháng nguyên, giúp hệ miễn dịch của vật chủ nhận diện.

3. Cấu trúc hóa học của Thành tế bào vi khuẩn

Thành phần chính và đặc trưng nhất cấu tạo nên thành tế bào của vi khuẩn là **peptidoglycan** (còn gọi là murein).

Cấu trúc của Peptidoglycan

Cấu trúc: Mạng lưới polymer gồm các chuỗi polysaccharide liên kết chéo với nhau bằng các đoạn peptide ngắn.

Peptidoglycan được cấu tạo từ hai thành phần chính:

1. **Các chuỗi polysaccharide:** Gồm các đơn vị đường xen kẽ nhau là **N-acetylglucosamine (NAG)** và **N-acetylmuramic acid (NAM)**. Các đơn vị này liên kết với nhau bằng liên kết β -1,4-glycosidic.
2. **Các chuỗi peptide ngắn (Tetrapeptide):** Mỗi phân tử NAM gắn với một chuỗi gồm 4 amino acid. Các chuỗi peptide này sẽ tạo ra các cầu nối (liên kết chéo) với chuỗi peptide của một chuỗi polysaccharide khác, tạo thành một mạng lưới không gian 3 chiều vững chắc bao bọc quanh tế bào.

Ví dụ: Enzym lysozyme (có trong nước mắt, nước bọt) có khả năng cắt đứt liên kết β -1,4-glycosidic giữa NAG và NAM, làm phá hủy cấu trúc peptidoglycan và tiêu diệt vi khuẩn. Tương tự, kháng sinh Penicillin ngăn cản sự hình thành các cầu nối peptide, làm cho thành tế bào mới không được tổng hợp, khiến vi khuẩn bị tiêu diệt khi phân chia.

4. Phân loại Thành tế bào: Vi khuẩn Gram dương và Gram âm

Dựa vào sự khác biệt trong cấu trúc thành tế bào, vi khuẩn được chia thành hai nhóm chính là Gram dương (Gram-positive) và Gram âm (Gram-negative) thông qua phương pháp nhuộm Gram.

Thành tế bào vi khuẩn Gram dương (Gram-positive)

Cấu trúc: Lớp peptidoglycan rất dày, bên ngoài có các phân tử axit teichoic.

- **Lớp peptidoglycan:** Rất dày, chiếm khoảng 50-90% trọng lượng khô của thành tế bào. Cấu trúc nhiều lớp này giúp thành tế bào rất chắc chắn.
- **Axit teichoic:** Là các polymer đặc trưng chỉ có ở vi khuẩn Gram dương, tích điện âm. Chúng liên kết với peptidoglycan (wall teichoic acid) hoặc với màng sinh chất (lipoteichoic acid). Axit teichoic giúp tăng cường độ vững chắc của thành tế bào và tham gia điều hòa sự vận chuyển ion dương.

Kết quả nhuộm Gram: Bắt màu tím của thuốc nhuộm Crystal Violet. Do lớp peptidoglycan dày, phức hợp màu tím-iod không bị rửa trôi bởi cồn, giữ lại màu tím đặc trưng.

Ví dụ minh họa:

- *Staphylococcus aureus* (Tụ cầu vàng): Gây nhiễm trùng da, ngộ độc thực phẩm.
- *Streptococcus pneumoniae* (Phế cầu khuẩn): Gây viêm phổi, viêm màng não.

- *Bacillus anthracis* (Trực khuẩn than): Gây bệnh than.

Thành tế bào vi khuẩn Gram âm (Gram-negative)

Cấu trúc: Lớp peptidoglycan mỏng, bên ngoài có lớp màng ngoài phức tạp.

- **Lớp peptidoglycan:** Rất mỏng, chỉ chiếm 5-10% trọng lượng khô của thành tế bào và nằm trong một không gian gọi là khoang chu chất (periplasmic space).
- **Màng ngoài (Outer membrane):** Đây là cấu trúc đặc trưng của vi khuẩn Gram âm. Màng ngoài là một lớp màng kép lipid, có cấu trúc phức tạp:
 - Lớp trong là phospholipid.
 - Lớp ngoài là **Lipopolysaccharide (LPS)**, hay còn gọi là nội độc tố (endotoxin). LPS gây ra các phản ứng miễn dịch mạnh như sốt, sốc khi vi khuẩn chết và giải phóng ra.
 - Trên màng ngoài có các kênh protein gọi là **porin**, cho phép các phân tử nhỏ đi qua.

Kết quả nhuộm Gram: Bắt màu hồng/đỏ của thuốc nhuộm Safranin. Do lớp peptidoglycan mỏng, phức hợp màu tím-iod dễ dàng bị cồn rửa trôi. Sau đó, tế bào được nhuộm lại bằng thuốc nhuộm bổ sung (Safranin) nên có màu hồng hoặc đỏ.

Ví dụ minh họa:

- *Escherichia coli* (*E. coli*): Vi khuẩn đường ruột, một số chủng gây tiêu chảy.

- *Salmonella typhi*: Gây bệnh thương hàn.
- *Vibrio cholerae*: Gây bệnh tả.

5. Bảng so sánh Thành tế bào vi khuẩn Gram dương và Gram âm

Đặc điểm	Vi khuẩn Gram dương	Vi khuẩn Gram âm
Độ dày lớp Peptidoglycan	Dày (20-80 nm), nhiều lớp	Mỏng (2-7 nm), một vài lớp
Màng ngoài	Không có	Có
Lipopolysaccharide (LPS)	Không có	Có (là nội độc tố)
Axit teichoic	Có	Không có
Khoang chu chất	Hẹp hoặc không có	Rộng, chứa nhiều enzyme
Kết quả nhuộm Gram	Màu tím	Màu hồng/đỏ
Tính miễn cảm với Penicillin	Mẫn cảm cao	Ít miễn cảm (do có màng ngoài ngăn cản)

6. Một số trường hợp đặc biệt

- **Vi khuẩn không có thành tế bào:** Loài *Mycoplasma* không có thành tế bào. Chúng có màng sinh chất chứa sterol giúp tăng cường độ vững chắc. Do không có peptidoglycan, chúng không bị ảnh hưởng bởi các loại kháng sinh nhắm vào thành tế bào như Penicillin.
- **Vi khuẩn cổ (Archaea):** Thành tế bào của vi khuẩn cổ không chứa peptidoglycan. Thay vào đó, chúng được cấu tạo từ các chất khác như pseudopeptidoglycan, protein hoặc polysaccharide.