

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH
KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN
BỘ MÔN HÓA SINH



TÀI LIỆU GIẢNG DẠY

MÔN SINH HỌC VÀ DI TRUYỀN

GV biên soạn: Lê Thị Mộng Thường

Trà Vinh, năm 2015

Lưu hành nội bộ

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
CHƯƠNG 1: SINH HỌC TẾ BÀO	1
<i>BÀI 1: CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG TẾ BÀO</i>	1
<i>BÀI 2: SỰ VẬN CHUYỂN CÁC CHẤT QUA MÀNG TẾ BÀO</i>	25
<i>BÀI 3: SỰ HÔ HẤP</i>	31
<i>BÀI 4: SỰ QUANG HỢP</i>	36
<i>BÀI 5: SỰ VẬN ĐỘNG VÀ PHÂN CHIA TẾ BÀO</i>	44
CHƯƠNG 2: SINH HỌC PHÂN TỬ	55
<i>BÀI 1: CẤU TRÚC CỦA AXIT NUCLÊIC</i>	55
<i>BÀI 2: QUÁ TRÌNH TỰ SAO, PHIÊN MÃ, DỊCH MÃ VÀ ĐIỀU HÒA HOẠT ĐỘNG CỦA GEN</i>	61
<i>BÀI 3: ĐỘT BIẾN GEN</i>	73
<i>BÀI 4: KỸ THUẬT DI TRUYỀN</i>	81
CHƯƠNG 3: SINH HỌC PHÁT TRIỂN	88
<i>BÀI 1: CÁC HÌNH THỨC SINH SẢN PHỔ BIẾN CỦA SINH VẬT</i>	88
<i>BÀI 2: QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN CƠ THỂ ĐỘNG VẬT</i>	92
CHƯƠNG 4: DI TRUYỀN HỌC	103
<i>BÀI 1: CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU DI TRUYỀN Y HỌC</i>	103
<i>BÀI 2: DI TRUYỀN TẾ BÀO HỌC</i>	108
<i>BÀI 3: DI TRUYỀN ĐƠN GEN, ĐA GEN VÀ ĐA NHÂN TỐ</i>	121
<i>BÀI 4: DI TRUYỀN CÁC BỆNH PHÂN TỬ Ở NGƯỜI</i>	133
<i>BÀI 5: DI TRUYỀN HỌC QUẦN THỂ</i>	137
<i>BÀI 6: TƯ VẤN DI TRUYỀN</i>	144
CHƯƠNG 5: THỰC HÀNH	147
<i>BÀI 1: CÁCH SỬ DỤNG VÀ BẢO QUẢN KÍNH HIỂN VI QUANG HỌC</i>	147
<i>BÀI 2: QUAN SÁT HÌNH DẠNG VÀ CẤU TRÚC TẾ BÀO</i>	151
<i>BÀI 3: SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC VÀ CÁC CHẤT HÒA TAN QUA MÀNG TẾ BÀO</i>	153
<i>BÀI 4: QUANG HỢP- HÔ HẤP</i>	155
<i>BÀI 5: QUAN SÁT NHIỄM SẮC THỂ</i>	157
<i>BÀI 6: BÀI TẬP</i>	159
TÀI LIỆU THAM KHẢO	162

CHƯƠNG 1

SINH HỌC TẾ BÀO

BÀI 1

CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA TẾ BÀO

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- **Phân biệt tế bào tiền nhân và tế bào nhân thực.**
- **Xác định cấu trúc và chức năng của các thành phần trong tế bào.**

1. Đại cương về tế bào

1.1. Lịch sử phát hiện tế bào

Lịch sử phát hiện tế bào gần như là lịch sử phát minh ra kính hiển vi. Galileo (1564 - 1642) tình cờ khám phá ra những vật rất nhỏ khi quan sát bằng cách lật ngược đầu kính viễn vọng lại. Antoni Van Leeuwenhoek (1632 - 1723) người Hà Lan, do yêu cầu kiểm tra tơ lụa, ông mài các thấu kính để quan sát chất lượng của vải, nhờ đó quan sát được những vật li ti quanh môi trường sống và khám phá ra sự hiện diện của thế giới vi sinh vật. Robert Hooke (1635 - 1703) người Anh, lần đầu tiên mô tả các lỗ nhỏ có vách bao bọc của miếng bánh (nút bần) cắt ngang dưới kính hiển vi năm 1665 và Hooke dùng thuật ngữ tế bào (cellula có nghĩa là phòng, buồng nhỏ, vì ý nghĩa lịch sử từ này vẫn còn được dùng cho đến ngày nay) để chỉ các lỗ đó.

1.2. Thuyết tế bào

Mãi đến thế kỷ XIX khái niệm sinh vật có cấu tạo tế bào của Hooke mới được chú ý từ nhiều công trình nghiên cứu. Nhà thực vật học Matthias Jakob Schleiden (1838) và nhà động vật học Theodor Schwann (1839) người Đức đã hệ thống hóa quan điểm thành thuyết tế bào “Tất cả các sinh vật do một hay nhiều tế bào tạo thành”, hay “tế bào là đơn vị cấu tạo sống cơ bản của tất cả sinh vật”. Đến năm 1858 thuyết tế bào được Rudolph Virchow mở rộng thêm: “Tế bào do tế bào có trước sinh ra”. Quan điểm này sau đó được Louis Pasteur (1862) chứng minh. Như vậy có thể tóm tắt thuyết tế bào như sau: *Tế bào là đơn vị cấu tạo sống cơ bản của tất cả sinh vật, tế bào do tế bào có trước sinh ra.*

1.3. Hình dạng và kích thước tế bào

Hình dạng của tế bào rất thay đổi và tùy thuộc vào tính chuyên hóa của chúng (ở sinh vật đa bào một loại tế bào giữ một nhiệm vụ nào đó trong cơ thể). Từ những dạng đơn giản như hình cầu, hình trứng, hình que có thể gặp ở các sinh vật đơn bào đến những hình dạng phức tạp như các tế bào hình sao ở mô thực vật, hay các tế bào thần kinh ở động vật cấp cao... Ở các sinh vật đơn bào hình dạng có ý nghĩa quan trọng đối với đời sống của chúng. Thí dụ, vi khuẩn hình cầu có thể chịu đựng được sự khô hạn vì diện tích tiếp xúc của cơ thể với môi trường bên ngoài ít do đó giữ được nước dù môi trường sống rất khô.

Kích thước của tế bào cũng thay đổi theo loại tế bào. Nói chung, thường tế bào rất

nhỏ và phải dùng kính hiển vi mới quan sát được. Thí dụ, vi khuẩn *Dialister pneumosintes* có kích thước rất nhỏ $0,5 \times 0,5 \times 1,5\mu\text{m}$ trong khi trứng của chim đà điểu là tế bào có đường kính đến 20cm, hay tế bào thần kinh có đường kính nhỏ nhưng có thể dài đến 90 - 120cm.

Thật ra độ lớn nhỏ của tế bào không quan trọng mà tỉ lệ giữa diện tích bề mặt và thể tích tế bào mới có ảnh hưởng lớn đến đời sống của một tế bào. Tế bào lấy thức ăn, oxy từ môi trường chung quanh và thải chất cặn bã ra bên ngoài tế bào. Các vật liệu này đều phải di chuyển xuyên qua bề mặt của tế bào. Khi tế bào gia tăng kích thước, thể tích tăng gấp nhiều lần so với sự gia tăng của diện tích (ở hình cầu, thể tích tăng theo lũy thừa bậc ba trong khi diện tích tăng theo lũy thừa bậc hai). Do đó, khi tế bào càng lớn lên thì sự trao đổi qua bề mặt tế bào càng khó khăn hơn.

1.4. Phân loại tế bào

Dựa vào đặc điểm cấu trúc của tế bào có thể phân chia tế bào ra làm hai nhóm: tế bào tiền nhân (tế bào sơ hạch) và tế bào nhân thật (tế bào chân hạch).

Tế bào tiền nhân (prokaryota) là loại tế bào không có màng nhân, ADN có cấu trúc xoắn vòng kín, không có các bào quan có màng. Các tế bào này gặp ở các sinh vật thuộc giới sinh vật tiền nhân: Archaeobacteria và Eubacteria.

Tế bào nhân thật (Eukaryota) là loại tế bào có nhân với màng nhân bao quanh, và nhiều loại bào quan có màng bao. Các tế bào này gặp ở các sinh vật thuộc các giới Protista (nguyên sinh vật), Nấm, Thực vật và Động vật.

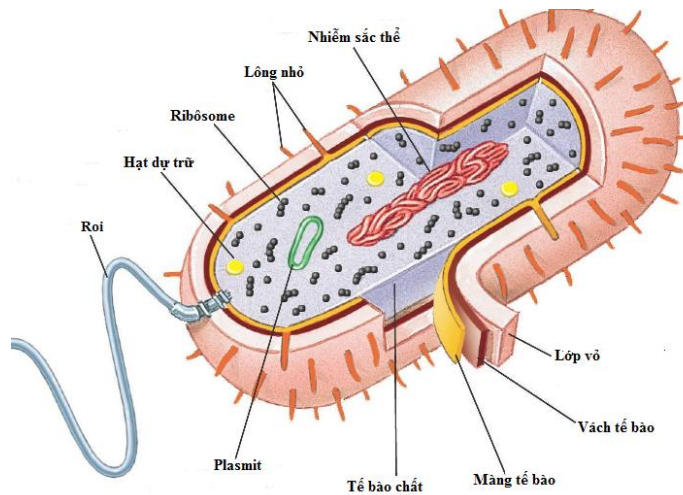
1.5. Đặc điểm chung của tế bào

Trong cơ thể, các tế bào khác nhau về chức năng, về vị trí, tuy nhiên cũng có chung nhiều đặc điểm. Người ta phân biệt hai nhóm: tế bào soma (tế bào sinh dưỡng) và tế bào sinh dục. Tất cả tế bào đều có nhân, tế bào chất, các bào quan như: ty thể, mạng lưới nội chất, bộ máy golgi, lạp thể (thực vật), lizoxom (thể hòa tan), không bào... Ngoài ra, tế bào còn có màng bao bọc bên ngoài (giới hạn các tế bào với nhau, giới hạn tế bào với môi trường) và màng bao quanh các bào quan trong tế bào (màng nhân, màng ty thể...).

Trong tế bào diễn ra các phản ứng trao đổi chất và năng lượng, các đặc tính cảm ứng, khả năng vận động, sinh trưởng, sinh sản và thích nghi với những biến đổi của môi trường xung quanh đều là kết quả của những quá trình diễn ra trong tế bào sống.

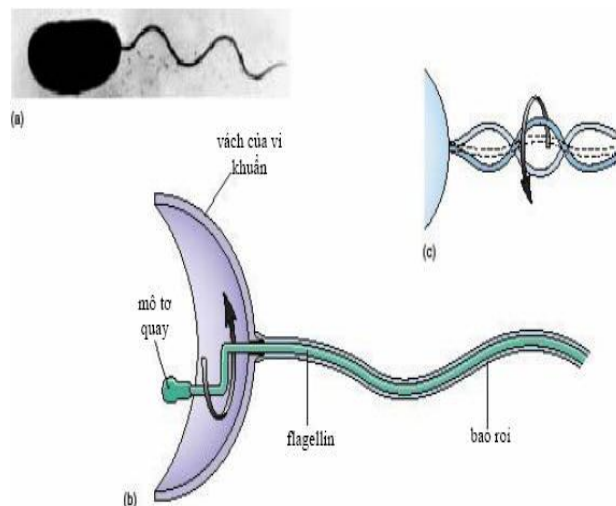
2. Tế bào tiền nhân (Prokaryota)

Trong tế bào tiền nhân không có màng nhân và cũng không có các cấu trúc có màng khác như mạng nội chất, hệ Golgi, tiêu thể, peroxisom và ty thể (các chức năng của ty thể được thực hiện ở mặt trong màng của tế bào vi khuẩn) (hình 1.1). Ở các vi khuẩn quang tổng hợp, có những phiến hay túi có chứa diệp lục tố mà không phải là các lạp có màng bao riêng biệt. Hiện nay, với kính hiển vi điện tử người ta biết rằng mỗi tế bào tiền nhân có một phân tử ADN to, mặc dù nó không liên kết chặt chẽ với prôtêin như ADN ở tế bào nhân thật, nó vẫn được xem là nhiễm sắc thể.



Hình 1.1. Cấu tạo một tế bào vi khuẩn

Tế bào vi khuẩn thường có các ADN nhỏ, độc lập được gọi là plasmid. Nhiễm sắc thể của tế bào tiền nhân và plasmid có kiến trúc vòng kín. Nhiễm sắc thể của tế bào tiền nhân có mang các gen kiểm soát các đặc điểm di truyền của tế bào và các hoạt động thông thường của nó. Sự tổng hợp prôtêin được thực hiện trên thể ribô, một bào quan quan trọng trong tế bào chất ở cả tế bào tiền nhân và nhân thật. Một số tế bào vi khuẩn có tơ mà quen gọi là roi (chiên mao). Những roi này không có vi ống và cấu trúc cũng như sự cử động hoàn toàn khác roi của tế bào nhân thật. Roi của vi khuẩn chỉ được cấu tạo bởi một loại protein có tên là flagellin xếp theo đường xoắn. Sự cử động của vi khuẩn là do sự quay tròn của các sợi protein này và đẩy tế bào đi tới, sự đổi hướng di chuyển là nhờ sự đảo ngược chiều quay một cách tạm thời của các sợi protein của roi (hình 1.2).



Hình 1.2 Chuyển động roi của vi khuẩn
a) Ảnh chụp loài *Vibrio chlorae*; b) Chi tiết của roi ở *Vibrio*; c) Kiểu xoay tròn của roi ở *Vibrio*

Vách tế bào của hầu hết vi khuẩn được cấu tạo bởi murein gồm một đường đa liên kết với các nhánh acidamin. Do phản ứng nhuộm màu violet (tím) mà phân biệt được 2 loại vi khuẩn: Gram dương hấp thụ và giữ lại màu; Gram âm không nhuộm màu. Vách tế bào của

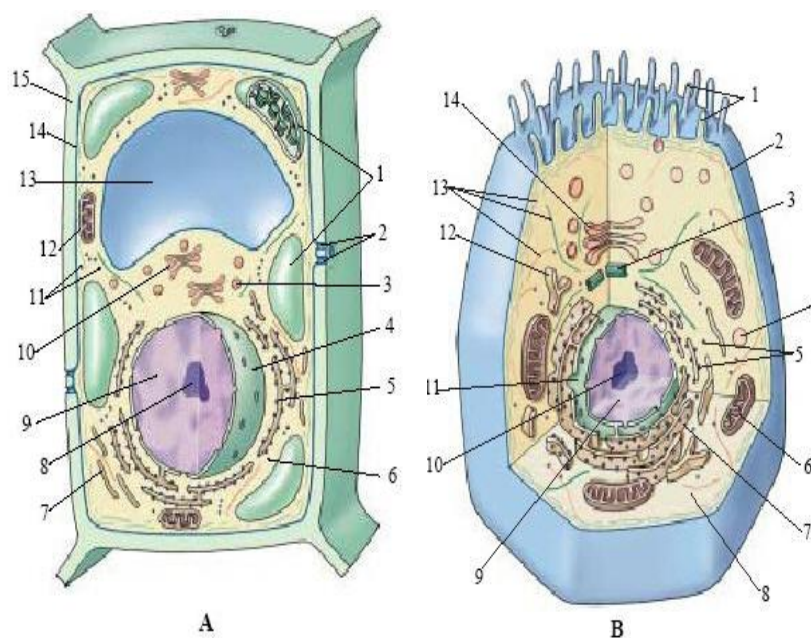
các vi khuẩn Gram dương như *Streptococcus* rất dày với peptidoglucan. Vách của tế bào Gram âm như *Escherichia coli* gồm 3 lớp: màng tế bào trong cùng, peptidoglucan và lớp dày ngoài cùng với lipoprotein và lipopolysaccharid tạo phức hợp lipid polysaccharid.

Dưới vách tế bào là màng sinh chất bao bọc tế bào chất. Mesosome là cấu trúc do màng tế bào xếp thành nhiều nếp nhăn cuộn lõm sâu vào khối tế bào chất. Có lẽ đây là nơi gắn ADN vào màng. Trong nguyên sinh chất có vùng tương tự nhân gọi là nucleoid. Bộ gen chứa một phân tử ADN lớn, vòng tròn, trơn (nghĩa là không gắn thêm protein). Sợi ADN của tế bào prokaryota cũng mang bộ gen xếp theo đường thẳng, các gen này xác định các đặc tính di truyền của tế bào và các hoạt tính thông thường nên cũng được gọi là nhiễm sắc thể của tế bào prokaryota.

Các riboxom nằm rải rác trong tế bào chất chúng sẽ gắn lên mRNA để tổng hợp protein. Phần lớn vi khuẩn quang hợp chứa Chlorophyll gắn với màng hay các phiến mỏng (lamellae). Một số vi khuẩn có các cấu trúc lông nhỏ gọi là tiêm mao (flagella) dùng để bơi.

Phần lớn vi khuẩn ở dạng đơn bào, một vài loài có dạng tập đoàn đặc trưng cho từng loài. Sinh sản của vi khuẩn chủ yếu là sinh sản vô tính (phân đôi), sinh sản hữu tính (tiếp hợp) gặp ở một số ít loài.

3. Tế bào nhân thật (Eukaryota)



Hình 1.3. Cấu tạo tế bào thực vật (A) và tế bào động vật (B)

A. 1. Lục lạp, 2. Sợi liên bào, 3. Thể lyso, 4. Màng nhân, 5. Lưới nội chất hạt, 6. tế bào chất, 7. Lưới nội chất trơn, 8. Hạch nhân, 9. Nhân, 10. Bộ máy golgi, 11. Thể ribô, 12. Ty thể, 13. Không bào, 14. Màng tế bào, 15. Vách tế bào.

B. 1. Vi thể, 2. Màng tế bào, 3. Trung thể, 4. Thể lyso, 5. Thể ribô, 6. Ty thể, 7. Lưới nội chất hạt, 8. Tế bào chất, 9. Nhân, 10. Hạch nhân, 11. Màng nhân, 12. Lưới nội chất trơn, 13. Xương tế bào chất, 14. Bộ máy golgi.

Tế bào được một màng bao bọc gọi là màng tế bào, bên trong màng là chất nguyên sinh (protoplasm), gồm tế bào chất (cytoplasm), nhân và các bào quan (organelle) khác. Cấu trúc tế bào của cơ thể động vật và thực vật có khác nhau (hình 1.3).

3.1. Màng tế bào

3.1.1 Cấu trúc màng tế bào

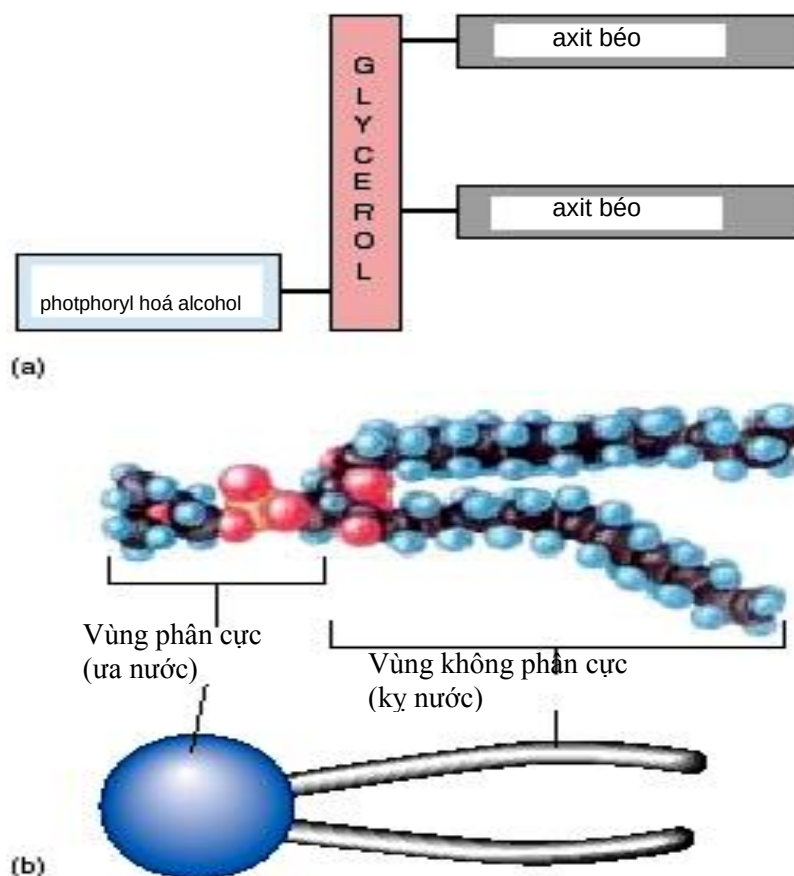
Màng tế bào và hệ thống màng nội bào (màng lưới nội chất, màng hệ Golgi, màng ty thể, màng Lạp thể, màng nhân,...) đều có bản chất là màng sinh chất.

3.1.1.1. Thành phần hóa học của màng

Thành phần cấu tạo chính của màng tế bào là lipid và protein, carbohydrat có mặt với một tỉ lệ rất ít.

***Lipid trong màng tế bào** gồm phospholipid và cholesterol

Phospholipid : màng tế bào được cấu tạo bởi phần lớn là phospholipid. Khung của phospholipid là phân tử 3 cacbon-glycerol, có hai mạch axit béo gắn vào khung ở 2 cacbon chúng không phân cực (không tạo liên kết hiđrô với nước), gắn vào vị trí thứ 3 là rượu hữu cơ phân cực mạnh (hình 1.4). Do rượu được gắn bằng nhóm phosphate nên gọi là phân tử phospholipids. Một đầu của phân tử phospholipids không phân cực trong khi đầu kia phân cực mạnh.

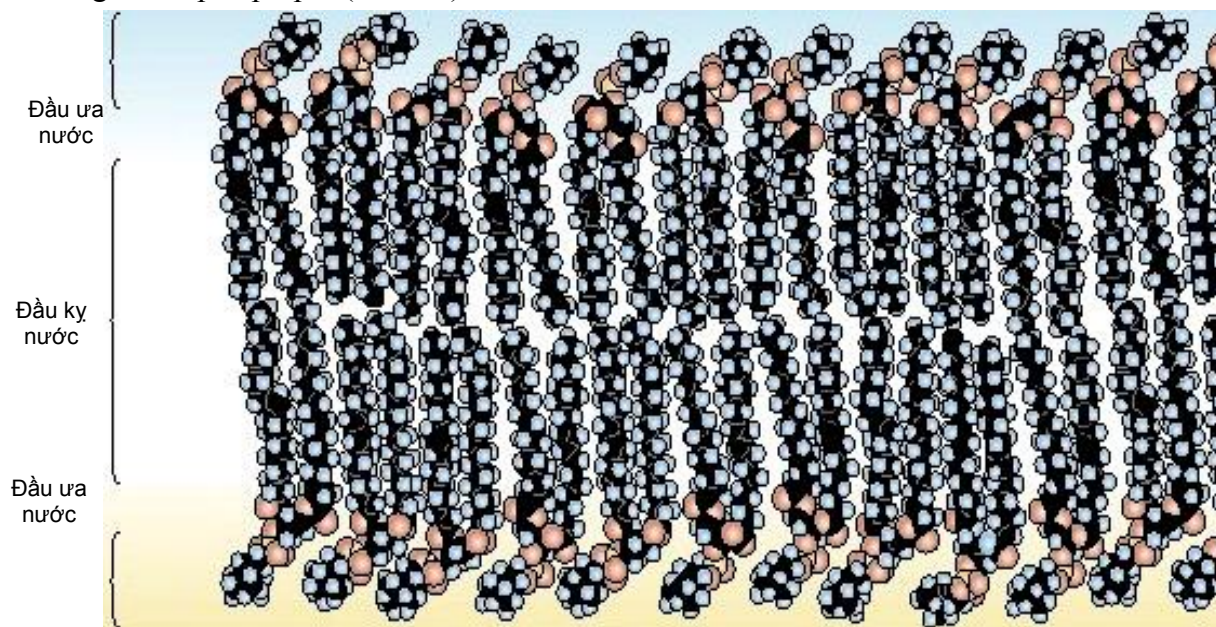


Hình 1.4: Cấu trúc phospholipid

a. Một phospholipid trong phức chất

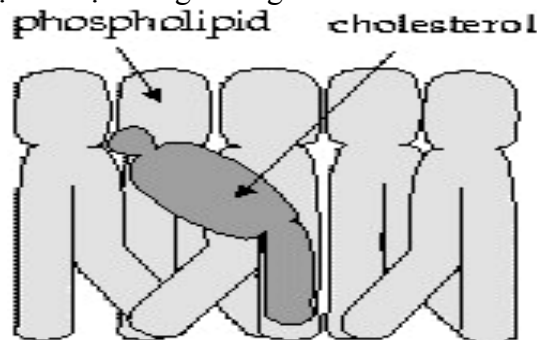
b. Cấu trúc của vùng phân cực và vùng không phân cực

Khi cho một nhóm các phân tử phospholipid vào nước thì các đuôi dài không phân cực của phân tử phospholipid bị phân tử nước bao quanh chúng đẩy ra, đồng thời các phân tử nước luôn lách, tìm kiếm các phân tử khác để tạo các liên kết H. Phân tử nước luôn có khuynh hướng hình thành cực đại số liên kết H, trong khi đó các mạch dài không phân cực (không thể tạo các liên kết H) cản trở lối đi của phân tử nước. Muốn thắng thế, các phân tử nước đẩy các đuôi dài không phân cực của các phân tử lipid lại với nhau, mở ra lối đi đến đầu phân cực của phospholipid và chúng kết hợp để tạo ra các liên kết H mạnh. Kết quả là mỗi phân tử phospholipid định hướng sao cho đầu phân cực quay vào nước, còn đuôi không phân cực quay ra khỏi nước, hình thành nên hai lớp có đầu hướng vào nhau không tiếp xúc với nước gọi là lớp kép lipid (hình 1.5).



Hình 1.5. Cấu tạo lớp phospholipid kép trên màng tế bào

Cholesterol có tác dụng ngăn cách hai phân tử phospholipid, nếu không các đuôi phospholipid sẽ dính vào nhau gây tình trạng bất động, hậu quả là sẽ làm cho màng ít linh động và trở nên cứng rắn (hình 1.6). Hàm lượng cholesterol thay đổi rất lớn theo loại tế bào, màng của nhiều loại tế bào chứa số phân tử cholesterol gần như bằng số phân tử phospholipid, trong khi một số loại màng khác gần như hoàn toàn không có cholesterol.



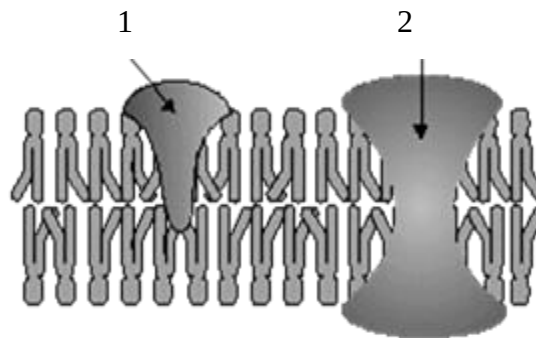
Hình 1.6. Cấu trúc phospholipid và cholesterol trên màng tế bào

* Protein trong màng tế bào

Trung bình protein chiếm 50% trọng lượng các phân tử cấu tạo màng. Do phân tử lipid nhỏ hơn phân tử protein nên nếu protein chiếm 50% trọng lượng thì số phân tử lipid nhiều gấp 50 lần số phân tử protein. Tuy nhiên, protein ở màng myelin của tế bào thần kinh chỉ chiếm khoảng 25% hay có thể lên đến 75% ở màng trong của ty thể và lục lạp. Trong màng tế bào có chứa hai loại protein, được phân biệt tùy theo cách sắp xếp của chúng trong màng.

Protein ngoại vi : Protein gắn vào đầu phân cực của phân tử phospholipid, do đó có thể thay đổi vị trí và có thể bị lấy mất đi do một tác nhân nào đó (như các chất có chứa nhiều muối). Chiều dày của màng tùy thuộc sự hiện diện vào các protein này, màng sinh chất dày nhất 9nm, màng của mạng nội chất mỏng nhất 6nm. Ngoài ra, sự có mặt của các protein ngoại vi này làm cho cấu trúc màng có tính bất xứng

Protein hội nhập: Protein hội nhập có thể có vài kiểu sắp xếp: protein có thể chỉ tương tác với vùng kỵ nước của các phospholipid, một số protein hội nhập có thể xuyên qua màng được gọi là protein xuyên màng. Trong cách sắp xếp, protein với các acid amin ưa nước được đưa ra ngoài, nơi có thể tiếp xúc với nước (đầu phân cực hay acid amin có gốc R có điện tích dương), ngược lại những acid amin kỵ nước (không phân cực) được chôn trong màng đôi lipid (hình 1.7). Vị trí của những acid amin ưa nước và kỵ nước của protein sẽ giúp cho protein hội nhập một phần vào màng hay xuyên màng. Protein hội nhập chỉ được tách ra khi làm vỡ màng và sau đó xử lý bằng các chất tẩy.



Hình 1.7. Protein ngoại vi (1); protein hội nhập (2)

* Carbohydrat

Các carbohydrat thường gắn vào các protein ngoại vi tạo ra glycoprotein hay gắn vào các phân tử phospholipid màng tạo ra glycolipid và thường chỉ chiếm 2 - 10% thành phần cấu tạo. Carbohydrat không có trên màng ở phía tế bào chất, các phân tử carbohydrat này tạo ra glycocalyx, lớp vỏ bao ngoài tế bào (cell coat). Carbohydrat hiện diện ở bên trong của các bào quan trong tế bào (ở trong lumen).

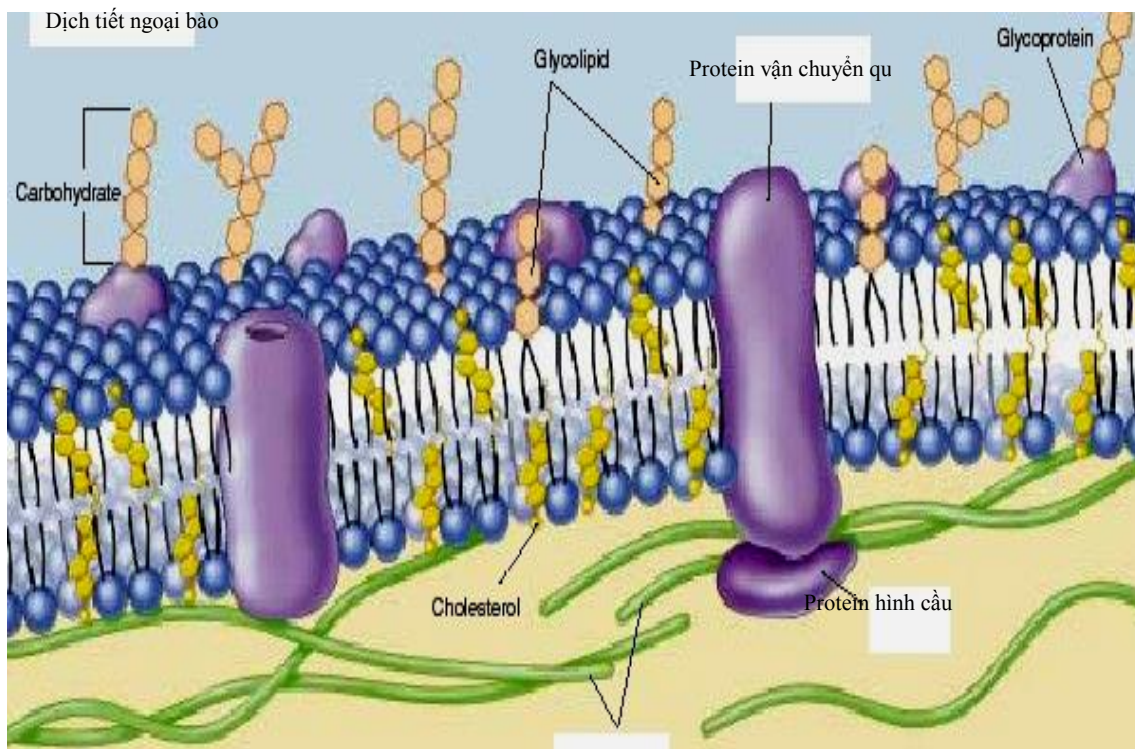
3.1.1.2. Mô hình cấu trúc dòng khảm của màng

Khoảng 1930 J. F. Danielli và H. Davson, đưa ra mô hình cấu trúc màng gồm màng với hai lớp phospholipid với đầu ưa nước (phân cực) đưa ra hai bề mặt của màng và các đuôi kỵ nước, (không phân cực) chôn bên trong tránh nước. Cấu trúc dựa trên sự tương tác giữa tính

ky nước và ưa nước làm cho màng rất bền vững và đàn hồi. Cấu trúc này tương tự như khi trộn các phân tử phospholipid với nước, các phân tử phospholipid sẽ sắp xếp lại tạo ra các khối rỗng giống như thể lipo gồm hai lớp phospholipid. Mặc dù mô hình trên giải thích được tính bền vững, linh động của màng và đặc biệt là cho các chất lipid đi qua lại màng một cách dễ dàng nhưng mô hình trên không giải thích được tính thẩm chọn lọc của màng đối với một số ion và một số hợp chất hữu cơ. Sau đó hai ông đề nghị thêm là cả hai mặt của màng được bao bọc bởi protein, mang điện tích, các phân tử protein viên quanh các lỗ, giúp cho những phân tử nhỏ và một số ion xuyên qua được. Nhiều bằng chứng cho thấy mô hình này hiện nay không còn đúng nữa.

Vào năm 1972 S. J. Singer và G. L. Nicolson đưa ra mô hình dòng khảm, một giả thuyết hiện nay được mọi nơi chấp nhận. Mô hình này là sự hợp nhất của mô hình màng của Danielli - Davson. Tuy nhiên, trong mô hình dòng khảm sự sắp xếp của protein rất khác biệt. Thay vì protein phủ hai bên màng, có những phân tử protein chuyên biệt gắn vào màng, đảm nhận các chức năng đặc biệt. Hai lớp lipid trong đó phần lớn là phospholipid tạo ra phần chính liên tục của màng, ở màng của sinh vật bậc cao có thêm cholesterol. Protein với nhiều kiểu sắp xếp khác nhau: một số được gọi là protein ngoại vi nằm trên bề mặt của màng, nối với các lipid bằng cầu nối cộng hóa trị, một số khác được gọi là protein hội nhập, gắn một phần hay toàn phần vào màng lipid, một số khác xuyên màng (hình 1.8).

Tính linh động của màng là do các phân tử lipid có thể di chuyển qua lại, tính khảm để chỉ sự sắp xếp của các phân tử protein trên màng hay xuyên màng.



Hình 1.8. Mô hình cấu trúc dòng khảm của màng tế bào theo Singer và Nicolson

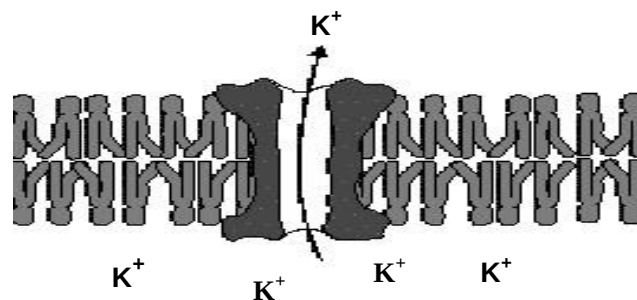
3.1.1.3. Kênh trên màng tế bào

Như đã biết, màng tế bào do chính phospholipid của tế bào tạo ra. Màng tuy linh động nhưng là màng chắn hiệu quả giữa bên trong và bên ngoài tế bào. Thành phần lipid trong màng rất cao, điều đó giải thích được tại sao những phân tử hòa tan trong lipid có thể khuếch tán vào ra dễ dàng, nhưng đối với một số chất không hòa tan trong lipid phải tùy thuộc vào các protein trên màng đôi lipid. Nhờ vào các protein trên màng một số chất có thể đi qua màng một cách dễ dàng ngược lại với gradient nồng độ của nó.

Màng có tính chọn lọc rất cao. Tính chọn lọc này trên từng phần của tế bào là do các tác nhân tải (hay chất vận chuyển) là những protein hoạt động như enzym. Bây giờ người ta biết được những yếu tố vận chuyển, kiểm soát sự qua lại của các phân tử qua màng là những kênh và những bơm chuyên biệt. Mỗi loại kênh hay bơm tùy thuộc vào protein màng cho một số chất đặc biệt xuyên qua nên được gọi chung là permeaz.

* Kênh khuếch tán

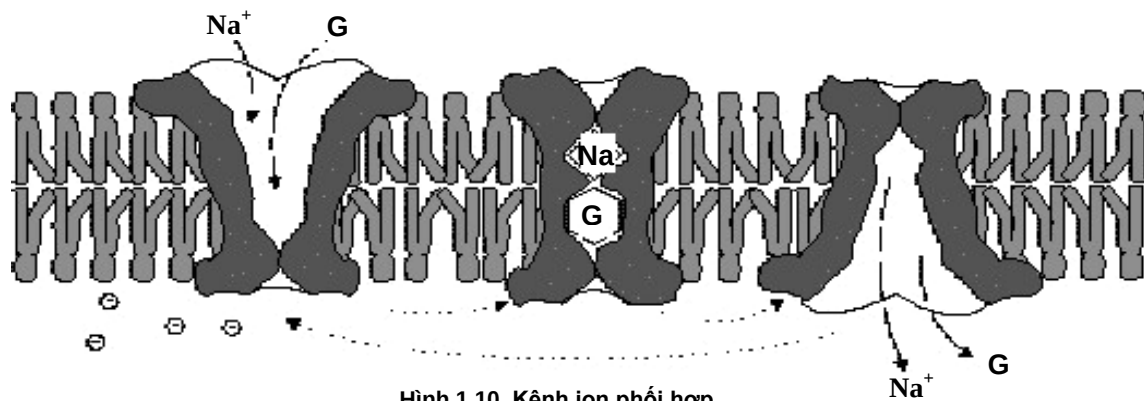
Là kiểu kênh đơn giản nhất trong sự vận chuyển thụ động nhờ tính thấm đặc biệt cao của màng tế bào: chúng cho một số chất đặc biệt đi qua từ nơi có nồng độ cao đến nơi có nồng độ thấp hơn. Thí dụ kênh protein này cho ion K^+ , được tích lũy trong hầu hết tế bào và có điện tích nên không thể hòa tan trong màng phospholipid, nhưng kênh đặc biệt dành cho ion K^+ cho phép chúng đi qua một cách từ từ với nồng độ kiểm soát được. Nếu không có sự đi ra này nồng độ ion K^+ bên trong tế bào sẽ trở nên rất cao làm ảnh hưởng đến các chức năng của tế bào (hình 1.9).



Hình 1.9. Kênh khuếch tán

* Kênh ion phối hợp

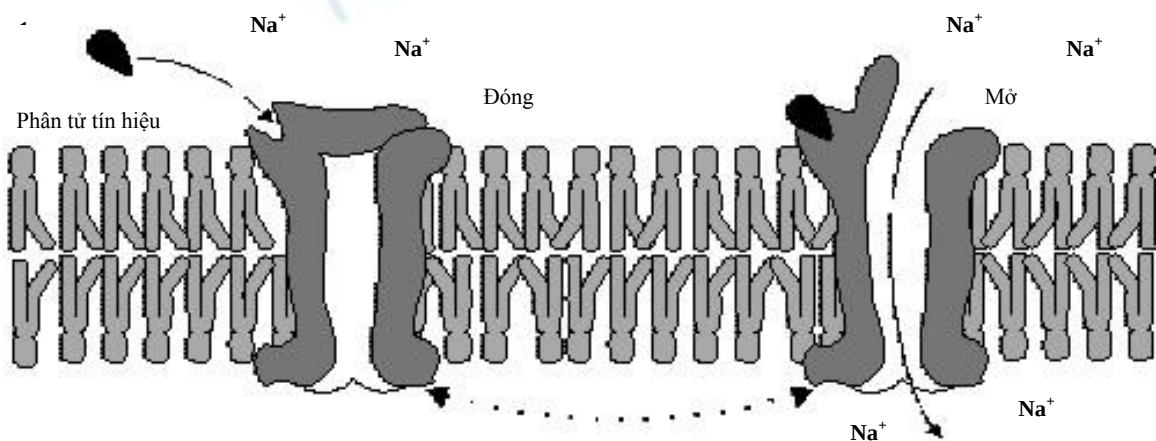
Là kiểu kênh phức tạp hơn cho hai chất qua cùng chiều. Thí dụ, ion Na^+ bên ngoài tế bào cao hơn 11 lần nên Na^+ phải có glucôz đi kèm mới xuyên qua kênh thích hợp trên màng để vào được bên trong tế bào. Cả hai phải gắn vào phía ngoài kênh trước khi kênh được mở ra. Khi ion Na^+ gắn vào kênh, có thể gây ra một cảm ứng gì đó làm cho glucôz cũng gắn được vào kênh. Sự gắn glucôz có thể gây ra một hậu quả khác, có thể làm đóng kênh ở phía ngoài màng và mở kênh ra ở phía trong màng. Sự thay đổi này, có thể làm cho kênh mất ái lực đối với glucôz và giải phóng glucôz cũng như ion Na^+ vào bên trong tế bào. Mất ion Na^+ và glucôz làm kênh mở lại ở phía ngoài màng (hình 1.10).



Hình 1.10. Kênh ion phối hợp

* Kênh có cổng

Một kiểu kiểm soát sự di chuyển vật chất qua màng là nhờ một cổng ngang qua kênh. Khi một phân tử tín hiệu, một hormon hay một chất truyền tải mang thông tin từ một tế bào thần kinh này sang một tế bào thần kinh khác, gắn vào một thụ thể (receptor) là một protein xuyên màng, lúc đó có sự thay đổi cấu trúc. Sự thay đổi này làm cho cổng mở ra và tín hiệu thứ hai, thường là một ion như ion Na^+ hay Ca^{++} , có thể đi qua mang thông tin vào trong tế bào (hình 1.11)



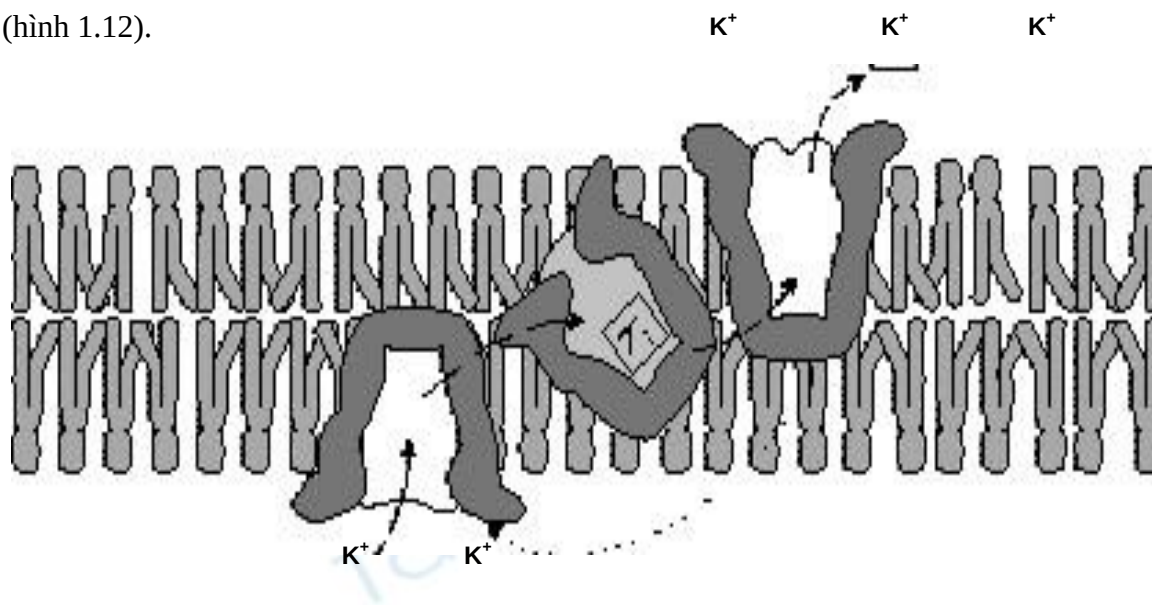
Hình 1.11. Kênh có cổng

* Kênh tải cơ động

Một kiểu permeaz khác hoạt động như một chất tải cơ động, tải từng phân tử một. Chưa có một thí dụ chắc chắn nào về kiểu permeaz này. Nhưng valinomycin hoạt động y như một chất tải cơ động. Valinomycin là một đa phân dạng vòng với đầu kỵ nước ở ngoài và đầu phân cực ở trong, với 6 nguyên tử oxy xếp thành hàng có thể giữ một ion K^+ .

Phức hợp hoạt động như một quả lắc qua lại mang ion K^+ ở cả hai hướng. Sự vận chuyển ion K^+ dựa trên khuynh độ hóa điện: Valinomycin thường lấy ion K^+ trong tế bào và phóng thích ra ngoài một cách đơn giản, vì ion này trong tế bào nhiều hơn ở ngoài. Valinomycin không phải là một protein, vì một đơn vị trong chuỗi peptid của nó không phải là acid amin. Đây là một chất kháng sinh do một số vi khuẩn tiết ra để gây độc cho những vi sinh vật xung quanh bằng cách làm thay đổi tính thấm chọn lọc của màng tế bào của các vi

khủng này. Có một vài bằng chứng chứng tỏ có chất tải cơ động trên một màng bình thường, nhưng hiện nay vấn đề vẫn còn nhiều nghi vấn. thay đổi tính thấm chọn lọc của màng tế bào của các vi khuẩn này. Có một vài bằng chứng chứng tỏ có chất tải cơ động trên một màng bình thường như các protein tải hoạt động trong các quá trình quang hợp và hô hấp của tế bào (hình 1.12).



Hình 1.12. Kênh tải cơ động

3.1.1.4. Bơm Na - K

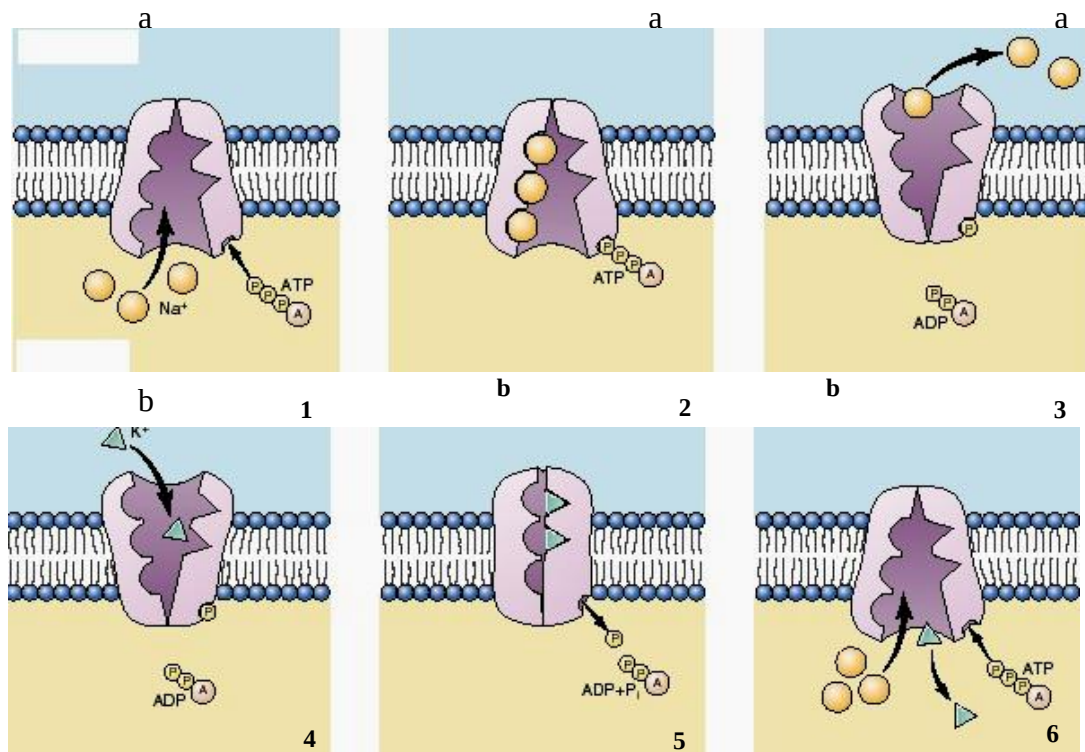
Một kiểu permeaz khác được gọi là bơm, sử dụng năng lượng của tế bào để đưa các chất đi ngược gradient nồng độ.

Trong kiểu vận chuyển này, bơm sử dụng năng lượng từ trong tế bào và giúp vận chuyển các chất ngược chiều gradient của nó. Trong trường hợp này, ba ion Na^+ được đổi với hai ion K^+ , cả hai loại ion này đều có nồng độ cao nơi chúng sẽ được chuyển đến.

Trong mô hình: Hai ion K^+ được giải phóng trong chu kỳ trước đó tiếp theo là sự gắn vào của ba ion Na^+ và nguồn năng lượng ATP từ trong tế bào. Hậu quả cấu trúc protein kênh thay đổi, mở phía ngoài, giảm ái lực đối với ion Na^+ và giải phóng ion Na^+ ; đồng thời gia tăng ái lực đối với K^+ . Sự gắn của ion K^+ làm kênh mở ra ở phía trong, gia tăng ái lực đối với ion Na^+ và giảm ái lực đối với ion K^+ và chu trình bắt đầu trở lại. Kết quả là đưa điện tích dương ra phía ngoài màng và bên trong màng trở nên âm với bên ngoài. Điện thế và thẩm thấu sinh ra bởi bơm Na - K sau cùng có thể phối hợp để vận chuyển glucos.

Giải thích như sau: Kênh protein được biết như là một bơm Na (vận chuyển ion Na^+) và bơm K (vận chuyển ion K^+) qua màng tế bào. Mỗi một lần bơm có 3 ion Na^+ chuyển ra khỏi tế bào thì có 2 ion K^+ chuyển vào tế bào. Năng lượng cung cấp cho quá trình bơm là ATP. Quá trình này gồm 6 bước: 1) Protein màng gắn ion Na^+ trong tế bào; 2) ATP phosphoryl hoá protein với ion Na^+ ; 3) Phosphoryl hoá hoàn thành và giải phóng ion Na^+ ; 4) Ion K^+ ngoài màng tế bào gắn vào vị trí; 5) Sự gắn do quá trình phản phosphoryl protein; 6) Phản

phosphoryl hoá kết thúc và giải phóng ion K^+ vào trong màng tế bào (hình 1.13).



Hình 1.13. Bơm Na - K (a. ngoài màng tế bào; b. trong màng tế bào)

3.1.2. Chức năng chung của màng tế bào

Bao bọc tế bào, ranh giới giữa tế bào và môi trường.

Là hàng rào cho phép nước và vật chất qua lại màng theo hai cơ chế thụ động và cơ chế chủ động.

Truyền đạt thông tin bằng các tín hiệu hóa học và vật lý học.

Xử lý thông tin: nhận diện tế bào quen, lạ, kẻ thù, kích thích hoặc ức chế tiếp xúc giữa các tế bào, tế bào với cơ chất.

Làm giá thể cho các enzym xúc tác các phản ứng sinh học các loại trên màng.

Cố định các chất độc, dược liệu, virus, đề kháng bằng các cấu trúc trên màng.

3.2. Tế bào chất

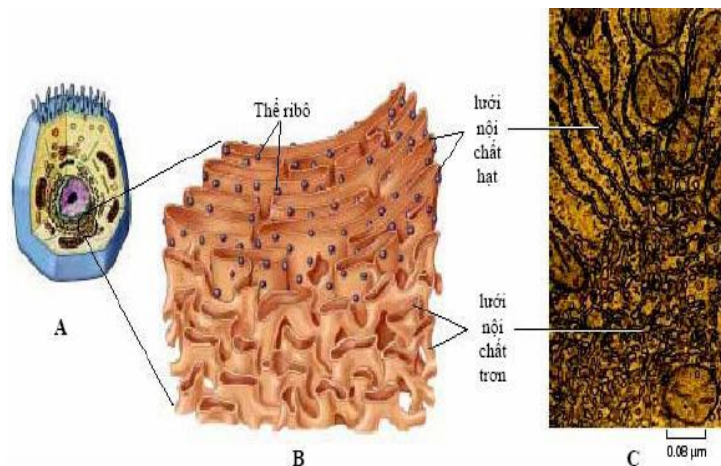
Tế bào chất là tất cả các phần thuộc tế bào, được giới hạn phía trong bởi màng nhân, ở phía bên ngoài bởi màng tế bào. Tế bào chất gồm các thành phần: bào quan, dịch tế bào chất và khung xương tế bào.

3.2.1. Các bào quan

3.2.1.1. Mạng nội chất (Endoplasmic Reticulum: ER)

Được phát hiện vào năm 1945 nhờ kính hiển vi tương phản pha (phase-contrast microscope), ở tất cả tế bào nhân thật. Kính hiển vi điện tử cho thấy mạng nội chất nối liền với màng ngoài của nhân ở một số vị trí. Mạng nội chất giống như một hệ thống ống và túi, tròn hay dẹp, thông thương với nhau và có màng bao quanh (cisternae). Khoảng giữa hai màng của túi, ống được gọi là khoang (lumen). Ở hầu hết tế bào, mặt ngoài của mạng nội chất có các thể ribô gắn vào, khi đó nó được gọi là mạng nội chất hạt (RER), nơi không có các thể

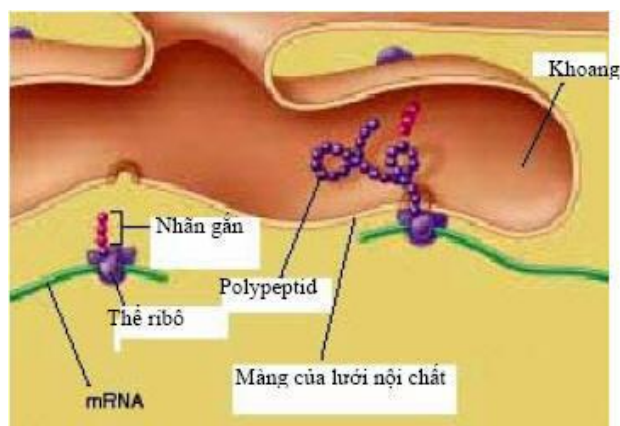
ribô được gọi là mạng nội chất trơn (SER) (hình 1.14).



Hình 1.14. mạng nội chất của tế bào động vật

A. Tế bào động vật; B. Lưới nội chất nhìn tổng quát; C. cấu tạo chi tiết

Khoang (lumen) của mạng nội chất liên hệ trực tiếp với vùng ngoại vi của màng nhân. Do đó, những kênh trên mạng nội chất có thể là con đường để vận chuyển vật chất giữa nhân và những phần khác của tế bào chất, tạo ra một hệ thống thông tin giữa nhân là trung tâm điều khiển và phần còn lại của tế bào. Hầu hết protein liên kết với màng hay được vận chuyển bởi mạng nội chất được tổng hợp bởi thể ribô của mạng nội chất hạt. Protein tổng hợp từ các thể ribô tự do trong tế bào chất sẽ thực hiện chức năng trong dịch tế bào chất. Ngoài nhiệm vụ là đường vận chuyển bên trong tế bào, màng của mạng nội chất là nơi chứa các protein và các protein này có cả hai chức năng, vừa là thành phần cấu trúc vừa là enzym xúc tác các phản ứng hóa học. Hiện nay, có nhiều bằng chứng cho thấy rằng ít nhất là một số protein cấu tạo mạng nội chất hoạt động như enzym; một số của những enzym này được gắn thêm một đường đa mạch ngắn. Đường này có nhiệm vụ như một cái nhãn đưa thư (mailing label) để đưa protein đến đúng nơi nhận trong tế bào (hình 1.15).



Hình 1.15. Sự gắn nhãn trên mạng nội chất

Trong hình 1.15 một chuỗi gồm 14 phân tử đường gắn vào phân tử protein trên mạng nội chất hạt có chức năng như một cái nhãn, protein nào không có nhãn thì sẽ ở lại mạng nội

chất.

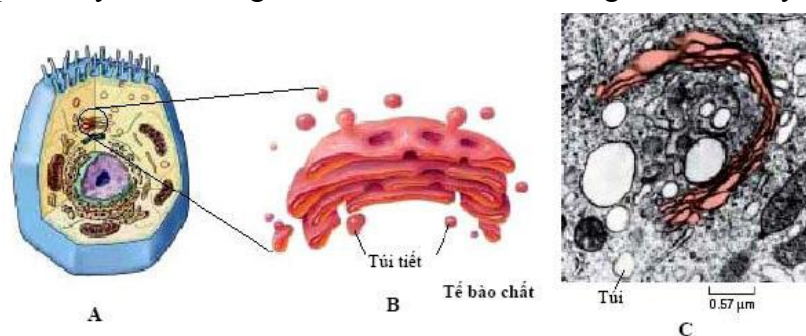
Màng nội chất còn có nhiệm vụ như một xưởng chế tạo, các enzym của chúng xúc tác sự tổng hợp các phospholipid và cholesterol được dùng để tạo ra màng mới hay các protein màng được tổng hợp bởi thể ribô trên mạng nội chất là thành phần của màng lipid mới.

Vùng trơn đặc biệt gia tăng ở các tế bào có nhiệm vụ tổng hợp lipid. Ở tinh hoàn, lưới nội chất trơn tổng hợp hormon steroid từ cholesterol. Ở tế bào gan của động vật có xương sống, protein màng của vùng trơn có vai trò quyết định trong sự thải chất độc được phẩm như thuốc giảm đau, thuốc kích thích (camphetamin, morphin và codein). Ngoài ra lưới nội chất trơn ở tế bào cơ có một chức năng đặc biệt liên quan tới sự co duỗi cơ. Màng của cơ có protein enzyme có tên là Ca^{++} ATPase, còn gọi là cái bơm Ca^{++} . Khi bơm này bơm Ca^{++} vào lưới nội chất trơn thì cơ duỗi ngược lại khi bơm bơm Ca^{++} vào tế bào chất thì cơ co.

3.2.1.2. Hệ Golgi

Camillo Golgi là người đầu tiên mô tả vào năm 1898, hệ golgi gồm một hệ thống túi dẹp có màng bao và xếp gần như song song nhau. Mặt phía gần nhân được gọi là mặt cis, phía đối diện là mặt trans. Các túi chuyên chở chứa bên trong lipid và protein mới được tổng hợp, được tách ra từ màng của mạng nội chất hòa vào các túi dẹp của hệ Golgi ở mặt cis. Các chất này vào trong hệ Golgi được biến đổi, sắp xếp lại hình thành các túi mới được tách ra từ mặt trans sau đó vận chuyển các phân tử đến các bào quan khác và màng sinh chất. Hệ Golgi đặc biệt to ở những tế bào tiết như tế bào tụy tạng tiết ra insulin hay tế bào ruột non tiết ra chất nhầy.

Hiện nay, người ta biết vai trò của hệ Golgi là tồn trữ, biến đổi (cô đặc lại) và bọc các sản phẩm tiết lại. Mặc dù sự tổng hợp protein không xảy ra ở hệ Golgi, nhưng những đườngđã được tổng hợp tại đây từ các đường đơn sẽ được gắn vào lipid hay protein để tạo ra glycolipid hay glycoprotein. Các túi được tách ra từ hệ Golgi có vai trò quan trọng làm tăng bề mặt của màng tế bào. Khi túi được chuyển đến bề mặt của màng sinh chất, chúng sẽ được gắn vào màng này, sau đó vỡ ra và phóng thích chất ra bên ngoài tế bào trong quá trình ngoại xuất bào, một phần hay tất cả màng của túi được hòa vào màng sinh chất hay trở về hệ Golgi.



Hình 1.16. Thể Golgi của tế bào động vật:

A. Tế bào động vật; B. Cấu tạo tổng quát hệ Golgi; C. Cấu tạo chi tiết hệ Golgi

Các kết quả nghiên cứu cho thấy có sự liên quan giữa những phần khác nhau của tổng thể

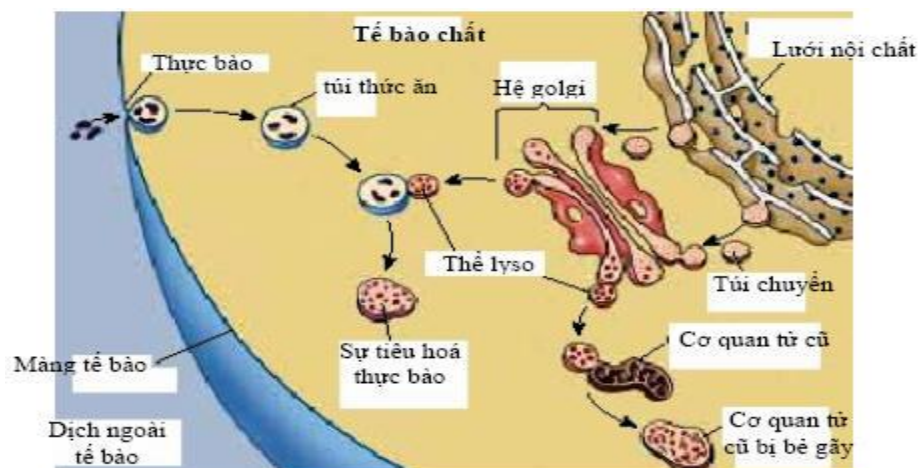
hệ thống màng trong tế bào. Một phân tử cấu trúc màng có nguồn gốc từ vùng hạt của mạng nội chất được chuyển đến vùng trơn, sau đó đi đến hệ Golgi trong các túi chuyên chở và cuối cùng đến màng sinh chất, từ đây chúng có thể trở về hệ Golgi hay một số bào quan khác chỉ là một túi rỗng. Như vậy màng phospholipid luôn được đổi mới. ngoài ra bộ Golgi còn tạo nên thể đầu (acrosome) của tinh trùng (hình 1.16).

3.2.1.3. Tiêu thể (lysosome)

Là những túi dự trữ các enzym tiêu hóa có khả năng thủy phân các đại phân tử trong tế bào. Một tế bào có nhiều tiêu thể kích thước không bằng nhau, nằm rải rác trong tế bào chất. Tiêu thể là một thể có màng bao bọc, là màng không thấm. Nếu màng của tiêu thể bị vỡ ra, các enzym được phóng thích vào trong tế bào chất và lập tức các đại phân tử trong tế bào sẽ bị phân giải vì vậy tiêu thể hoạt động như một hệ thống tiêu hóa của tế bào, có khả năng tiêu hóa các vật liệu có kích thước lớn được mang vào tế bào do sự nội nhập bào. Enzym tiêu hóa được tổng hợp ở vùng hạt của mạng nội chất, được bọc lại ở vùng trơn trong các túi chuyên chở và được chuyển đến hệ Golgi.

Khi có một nơi nào đó cần enzym thì từ màng của hệ Golgi tách ra một túi có chứa enzym. Những protein gắn bên ngoài của tiêu thể như là một bộ phận để nhận diện ra rằng enzym đã đến đúng vị trí cần nó, thí dụ nơi có các túi nội nhập bào từ màng tế bào đưa vào, tại đây tiêu thể và túi này sẽ hòa vào nhau. Khi nội dung được tiêu hóa hoàn toàn, những sản phẩm hữu ích được đưa trở vào tế bào chất, những cặn bã được đưa ra ngoài bởi sự ngoại xuất bào, màng của túi được hòa nhập vào màng tế bào (hình 1.17).

Sự hoạt động không bình thường của tiêu thể là nguyên nhân của nhiều bệnh. Một trường hợp đã được biết là bệnh Tay - Sachs, vì tiêu thể tiêu hóa lipid thiếu một enzym N-acetyl- β -hexosaminidase A. Khi những tiêu thể thiếu enzym này hòa vào những túi chứa lipid, chúng không tiêu hóa hoàn toàn được lipid này. Những túi này tích tụ và làm nghẽn sự dẫn truyền các xung động của các tế bào thần kinh.



Hình 1.17. Sự tiêu hóa nội bào có sự tham gia của tiêu thể

3.2.1.4. Peroxisome

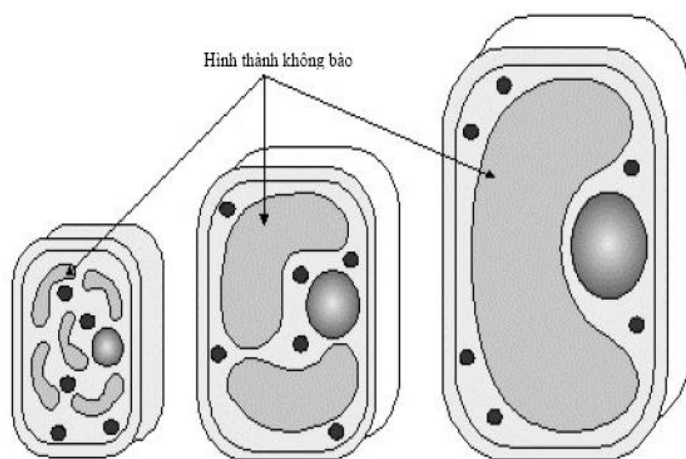
Ngoài tiêu thể là bào quan tiêu hóa chính của tế bào còn bào quan tiêu hóa khác có tên là peroxisome. Tế bào phải được thừa hưởng ít nhất một peroxisome từ tế bào chất của tế bào mẹ. Peroxisome có hình dạng tương tự như tiêu thể và có chứa enzym nhưng là enzym oxy hóa, chúng xúc tác các phản ứng trong đó nguyên tử hydro được chuyển từ hợp chất hữu cơ (như formaldehyd và rượu ethyl) đến oxy, để tạo ra hydro peroxyd (H_2O_2), là một chất cực độc đối với tế bào. Tuy nhiên, peroxisom còn có một enzym khác nữa là catalaz, sẽ chuyển chất H_2O_2 độc này thành nước và oxy. Tế bào gan và thận người có rất nhiều peroxisome, do đó rượu ethyl do người uống được oxy hóa nhờ các peroxisome trong những tế bào này. Enzyme urat oxidase (uricase) không có ở người và linh trưởng vì vậy acid uric không được phân giải cho nên nước tiểu của người và linh trưởng có uric, còn các động vật khác các peroxisome có uricase nên nước tiểu của chúng không có uric.

3.2.1.5. Không bào (vacuole)

Được tìm thấy cả ở tế bào thực vật và động vật, đặc biệt rất phát triển ở tế bào thực vật. Có một màng bao quanh, bên trong chứa một dịch lỏng, với nhiều loại không bào khác nhau về chức năng. Ở một số động vật nguyên sinh, có không bào đặc biệt gọi là không bào co bóp (contractile vacuole) giữ vai trò quan trọng trong sự thải nước ra khỏi tế bào hay các không bào tiêu hóa để tiêu hóa thức ăn. Ngoài ra, ở vi khuẩn và vi khuẩn lam có không bào khí chứa khí giúp tế bào nổi lên mặt nước và điểm đặc biệt là màng bao của không bào khí được cấu tạo bằng protein.

Ở hầu hết tế bào thực vật, có một không bào rất to chiếm từ 30 - 90% thể tích tế bào. Các tế bào chưa trưởng thành có nhiều không bào nhỏ xuất xứ từ mạng nội chất và hệ Golgi. Các túi này tích chứa nước, to ra và có thể hòa vào nhau để tạo ra một không bào to ở tế bào trưởng thành (hình 1.18).

Không bào ở tế bào thực vật chứa một dịch lỏng gồm nước và một số chất hòa tan trong đó.



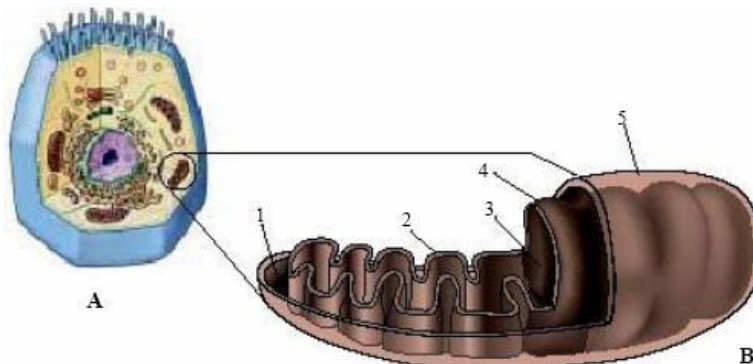
Hình 1.18. Sự hình thành không bào ở thực vật

Màng không bào có tính thấm đặc biệt và có thể điều khiển sự di chuyển vật chất qua màng này. Không bào tích nước bằng sự thẩm thấu, trương lên và đẩy tế bào chất ra sát vách tế bào, áp lực này tạo cho tế bào một sức trương nhất định. Vách tế bào đủ cứng rắn để giữ cho tế bào không bị vỡ ra. Sức trương của tế bào rất quan trọng, nó giúp cho các cơ quan của cây như lá, thân non đứng vững được. Khi sức trương này không còn nữa, cây sẽ héo. Nhiều chất quan trọng cho đời sống của thực vật được chứa trong không bào: các hợp chất hữu cơ

như đường, các acid hữu cơ, acid amin, một vài protein, sắc tố antocianin cho màu tím, xanh và đỏ đậm thường thấy trong cánh hoa, trái và lá vào mùa thu. Áp suất thẩm thấu cao của không bào giúp cho cây có thể hấp thu được nước ở đất rất khô bằng sự thẩm thấu. Ngoài ra, không bào còn là nơi tích chứa những chất thải do các quá trình biến dưỡng. Một số chất thải có thể được sử dụng lại dưới tác dụng của enzym. Chức năng này rất quan trọng vì cây không có thận hay các cơ quan khác để thải chất bã như động vật, thực vật thải chất bã khi rụng lá.

3.2.1.6. Ty thể (mitochondria)

Ty thể là nơi tổng hợp năng lượng chủ yếu của tế bào nhân thật, là nơi diễn ra quá trình hô hấp, lấy năng lượng từ thức ăn để tổng hợp ATP là nguồn năng lượng cần thiết cho các hoạt động của tế bào như để co cơ hay cung cấp cho các bơm hoạt động trong sự vận chuyển tích cực qua màng tế bào. Số lượng ty thể tùy thuộc vào mức độ hoạt động của tế bào, tập trung nhiều ở tế bào hoạt động mạnh như tế bào gan, tế bào cơ. Mỗi ty thể được bao bọc bởi hai màng, màng ngoài trơn, màng trong với các túi gấp nếp, sâu vào bên trong chất căn bản làm gia tăng diện tích của màng trong lên rất nhiều (hình 1.19). Ty thể có chứa ADN, thể ribô riêng nên có thể nhân lên độc lập với sự phân chia của nhân. ADN ty thể giống như ADN của vi khuẩn hình vòng, tự do trong lòng ty thể hoặc có khi bám vào màng trong ty thể. Ở người bộ gen ty thể rất ổn định, có chút ít đa hình mang tính chủng tộc, các bộ ba mã hóa có nhiều chi tiết không phổ biến như UAG mã hóa tryptophan chứ không phải là mã kết thúc, AGA và AGG thì lại kết thúc chứ không mã hóa arginin.



Hình 1.19. Cấu tạo ty thể; A. Tế bào; B. Ty thể

1. Khoảng trống bên trong; 2. Tấm lược; 3. Chất nền; 4. Màng trong; 5. Màng ngoài

3.2.1.7. Lạp thể (plastids)

Được tìm thấy trong hầu hết tế bào thực vật, trừ tế bào nấm, mốc và tế bào động vật, có thể quan sát được dưới kính hiển vi thường. Có hai loại lạp chính là sắc lạp và vô sắc lạp.

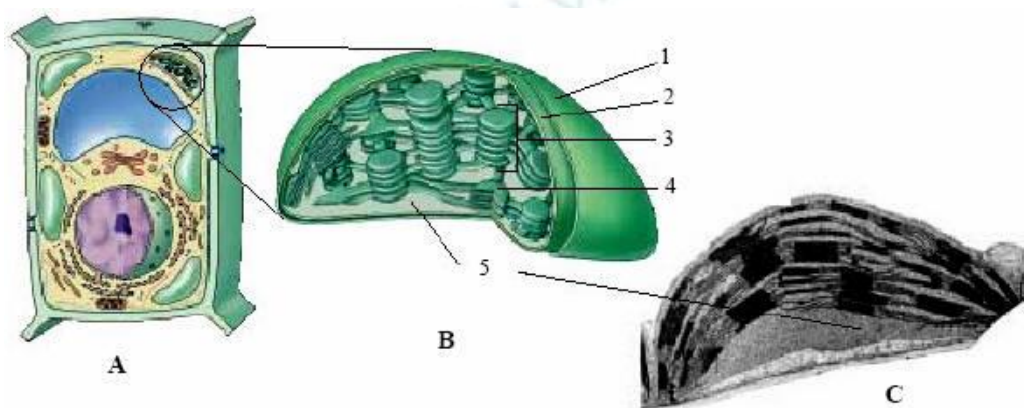
* **Lục lạp (chloroplast):** Lục lạp là sắc lạp có chứa diệp lục tố (chlorophyll), phân tử diệp lục tố hấp thu năng lượng ánh sáng mặt trời để tổng hợp ra các phân tử hữu cơ phức tạp (đặc biệt là đường) từ các nguyên liệu vô cơ như nước và khí carbonic, chất thải ra là oxy.

Dưới kính hiển vi điện tử, một lục lạp được bao bọc bởi hai màng và vô số các túi dẹp có màng bao được gọi là thylakoid nằm trong chất cơ bản gần như đồng nhất được gọi là

stroma. Thylakoid hoặc phân bố khắp trong stroma, hoặc xếp chồng chất lên nhau được gọi là grana (cột). Diệp lục tố và carotenoid gắn trên màng thylakoid. Lục lạp cũng có chứa ADN và thể ribô riêng như ty thể (hình 1.20).

* **Sắc lạp không có diệp lục tố:** Thường có màu vàng do chứa xanthophyl hay cam (đôi khi có màu đỏ) do chứa caroten. Sắc lạp này làm cho hoa, trái chín, lá vàng có màu vàng đặc trưng. Một số sắc lạp không bao giờ chứa diệp lục tố, một số khác thì mất diệp lục tố, đây là trường hợp của trái chín và lá mùa thu.

* **Vô sắc lạp:** Vô sắc lạp có chứa các vật liệu như tinh bột, dầu và protein dự trữ. Lạp có chứa tinh bột được gọi là bột lạp, thường gặp ở hạt như lúa và bắp, hay dự trữ trong rễ và thân như carot và khoai tây, ngoài ra có thể hiện diện trong tế bào ở các phần khác của cây. Tinh bột là hợp chất dự trữ năng lượng dưới dạng từng hạt. Cây có hạt giàu tinh bột là nguồn lương thực giàu năng lượng.



Hình 1.20. Cấu tạo lục lạp

A. Tế bào thực vật; B. Cấu tạo một lục lạp; C. Ảnh hiển vi điện tử lục lạp

Màng ngoài; 2. Màng trong; 3. Cột; 4. Túi dẹp (thylakoid); 5. Chất nền

3.2.1.8. Thể ribô

Tế bào chất chứa vài triệu thể ribô, thể ribô là những hạt nhỏ không có màng bao có đường kính từ 25 - 30nm, gồm hai bán đơn vị (phần), mỗi đơn vị có độ lắng khác nhau, được tạo ra trong hạch nhân từ những phân tử ARN và protein. Ở tế bào nhân thật các bán đơn vị này đi qua lỗ của màng nhân ra ngoài tế bào chất, nơi đây chúng sẽ kết hợp với phân tử mARN để tổng hợp protein. Thể ribô trượt dọc theo sợi mARN tạo ra một chuỗi thể ribô được gọi là polyribosom hay polysom, các thể ribô sau khi tổng hợp protein vẫn tiếp tục tự do trong tế bào chất hay chúng có thể gắn vào bề mặt của mạng nội chất và màng nhân. Chúng có thể gắn trên vùng hạt của mạng nội chất hay trôi nổi trong tế bào chất. Protein được tổng hợp từ các thể ribô tự do trong tế bào chất thì không được đưa ra khỏi tế bào hay tham gia vào cấu trúc màng tế bào mà là những enzym trong dịch tế bào chất (hình 1.21).

3.2.1.9. Các thể vùi

Thể vùi có trong tế bào chất, nhưng không được bao bọc bởi màng, trừ trường hợp