BÀI GIẢNG: TRAO ĐỔI CHẤT QUA MÀNG TẾ BÀO
CHUYÊN ĐỀ: TRAO ĐỔI CHẤT QUA MÀNG VÀ TRUYỀN TIN TẾ BÀO
MÔN: SINH HỌC 10
GIÁO VIÊN: NGUYỄN ĐÌNH VIỆT

MỤC TIÊU

- ✓ *Nêu được khái niệm trao đổi chất qua màng tế bào.*
- ✓ *Phân biệt được các hình thức vận chuyển các chất qua màng tế bào: vận chuyển thụ động, chủ động. Nêu được ý nghĩa của các hình thức đó. Lấy được ví dụ minh hoạ.*
- ✓ *Trình bày được hiện tượng nhập bào và xuất bào thông qua biến dạng của tế bào. Lấy được ví dụ minh hoạ.*
- ✓ *Vận dụng những hiểu biết về sự vận chuyển các chất qua màng tế bào để giải thích một số hiện tượng thực tiễn.*

I. KHÁI NIỆM TRAO ĐỔI CHẤT QUA MÀNG TẾ BÀO

Khái niệm chung:

- Trao đổi chất là quá trình vận chuyển các chất ra/vào tế bào qua màng tế bào.
- Là điều kiện sống còn để tế bào tồn tại và hoạt động.

Tính chọn lọc của màng tế bào:

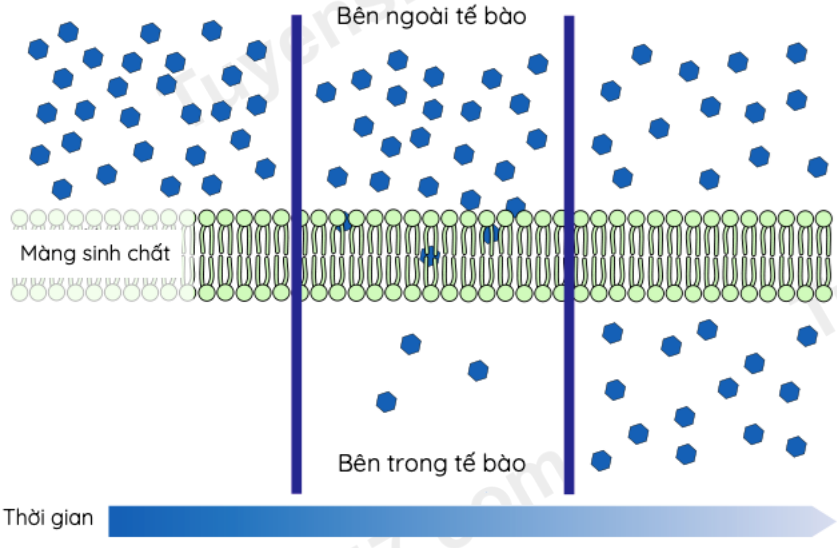
- Màng tế bào chỉ cho phép một số chất nhất định đi qua → có cơ chế chọn lọc và kiểm soát.
- Cho phép hấp thu chất cần thiết và loại bỏ chất thải.

Các chất tham gia trao đổi:

- Chất đi vào: ion, đường đơn, amino acid, nucleotide, acid béo, nguyên tố vi lượng,...
- Chất đi ra: sản phẩm thải như CO_2, các phân tử không còn sử dụng.
- Một số tế bào miễn dịch có thể "nuốt" cả vi khuẩn hoặc tế bào bất thường.
- Trao đổi chất trong cơ thể đa bào: Các tế bào không chỉ trao đổi vật chất mà còn truyền tín hiệu cho nhau.

Cơ chế vận chuyển:

- Phân tử nhỏ: di chuyển chủ yếu bằng khuếch tán, phụ thuộc vào:
- Kích thước, bản chất phân tử
- Chênh lệch nồng độ
- Nhiệt độ, áp suất môi trường
- Phân tử lớn: cần cơ chế vận chuyển đặc biệt (ví dụ: nhập bào, xuất bào)



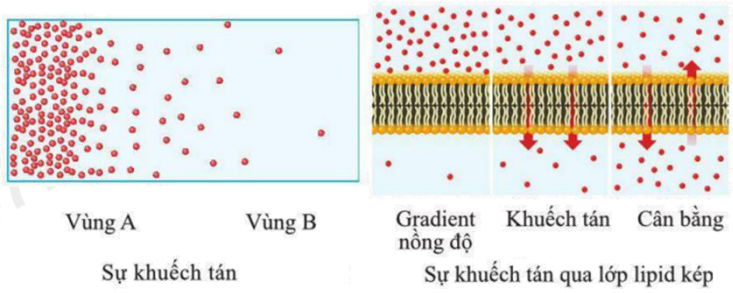
II. CÁC CƠ CHẾ TRAO ĐỔI CHẤT QUA MÀNG TẾ BÀO

1 Vận chuyển thụ động

- Vận chuyển thụ động là kiểu khuếch tán các chất từ nơi có nồng độ chất tan cao đến nơi có nồng độ chất tan thấp – xuôi chiều gradient nồng độ, vì vậy không cần tiêu tốn năng lượng.

a) Khuếch tán đơn giản:

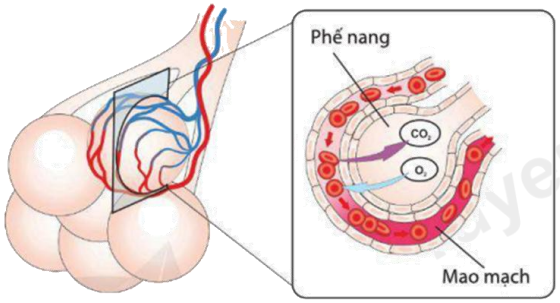
- Khuếch tán đơn giản: Là quá trình các phân tử di chuyển qua lớp kép phospholipid mà không cần đến protein vận chuyển hay năng lượng.



Sự khuếch tán | Sự khuếch tán qua lớp lipid kép

Điều kiện để phân tử khuếch tán đơn giản:

- Phân tử nhỏ, không phân cực, tan trong lipid. Ví dụ: O_2, CO_2, hormone steroid, vitamin tan trong dầu, v.v…



Sự khuếch tán khí giữa mao mạch và phế nang ở phổi

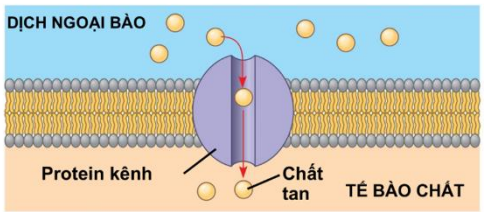
- Trạng thái cân bằng động: Khi các phân tử phân bố đều, khuếch tán vẫn tiếp tục theo hai chiều bằng nhau, gọi là cân bằng động.

b) Khuếch tán tăng cường *(Sự vận chuyển thụ động nhờ protein)*

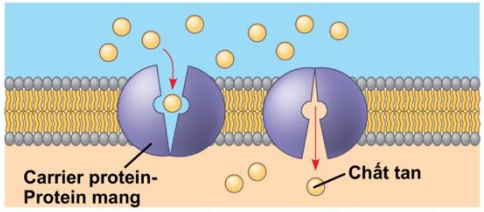
- Các ion hoặc phân tử phân cực lớn không thể đi qua lớp lipid kép bằng khuếch tán đơn giản.
- Khuếch tán tăng cường là sự vận chuyển các chất qua màng tế bào nhờ protein xuyên màng (protein kênh hoặc protein mang). Là một hình thức vận chuyển thụ động (không tiêu tốn năng lượng).
- Đặc điểm: Dành cho các chất không thể khuếch tán trực tiếp qua lớp phospholipid, như: Ion, các chất phân cực, amino acid,... Tính đặc hiệu cao: mỗi kênh protein chỉ vận chuyển một số chất nhất định.

Các loại protein tham gia:

- Protein kênh: tạo đường ống/lỗ → cung cấp hành lang cho các phân tử hoặc ion đặc biệt đi qua.
- Kênh vận chuyển nước Aquaporin → tốc độ rất nhanh (~3 tỉ phân tử nước/giây). *(Nước vẫn có thể khuếch tán qua lớp phospholipid nhưng tốc độ rất chậm)*
- Protein mang (carrier): liên kết với chất cần vận chuyển và biến đổi cấu hình.

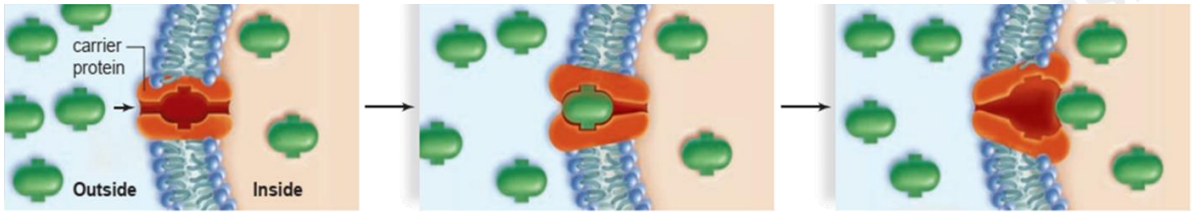


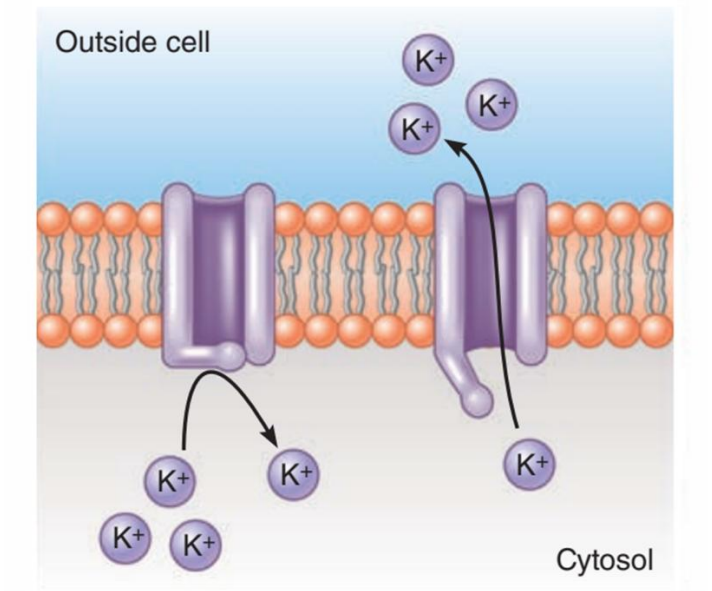
(a) Protein kênh (màu tím) có kênh để các phân tử nước và chất tan đặc biệt có thể đi qua.



(b) Protein mang có hai hình dạng thay đổi nhau, nó vận chuyển chất tan qua màng khi thay đổi hình dạng

Ví dụ: glucose có thể đi qua màng nhanh gấp hàng trăm lần so với các loại đường khác cùng kích thước, do được hỗ trợ bởi protein mang.





Hình – Khuếch tán tăng cường của ion kali

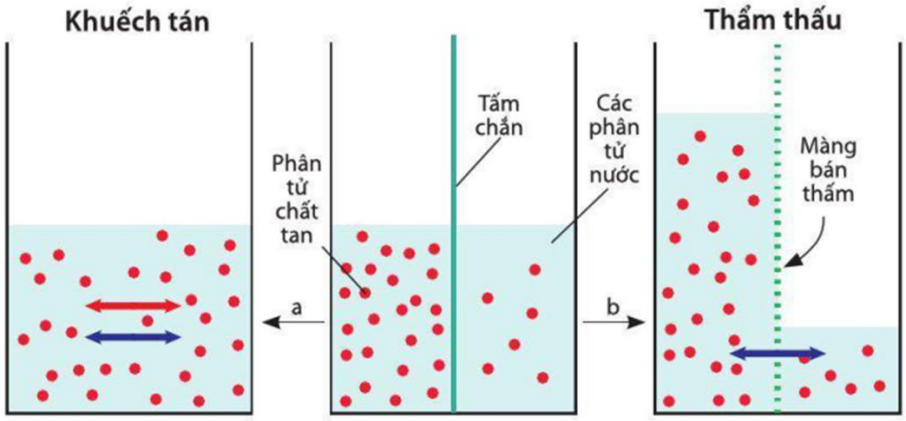
Đáp ứng với kích thích điện, kênh ion kali mở ra, cho phép ion kali khuếch tán ra khỏi tế bào.

Kênh ion đóng mở bởi chất gắn là thụ thể màng hoạt động như một "cổng".

- Khi một chất truyền tin gắn vào thụ thể, thụ thể thay đổi hình dạng → cổng mở hoặc đóng.
- Điều này cho phép hoặc ngăn cản các ion đặc hiệu (như Ca^{2+}, Na^{+}) đi qua màng.
- Yếu tố ảnh hưởng đến khuếch tán tăng cường:
    + Gradient nồng độ chất tan.
    + Số lượng và loại kênh protein.
    + Với ion, còn phụ thuộc vào sự chênh lệch điện thế màng.
    + Nồng độ chất tan (đóng vai trò quan trọng nhất)
- Dựa vào nồng độ chất tan của môi trường so với nồng độ chất tan trong tế bào, người ta chia môi trường thành ba loại là nhược trương, ưu trương và đẳng trương.
- Tế bào điều chỉnh tốc độ vận chuyển bằng cách:
    + Tăng/giảm số lượng kênh protein.
    + Mở/đóng kênh theo nhu cầu.
- Hiện tượng bão hòa: Khi tất cả protein vận chuyển hoạt động hết công suất, dù gradient vẫn chênh lệch thì tốc độ không tăng thêm → gọi là hiện tượng bão hòa kênh.

c) Thẩm thấu

- Là sự khuếch tán của các phân tử nước qua màng tế bào (Sự thẩm thấu diễn ra tương tự như sự khuếch tán nhưng đề cập đến sự di chuyển của các phân tử nước qua màng bán thấm (ví dụ màng sinh chất) ngăn cách giữa hai vùng có nồng độ chất tan khác nhau).
- Tốc độ thẩm thấu phụ thuộc vào áp suất thẩm thấu, vốn liên quan đến nồng độ chất tan trong tế bào.
- Áp suất thẩm thấu cao hay thấp tuỳ thuộc vào tổng nồng độ chất tan trong tế bào.
- Tế bào có nhiều chất tan (như tế bào rễ cây) sẽ có áp suất thẩm thấu cao hơn so với môi trường đất, giúp hút nước và chất tan từ môi trường vào trong rễ.

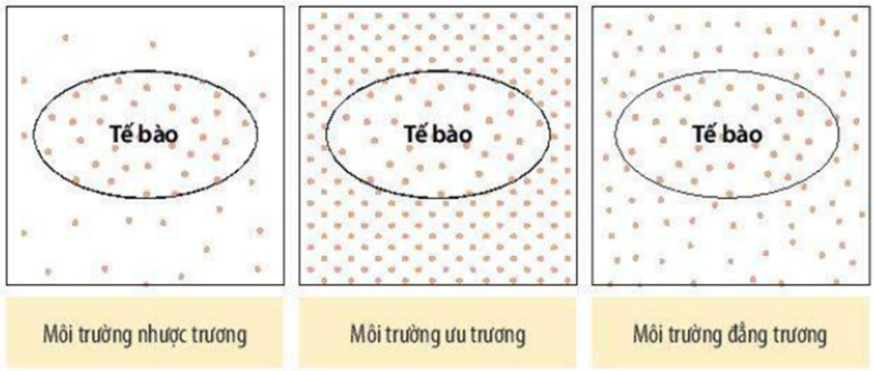


Khuếch tán và thẩm thấu

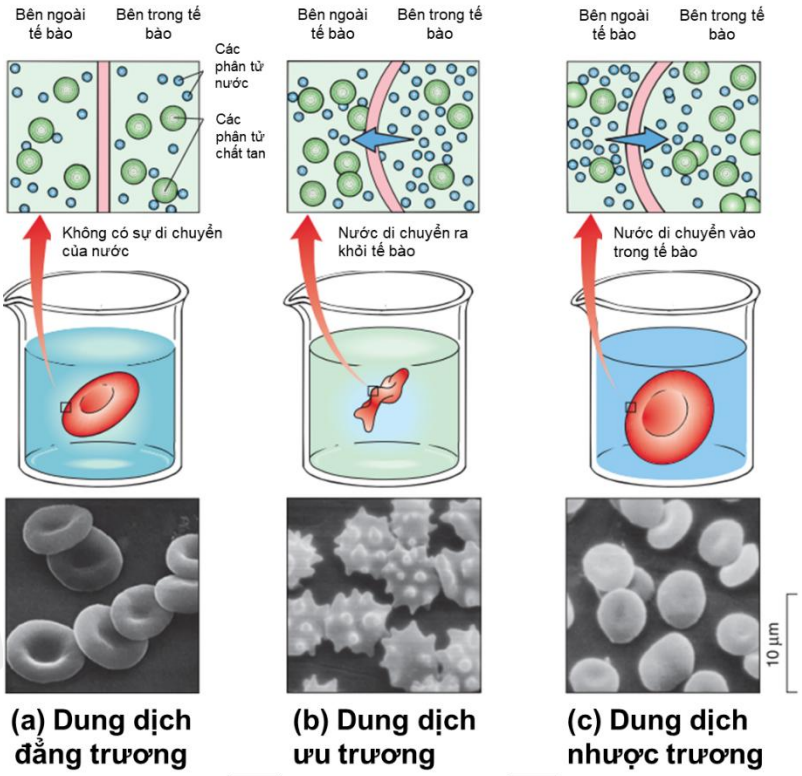
a: Rút tấm chắn ra; b: Đặt màng bán thấm vào chỗ tấm chắn và rút tấm chắn ra

Phân loại môi trường theo nồng độ chất tan:

- Ưu trương: Môi trường có nồng độ chất tan cao hơn tế bào → tế bào mất nước, co lại.
- Đẳng trương: Nồng độ chất tan trong và ngoài tế bào bằng nhau → không có sự thay đổi thể tích tế bào.
- Nhược trương: Môi trường có nồng độ chất tan thấp hơn tế bào → nước thẩm thấu vào làm tế bào trương lên.

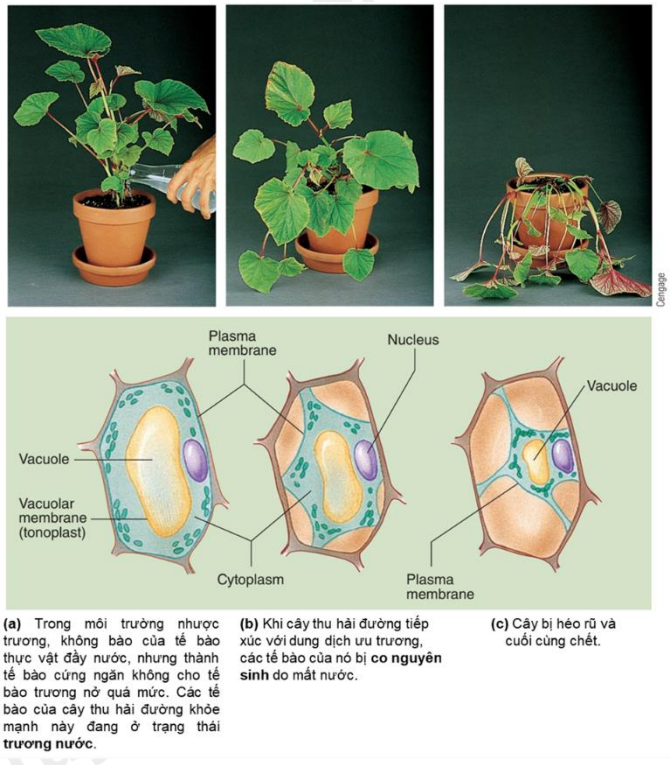


Nồng độ chất tan trong dung dịch A	Nồng độ chất tan trong dung dịch B	Tính trương	Chiều di chuyển chính của nước
Cao hơn	Thấp hơn	A là ưu trương so với B; B là nhược trương so với A	Nước đi từ B vào A
Thấp hơn	Cao hơn	B là ưu trương so với A; A là nhược trương so với B	Nước đi từ A vào B
Bằng nhau	Bằng nhau	A và B là đẳng trương với nhau	Không có sự di chuyển thuần của nước



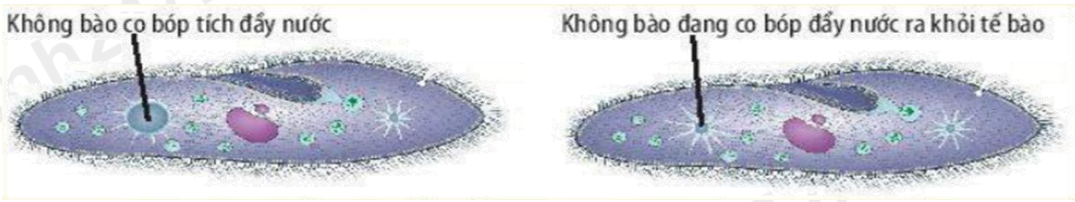
(a) Dung dịch đẳng trương **(b) Dung dịch ưu trương** **(c) Dung dịch nhược trương**

- Áp suất trương (turgor pressure) là áp suất thủy tĩnh nội bào đặc trưng của các tế bào có thành (ví dụ: vi khuẩn, tảo, nấm, thực vật).
- Trong môi trường nhược trương, nước đi vào tế bào bằng thẩm thấu, làm đầy không bào trung tâm và tạo áp suất đẩy lên thành tế bào.
- Thành tế bào cứng và giới hạn độ giãn, giúp thiết lập trạng thái cân bằng thẩm thấu, duy trì hình dạng tế bào và nâng đỡ cây thân thảo.
- Trong môi trường ưu trương, nước thoát ra ngoài làm tế bào mất nước, co lại, và màng sinh chất tách khỏi thành tế bào, gọi là co nguyên sinh (plasmolysis). Xảy ra khi đất hoặc nước xung quanh chứa quá nhiều muối hoặc phân bón,….



(a) Trong môi trường nhược trương, không bào của tế bào thực vật đầy nước, nhưng thành tế bào cứng ngăn không cho tế bào trương nở quá mức. Các tế bào của cây thu hái đường khỏe mạnh này đang ở trạng thái **trương nước**. **(b)** Khi cây thu hái đường tiếp xúc với dung dịch ưu trương, các tế bào của nó bị **co nguyên sinh** do mất nước. **(c)** Cây bị héo rũ và cuối cùng chết.

Paramecium (Christiaan Huygens, 1678), một chi động vật nguyên sinh, sống trong các ao, hồ. Đây là môi trường nhược trương đối với tế bào nên dòng nước có xu hướng đi vào trong tế bào. Tuy nhiên, tế bào *Paramecium* không bị vỡ ra vì trong tế bào có không bào co bóp hoạt động như một chiếc "máy bơm" đẩy lượng nước thừa ra khỏi tế bào.



2 Vận chuyển chủ động

Định nghĩa:

- Vận chuyển chủ động là quá trình vận chuyển các chất ngược chiều gradient nồng độ (từ nơi có nồng độ thấp đến nơi có nồng độ cao).
- Tiêu tốn năng lượng (ATP) và cần đến protein vận chuyển chuyên biệt hoạt động như một chiếc bơm.

Cơ chế:

- Các protein vận chuyển hoạt động như bơm, giúp di chuyển chất qua màng.
- Có loại protein chỉ vận chuyển một chất, có loại vận chuyển hai chất cùng lúc.

Vai trò:

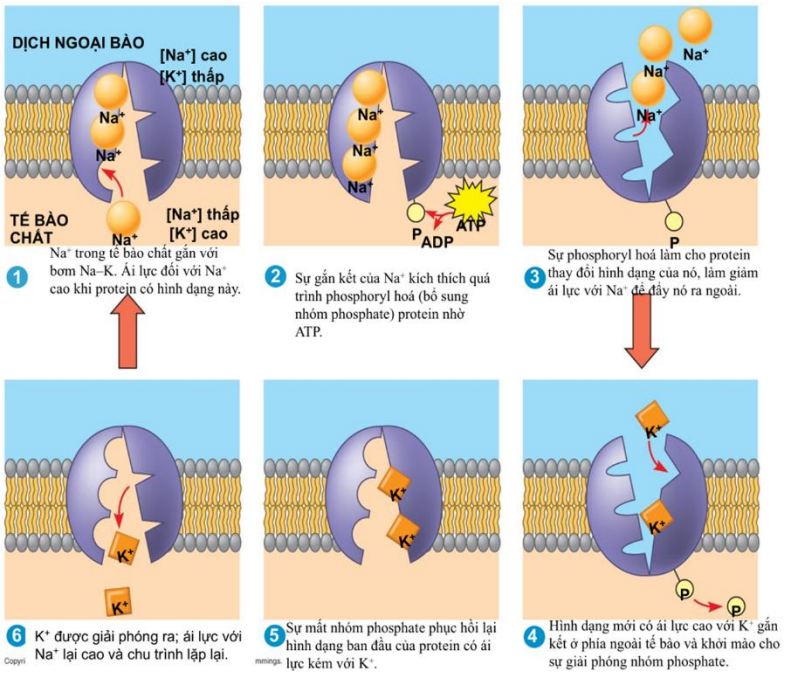
- Giúp tế bào thu nhận các chất cần thiết và duy trì nồng độ ổn định các chất bên trong tế bào.

Tế bào có thể dùng tới 40–90% năng lượng cho vận chuyển chủ động.

Ví dụ:

+ Bơm Ca^{2+} vào lưới nội chất trơn.
+ Bơm H^+ vào lysosome, không bào.
+ Hấp thu glucose, amino acid ở tế bào biểu mô ruột.
+ Hấp thu khoáng ở tế bào lông hút rễ.
+ Bơm H^+ và Cl^- vào dạ dày để tạo môi trường acid.

- Bơm Na^+/K^+ là một ví dụ điển hình của vận chuyển tích cực, sử dụng ATP để bơm ion ngược chiều gradient nồng độ.
- Mỗi chu kỳ bơm:
  + 3 Na^+ được đẩy ra ngoài tế bào.
  + 2 K^+ được đưa vào trong tế bào.

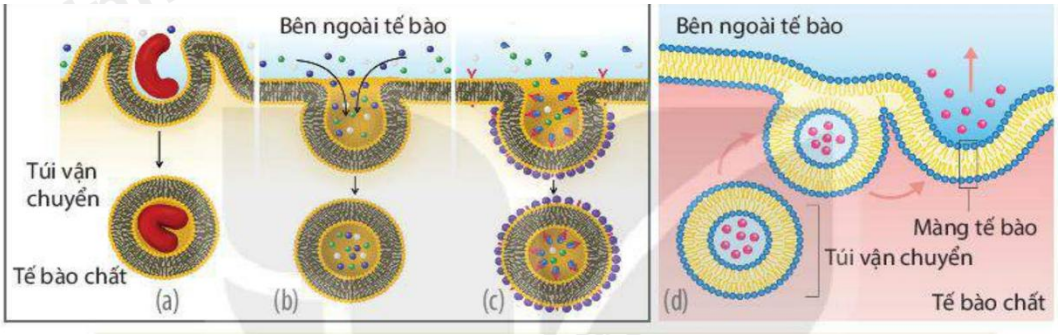


Tóm tắt: Vận chuyển thụ động và tích cực.

Tiêu chí	Khuếch tán đơn giản	Khuếch tán có hỗ trợ	Vận chuyển chủ động
Chiều vận chuyển	Theo chiều giảm nồng độ	Theo chiều giảm nồng độ	Ngược chiều gradient nồng độ
Cần protein vận chuyển?	Không	Có (protein kênh hoặc protein mang)	Có (thường là protein mang đặc hiệu)
Cần năng lượng (ATP)?	Không	Không	Có (trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua ATP)
Chất vận chuyển	Phân tử nhỏ, không phân cực (O_2, CO_2,…)	Ion hoặc phân tử phân cực nhỏ (glucose, Na^+,…)	Ion hoặc phân tử lớn (Na^+, K^+, Ca^{2+},…)
Tính đặc hiệu	Không	Có (phụ thuộc vào loại protein vận chuyển)	Rất cao (chất nào – protein đó)
Tốc độ vận chuyển	Tăng tuyến tính theo chênh lệch nồng độ	Có thể bão hòa khi hết protein vận chuyển	Có thể điều chỉnh linh hoạt, thường chậm hơn
Ví dụ sinh học	Oxy khuếch tán vào tế bào	Glucose vào tế bào qua protein mang GLUT	Bơm Na^+/K^+ (sử dụng ATP để duy trì điện thế màng)

3 Vận chuyển vật chất nhờ biến dạng màng tế bào

Tế bào vận chuyển các đại phân tử lớn như protein, đường đa, DNA bằng cách làm biến dạng màng tế bào thông qua các hình thức như thực bào, ẩm bào và xuất bào. Các hình thức này đều tiêu tốn năng lượng.

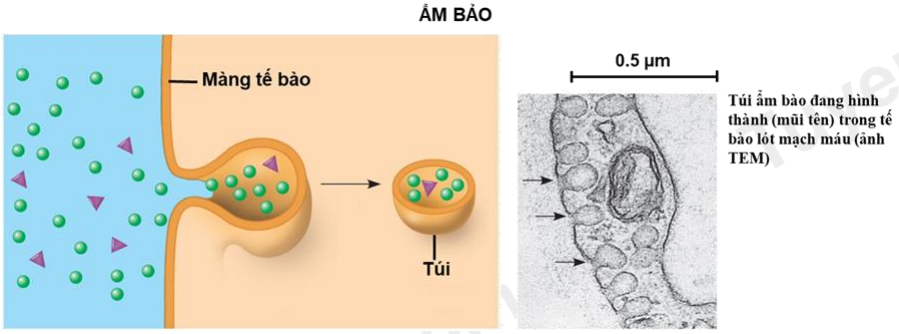


a) Thực bào

- Tế bào nuốt hạt thức ăn bằng cách dùng các chân giả bọc lại và bao gói trong túi có màng bao bọc; túi đủ lớn để có thể coi là không bào.
- Hạt thức ăn được tiêu hoá sau khi không bào kết nối với lysosome chứa các enzyme thuỷ phân.



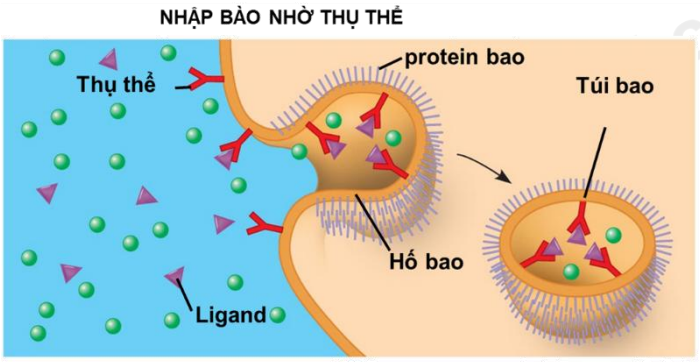
b) Ẩm bảo

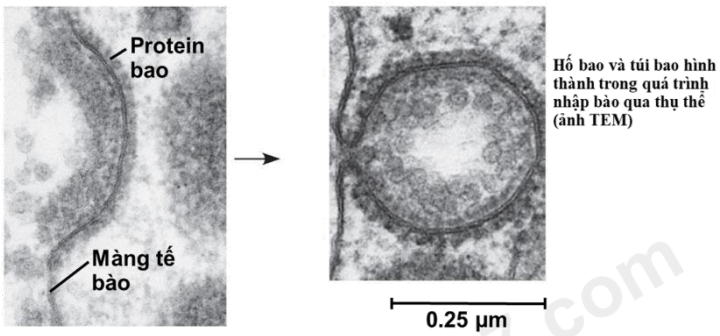


- Tế bào nuốt các giọt dịch ngoại bào vào những túi nhỏ.
- Mục tiêu không phải là các giọt dịch, mà là các phân tử hoà tan trong các giọt đó.
- Vì mọi chất tan trong dịch đều được lấy vào, nên ẩm bào không đặc hiệu với các chất nó vận chuyển.

c) Nhập bào nhờ thụ thể

- Tế bào lấy được nhiều chất đặc hiệu ngay cả khi nồng độ các chất này trong dịch ngoại bào không cao.
- Màng tế bào có các protein thụ thể đặc hiệu hướng ra dịch ngoại bào.
- Các thụ thể thường tập trung tại các hố bao, được lót bởi một lớp protein ở phía trong (tế bào chất).
- Khi các ligand (chất đặc hiệu) gắn vào thụ thể, hố bao lõm lại tạo thành túi chứa ligand.
- Túi nhập bào có thể chứa thêm các phân tử khác không đặc hiệu.





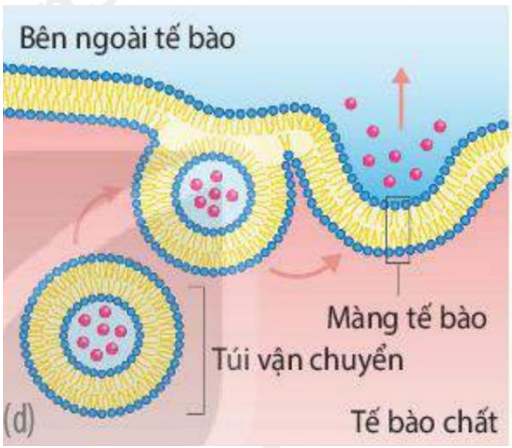
- Sau khi vào tế bào, các chất được giải phóng; thụ thể được tái sử dụng bằng cách quay trở lại màng tế bào.

d) Xuất bào

Xuất bào là hình thức tế bào vận chuyển các chất có kích thước lớn ra ngoài.

Chất cần xuất được đóng gói trong túi vận chuyển, sau đó hòa màng với màng tế bào để giải phóng ra bên ngoài.

Ví dụ: Protein sữa được xuất bào khỏi tế bào tuyến sữa.



LUYỆN TẬP VÀ VẬN DỤNG

Câu 1: Phân biệt các loại protein vận chuyển trong màng tế bào: protein kênh, protein mang, protein cổng, protein bơm.

Phân tích đề:

Phân biệt các loại protein vận chuyển.

Trả lời:

– Protein kênh là những loại protein xuyên màng tạo nên lỗ xuyên màng để các chất có kích thước và đặc tính phù hợp có thể đi qua.

– Protein mang là protein vận chuyển có đặc điểm là khi liên kết với chất vận chuyển thì cấu hình của nó bị thay đổi.

– Protein vận chuyển được gọi là "cổng" là loại kênh vận chuyển nhưng được mở bằng những tín hiệu nhất định giống như chìa khoá để mở cổng.

– Protein vận chuyển được gọi là "bơm" chỉ có thể hoạt động khi được cung cấp năng lượng (ATP) để bơm các chất đặc thù từ nơi có nồng độ chất tan thấp đến nơi có nồng độ chất tan cao.

Câu 2: Làm thế nào tế bào có thể điều khiển được lượng các chất khuếch tán ra, vào tế bào qua các protein vận chuyển?

Phân tích đề:

Nêu các cơ chế điều khiển lượng các chất vận chuyển qua các protein vận chuyển.

Trả lời:

– Thay đổi số lượng protein vận chuyển bằng cách tăng, giảm số lượng protein.

– Đóng/mở các kênh theo nhu cầu của tế bào.

Câu 3: Những chất như thế nào có thể khuếch tán qua lớp kép phospholipid của màng tế bào và tốc độ khuếch tán của chúng phụ thuộc vào những yếu tố nào? Giải thích.

Phân tích đề:

Nêu các chất có thể ra, vào tế bào qua lớp kép phospholipid và giải thích mối quan hệ giữa tốc độ khuếch tán các chất đó với các yếu tố.

Trả lời:

– Các chất khuếch tán được qua lớp phospholipid phải là những chất không phân cực, không tích điện và có kích thước nhỏ.

– Tốc độ khuếch tán phụ thuộc vào sự chênh lệch nồng độ chất tan giữa hai phía của màng. Sự chênh lệch càng lớn thì tốc độ khuếch tán càng nhanh.

– Phụ thuộc vào nhiệt độ: Trong điều kiện nhiệt độ cao, các phân tử chuyển động nhanh hơn so với khi ở điều kiện nhiệt độ thấp.

– Phụ thuộc vào kích thước phân tử: Phân tử có kích thước càng nhỏ thì tốc độ di chuyển càng nhanh. Những phân tử phân cực không thể khuếch tán qua lớp kép phospholipid nhưng nước có kích thước phân tử rất nhỏ nên vẫn có thể khuếch tán qua màng tế bào.

– Tốc độ khuếch tán các chất ra, vào tế bào còn phụ thuộc vào diện tích màng mà các chất đi qua. Diện tích càng lớn thì càng nhiều chất có thể đi qua, do vậy, tốc độ khuếch tán sẽ nhanh hơn so với khi diện tích bề mặt khuếch tán nhỏ.

Câu 4: Xuất bào là gì? Xuất bào có được xem là dạng vận chuyển tích cực không? Giải thích.

Phân tích đề:

– Xuất bào là gì?

– Thế nào là vận chuyển tích cực?

Trả lời:

– Xuất bào là dạng vận chuyển các chất (thường có kích thước lớn) ra ngoài tế bào, trong đó chất được vận chuyển được chứa trong túi vận chuyển và được chuyển đến màng tế bào. Tại màng tế bào, túi vận chuyển dung hợp với màng tế bào và đưa các chất ra bên ngoài.

– Xuất bào cũng tiêu tốn ATP nên được xem là kiểu vận chuyển tích cực.

Câu 5: Làm thế nào tế bào có thể lấy được những chất đặc hiệu từ môi trường khi những chất này không thể đi qua được màng tế bào?

Phân tích đề:

– Làm thế nào tế bào nhận biết và lấy được các chất đặc hiệu?

– Mô tả cách thức vận chuyển.

Trả lời:

– Tế bào chỉ có thể nhận biết được chất đặc hiệu cần vận chuyển vào tế bào thông qua thụ thể trên màng tế bào.

– Thụ thể liên kết đặc hiệu với chất cần vận chuyển.

– Màng tế bào biến dạng bao bọc lấy chất cần vận chuyển và đưa vào trong tế bào theo hình thức thực bào hoặc ẩm bào.