

CHUYÊN ĐỀ THU NHẬN VÀ VẬN CHUYỂN VẬT CHẤT Ở THỰC VẬT

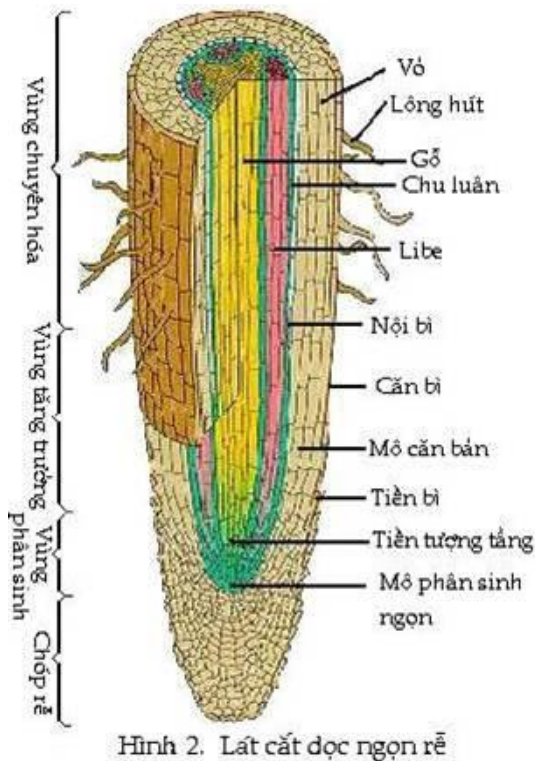
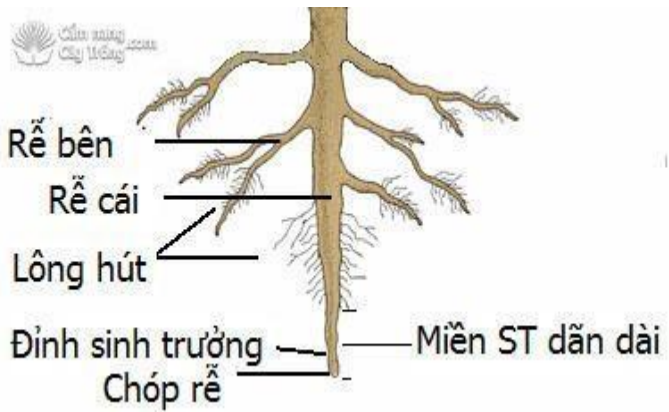
RỄ THỰC VẬT

1. Tổng quan về rễ và cấu tạo của rễ

Rễ là cơ quan sinh trưởng của cây, là một cơ quan trực, cùng với thân tạo nên trục chính của cây.

Rễ có nhiều kiểu khác nhau:

- Rễ cọc: là kiểu rễ đặc trưng cho cây Hai lá mầm, gồm 1 rễ chính và nhiều rễ phụ phân nhánh từ rễ chính.
- Rễ phụ: là loại rễ sinh ra từ thân, cành hoặc lá của cây, có ở phần thân của nhiều cây gỗ lâu năm hoặc trên thân rễ của các cây họ Lúa.
- Rễ chùm: là kiểu rễ đặc trưng cho cây Một lá mầm, không có rễ chính mà có nhiều rễ con với kích thước tương đối đồng đều.



Hình 2. lát cắt dọc ngọn rễ

Cấu tạo bên ngoài của hệ rễ (rễ cọc) bao gồm: rễ cái, rễ bên, lông hút, miền sinh trưởng dẫn dài, đỉnh sinh trưởng và chóp rễ.

Các chức năng cơ bản của rễ:

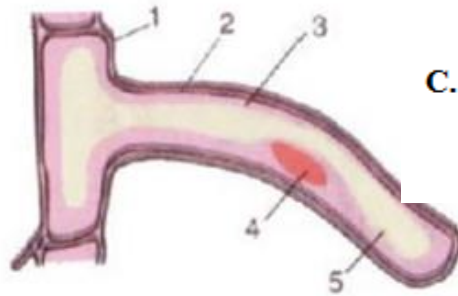
- + Hấp thụ nước và chất khoáng
- + Dẫn truyền chất dinh dưỡng từ bề mặt hấp thụ
- + Giúp thực vật đứng vững trong không gian
- + Giữ chặt các hạt đất, từ đó giảm thiểu hiện tượng xói mòn đất

Rễ được chia làm 4 miền: chóp rễ, miền phân sinh, miền tăng trưởng và miền chuyên hóa hay lông hút (hình 2). Nước và các ion khoáng được hút chủ yếu từ miền chuyên hóa, chứa các tế bào đã biệt hóa gọi là tế bào lông hút. Rễ của thực vật có thể chứa hàng tỷ lông hút, ví dụ như ở một loài cây họ Hòa thảo sau khi trồng một tháng đã có bộ rễ với tổng chiều dài 625km, tổng diện tích khoảng 285m², trong khi đó tổng chiều dài của lông hút (khoảng 14 tỷ lông hút) khoảng 10500km và tổng diện tích

khoảng 480m².

Cấu trúc và chức năng 4 miền của rễ:

- Chóp rễ: gồm các tế bào có vách ngoài hóa nhày, có chức năng bảo vệ miền phân sinh ở bên trong.
- Miền phân sinh: phân chia tế bào, kéo dài rễ.
- Miền tăng trưởng: nơi tế bào kéo dài, sinh trưởng.
- Miền chuyên hóa: gồm các tế bào gọi là lông hút, có chức năng hút nước và chất khoáng phục vụ cho các quá trình sinh hóa của cây. Số lượng lớn các lông hút giúp gia tăng diện tích bề mặt tiếp xúc giữa rễ cây với đất, từ đó giúp cây trao đổi chất hiệu quả.



C. Tế bào lông hút

- Vách tế bào, 2. Màng sinh chất,
3. Chất tế bào, 4. Nhân, 5. Không bào

Biến dạng của rễ:

- Rễ chống: chống cho cây cao, nặng trên đầu



- Rễ bạnh: rễ trông giống như những trụ tường, có tác dụng chống đỡ cho những cây thân cao của một số cây gỗ nhiệt đới.



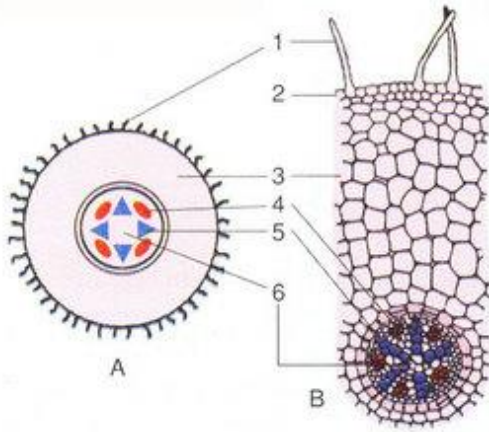
- Rễ hô hấp: có ở những cây ngập mặn, giúp cây có thể lấy được oxy trong không khí, vốn không có trong lớp bùn dưới nước.



- Rễ dự trữ: tích lũy chất dinh dưỡng và nước.



2. Cấu tạo giải phẫu cắt ngang rễ:



Chú thích: 1 - lông hút, 2 - biểu bì, 3 - thịt vỏ,
4 - Mạch rây, 5 - Mạch gỗ, 6 - ruột

Các lớp tế bào từ ngoài vào trong:

- Lông hút: là các tế bào biểu bì kéo dài, có chức năng hút nước và muối khoáng.
- Biểu bì: các tế bào dài, có vách mỏng, xếp sát nhau.
- Thịt vỏ
- Giữa phần thịt vỏ phía ngoài và phần lõi phía trong có đai Caspari, đảm nhiệm chức năng điều hòa nước và muối khoáng đi vào hệ thống mạch.
- Mạch rây: dẫn các sản phẩm của quang hợp (đường, các chất hữu cơ khác, các ion khoáng) đến các cơ quan dự trữ.
- Mạch gỗ: dẫn nước hút từ rễ lên các cơ quan để thực hiện các hoạt động sống.
- Ruột: có thể có khả năng dự trữ.

VẬN CHUYỂN NƯỚC VÀ MUỐI KHOÁNG Ở THỰC VẬT

1. Hấp thụ nước và ion khoáng từ đất vào tế bào lông hút:

a. Hấp thụ nước:

- Nước được hấp thụ liên tục từ đất vào tế bào lông hút theo cơ chế thụ động (cơ chế thẩm thấu): đi từ môi trường nhược trương vào dung dịch ưu trương của tế bào rễ cây nhờ sự chênh lệch áp suất thẩm thấu.
- Dịch của tế bào lông hút ưu trương là do:
 - + Quá trình thoát hơi nước đóng vai trò như bơm hút
 - + Nồng độ các chất tan trong tế bào lông hút cao.
- Các loại môi trường:

Môi trường nhược trương: môi trường mà nồng độ chất tan không thể đi qua màng ở bên trong tế bào cao hơn, nên nước có xu hướng đi vào tế bào. Đối với tế bào thực vật, vì có lớp thành tế bào nên có thể giúp duy trì sự cân bằng nước khiến thành tế bào sẽ nở ra ở mức độ nhất định. Khi không thể cho nước vào thêm nữa, thành sẽ tạo áp lực lại khiến cho nước không thể vào thêm nữa, dẫn đến tế bào ở trạng thái trương (trạng thái này tốt cho hầu hết các loại thực vật).

Môi trường đẳng trương: môi trường mà nồng độ chất tan không thể đi qua màng ở bên trong và ngoài tế bào cân bằng và nước đi qua màng theo cả 2 hướng đi ra và đi vào với tốc độ ngang nhau. Tế bào thực vật khi ở trong môi trường này sẽ ở trạng thái mềm nhũn.

Môi trường ưu trương: môi trường mà nồng độ chất tan không thể đi qua màng ở dung dịch ngoài tế bào cao hơn, nên nước có xu hướng ra khỏi tế bào khiến cho tế bào mất nước. Đối với các tế bào thực vật, chúng sẽ bị co lại và màng tế bào bị tách ra khỏi thành tế bào -> tế bào bị co nguyên sinh.

b. Hấp thụ ion khoáng:

Các ion khoáng xâm nhập vào tế bào rễ cây một cách chọn lọc theo 2 cơ chế:

Thụ động: Cơ chế khuếch tán từ nơi có nồng độ cao đến nơi có nồng độ thấp và không cần tiêu tốn năng lượng. Đặc điểm của cơ chế vận chuyển thụ động:

- Chất vận chuyển không bị biến đổi hóa học, không kết hợp với chất khác.
- Không cần năng lượng.
- Phụ thuộc vào gradient nồng độ hay điện thế.
- Vận chuyển theo 2 chiều, cân bằng giữa trong và ngoài tế bào.

Chủ động (tích cực): Di chuyển ngược chiều gradient nồng độ (từ nơi có nồng độ thấp đến nơi có nồng độ cao) và cần năng lượng.

2. Dòng nước và các ion khoáng từ đất vào mạch gỗ của rễ:

Dòng nước và các ion khoáng đi từ đất vào mạch gỗ của rễ theo 2 con đường:

- Con đường gian bào: Từ lông hút đến khoảng gian bào đai Caspari mạch gỗ.
- Con đường tế bào chất: Từ lông hút đến tế bào chất của các tế bào sống mạch gỗ.

Kết luận:

Khuếch tán, vận chuyển chủ động và vận chuyển dòng khối hoạt động phối hợp với nhau để vận chuyển các tài nguyên của cây, phù hợp với cấu trúc tế bào của thực vật để đạt hiệu quả cao nhất.

Mở rộng:

Hiệu ứng “coattail” (tác động hỗ trợ người đồng hành) đóng vai trò vận chuyển các chất tan trung tính như sucrose ở tế bào thực vật. Chất đồng vận chuyển là H^+ kết hợp vận chuyển sucrose ngược gradient nồng độ với sự vận chuyển của H^+ xuôi theo gradient điện hóa.

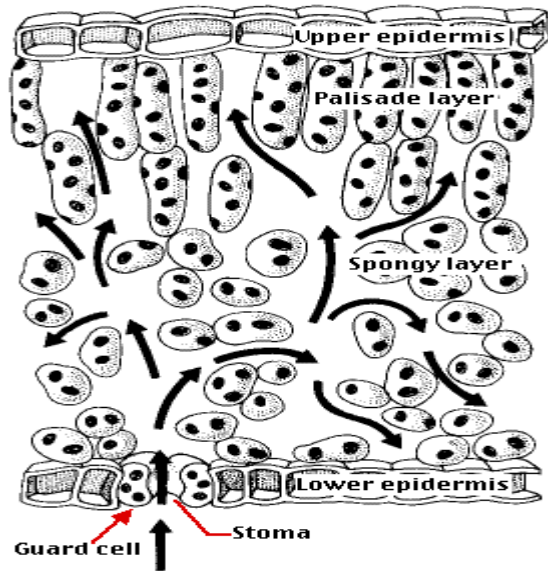
VẬN CHUYỂN OXY, CÁC DẠNG NITƠ VÀ CÁC LOẠI NGUYÊN TỐ VI LƯỢNG

1. Cơ chế và các phương pháp ổn định khí lưu $[O_2]/[CO_2]$ và dòng O_2 được cố định hữu cơ

Để có thể thực hiện chuỗi phản ứng quang hợp, thực vật cần nguồn CO_2 và nguồn loại bỏ O_2 , và cũng tương tự với chuỗi phản ứng hô hấp nhưng sản phẩm thải là CO_2

Tuy nhiên, các với các loài động vật, thực vật đã không phát triển hệ cơ quan chuyên biệt để vận chuyển khí trong suốt quá trình tiến hóa (ngoại trừ một số họ thực vật đặc biệt), nên sẽ có những lý do và cơ chế đặc biệt để giải thích cho lối tiến hóa trên:

- Các tế bào thuộc các bộ phận khác nhau của thực vật có mức hô hấp thấp hơn nhiều so với tế bào động vật cùng kích cỡ (duy chỉ có các tế bào quang hợp do xảy ra chuỗi phản ứng quang hợp nên sự trao đổi khí có phần mạnh hơn)
- Con đường vận chuyển khí ở thực vật là ngắn và các điểm trao đổi khí phân bố khắp các bề mặt cơ thể thực vật (trên lá có các khí khổng, thân có bì khổng, rễ có các lông hút,...) , tất cả các tế bào sống đều tập trung ở bề mặt (các tế bào sâu trong cùng thường là hệ tế bào chết thực hiện các chức năng nâng đỡ và vận chuyển) , nên thường có thể trao đổi khí trực tiếp với môi trường
- Bao quanh các tế bào là một hệ thống chằng chịt các không gian khí, bắt đầu từ các khổng và mở rộng đến tất cả các tế bào sống , khí CO_2/O_2 sẽ vào khí khổng và nhanh chóng khuếch tán vào các không gian khí (giới thực vật đi theo lối tiến hóa sử dụng các không gian khí để trao đổi khí thay vì không gian dịch thể vì không khí khuếch tán và trao đổi tốt hơn ở trạng thái khí)



=> CO_2/O_2 di chuyển trong môi trường nội môi thông qua các khoảng gian khí và các tế bào trao đổi khí gần như trực tiếp với môi trường hoặc qua các khí khổng, lông hút, ...

- Đó là sự vận chuyển O_2 dưới trạng thái khí trong nội môi, tuy nhiên, hô hấp chỉ dùng khoảng 90% lượng O_2 có trong không gian khí, còn 10% còn lại, được cố định vào các hợp chất hữu cơ nhờ các enzym oxygenase.
- Mặt khác còn xảy ra sự cố định O_2 nhờ enzyme Rubisco của chuỗi quang hợp và hô hấp sáng , nhìn chung các quá trình trên sẽ cho ra các sản phẩm O_2 đã được cố định.
- Dòng O_2 được cố định này sẽ theo dịch mạch rây vận chuyển theo chiều hướng dương trọng lực phân bố khắp cơ thể thực vật

=> O_2 trong cơ thể thực vật sẽ có dạng vận chuyển dưới dạng khí và dạng được cố định theo các cơ chế nêu trên.

2. Cơ chế và phương pháp vận chuyển nito nội môi

Do rễ cây không có các kênh chuyên biệt hay các enzyme biến đổi N_2 nên phần lớn Nito từ môi trường ngoài vào cơ thể thực vật dưới dạng $NO_3^-/NH_4^+/R-NH_2$

- NH_4^+ được đối vận chuyển với Na^+/K^+ , còn NO_3^- thì được đồng vận chuyển với các ion dương trên, có thể thông qua hoặc không thông qua kênh tùy theo độ pH của mt ngoài để vào được lông hút.

- Tuy dạng Nito đi vào là $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+/\text{R-NH}_2$, thực vật chỉ sử dụng NH_4^- và NO_2^- trong các hoạt động tổng hợp sâu hơn, nên sau khi được lông hút hấp thụ, các ion nito này di chuyển theo 2 con đường sau để thực hiện chuỗi phản ứng khử nitrate và tổng hợp amine/protein:
 - + Thẩm vào các tế bào mạch và đi theo dòng mạch gỗ đi thẳng lên lá thông qua mức chênh lệch [N] ở cực trên và cực dưới, tại lá xảy ra các phản ứng khử nitrate và amoni để tạo ra $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ (quá trình này xảy ra cả trong lục lạp và cytosol), các ion này sau đó được dùng để tổng hợp các acide amine tại lục lạp. Tiếp theo dựa vào hệ thống nội màng, một phần các amine này theo dịch mạch rây phân bố khắp cơ thể, còn các amine còn lại tham gia vào các chu trình protein trong tế bào
 - + Thẩm qua các tế bào rễ và thực hiện các quá trình khử nitrate ở trong cytosol hay tiền lạp, sau đó phân bố khắp các hệ thống tế bào rễ và tham gia chu trình protein
- Tuy nhiên dù theo con đường nào thì sau đó, các protein đều sẽ theo mạch rây phân bố đều cho cơ thể hay vận chuyển đến cơ quan dự trữ, hoặc theo dòng xylem từ các cơ quan dự trữ đến các cơ quan đích.
- Mặt khác, còn có con đường vận chuyển N_2 đã được cố định từ các vị trí cộng sinh như nốt rễ, nốt thân đến mạch rây đi tới các vùng khử amine tiếp tục chu trình Nito nội môi
- Ở dạng N_2 phân tử, N_2 có thể thoát mái khuếch tán vào tế bào hay các khoang gian khí qua các không, tuy nhiên ở dạng này N_2 trơ và không thể được đồng hóa trực tiếp nên sẽ nhanh chóng được thải ra ngoài.

3. Vận chuyển các nguyên tố vi lượng (Mn, Zn...)

- Thực vật có 2 con đường chính để hấp thụ các nguyên tố vi lượng : qua bề mặt lá hay qua lông hút ở rễ.
- Các ion này được hấp thụ dựa vào các nguyên tắc vận chuyển các chất qua màng một các phù hợp với điều kiện môi trường và nhu cầu của cây
- Cho dù được hấp thụ ở vị trí nào, các ion nguyên tố vi lượng đều đi theo các con đường yếu tố mạch, sau đó thẩm thấu qua màng plasma và đến các tế bào đích., riêng một số nguyên tố vi lượng sẽ đi đến cơ quan dự trữ và được dự trữ cho các lần sử dụng tiếp theo.

Citations: Campbell Reece et al. Resource Acquisition and Transport in Vascular Plants. Biology, eighth edition, 764-784