



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Sinh lý Thực vật

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

TS. NGUYỄN KIM THANH (*Chủ biên*)

Cử nhân NGUYỄN THUẬN CHÂU

GIÁO TRÌNH **SINH LÝ THỰC VẬT**

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCS Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCS ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đồng đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Cuốn giáo trình “Sinh lý thực vật” được biên soạn dựa trên nguyên tắc chung của các giáo trình sinh lý thực vật phổ biến hiện nay trên thế giới và trong nước. Giáo trình do tiến sĩ Nguyễn Kim Thanh, cán bộ giảng dạy trường Đại học Nông nghiệp I làm chủ biên cùng cử nhân Nguyễn Thuận Châu, cán bộ giảng dạy trường Trung học Nông nghiệp Hà Nội đồng biên soạn.

Chúng tôi hy vọng cuốn giáo trình này là tài liệu học tập tốt và bổ ích cho các sinh viên ngành Trồng trọt và bảo vệ thực vật của các trường trung học nông nghiệp. Đồng thời, nó cũng là tài liệu tham khảo tốt cho sinh viên của các trường trung cấp Sư phạm, Lâm nghiệp, Dược học và các cán bộ giảng dạy, nghiên cứu có liên quan đến cây trồng.

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã nhận được nhiều sự quan tâm giúp đỡ của Sở Nông nghiệp Hà Nội, trường Trung học Nông nghiệp Hà Nội và các bạn đồng nghiệp.

Nhân dịp này chúng tôi xin trân trọng bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến quý tổ chức và cá nhân hữu trách.

Mặc dù rất cố gắng, song việc biên soạn khó tránh khỏi thiếu sót. Rất mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp bổ ích để có thể bổ sung cho cuốn giáo trình Sinh lý thực vật hoàn chỉnh hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

TÁC GIẢ

Mở đầu

Sinh lý thực vật là môn khoa học nghiên cứu về các hoạt động sinh lý xảy ra trong cơ thể thực vật, mối quan hệ giữa các điều kiện sinh thái với các hoạt động sinh lý của cây để điều chỉnh thực vật theo hướng có lợi cho con người.

1. Nhiệm vụ của môn học sinh lý thực vật

Sinh lý thực vật là môn học cơ sở trong chương trình học tập của ngành trồng trọt. Đây là môn học giúp người học hiểu rõ được bản chất các hoạt động sinh lý thực vật. Trên cơ sở đó đề xuất các biện pháp kỹ thuật tác động lên cây trồng nhằm tăng năng suất và chất lượng nông sản phẩm.

Sinh lý thực vật là môn học nghiên cứu cụ thể các vấn đề sau:

- + Trao đổi nước của thực vật: là quá trình hút nước, vận chuyển nước và thoát hơi nước.
- + Quang hợp của thực vật: là quá trình hấp thu và biến đổi năng lượng ánh sáng mặt trời thành năng lượng hóa học được tích lũy trong các hợp chất hữu cơ của cây.
- + Vận chuyển và phân phối các sản phẩm đồng hoá từ cơ quan sản xuất (lá cây) đến tất cả các cơ quan khác trong cây để hình thành năng suất cây trồng.
- + Hô hấp của thực vật là quá trình phân giải oxi hóa các chất hữu cơ để giải phóng năng lượng, cung cấp cho các hoạt động sống và tạo nên các sản phẩm trung gian cho các quá trình sinh tổng hợp các chất hữu cơ khác của cây.
- + Dinh dưỡng khoáng của thực vật là quá trình hút chất khoáng của rễ và đồng hóa chúng trong cây.
- + Sinh trưởng và phát triển của cây là kết quả hoạt động tổng hợp của 5 quá trình sinh lý trong cây làm cho cây lớn lên, đâm chồi, nảy lộc rồi ra hoa, kết quả, già đi và kết thúc chu kỳ sống của mình.
- + Những phản ứng thích nghi của cây đối với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận để tồn tại và cho năng suất cao.
- + Nghiên cứu các hoạt động sinh lý diễn ra trong tế bào - đơn vị cơ bản của cây.

Trên cơ sở những hiểu biết về sinh lý thực vật, con người có thể điều chỉnh cây trồng theo hướng có lợi như đề xuất các phương pháp tưới nước hợp lý cho cây; bố trí quần thể cây trồng để cây sử dụng ánh sáng mặt trời có hiệu quả nhất hoặc các biện pháp bón phân hợp lý, điều chỉnh sự ra hoa, kết quả và phát sinh hình thái của cây...

2. Kết cấu và cách trình bày giáo trình Sinh lý thực vật

Giáo trình Sinh lý thực vật được trình bày theo 8 chương:

Chương 1: Sinh lý tế bào thực vật

Chương 2: Sự trao đổi nước của thực vật

Chương 3: Quang hợp của thực vật

Chương 4: Hô hấp của thực vật

Chương 5: Sự vận chuyển và phân bố các chất đồng hóa trong cây

Chương 6: Dinh dưỡng khoáng của thực vật

Chương 7: Sinh trưởng và phát triển của thực vật

Chương 8: Tính chống chịu sinh lý của thực vật với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận.

Để giúp cho sinh viên học tốt môn này, sau mỗi chương, chúng tôi có tóm tắt lại nội dung cơ bản của chương, các câu hỏi cần thiết để trao đổi và ôn tập. Đồng thời, để nâng cao hiểu biết và kỹ năng thực hành về kiến thức sinh lý thực vật, chúng tôi trình bày một số bài thực hành về các hoạt động sinh lý thực vật, cách xác định một số chỉ tiêu sinh lý thực vật và một số ứng dụng trong sản xuất.

Chương 1

SINH LÝ TẾ BÀO THỰC VẬT

Mục tiêu

Giúp sinh viên nắm một cách khái quát về cấu trúc và chức năng của tế bào, nắm vững các hoạt động sinh lý quan trọng diễn ra trong tế bào như quá trình trao đổi nước của tế bào, sự xâm nhập chất tan vào tế bào, nắm chắc thành phần hoá học và các đặc tính của chất nguyên sinh.

Nội dung tóm tắt

- Tế bào là một đơn vị cấu trúc và chức năng của cơ thể thực vật mang đầy đủ các đặc tính và chức năng của một hệ thống sống. Chúng gồm ba hợp phần là thành tế bào, không bào và chất nguyên sinh. Chất nguyên sinh có tổ chức cấu trúc rất phức tạp gồm hệ thống màng, các bào quan và khuôn tế bào chất, đảm nhiệm toàn bộ các hoạt động sinh lý của tế bào và toàn cây.

- Protein của chất nguyên sinh dễ bị biến tính do các liên kết yếu ổn định, cấu trúc của phân tử protein dễ bị phá vỡ dưới tác động của điều kiện bất thuận của môi trường.

Do phân tử nước có tính lưỡng cực nên trong chất nguyên sinh chúng gây ra hiện tượng thủy hóa các keo mang điện tạo nên tính ổn định cho hệ thống keo nguyên sinh chất. Có hai dạng nước trong chất nguyên sinh: nước tự do linh động quyết định hoạt động sinh lý của cây và nước liên kết quyết định khả năng chống chịu của cây.

- Tùy theo độ dày của màng thủy hoá mà chất nguyên sinh có thể tồn tại ở dạng sol, dạng coaxecva hay dạng gel và quyết định đến hoạt động sống của cây.

- Tế bào thực vật trao đổi nước bằng hai phương thức: thẩm thấu và hút trương. Các tế bào chưa xuất hiện không bào (mô phân sinh) thì sự hút nước vào tế bào nhờ khả năng hút trương. Các tế bào trưởng thành có không bào thì nước xâm nhập vào tế bào bằng cả hai phương thức.

I. ĐẠI CƯƠNG VỀ TẾ BÀO THỰC VẬT

Ngày nay, ai cũng đều biết các cơ thể sống được xây dựng nên từ các tế bào. Tuy nhiên, cách đây vài thế kỷ, điều đó vẫn còn bí ẩn.

Người đặt nền móng cho việc phát hiện và nghiên cứu về tế bào là Robert Hooke (1635 - 1703). Ông là người đầu tiên phát hiện ra kính hiển vi cho phép phóng đại hình ảnh một vật lên nhiều lần. Khi quan sát lát cắt mỏng lic dưới kính hiển vi, ông nhận thấy nó không đồng nhất mà được chia ra nhiều ngăn nhỏ mà ông gọi là "cell", tức là tế bào. Sau phát minh của Robert Hooke, nhiều nhà khoa học đã đi sâu vào nghiên cứu cấu trúc của tế bào và phát hiện ra chất nguyên sinh, nhân của tế bào...

Bước nhảy vọt trong việc nghiên cứu tế bào là phát hiện ra kính hiển vi điện tử có độ phân giải cao gấp 100 lần so với kính hiển vi thường. Nhờ kính hiển vi điện tử mà người ta có thể quan sát được các cấu trúc siêu nhỏ trong tế bào mà kính hiển vi thường không nhìn thấy được.

Người ta phân ra hai mức độ tổ chức tế bào: các tế bào nhân nguyên thủy, gọi là các thể procariota (vi khuẩn, tảo lam...), chưa có nhân định hình và các tế bào có nhân thực, gọi là các thể eucariota (tế bào của thực vật, động vật và nấm).

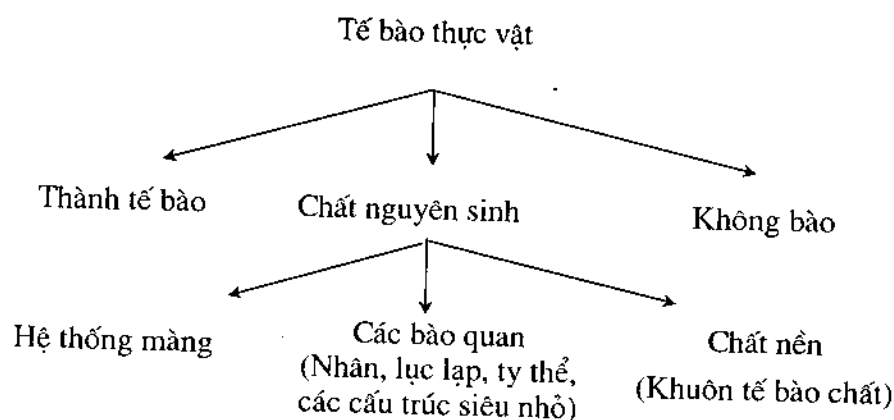
Học thuyết tế bào khẳng định rằng, tế bào là đơn vị cấu trúc và chức năng của cơ thể sống. Sự sống của một cơ thể là sự kết hợp hài hòa giữa cấu trúc và chức năng của từng tế bào hợp thành. Theo quan niệm về tính toàn năng của tế bào thì mỗi một tế bào chứa một lượng thông tin di truyền tương đương với một cơ thể hoàn chỉnh. Mỗi tế bào tương đương với một cơ thể và có khả năng phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh. Khả năng tái sinh của tế bào thực vật lớn hơn rất nhiều so với tế bào động vật. Vì vậy, kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào áp dụng đối với thực vật dễ dàng hơn đối với động vật.

II. KHÁI QUÁT VỀ CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG SINH LÝ CỦA TẾ BÀO THỰC VẬT

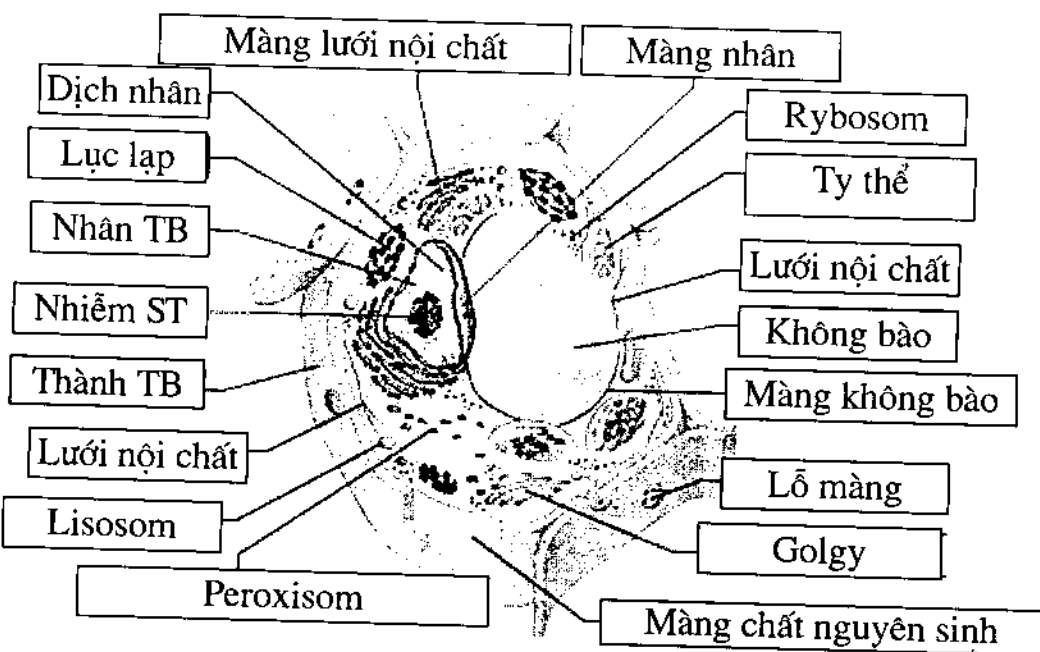
1. Sơ đồ cấu trúc tế bào thực vật

Các loài thực vật khác nhau, các mô khác nhau thì các tế bào của chúng cũng khác nhau về hình dạng, kích thước và thực hiện các chức năng khác nhau. Tuy nhiên, tất cả các tế bào thực vật đều giống nhau về mô hình cấu trúc. Chúng được cấu trúc từ ba bộ phận là thành tế bào, không bào và chất nguyên

sinh. Chất nguyên sinh được coi là thành phần sống của tế bào bởi là nơi đây diễn ra các hoạt động sống quan trọng của tế bào. Phần chất nguyên sinh bao gồm hệ thống màng, các bào quan và chất nền (Hình 1.1a và 1.1b)



Hình 1.1.a: Sơ đồ cấu trúc tế bào thực vật



Hình 1.1.b: Các thành phần cấu trúc tế bào thực vật

Tế bào thực vật khi nằm trong một tập hợp các tế bào của mô thì chúng bị nén ép nên thường có hình đa giác. Tế bào thực vật có kích thước rất nhỏ, khoảng 100 triệu tế bào mới tạo nên được một hình khối có thể tích 1cm^3 . Do đó, một cây có thể do hàng tỷ tế bào tạo nên.

2. Thành tế bào

Cấu trúc thành tế bào là một đặc trưng để phân biệt tế bào thực vật với tế bào động vật. Tế bào thực vật có cấu trúc thành tế bào khá vững chắc bao bọc xung quanh.

Thành tế bào thực vật có hai chức năng chính như sau:

- Làm nhiệm vụ bao bọc, bảo vệ tế bào chống lại các áp lực bên ngoài và bên trong tế bào do áp suất thủy tĩnh của không bào gây nên.
- Ngăn cản sự thâm nhập tự do và tham gia một phần sự hấp thu các chất khoáng vào tế bào, đồng thời thành tế bào vẫn có khả năng sinh trưởng.

Để đảm nhiệm chức năng vừa có độ bền vừa có khả năng sinh trưởng thì thành tế bào cần phải bền vững về cơ học nhưng cũng phải mềm dẻo. Vì vậy, thành tế bào được cấu tạo từ những vật liệu đặc trưng:

- Xenluloza: đảm bảo tính bền vững về cơ học và độ đàn hồi.
- Protopectin, hemixenluloza, pectin: đảm bảo tính mềm dẻo và khả năng sinh trưởng của thành tế bào.

Tỷ lệ hai loại vật liệu này tùy theo giai đoạn phát triển của tế bào. Tế bào càng già thì thành tế bào càng tăng tính bền vững và giảm tính mềm dẻo.

Ngoài ra, trong thành tế bào còn có lipit và protein.

2.1. Thành phần hóa học

2.1.1. Xenluloza

Là thành phần cơ bản cấu trúc nên thành tế bào thực vật. Thành phần cấu trúc nên phân tử xenluloza là các phân tử glucoza. Mỗi phân tử xenluloza có khoảng 10 000 gốc glucoza với phân tử lượng gần 2 triệu.

Các phân tử xenluloza liên kết với nhau tạo nên sợi xenluloza, là đơn vị cấu trúc nên thành tế bào. Các bó sợi xenluloza được nhúng vào một khối khuôn mềm dẻo vô định hình, được tạo thành từ hemixenluloza, pectin và protein. Các bó sợi này liên kết với nhau bằng liên kết hydro.

Xenluloza là thành phần cấu tạo cơ bản của thành tế bào. Hàm lượng của nó trong thành tế bào thay đổi theo loại tế bào và tuổi của tế bào.

2.1.2. Hemixenluloza

Đây là các polyxacarit, gồm các monoxacarit khác nhau liên kết với nhau tạo nên: galactosa, manosa, xyloza, arabinosa...

2.1.3. Pectin

Là thành phần quan trọng cấu trúc nên thành tế bào. Pectin kết dính các tế bào với nhau tạo nên một khối vững chắc của các mô. Đặc biệt quan trọng là các protopectin và pectat canxi.

Khi thành tế bào phân hủy thì thành phần trước tiên bị phân giải là pectat canxi. Các pectin bị phân giải làm cho các tế bào tách khỏi nhau, không dính kết với nhau, như khi quả chín thì có độ mềm, hoặc xuất hiện tầng tế bào rời ở cuống lá, hoa, quả trước khi bị rụng...

2.2. Cấu trúc của thành tế bào

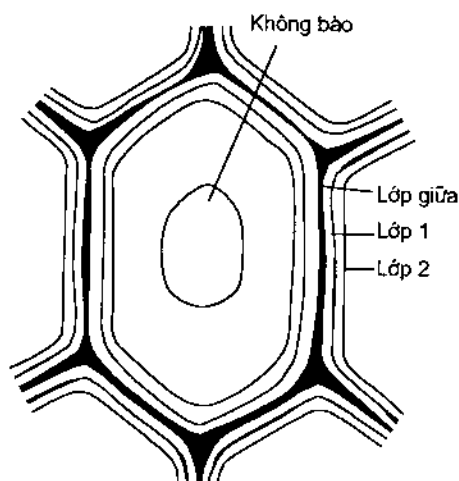
Thành tế bào có cấu trúc ba lớp chủ yếu: lớp giữa, lớp thứ nhất và lớp thứ hai (Hình 1.2)

2.2.1. Lớp giữa

Được hình thành khi tế bào phân chia để phân cách ranh giới hai tế bào và gắn kết các tế bào với nhau. Thành phần cấu trúc chủ yếu là pectin dưới dạng pectat canxi, vì vậy pectat canxi được coi như chất “xi măng” gắn các tế bào với nhau thành một khối vững chắc.

2.2.2. Lớp thứ nhất

Được hình thành trong quá trình sinh trưởng dần của tế bào. Thành phần cấu tạo từ các vật liệu vừa mềm dẻo, vừa đàn hồi để điều tiết sự sinh trưởng của tế bào gồm khoảng 30% xenluloza bó sợi xenluloza, với độ dài phân tử xenluloza ngắn (khoảng 2000 gốc glucoza) và sắp xếp lộn xộn. Thành phần còn lại là hemixenluloza, protopectin và một số thành phần khác tạo thành khuôn để các bó sợi xenluloza đứng vững bên trong mà không có các liên kết hoá học, nên tạo độ mềm dẻo và dễ thay đổi, dễ biến dạng.



Hình 1.2 : Sơ đồ các lớp khác nhau của thành tế bào

2.2.3. Lớp thứ hai

Được hình thành khi tế bào ngừng sinh trưởng để tăng độ bền vững cơ học của thành tế bào. Vì vậy, hàm lượng xenluloza của lớp 2 chiếm tỷ lệ tới 60%, với độ dài phân tử xenluloza lớn (14 000 gốc glucoza) và các bó sợi được xếp song song, làm mức độ bền vững tăng lên.

2.2.4. Những biến đổi của thành tế bào

Trong quá trình phát triển của tế bào, tùy theo chức năng đảm nhiệm của tế bào mà thành tế bào có thể có những biến đổi sau:

- Hóa gỗ: Một số mô như mô dẫn có thành tế bào bị hóa gỗ do các lớp xenluloza ngấm hợp chất lignin làm cho thành tế bào rất rắn chắc. Tế bào hóa gỗ tạo nên hệ thống ống dẫn làm nhiệm vụ vận chuyển nước đi trong cây.

- Hóa bản: Một số mô làm nhiệm vụ bảo vệ như mô bì, lớp vỏ củ... thì các tế bào đều hóa bản, như lớp vỏ củ khoai tây, khoai lang... Thành tế bào của chúng bị ngấm các hợp chất suberin và sáp làm cho chúng không thể thấm được nước và khí, ngăn cản quá trình trao đổi chất và vi sinh vật xâm nhập.

- Hóa cutin: Tế bào biểu bì của lá, quả, thân cây... thường được bao phủ bằng một lớp cutin mỏng. Thành tế bào của các tế bào biểu bì thấm thêm tổ hợp của cutin và sáp. Lớp cutin này không thấm nước và khí nên có thể làm nhiệm vụ che chở, hạn chế thoát hơi nước và ngăn cản vi sinh vật xâm nhập.

3. Không bào

3.1. Quá trình hình thành không bào

- Động vật có hệ thống bài tiết nên tế bào của chúng không có không bào. Thực vật không có hệ thống bài tiết riêng nên trong quá trình trao đổi chất của tế bào, một số sản phẩm thừa sẽ được thải ra và được chứa trong các túi nằm trong mỗi tế bào gọi là không bào.

- Không bào bắt đầu hình thành khi tế bào bước sang giai đoạn dẫn để tăng kích thước của tế bào.

Ban đầu không bào xuất hiện dưới dạng các túi nhỏ rải rác trong chất nguyên sinh. Sau đó, các túi nhỏ liên kết với nhau tạo nên các túi lớn hơn và cuối cùng, chúng liên kết với nhau tạo nên một không bào trung tâm. Không bào trung tâm ngày càng lớn lên và khi tế bào già thì không bào trung tâm chiếm hầu hết thể tích của tế bào, đẩy nhân và chất nguyên sinh thành một lớp mỏng áp sát thành tế bào.

3.2. Vai trò sinh lý của không bào

- Không bào chứa các chất bài tiết do quá trình hoạt động trao đổi chất của tế bào sản sinh ra. Chúng gồm các chất hữu cơ và vô cơ: các axit hữu

cơ, đường, vitamin, sắc tố dịch bào, các muối của các axit hữu cơ, các muối của kim loại như Na, Ca, K... Các chất này tạo nên một dung dịch gọi là dịch bào.

- Dịch bào có nồng độ thay đổi nhiều trong khoảng 0,2 - 0,8M, phụ thuộc vào cường độ trao đổi chất của tế bào, phụ thuộc vào loại tế bào và tuổi của chúng. Điều quan trọng là dịch bào sẽ gây nên một áp suất thẩm thấu. Chính nhờ áp suất thẩm thấu này mà tế bào có thể hút nước vào không bào. Đây là nguyên nhân để cho nước xâm nhập vào tế bào bằng con đường thẩm thấu.

Ngoài ra, không bào có vai trò như một cái kho chứa chất bài tiết của tế bào. Lượng chất bài tiết và thể tích của không bào ngày càng tăng lên theo tuổi, cho đến khi chúng chiếm toàn bộ thể tích tế bào thì tế bào sẽ chết.

4. Chất nguyên sinh (Protoplast)

Chất nguyên sinh được giới hạn giữa không bào và thành tế bào. Nó là thành phần sống cơ bản của tế bào. Chất nguyên sinh chứa các bào quan và mỗi bào quan thực hiện chức năng sinh lý đặc trưng của mình. Có thể nói rằng, chất nguyên sinh tế bào là nơi thực hiện tất cả các hoạt động sinh lý của tế bào và của cây. Chất nguyên sinh gồm ba bộ phận hợp thành là hệ thống màng (membran), các bào quan và chất nền (khuôn tế bào chất).

4.1. Hệ thống màng sinh học (Membran)

Membran trong tế bào có nghĩa là màng sinh học, là tổ chức có cấu trúc đặc trưng bao bọc chất nguyên sinh, không bào, các bào quan và có thể xuyên sâu vào các cơ quan...

4.1.1. Chức năng của màng sinh học

- Bao bọc, bảo vệ cho chất nguyên sinh và các bào quan.
- Điều chỉnh tính thấm của các chất đi ra hoặc đi vào tế bào và các bào quan. Sự xâm nhập các chất tan vào tế bào và các bào quan được kiểm tra rất chặt chẽ. Chính vì vậy mà nồng độ chất tan ở trong và ngoài màng chênh lệch nhau rất nhiều. Ví dụ như nồng độ ion H^+ trong không bào cao hơn rất nhiều so với trong tế bào chất.

Khi sự điều chỉnh tính thấm của màng bị rối loạn, sự rò rỉ chất tan và ion ra ngoài tế bào làm rối loạn quá trình trao đổi chất, cây có thể chết.

- Tiến hành quá trình trao đổi chất và năng lượng: Hệ thống màng bên trong lục lạp (màng thylacoit) làm nhiệm vụ biến quang năng thành hóa năng

trong quang hợp (Quang photphoryl hoá) và hệ thống màng trong ăn sâu vào trong ty thể làm nhiệm vụ tổng hợp ATP để cung cấp năng lượng cho các hoạt động sống của cơ thể (Photphoryl hoá oxi hoá).

4.1.2. Phân loại màng

Người ta phân chia màng sinh học thành ba loại là màng bao bọc, màng trong và màng lưới nội chất.

- Màng bao bọc: Vị trí của màng này là bao bọc các bào quan và tế bào chất... Chúng gồm: màng sinh chất (plasmalemma) bao bọc quanh chất nguyên sinh và nằm sát thành tế bào; màng không bào (tonoplast) bao bọc không bào và các màng bao bọc các bào quan như màng nhân, lục lạp, ty thể và các bào quan siêu hiển vi... Màng bao bọc thường làm chức năng bảo vệ và kiểm tra tính thấm của các chất qua màng.

- Màng trong: Đây là hệ thống màng ăn sâu vào trong một số cơ quan. Có hai bào quan quan trọng có hệ thống màng trong là lục lạp và ty thể. Hệ thống màng trong của lục lạp gọi là màng quang hợp hay thylacoit; còn ở ty thể là hệ thống màng trong. Chức năng của màng trong là tiến hành quá trình trao đổi chất và năng lượng trong tế bào.

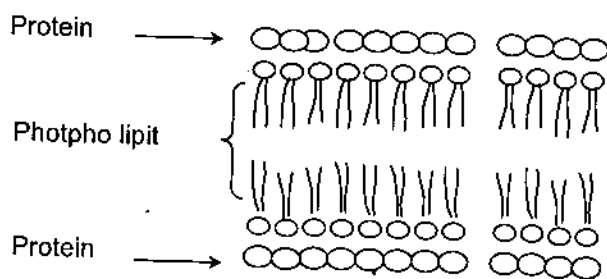
- Màng lưới nội chất: Đây là một hệ thống màng chằng chịt nằm trong phần chất nguyên sinh để ngăn cách chất nguyên sinh thành các khoang riêng biệt, nối liền không bào với nhân và các cơ quan, xuyên qua các sợi liên bào để nối liền các tế bào với nhau... Trên chúng có thể có nhiều riboxom - cơ quan tổng hợp protein.

4.1.3. Cấu trúc của màng sinh học

Màng sinh học được kiến tạo từ màng cơ sở

Màng cơ sở đơn giản nhất (Hình 1.3.) bao gồm hai lớp đơn phân tử protein và hai lớp lipid. Các phân tử protein có thể ở dạng hình cầu hay hình sợi; còn lipid thì chỉ có dạng photpholipit (hợp chất của lipid với axit photphoric). Photpholipit có một đầu ưa nước và một đầu ghét nước. Thông thường thì đầu ưa nước quay về lớp phân tử protein, còn đầu ghét nước thì quay vào nhau. Tỷ lệ lipid thay đổi tùy theo chức năng của màng. Màng có chức năng bảo vệ và bao bọc thường có tỷ lệ lipid cao hơn (80%) so với màng đảm nhiệm chức năng trao đổi chất và năng lượng như ở màng lục lạp và ty thể (70%).

- Màng có thể là màng đơn chỉ bao gồm một màng cơ sở như màng bao bọc các bào quan siêu hiển vi như riboxom, peroxixom, lisoxom, glyoxixom... Màng cũng có thể là màng kép bao gồm hai màng cơ sở hợp thành như màng nhân, lục lạp, ty thể...



Hình 1.3: Mô hình cấu trúc của màng cơ sở

4.2. Các cơ quan tử (bào quan)

Các cơ quan nằm trong chất nguyên sinh tùy theo kích thước của chúng mà có thể chia ra các bào quan hiển vi gồm nhân, lục lạp và ty thể và các bào quan siêu hiển vi gồm các thể như riboxom, peroxixom, lisoxom, glyoxixom... Mỗi một cơ quan đảm nhiệm chức năng sinh lý đặc trưng cho cơ thể. Người ta gọi chung là các yếu tố cấu trúc.

4.2.1. Nhân

* Hình thái, cấu trúc

- Mỗi tế bào có một nhân hình cầu hay hình trứng với kích thước 7 - 8 μm .
- Nhân được bao bọc bằng một màng kép. Trên bề mặt của màng có rất nhiều lỗ để các thông tin di truyền được truyền ra ngoài dễ dàng.
- Nhân chứa AND của nhiễm sắc thể, ARN của hạch nhân và enzym.
- Thành phần hóa học chủ yếu của nhân là ADN, ARN và protein.

* Vai trò của nhân

- Duy trì thông tin di truyền đặc trưng cho mỗi loài. Thông tin di truyền chứa đựng trong cấu trúc của phân tử ADN.
- Truyền thông tin di truyền từ nhân đến tế bào chất thông qua việc tổng hợp các ARN thông tin mang toàn bộ thông tin di truyền của ADN của nhân.
- Truyền thông tin di truyền từ tế bào này sang tế bào khác bằng cơ chế nhân đôi ADN giống nhau một cách tuyệt đối để có sự phân chia tế bào giống hệt nhau.

4.2.2. Lạp thể

- Lạp thể là bào quan làm nhiệm vụ tổng hợp và tích lũy chất hữu cơ. Chúng bao gồm lục lạp (chloroplast) làm nhiệm vụ quang hợp, sắc lạp (chromoplast) chứa các sắc tố khác nhau tạo nên màu sắc của hoa, quả và vô sắc lạp (leucoplast) là trung tâm tích lũy tinh bột và các chất khác.

- Trong ba bào quan đó thì lục lạp là quan trọng nhất vì nó thực hiện chức năng quang hợp để tổng hợp nên các hợp chất hữu cơ cung cấp cho đời sống của tất cả sinh vật. (Hình thái, cấu trúc và chức năng của lục lạp sẽ được đề cập trong chương Quang hợp của thực vật).

4.2.3. Ty thể

- Ty thể là bào quan quan trọng vì nó gắn liền với hoạt động sống, hoạt động trao đổi chất của tế bào và cơ quan. Ở đâu có hoạt động sống mạnh thì ở đó tập trung nhiều ty thể.

- Chức năng cơ bản của ty thể là tiến hành quá trình hô hấp trong cây, tức là phân giải oxi hóa các chất hữu cơ để giải phóng năng lượng hữu ích, cung cấp cho các hoạt động sống của cây. Có thể nói, ty thể là các "trạm biến thế" năng lượng của tế bào. (Cấu trúc và chức năng của ty thể sẽ được trình bày trong chương Hô hấp của thực vật).

4.2.4. Các bào quan có cấu trúc siêu hiển vi

Các cơ quan này có đặc điểm chung là chúng có kích thước siêu hiển vi, số lượng rất nhiều, có dạng hình cầu và có màng bao bọc là màng đơn... Mỗi một bào quan đảm nhiệm một chức năng đặc trưng của tế bào.

- Riboxom: là các tiểu phần hình cầu, đường kính 15nm, không quan sát được dưới kính hiển vi thường. Chúng có thể tồn tại độc lập trong tế bào chất hoặc gắn với màng lưới nội chất, hoặc nằm trong nhân, lục lạp và ty thể. Riboxom là địa điểm diễn ra quá trình tổng hợp protein của tế bào.

- Peroxixom: là thể hình hạt có màng đơn bao bọc. Peroxixom đảm nhiệm chức năng quang hô hấp, tức quá trình thải CO_2 ở ngoài sáng, một chức năng làm tổn hại đến năng suất của cây. Peroxixom có nhiều trong tế bào của thực vật C_3 , là thực vật có quang hô hấp mạnh.

- Glyoxixom: cơ quan này có mặt chủ yếu khi các hạt có chứa lipit nảy mầm. Chức năng của glyoxixom là thực hiện chu trình glyoxilic chuyển hóa axit béo thành đường phục vụ cho quá trình nảy mầm của các loại hạt chứa lipit.

- Lysoxom: cơ quan này thực hiện chức năng tiêu hóa trong tế bào. Chúng chứa nhiều enzym thủy phân như nucleaza, proteaza, lipaza... để phân giải các vật lạ khi xâm nhập vào tế bào. Khi có vật lạ xâm nhập thì lập tức các enzym giải phóng ra khỏi lysoxom để tiến hành thủy phân chúng.

- Dictioxom (bộ máy golgi): chúng có dạng hình đĩa, khoảng 3 - 12 đĩa chồng lên nhau. Mỗi tế bào thực vật có tới hàng nghìn thể golgi.

Chức năng của bộ máy golgi là hình thành và tiết ra những chất bài tiết như

các dịch nhầy. Chúng còn có vai trò trong việc hình thành nên thành tế bào qua việc hình thành các glucit thành tế bào...

4.3. Khuôn tế bào chất

- Khuôn tế bào chất là chất nền chứa tất cả các bào quan và sản phẩm của quá trình trao đổi chất trong tế bào. Khuôn tế bào chất là một khối nửa lỏng, đồng nhất về quang học và có thể coi là một dung dịch keo protein trong nước.

- Khuôn tế bào chất thường xuyên vận động, kéo theo các bào quan và các cấu trúc trong chúng cũng vận động theo.

Chất nguyên sinh là thành phần sống duy nhất của tế bào. Mọi hoạt động sinh lý đều diễn ra trong chất nguyên sinh. Chính vì vậy mà chúng ta cần đề cập đến các đặc tính cơ bản của chất nguyên sinh gồm tính chất hóa học, hóa keo và vật lý của nó...

III. THÀNH PHẦN HÓA HỌC CHỦ YẾU CỦA CHẤT NGUYÊN SINH

Khi phân tích thành phần hóa học tương đối của tế bào, chúng ta thu được các số liệu sau: nước chiếm 85%, protein 10%, lipit 2%, ADN 0,4%, ARN 0,7%, các chất hữu cơ khác 0,4%, các chất khoáng 1,5%. Axit nucleic sẽ được nghiên cứu trong giáo trình hoá sinh và di truyền, chất khoáng sẽ được đề cập đến trong chương Dinh dưỡng khoáng của thực vật trong giáo trình này. Trong phần này, chúng ta sẽ nghiên cứu ba thành phần cơ bản và cũng rất quan trọng là protein, lipit và nước.

1. Protein

Theo quan điểm của Ăngghen thì sự sống chính là sự tồn tại và hoạt động của các thể protein. Vì vậy, protein là cấu phần quan trọng nhất của chất nguyên sinh. Chúng tham gia cấu tạo nên hệ thống chất nguyên sinh, cấu tạo nên màng sinh học; đồng thời chúng là thành phần bắt buộc của tất cả các enzym xúc tác cho tất cả các phản ứng diễn ra trong cây. Có thể nói rằng, protein vừa là yếu tố cấu trúc vừa là yếu tố chức năng của tế bào.

1.1. Cấu trúc của protein

Các axit amin liên kết với nhau bằng các liên kết peptit tạo nên các phân tử protein. Tuy nhiên, protein có các bậc cấu trúc khác nhau tùy theo chức năng của chúng trong tế bào.

Có bốn loại cấu trúc của protein:

- Cấu trúc bậc một: được quy định bởi trình tự sắp xếp và số lượng các axit amin trong phân tử protein bằng các liên kết peptit. Có rất nhiều cấu trúc bậc một, điều này đã quyết định sự đa dạng của thế giới sinh vật.

- Cấu trúc bậc hai: sự sắp xếp lại gọn gàng hơn trong không gian của phân tử protein có dạng hình xoắn hoặc gấp khúc. Lực ổn định cấu trúc bậc hai là liên kết hydro.

- Cấu trúc bậc ba: là sự cuộn tròn lại gọn hơn của phân tử protein nhờ có 4 liên kết: liên kết hydro, liên kết ion, liên kết kỵ nước, liên kết disulfit (- S - S). Chức năng của phân tử protein liên quan chặt chẽ đến cấu trúc bậc ba. Bất kỳ một sự thay đổi nào của cấu trúc bậc ba cũng làm thay đổi hoạt tính của protein.

- Cấu trúc bậc bốn: là sự kết hợp của một số phân tử protein có cấu trúc bậc ba với nhau tạo nên một thể protein có kích thước lớn hơn, công kênh hơn. Các lực liên kết duy trì ổn định cấu trúc bậc bốn đều là các liên kết yếu tương tự như cấu trúc bậc ba nên cũng dễ dàng bị thay đổi.

1.2. Sự biến tính của protein

Phân tử protein của chất nguyên sinh rất dễ bị biến tính. Sự biến tính của protein gây nên sự biến tính của chất nguyên sinh, phá vỡ cấu trúc của chất nguyên sinh và tế bào chết.

- Các điều kiện gây biến tính protein và chất nguyên sinh: thường là các điều kiện ngoại cảnh bất thuận có khả năng làm chết cây, như nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp, pH quá cao hay quá thấp, độc tố nấm bệnh, tia tử ngoại, sóng siêu âm, các dung môi hữu cơ...

- Bản chất của sự biến tính protein: khi gặp điều kiện ngoại cảnh bất thuận thì các liên kết cấu trúc của phân tử protein bị phá vỡ, làm mất hoạt tính của phân tử protein và tế bào sẽ chết.

Chính vì vậy mà tính chống chịu của cây gắn liền với tính bền vững của phân tử protein chống lại sự biến tính. Đây là đặc trưng của các giống có khả năng chống chịu tốt với tác nhân "stress" của môi trường.

2. Lipit

Lipit trong nguyên sinh chất có hai dạng: dạng dự trữ và dạng tham gia cấu trúc.

- Dạng lipit dự trữ tham gia quá trình trao đổi chất để khai thác năng lượng, phổ biến là các giọt dầu nằm trong chất nguyên sinh, các sản phẩm trao đổi chất béo như các axit béo...

- Lipit ở dạng sáp và suberin tham gia kiến tạo nên lớp biểu bì, lớp vỏ củ, quả... Các chất này có tác dụng bảo vệ, che chở cho các bộ phận bên trong, cũng như giảm sự thoát hơi nước và xâm nhập của vi sinh vật.

- Dạng lipid có ý nghĩa quan trọng nhất là dạng photpholipit tham gia cấu tạo nên hệ thống màng sinh học trong chất nguyên sinh. Đây là hợp chất giữa lipid và axit photphoric. Photpholipit làm tăng tính bền vững của màng, kiểm tra tính thấm của các chất và quyết định đến khả năng chống chịu của cây.

3. Nước

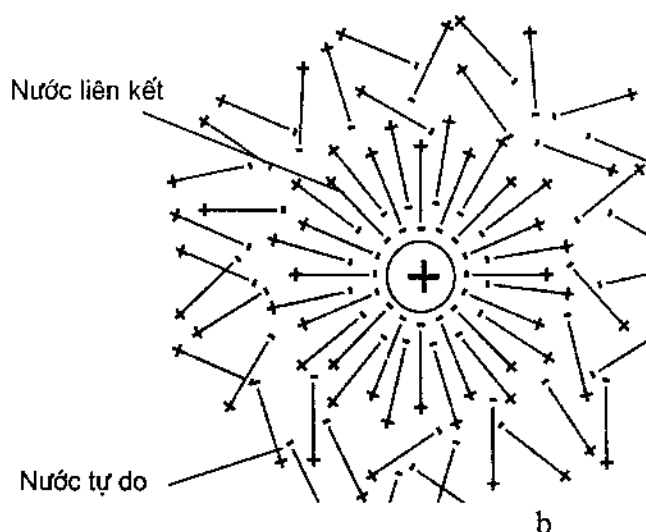
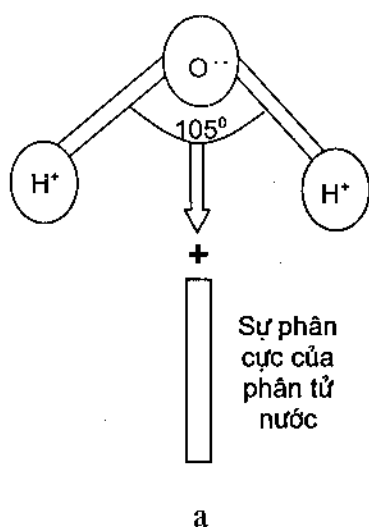
Nước là thành phần quan trọng của chất nguyên sinh. Hàm lượng nước trong chất nguyên sinh của tế bào thực vật là rất lớn, khoảng 95% khối lượng chất nguyên sinh. (Vai trò của nước đối với tế bào và cây sẽ được đề cập kỹ trong chương sự trao đổi nước của thực vật)

3.1. Tính chất lý hoá của nước

Vai trò quan trọng của nước trong tế bào được quyết định bởi các đặc tính lý hóa của phân tử nước.

- Phân tử nước có khả năng bay hơi ở bất cứ nhiệt độ nào nên cây luôn luôn thoát hơi nước; có khả năng cho ánh sáng xuyên qua nên thực vật thủy sinh có thể sống được; có khả năng giữ nhiệt cao...

- Một trong những đặc tính quan trọng nhất là tính phân cực của phân tử nước. Phân tử nước gồm hai nguyên tử hydro và một nguyên tử oxi. Nguyên tử oxi hút điện tử mạnh hơn nên hydro thường thiếu điện tử, vì thế hydro tích điện dương và oxi tích điện âm. Do vậy, phân tử nước một đầu tích điện dương và một đầu tích điện âm (Hình 1.4a).



Hình 1.4 : Cấu trúc của phân tử nước (a) và khả năng thủy hóa trong chất nguyên sinh (b)

3.2. Sự thủy hóa trong chất nguyên sinh

Do phân tử nước phân cực về điện nên khi gặp phân tử mang điện trong chất nguyên sinh như các keo protein mang điện thì chúng bị hấp dẫn bằng lực tĩnh điện. Kết quả là các phân tử nước tạo nên một màng nước bao xung quanh keo mang điện gọi là hiện tượng thủy hóa và lớp nước bao xung quanh phân tử mang điện được gọi là lớp nước thủy hóa (Hình 1.4b). Màng nước thủy hóa tạo nên hai dạng nước:

- Nước liên kết: lớp nước nằm sát keo mang điện bị hút bởi lực hút mạnh. Dạng nước này không tham gia vào các phản ứng hóa học... Chúng tạo độ bền vững và bảo vệ keo nguyên sinh chất nên có vai trò quan trọng trong việc quyết định khả năng chống chịu của cây.

- Nước tự do: lớp nước xa trung tâm mang điện thì lực hút yếu hơn nên các phân tử nước rất linh động. Nó tham gia vào các phản ứng hóa sinh trong cây như các phản ứng trong quang hợp, hô hấp, sinh tổng hợp... quyết định hoạt động sinh lý trong cây. Hàm lượng nước tự do trong chất nguyên sinh cao, chiếm khoảng 90% lượng nước trong cây.

Trong đời sống của cây, giai đoạn nào có hoạt động sống mạnh như lúc cây còn non, lúc ra hoa... thì cần có hàm lượng nước tự do cao. Hạt giống khi phơi khô thì nước tự do gần như bị tách khỏi hạt nên giảm hoạt động sống đến mức tối thiểu và chúng ngủ nghỉ. Nhưng khi ta cho hạt tiếp xúc với nước thì nước tự do được bổ sung vào hạt và lập tức hoạt động sống của chúng tăng lên mạnh mẽ, chúng nảy mầm...

IV. ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CỦA CHẤT NGUYÊN SINH

1. Tính lỏng của chất nguyên sinh

Tính lỏng của chất nguyên sinh thể hiện ở hai đặc điểm:

- Khả năng vận động như một chất lỏng: Ta có thể quan sát sự vận động của chất nguyên sinh thông qua vận động của các hạt lục lạp dưới kính hiển vi. Nhờ có sự vận động này mà vật chất trong tế bào có điều kiện lưu thông.

- Sức căng bề mặt, đặc trưng cho chất lỏng: Đây là một đặc tính của chất lỏng. Nhờ sức căng bề mặt mà chất nguyên sinh có thể co tròn lại.

2. Độ nhớt của chất nguyên sinh

2.1. Khái niệm về độ nhớt

Độ nhớt (độ quán, độ dính) là khả năng ngăn cản sự di chuyển, sự đổi chỗ

của các ion, các phân tử trong môi trường chất lỏng. Đây là một đại lượng đặc trưng cho chất lỏng.

2.2. Độ nhớt của chất nguyên sinh

Độ nhớt của chất nguyên sinh là khả năng cản trở sự vận động của các chất và các bào quan trong nguyên sinh chất. Độ nhớt chất nguyên sinh của tế bào thường bằng 10 - 18 centipoi, nghĩa là bằng 10 - 20 lần độ nhớt nước, kém độ nhớt dầu thầu dầu 80 - 100 lần. Điều đó chứng tỏ chất nguyên sinh gần với chất lỏng hơn.

2.3. Ý nghĩa của độ nhớt chất nguyên sinh

- Độ nhớt chất nguyên sinh càng giảm thì hoạt động sống càng tăng và ngược lại. Độ nhớt chất nguyên sinh thay đổi theo giống loài cây, theo tuổi cây và hoạt động sinh lý của cây. Theo quy luật, cây càng già thì độ nhớt càng tăng, tuy nhiên, vào giai đoạn ra hoa kết quả, do hoạt động sống đòi hỏi tăng lên mạnh nên độ nhớt giảm xuống đột ngột và sau giai đoạn ra hoa, độ nhớt lại tiếp tục tăng lên.

- Độ nhớt của cây càng cao thì chất nguyên sinh càng bền vững nên có khả năng chống chịu tốt hơn với các điều kiện bất thuận của môi trường, như chịu nóng, hạn, bệnh...

- Độ nhớt của chất nguyên sinh còn thay đổi rất nhiều theo các điều kiện ngoại cảnh:

Nhiệt độ càng tăng thì độ nhớt càng giảm (chất nguyên sinh loãng ra) và ngược lại, nên khi gặp rét thì độ nhớt chất nguyên sinh tăng lên, cản trở các hoạt động sống và cây dễ bị thương tổn. Sự có mặt của các ion trong môi trường cũng tác động đến thay đổi độ nhớt chất nguyên sinh. Các ion có hóa trị một như Na^+ , K^+ , NH_4^+ ... làm giảm độ nhớt; còn các ion có hóa trị cao như Ca^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} ... làm tăng độ nhớt. Vì vậy, để tăng tính chống rét cho mạ xuân người ta thường bón thêm phân kali để giảm độ nhớt hoặc bón tro bếp, vì trong tro bếp chứa nhiều kali và làm ấm chân mạ.

3. Tính đàn hồi của chất nguyên sinh

Tính đàn hồi là đặc tính của chất rắn, là khả năng quay về trạng thái ban đầu của vật thể đã bị biến dạng khi ngừng lực tác dụng vào vật. Chẳng hạn, ta dùng một kim để kéo dài màng sinh chất ra khỏi trạng thái ban đầu nhưng nếu ta thôi tác động lực kéo thì chất nguyên sinh lại trở về như cũ. Điều đó chứng tỏ chất nguyên sinh của tế bào thực vật có tính đàn hồi.

Tính đàn hồi của chất nguyên sinh tương quan thuận với tính chống chịu của cây và tương quan nghịch với cường độ quá trình trao đổi chất. Do vậy, tính đàn hồi càng cao thì cây càng có khả năng chống chịu với các điều kiện bất thuận.

V. ĐẶC TÍNH HOÁ KEO CỦA CHẤT NGUYÊN SINH

Tùy theo mức độ thủy hóa và khả năng hoạt động của keo nguyên sinh chất mà chất nguyên sinh có thể tồn tại dưới ba dạng: sol, coaxecca và gel (Hình 1.5).

1. Trạng thái sol

Các hạt keo có màng thủy hoá lớn nên phân tán đồng đều và liên tục trong nước. Ở trạng thái sol, keo nguyên sinh chất rất linh động và có hoạt động sống rất mạnh, các quá trình trao đổi chất xảy ra thuận lợi nhất. Trong đời sống của cây, các mô, cơ quan và giai đoạn sinh trưởng nào có hoạt động sống mạnh nhất thì chất nguyên sinh ở trạng thái sol. Chính vì vậy mà giai đoạn cây còn non, hoặc lúc ra hoa cần hoạt động sinh lý mạnh thì keo nguyên sinh ở trạng thái sol.

2. Trạng thái coaxecca

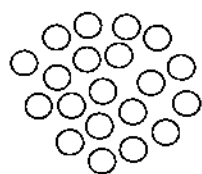
Màng thủy hoá của các hạt keo bị mất một phần nước nên màng nước mỏng hơn. Hạt keo vẫn có màng nước riêng nhưng tiến lại gần nhau hơn, nhiều hạt keo ở gần nhau còn chung nhau một màng nước nữa tạo nên các thể coaxecca. Trạng thái này, hoạt động sống và các quá trình trao đổi chất diễn ra trong keo nguyên sinh chất giảm đi nhiều so với trạng thái sol. Do vậy, trạng thái coaxecca tương ứng với cây ở tuổi trưởng thành đến già, hoạt động sống của chúng giảm dần.

3. Trạng thái gel

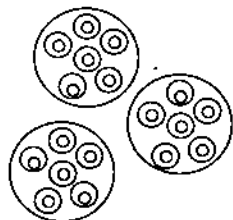
Màng thủy hoá của hạt keo bị mất nước nhiều và không đều. Tại những phần không có màng thủy hóa thì các hạt keo dính kết lại với nhau tạo thành chuỗi dài, tạo nên kết cấu võng lập thể. Keo nguyên sinh chất chuyển sang trạng thái rắn.

Chất nguyên sinh ở trạng thái gel, các hoạt động trao đổi chất và các hoạt động sinh lý giảm tối thiểu. Có thể nói, tế bào, mô và cây ở trạng thái gel là trạng thái tiềm sinh, trạng thái ngủ nghỉ. Tương ứng với trạng thái gel trong cây là các cơ quan đang ngủ nghỉ như các hạt giống, củ giống, hay chồi ngủ đông...

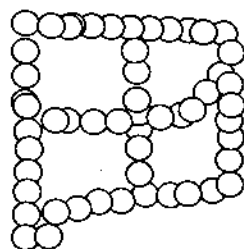
Ở trạng thái gel, chất nguyên sinh có khả năng hút nước rất mạnh. Khi hấp thu nước vào, nhất là khi có nhiệt độ tăng lên thì các hạt keo ở trạng thái gel có thể chuyển về trạng thái sol và hoạt động sống lại tăng lên, chẳng hạn như lúc hạt nảy mầm.



a. Trạng thái sol: Các hạt keo phân tán đồng đều trong chất nguyên sinh



b. Trạng thái coacexva: Nhiều hạt keo chung nhau một màng nước



a. Trạng thái gel: Các hạt keo tạo thành chuỗi có cấu trúc vững lập thể

Hình 1.5: Các trạng thái của keo nguyên sinh chất

Sự linh hoạt trong biến đổi các trạng thái keo nguyên sinh chất làm cho cây có khả năng dễ dàng thích ứng hơn với điều kiện ngoại cảnh...

VI. SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA TẾ BÀO THỰC VẬT

Sự trao đổi nước của tế bào thực vật là một hoạt động sinh lý quan trọng nhất của tế bào. Với các tế bào non chưa có không bào như các mô phân sinh thì sự xâm nhập của nước vào tế bào chủ yếu được tiến hành theo cơ chế hút trương của keo nguyên sinh chất; còn với tế bào đã xuất hiện không bào của các mô chuyên hoá thì sự trao đổi nước chủ yếu theo cơ chế thẩm thấu.

1. Sự trao đổi nước của tế bào theo cơ chế thẩm thấu

1.1. Hiện tượng thẩm thấu và khuếch tán

- Hiện tượng khuếch tán: là sự vận động của các phân tử từ nơi có nồng độ cao đến nơi nồng độ thấp cho đến khi cân bằng nồng độ thì gọi là hiện tượng khuếch tán. Tốc độ khuếch tán của các phân tử tỷ lệ thuận với sự chênh lệch nồng độ trên một đơn vị khoảng cách, tỷ lệ thuận với nhiệt độ và tỷ lệ nghịch với kích thước phân tử và độ nhớt của môi trường.

- Hiện tượng thẩm thấu: là một trường hợp đặc biệt của khuếch tán. Tính đặc biệt đó là phân tử vật chất tham gia khuếch tán là nước và các phân tử

nước phải vận động xuyên qua một màng bán thấm. Màng bán thấm là màng chỉ cho nước đi qua mà không cho chất tan đi qua. Vậy, hiện tượng thẩm thấu là sự khuếch tán của các phân tử nước qua màng bán thấm.

1.2. Áp suất thẩm thấu

1.2.1. Áp suất thẩm thấu của dung dịch

Năm 1877, nhà bác học Đức Pfeffer đã chế tạo ra một dụng cụ để đo áp suất thẩm thấu, gọi là thẩm thấu kế (Hình 1.6a). Thẩm thấu kế gồm một túi được tạo từ một màng bán thấm. Bên trong túi chứa dung dịch đường. Khi nhúng túi thẩm thấu này vào trong một cốc nước thì theo quy luật thẩm thấu, nước sẽ đi từ ngoài vào túi làm cột nước trong ống thuỷ tĩnh dâng cao. Nước càng đi vào thì áp lực thuỷ tĩnh trong túi càng tăng dần và lúc này nước trong túi đi ra tăng dần. Đến một lúc nào đó thì trạng thái cân bằng động được thiết lập (tốc độ nước đi ra bằng tốc độ nước đi vào). Áp suất thuỷ tĩnh ứng với trạng thái cân bằng động đó gọi là áp suất thẩm thấu của dung dịch trong thẩm thấu kế.

Mỗi một dung dịch bất kỳ đều tồn tại một áp suất thẩm thấu tiềm tàng của mình. Áp suất thẩm thấu của dung dịch được tính theo công thức của Vant Hoff:

$$\Pi = RTCi$$

Trong đó: Π là áp suất thẩm thấu của dung dịch (atm)

T là nhiệt độ tuyệt đối ($t^{\circ} + 273$)

C là nồng độ dung dịch (Mol/lit)

R là hằng số khí = 0,082

i là mức độ điện ly và $i = 1 + \alpha(n - 1)$

α là hệ số điện ly

n là số ion hình thành khi phân tử phân ly, ví dụ NaCl có $n = 2$,

còn dung dịch không điện ly như sacaroza thì $n = 1$.

1.2.2. Áp suất thẩm thấu của tế bào

Áp suất thẩm thấu của tế bào chính là áp suất thẩm thấu của dịch bào. Vì nồng độ dịch bào thay đổi nhiều theo loại tế bào và hoạt động trao đổi chất nên áp suất thẩm thấu của tế bào cũng thay đổi rất nhiều.

Vì vậy, tế bào thực vật là một hệ thống thẩm thấu sinh học:

- Hệ thống thẩm thấu:

Nếu có hai dung dịch được ngăn cách với nhau bằng một màng bán thấm thì tạo nên một hệ thống thẩm thấu. Hệ thống thẩm thấu ngoài cơ thể là hệ thống thẩm thấu vật lý.

- Tế bào thực vật là một hệ thống thẩm thấu sinh học:

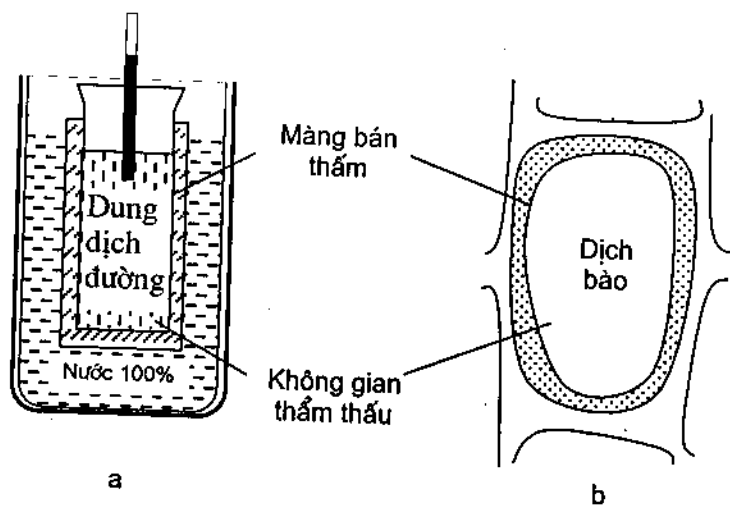
Tế bào trưởng thành có không bào trung tâm và trong không bào luôn có áp suất thẩm thấu nhất định. Màng không bào được cấu tạo từ màng sinh học nên có tính chất của màng bán thấm. Nếu ta so sánh tế bào với thẩm thấu kế thì ta thấy (Hình 1.6):

Dịch bào tương đương với dung dịch trong thẩm thấu kế; lớp nguyên sinh chất tương đương với màng bán thấm bao bọc dung dịch của thẩm thấu kế và dung dịch ngoài thẩm thấu kế (nước) tương đương với dung dịch bên ngoài tế bào (nếu ta nhúng tế bào vào nước hay tế bào rễ ngâm trong dung dịch đất). Do đó, có thể nói rằng, tế bào thực vật cũng là một hệ thẩm thấu.

Tuy nhiên, tế bào thực vật có đặc tính của một cơ thể sống nên nó được xem là một hệ thống thẩm thấu sinh học:

+ Dịch bào là sản phẩm của quá trình trao đổi chất nên nồng độ của nó thay đổi tùy theo cường độ trao đổi chất của tế bào.

+ Lớp chất nguyên sinh là màng bán thấm nhưng để thực hiện các hoạt động sống thì nó vẫn thẩm các chất tan một cách chọn lọc như quá trình thẩm các ion khoáng vào tế bào...



a. Thẩm thấu kế

b. Tế bào thực vật

Hình 1.6: So sánh tế bào thực vật với thẩm thấu kế

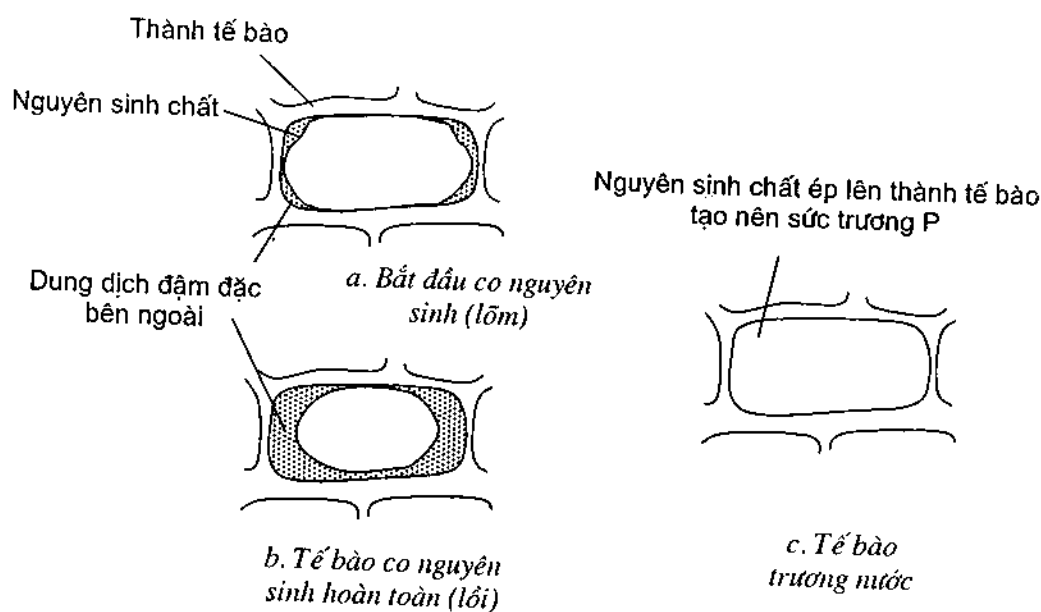
1.3. Hiện tượng co nguyên sinh chất của tế bào

Khi đặt tế bào thực vật vào dung dịch môi trường có nồng độ lớn hơn nồng độ dịch bào (dung dịch ưu trương) thì xảy ra hiện tượng thẩm thấu:

Theo quy luật thẩm thấu, nước sẽ đi từ không bào ra ngoài dung dịch làm cho thể tích của không bào co lại và kéo theo chất nguyên sinh cùng co theo. Thành tế bào có tính đàn hồi nên nó không co theo, vì vậy chất nguyên sinh dần dần tách ra khỏi thành tế bào và co tròn lại, gọi là hiện tượng co nguyên sinh (Hình 1.7).

Có hai giai đoạn co nguyên sinh: Lúc đầu do mất nước còn ít nên chất nguyên sinh chỉ tách ra khỏi thành tế bào ở các góc gọi là co nguyên sinh lõm; tiếp theo, khi bị mất nước nhiều, chất nguyên sinh tách hoàn toàn khỏi thành tế bào gọi là co nguyên sinh lõi.

Nếu ta đưa tế bào đã co nguyên sinh vào dung dịch loãng hơn hay nước thì nước lại xâm nhập vào không bào và tế bào dần quay lại trạng thái ban đầu gọi là phản co nguyên sinh.



Hình 1.7: Hiện tượng co nguyên sinh

* Ý nghĩa của co nguyên sinh:

- Xác định tế bào còn sống hay đã chết thông qua hiện tượng co nguyên sinh. Điều này rất có ý nghĩa trong việc xác định khả năng chống chịu của cây với các điều kiện bất thuận của môi trường. Ví dụ, muốn xác định tính chống

chịu nóng của các giống cây trồng nào đó, ta lấy lá của chúng và ngâm trong nước nóng có nhiệt độ khác nhau ($40 - 50^{\circ}\text{C}$) trong thời gian nhất định. Sau đó, ta gây co nguyên sinh và xác định tỷ lệ tế bào sống (tế bào có khả năng co nguyên sinh). Giống nào có tỷ lệ tế bào sống cao thì có khả năng chống nóng tốt hơn. Cũng với công việc tương tự như vậy, ta có thể xác định khả năng chống chịu mặn, hạn, độc tố nấm bệnh...

- Xác định nồng độ dịch bào bằng phương pháp co nguyên sinh, từ đó áp dụng công thức tính áp suất thẩm thấu của cây. Nồng độ của dung dịch bắt đầu gây co nguyên sinh sẽ tương đương với nồng độ của dịch bào.

- Thời gian chuyển tiếp từ co nguyên sinh lõm sang co nguyên sinh lồi nhanh hay chậm là do độ nhớt chất nguyên sinh quyết định. Do vậy, thông qua hiện tượng co nguyên sinh để đánh giá độ nhớt của tế bào (thời gian chuyển từ co nguyên sinh lõm sang co nguyên sinh lồi). Thời gian từ co nguyên sinh lõm sang lồi càng lâu thì độ nhớt chất nguyên sinh càng cao.

- Sức hút nước của tế bào thực vật:

Dưới tác động của áp suất thẩm thấu của dịch bào (π), nước sẽ đi từ ngoài vào không bào qua chất nguyên sinh. Kết quả là làm cho thể tích không bào tăng lên, ép lên chất nguyên sinh vào thành tế bào. Lực đó gọi là sức trương của tế bào (ký hiệu là P). Hiệu số giữa áp suất thẩm thấu và sức trương của tế bào quyết định sự xâm nhập của nước vào tế bào và người ta gọi là sức hút nước của tế bào. Sức hút nước của tế bào được ký hiệu là S (atm).

Ta có công thức xác định sức hút nước vào tế bào thực vật như sau:

$$S = \pi - P$$

Tế bào có các trạng thái nước như sau (Hình 1.8):

+ Tế bào bão hòa hoặc no nước hoàn toàn và lúc đó ta có $\pi = P$.

+ Tế bào héo hoàn toàn, thành tế bào xẹp xuống. Lúc này tế bào có sức hút nước rất lớn và bằng áp suất thẩm thấu, tức $S = \pi$ vì $P = 0$. Đây là trường hợp cây bị thiếu nước hoàn toàn do hạn, gặp mặn, nồng độ dung dịch đất cao...

+ Tế bào thiếu bão hòa nước, tức là $S > 0$. Đây là trạng thái quan trọng nhất và thường xuyên xảy ra trong cây. Do thiếu bão hòa nên tế bào hút nước để đạt bão hòa và đó là động lực để đưa nước vào tế bào và vào cây.

+ Khi sự mất nước của tế bào quá lớn và đột ngột thì thành tế bào co lại và sức trương P có chiều ngược lại nên có giá trị âm ($-P$). Trường hợp này phương trình sức hút nước có dạng: $S = \pi + P$. Tế bào ở trạng thái này khi gặp nước sẽ

hút nước rất mạnh, có thể gây nên vỡ tế bào và cây chết. Vì vậy, trong thực tế, cần tránh tưới nước vào giữa buổi trưa hè nắng nóng, cây dễ bị chết

2. Sự trao đổi nước của tế bào thực vật theo phương thức hút trương

2.1. Khái niệm hút trương

Hút trương là sự hút nước của các phân tử hoặc các mao quản chưa bão hòa nước cho đến khi đạt trạng thái bão hòa.

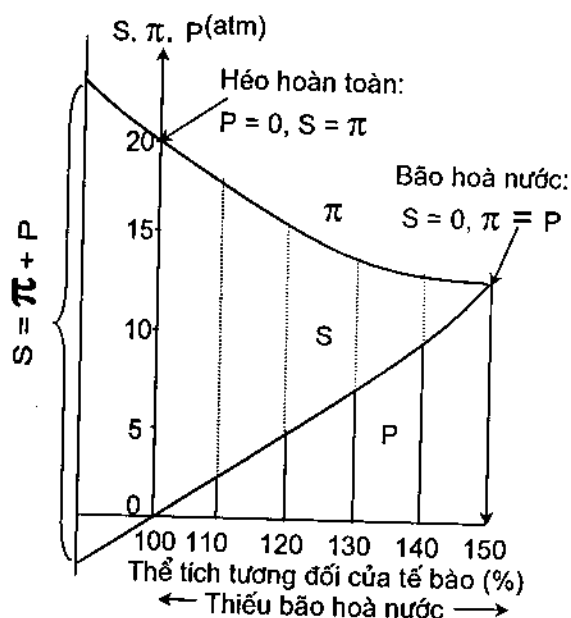
Vì vậy, trong tế bào thực vật, phương thức hút trương được thực hiện ở phần chất nguyên sinh và phần thành vách tế bào. Kết quả làm cho tế bào và thành tế bào trương nước.

2.2. Ý nghĩa của hút trương

- Sự hút trương của phần chất nguyên sinh và mao quản của thành tế bào tạo động lực thường xuyên đưa nước từ bên ngoài vào tế bào khi tế bào ở trạng thái thiếu bão hòa nước. Đây là hoạt động thường xuyên xảy ra trong tế bào...

- Với các tế bào chưa xuất hiện không bào như các tế bào của mô phân sinh và nằm cạnh mô phân sinh thì hút trương là phương thức hút nước đặc trưng của tế bào, vì các tế bào này chưa xuất hiện không bào nên không có khả năng hút nước thẩm thấu.

Như vậy, đối với các tế bào trưởng thành đã hình thành không bào thì chúng hút nước theo cả hai phương thức: thẩm thấu và hút trương, trong đó, phương thức thẩm thấu là chủ yếu; còn với các tế bào chưa có không bào thì hút trương là phương thức hút nước duy nhất.



Hình 1.8: Mối quan hệ giữa S , π và P khi tế bào ở các trạng thái nước khác nhau

Câu hỏi ôn tập

1. Hãy vẽ sơ đồ cấu trúc của tế bào thực vật và khái quát cấu trúc và chức năng của thành tế bào, chất nguyên sinh và không bào?
2. Nêu khái niệm về biến tính của chất nguyên sinh? Cơ sở của sự biến tính, điều kiện biến tính và ý nghĩa của sự biến tính.
3. Hiện tượng thủy hóa trong chất nguyên sinh và ý nghĩa của nó đến cấu trúc của chất nguyên sinh? Vai trò sinh lý của nước tự do và nước liên kết đối với hoạt động sống của cây?
4. Nêu đặc tính hoá keo nguyên sinh chất? Ý nghĩa của các trạng thái keo nguyên sinh chất đối với đời sống của cây?
5. Nêu những hiểu biết về trao đổi nước của tế bào theo phương thức thẩm thấu. Khái niệm về thẩm thấu và áp suất thẩm thấu.
6. Nêu những hiểu biết về trao đổi nước của tế bào theo phương thức hút trương và nêu ý nghĩa của nó trong sự trao đổi nước của tế bào?
7. Hiện tượng co nguyên sinh và ý nghĩa của nó?

Chương 2

SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA THỰC VẬT

Mục tiêu

- Hiểu biết được sự trao đổi nước của thực vật là một chức năng sinh lý quan trọng của cây. Nó bao gồm ba quá trình trao đổi nước xảy ra đồng thời và có quan hệ mật thiết với nhau: sự hút nước của rễ, sự vận chuyển nước trong mạch dẫn và sự thoát hơi nước ở bề mặt lá.

- Qua đó, giúp sinh viên vận dụng những hiểu biết về ba quá trình của hoạt động trao đổi nước, để từ đó có thể đề xuất biện pháp tưới nước dựa trên nhu cầu sinh lý của cây nhằm tăng năng suất cây trồng.

Nội dung tóm tắt

- Nước là một nhân tố sinh thái rất quan trọng đối với các hoạt động sinh lý xảy ra trong cây. Sự trao đổi nước là một chức năng sinh lý quan trọng của cây, bao gồm quá trình hút nước của rễ, quá trình vận chuyển nước trong cây và quá trình thoát hơi nước ở bề mặt lá. Mối quan hệ giữa các quá trình trao đổi nước được thể hiện bằng sự cân bằng nước trong cây...

- Nước sẽ đi từ dung dịch đất qua hệ thống lông hút, rồi qua một số lớp tế bào sống để đi vào mạch dẫn của rễ. Khi các yếu tố ngoại cảnh bất thuận thì rễ không hút nước được, mất cân bằng nước và gây nên hạn sinh lý.

- Sự vận chuyển nước trong cây từ rễ đến lá bao gồm sự vận chuyển nước gần trong các tế bào sống không có cấu trúc chuyên hóa cho vận chuyển nước và sự vận chuyển xa trong hệ thống mạch dẫn. Động lực: áp lực rễ, sức kéo của thoát hơi nước, lực liên kết nội tụ giữa các phân tử nước (liên kết hydro).

- Trên 99% lượng nước cây hút vào để thoát hơi nước qua bề mặt lá. Đây là một quá trình sinh lý rất quan trọng được thực hiện qua khí khổng. Sự đóng mở của khí khổng phụ thuộc vào hoạt động thẩm thấu của tế bào bảo vệ.

- Sự cân bằng nước trong cây được biểu thị bằng tỷ lệ giữa lượng nước thoát đi T /lượng nước hút vào A . Tỷ lệ T/A xấp xỉ 1 tương ứng với trạng thái

cân bằng nước của cây (cân bằng nước dương), khi đó các tế bào gần bão hòa nước và cây tươi, thuận lợi cho hoạt động sinh lý và sinh trưởng, phát triển. Còn tỷ lệ $T/A > 1$ là cây mất cân bằng nước (cân bằng nước âm), thể hiện bằng hình thái héo

- Hiểu biết về sinh lý quá trình trao đổi nước của cây giúp ta đề xuất biện pháp tưới nước hợp lý cho cây trồng. Tưới nước hợp lý là phải dựa trên yêu cầu sinh lý của từng loại cây trồng. Phải xác định được nhu cầu nước của cây trồng, thời điểm tưới nước thích hợp nhất và chọn phương pháp tưới hợp lý cho từng loại cây trồng.

I. NƯỚC TRONG CÂY VÀ VAI TRÒ CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI ĐỜI SỐNG CỦA CÂY

Nước là nhân tố sinh thái quan trọng bậc nhất không những quyết định hoạt động sinh lý của cây mà còn quyết định cả sự phân bố của chúng trên hành tinh.

1. Một vài số liệu về hàm lượng nước trong cây

Để cho các hoạt động sống tiến hành bình thường thì các tế bào, mô và cây phải chứa một hàm lượng nước rất lớn. Lượng nước trong cây thường chiếm tỷ lệ khoảng 2/3 tổng khối lượng tươi của cây. Tuy nhiên, hàm lượng nước trong cây thay đổi rất nhiều, tùy theo các loại thực vật và mô khác nhau (Bảng 2.1).

Hàm lượng nước còn thay đổi tùy thuộc vào các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây và các điều kiện ngoại cảnh. Nói chung, các cơ quan, mô còn non đang sinh trưởng mạnh và hoạt động sống mạnh có hàm lượng nước cao hơn các cơ quan già, cơ quan đang ngủ nghỉ.

Bảng 2.1. Hàm lượng nước trong các mô, cơ quan của một số thực vật (tính theo % khối lượng tươi)

Đối tượng	Hàm lượng nước (%)	Đối tượng	Hàm lượng nước (%)
Thủy tảo	90 - 98	Lá cây to, cây bụi	70 - 82
Lá xà lách, hành, quả cà chua...	91 - 95	Củ khoai tây	74 - 82
Lá bắp cải, củ cải, quả dưa đỏ	92 - 93	Thân cây gỗ	40 - 55
Củ cà rốt, củ hành	87 - 91	Hạt hòa thảo khô	12 - 14
Lá cây hòa thảo	83 - 86	Địa y	5 - 7

2. Vai trò của nước đối với đời sống của cây

- Nước là yếu tố cấu trúc quan trọng nên chất nguyên sinh: Nước chiếm trên 80% khối lượng chất nguyên sinh và nó quyết định tính ổn định của keo nguyên sinh chất và quyết định trạng thái keo nguyên sinh. Khi đủ nước, chất nguyên sinh ở trạng thái sol có hoạt động sống mạnh. Nếu mất nước thì hệ keo nguyên sinh chất có thể chuyển sang trạng thái coaxecva hay gel, làm giảm mức độ hoạt động sống của tế bào và cây.

- Nước tham gia vào các phản ứng sinh hoá trong tế bào: Nước vừa là môi trường cho các phản ứng, vừa tham gia trực tiếp vào các phản ứng trong cây. Chẳng hạn, nước cung cấp điện tử và H^+ cho việc khử CO_2 trong quang hợp, tham gia oxi hóa nguyên liệu hô hấp, tham gia vào các phản ứng thủy phân...

- Nước là dung môi hòa tan các chất hữu cơ và các chất khoáng để tạo dòng vận chuyển đến tất cả các cơ quan cần thiết trong toàn cơ thể và tích lũy vào cơ quan dự trữ. Có thể nói nước là mạch máu lưu thông đảm bảo khâu điều hòa và phân phối vật chất trong cây, quyết định việc hình thành năng suất kinh tế của cây trồng.

- Nước có vai trò điều hoà nhiệt trong cây: Khi nhiệt độ cao, quá trình bay hơi nước sẽ làm giảm nhiệt độ, đặc biệt là của bộ lá, đảm bảo hoạt động quang hợp và các chức năng sinh lý khác tiến hành thuận lợi. Đồng thời, quá trình thoát hơi nước ở lá là động lực quan trọng nhất để hút nước và chất khoáng từ đất cung cấp cho các bộ phận của cây trên mặt đất.

- Nước còn quyết định tính chống chịu của cây: Các loại thực vật chịu hạn như các thực vật mọng nước có thể sống trong điều kiện khô hạn ở sa mạc, các đồi cát, đồi trọc thiếu nước... do hàm lượng nước liên kết trong thực vật này rất cao, quyết định khả năng chống chịu của chúng đối với điều kiện bất thuận, nhất là chịu nóng và hạn.

- Nước tạo nên sức trương trong tế bào nên cây có tư thế vươn trong không gian, tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động sinh lý của cây. Ngược lại, nếu thiếu nước thì sức trương của tế bào giảm xuống, gây nên hiện tượng héo cho cây.

Như vậy, nước vừa là thành phần cấu trúc nên cơ thể thực vật, vừa tham gia các phản ứng hóa sinh và các hoạt động sinh lý của cây, cũng như quyết định quá trình sinh trưởng phát triển, khả năng chống chịu của cây nên quyết định đến năng suất cây trồng.

Khi thiếu nước, tất cả các quá trình trao đổi chất và hoạt động sinh lý diễn ra trong cơ thể đều bị đảo lộn, quá trình sinh trưởng và phát triển của cây bị kìm hãm, quá trình thụ phấn, thụ tinh không xảy ra làm giảm năng suất cây trồng.

Ngoài ra, nước còn quy định sự phân bố của thực vật trên trái đất. Theo nhu cầu về nước của thực vật, người ta chia thành 2 nhóm:

- Nhóm thực vật thủy sinh: là thực vật sống chủ yếu trong môi trường nước như rong, tảo...

- Nhóm thực vật trên cạn: là những thực vật có rễ bám vào đất để hút nước. Loại này được chia thành 3 nhóm nhỏ:

+ Nhóm ẩm sinh: là những thực vật sống ở nơi có độ ẩm cao.

+ Nhóm trung sinh: là những thực vật sống ở nơi có độ ẩm trung bình.

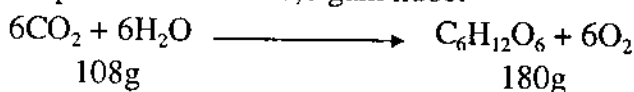
+ Nhóm hạn sinh: là những thực vật sống được ở nơi khô hạn, chịu được điều kiện thiếu nước. Nhóm này gồm hai loại đó là nhóm cây mọng nước (Crassulacea axit metabolism) sống ở vùng sa mạc, hạn nên khí khổng đóng vào ban ngày và mở vào ban đêm để giảm sự bay hơi nước. Nhóm thực vật chịu mặn là nhóm cây chịu được môi trường có áp suất thẩm thấu cao, đó là hiện tượng hạn sinh lý.

3. Sự cân bằng nước trong cây

Do nước có vai trò sinh lý quan trọng đối với cây, nên trong đời sống của cây, cần tiêu hao một lượng nước khổng lồ.

Chẳng hạn, để tạo nên 1kg chất khô, cây lúa cần 300kg nước, cây mía cần 200kg còn cây lạc thì cần 400kg nước...

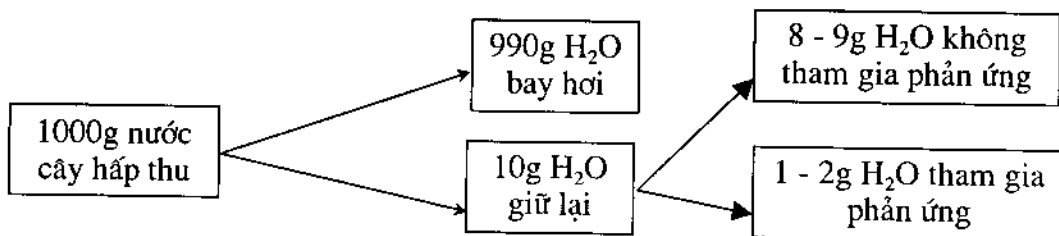
Tuy nhiên, về mặt lý thuyết, theo phương trình quang hợp thì muốn tạo nên 1 gam glucit, cây chỉ phải tiêu tốn chỉ 0,6 gam nước:



$$108: 180 = 0,6$$

Như vậy, phần lớn lượng nước mà cây hút vào cơ thể đều bị bay đi qua quá trình thoát hơi nước diễn ra thường xuyên ở lá cây.

Có thể hình dung sự sử dụng nước của cây một cách cụ thể như sau:



Nước không tham gia phản ứng là nước có vai trò tạo sức trương của tế bào, đảm bảo tính ổn định của chất nguyên sinh. Nước tham gia phản ứng là nước tham gia vào quá trình quang hợp để tổng hợp nên chất hữu cơ cho cơ thể.

Sự trao đổi nước của thực vật bao gồm các quá trình diễn ra liên tục đó là: Sự hút nước từ đất vào rễ, sự vận chuyển nước đi trong cây và cuối cùng là sự thoát hơi nước qua bề mặt lá vào không khí xung quanh.

II. SỰ HÚT NƯỚC CỦA RỄ CÂY

1. Cơ quan hút nước

- Tất cả các bộ phận của cây khi tiếp xúc với nước đều có khả năng hút nước, nhưng rễ cây là cơ quan chủ yếu thực hiện chức năng hút nước của cây. Tuy nhiên, trong hệ thống rễ cây chỉ có các lông hút mới có khả năng trực tiếp hút nước từ đất. Lông hút là những tế bào biểu bì rễ kéo dài ra thành sợi mảnh len lỏi vào các mao quản đất để hút nước. Đời sống của lông hút chỉ kéo dài vài ngày, sau đó chết đi và sinh ra lông hút mới.

- Để đảm bảo nhu cầu nước của cây, hệ thống lông hút của rễ phát triển với quy mô và tốc độ rất cao. Chúng ta tham khảo bộ rễ của một cây lúa mì mùa đông của Potmitrop và Ditleme như sau: Tổng chiều dài của lông hút hơn 10 000km; tổng diện tích bề mặt của nó lớn gấp 230 lần các bộ phận trên mặt đất; mỗi ngày có khoảng 110 triệu lông hút mới ra đời với chiều dài 80km. Đối với cây to thì số lượng của lông hút càng lớn hơn nhiều. Ví dụ như trên 1mm² bề mặt rễ ngô có đến 400 lông hút, đậu Hà Lan có 230 lông hút và cây rừng có khoảng 700 đến 1200 lông hút. Các cây hòa thảo có bộ rễ ăn sâu 60 - 160cm, cây song tử diệp (như các cây họ đậu) có thể ăn sâu đến 180 - 520cm, các cây ăn quả có rễ ăn sâu trên 5m.

Như vậy, hệ rễ phát triển rất nhanh và phân bố sâu, rộng như vậy mới có thể hút đủ nước cung cấp cho cây. Tuy nhiên, rễ cây có lấy được nước hay không là còn phụ thuộc vào khả năng giữ nước của đất nữa.

2. Các dạng nước trong đất và khả năng cây sử dụng

2.1. Các dạng nước trong đất

Độ ẩm của đất chính là hàm lượng nước tổng số trong đất tại một thời điểm nhất định và điều kiện nhất định. Nhưng khi xét đến khả năng hút nước từ đất của cây thì ngoài việc phụ thuộc vào độ ẩm của đất còn phụ thuộc vào khả năng vận động của nước ở trong đất.

Đất có thể coi là một cơ chất có khả năng giữ nước. Sau khi mưa, nước mưa thấm tự do xuống đất do trọng lực của nó đến tận mức nước ngầm tạo nên nước trọng lực. Một bộ phận của nước được giữ lại trong các khe mao quản của đất cho đến bão hòa hoàn toàn. Khi độ ẩm của đất giảm xuống thì khả năng giữ nước của đất tăng lên và rễ cây hút nước khó khăn hơn. Vậy, trong đất tồn tại dạng nước nào và khả năng sử dụng của mỗi dạng nước như thế nào?

2.1.1. Nước trọng lực

Sau khi nước được lấp đầy các khe hở của đất thì nước sẽ chảy từ nơi cao đến nơi thấp do tác động của trọng lực, dạng nước này được gọi là nước trọng lực. Rễ cây có thể hấp thu một phần khi dạng nước này chảy qua. Nếu nước trọng lực chảy quá chậm sẽ gây nên úng và tạo yếm khí cho rễ cây. Dạng nước này xuất hiện nhiều nhất lúc trời mưa rào và chúng chảy xuống tầng sâu của đất tạo nên nước ngầm.

2.1.2. Nước mao quản

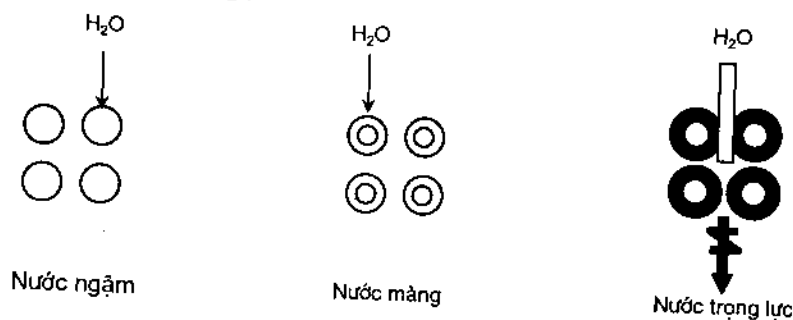
Đất có kết cấu hạt và tạo nên rất nhiều ống mao quản trong đất. Trong ống mao quản, nước được lấp đầy tạo nên nước mao quản. Nước mao quản liên kết với nhau bằng lực mao quản, lực này yếu nên cây có khả năng hút dễ dàng. Đây là dạng nước chủ yếu rất có ý nghĩa sinh học đối với cây.

2.1.3. Nước màng và nước ngậm

Các hạt đất thường tích điện nên xung quanh tạo màng nước gọi là nước màng. Trong dạng nước màng đó, lớp nước ở phía ngoài xa trung tâm mang điện do lực hấp dẫn nhỏ hơn nên rất linh động và rễ cây có thể lấy được dễ dàng.

Lớp nước nằm ở sát bề mặt hạt đất bị lực hút mạnh hơn nên rễ cây không có khả năng hút được. Chính vì vậy mà khi phơi khô đất, trong chúng vẫn còn chứa một lượng nước nhất định mà cây không thể hút được gọi là nước ngậm.

Như vậy, rễ cây có thể sử dụng một phần nước trọng lực, toàn bộ nước mao quản và một phần nước màng. Dạng nước trong đất mà cây không sử dụng được hoàn toàn là nước ngậm.



Hình 2.1: Các dạng nước trong đất

Tuy nhiên, sự phân chia trên đây cũng chỉ là tương đối vì giữa chúng không có ranh giới rõ rệt. Căn cứ vào ý nghĩa sinh học, người ta phân chia nước trong đất thành nước sử dụng được và nước không sử dụng được.

2.2. Hệ số héo của đất

Lượng nước còn lại trong đất mà cây không sử dụng được và cây bị héo thì gọi là hệ số héo của đất. Người ta trồng cây trong chậu đất không tưới nước cho đến khi héo hoàn toàn rồi xác định hàm lượng nước còn lại trong đất để tính hệ số héo của đất. Theo Brige Shantz thì hệ số héo của đất được tính theo công thức:

$$q = \frac{\% \text{ lượng nước ngậm}}{0,68} \quad \text{hoặc} \quad q = \frac{\% \text{ lượng nước bão hoà hoàn toàn} - 21}{2,9}$$

Các loại đất khác nhau có hệ số héo khác nhau. Đất càng nhẹ thì hệ số héo càng thấp, lượng nước dùng được nhiều nhưng vì hàm lượng nước tổng số thấp nên lượng nước cây sử dụng được ít hơn đất nặng. Đất chặt tuy có hàm lượng nước vô hiệu nhiều nhưng nước tổng số nhiều nên nước cây sử dụng được cũng nhiều.

Mối quan hệ giữa hệ số héo của các loại đất khác nhau đối với các cây trồng khác nhau có thể tham khảo ở bảng 2.2.

Như vậy, hệ số héo chỉ sai khác đáng kể giữa các loại đất khác nhau mà không sai khác nhiều giữa các loại cây khác nhau trong cùng một loại đất vì khi lượng nước mao quản đã hết thì dù hệ rễ có khác nhau về sức hút nước cũng không có khả năng lấy được nước nữa.

Bảng 2.2. Hệ số héo và nước trong các loại đất

Loại đất	Hệ số héo (%)	Nước ngậm (%)	Hàm lượng nước bão hòa hoàn toàn (%)	Nước sử dụng được (%)
Cát khô	0,9	0,5	23,4	22,5
Cát mịn	2,6	1,5	28,0	25,4
Sét pha nhẹ	4,8	2,3	33,4	28,6
Sét pha nặng	9,7	6,5	47,2	37,5
Đất sét nặng	16,2	13,2	64,6	48,4

3. Sự vận động của nước từ đất vào rễ

3.1. Con đường nước đi từ đất vào mạch dẫn

Cơ quan đầu tiên trực tiếp hút nước từ đất là lông hút. Lông hút là các tế bào biểu bì có thành rất mỏng, kéo dài thành sợi, len lỏi vào các mao quản đất để hút nước và chất khoáng. Lông hút rất mẫn cảm với điều kiện môi trường. Khi gặp hạn, úng hay rét... thì chúng rất dễ bị chết, nhưng cũng dễ tái sinh để phục hồi chức năng sinh lý.

Con đường mà nước đi từ đất vào mạch dẫn rễ phải qua một số lớp tế bào sống có các đặc trưng về giải phẫu rất khác nhau. Nước được đi qua lông hút đến các tế bào biểu bì rễ, sau đó qua nhiều lớp tế bào nhu mô vỏ. Trước khi đi vào mạch gỗ, nước phải đi qua lớp tế bào nội bì có thành tế bào hóa bản bốn mặt tạo nên “vòng đai caspar”, ngăn cản nước đi trong thành vách tế bào, nhưng vẫn còn hai mặt không hóa bản nên nước xuyên qua hệ thống chất nguyên sinh được để đi đến các tế bào nhu mô ruột và đến mạch dẫn (Hình 2.2).

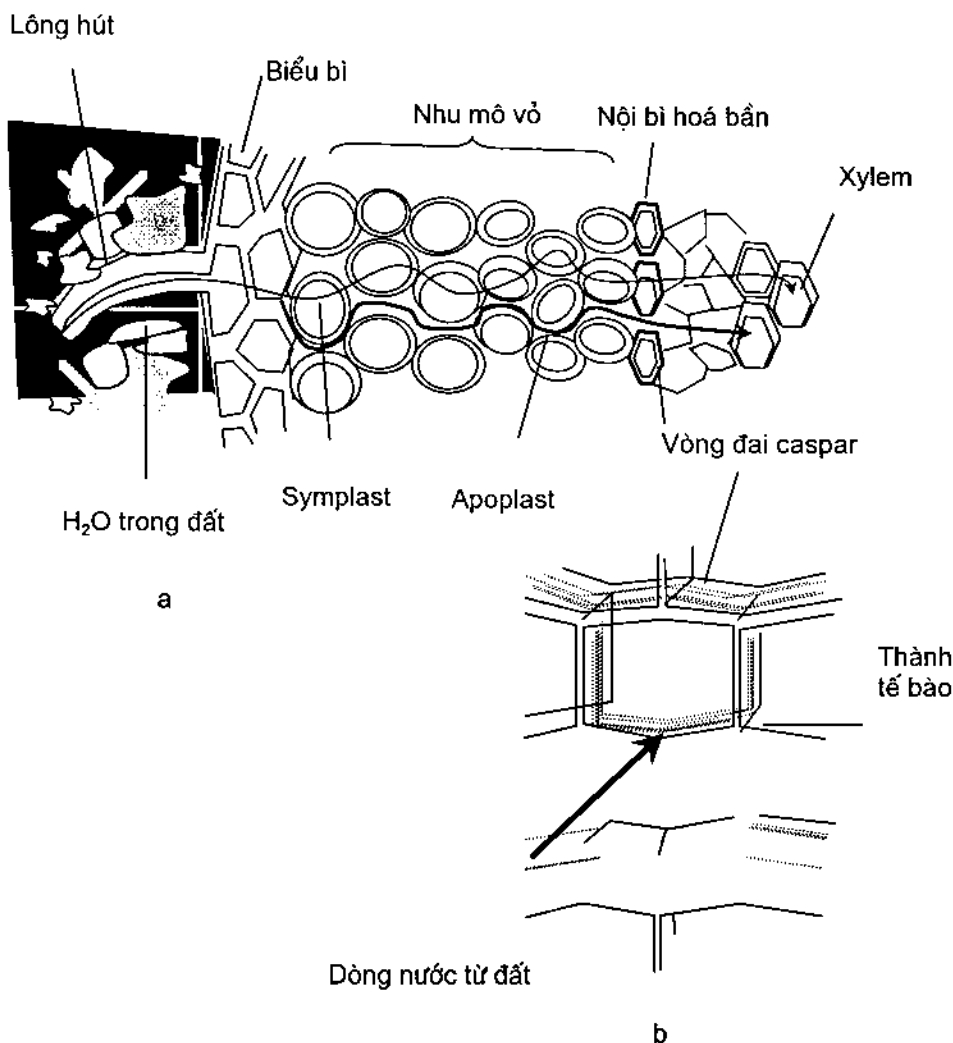
3.2. Các con đường nước đi trong tế bào (Hình 2.2)

Nước đi qua hàng loạt các tế bào sống trước khi vào mạch gỗ bằng ba con đường;

- Nước đi trong hệ thống chất nguyên sinh. Chất nguyên sinh của các tế bào nối với nhau nhờ các sợi liên bào thành một hệ thống liên tục, qua đó nước chảy từ ngoài vào trong. Nước đi trong hệ thống symplast chủ yếu nhờ lực hút trương của hệ thống keo nguyên sinh chất.

- Nước đi trong hệ thống thành vách tế bào. Thành tế bào được cấu trúc chủ yếu bằng các bó sợi xenluloza nên tạo hệ thống mao quản thông suốt với nhau, qua đó nước có thể chảy từ ngoài vào trong dễ dàng. Tuy nhiên, đến vòng đai caspar của tế bào nội bì thì nước không đi qua được mà chỉ còn hai con đường là đi theo không bào và theo chất nguyên sinh, sau khi vượt qua vành đai caspar thì con đường nước đi trong thành tế bào lại tiếp tục.

- Nước đi qua hệ thống không bào từ tế bào này sang tế bào khác. Động lực để nước đi trong hệ thống không bào là nhờ sức hút nước tăng dần từ lông hút đến mạch dẫn ($S_{\text{lông hút}} < S_{\text{nhu mô vỏ}} < S_{\text{nội bì...}}$).



Hình 2.2: Con đường nước đi từ đất đến mạch dẫn rễ (a), vòng đai caspar (b)

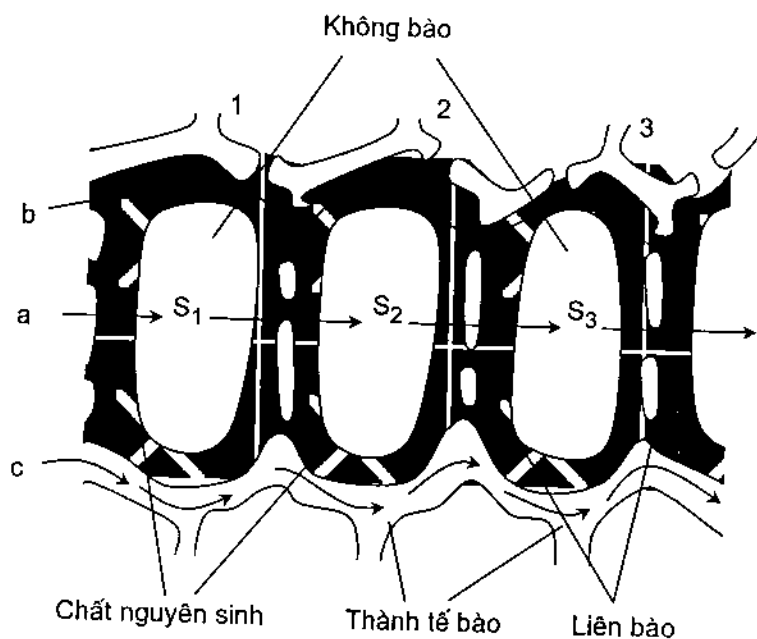
4. Nhân tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến hấp thu nước – Hạn sinh lý

4.1. Các nhân tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến sự hút nước

Sự hút nước của rễ là một quá trình sinh lý phức tạp, chịu ảnh hưởng trực tiếp của điều kiện ngoại cảnh. Có ba yếu tố ngoại cảnh quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự hút nước của rễ là nhiệt độ, nồng độ dung dịch đất và nồng độ oxy trong đất.

4.1.1. Nhiệt độ của đất

Nhiệt độ của đất ảnh hưởng đến hoạt động sống của rễ và ảnh hưởng đến độ linh động của nước trong đất. Nhiệt độ hạ thấp sẽ cản trở sự hút nước của rễ và trong trường hợp nhiệt độ quá thấp thì rễ hoàn toàn không lấy được nước. Trong khi đó, các bộ phận trên mặt đất vẫn tiếp tục bay hơi nước làm mất cân bằng nước và cây héo. Đây là biểu hiện của hạn sinh lý thường gặp khi nhiệt độ đất hạ thấp xuống $0 - 10^{\circ}\text{C}$.



a. Con đường không bào b. Con đường chất nguyên sinh c. Con đường thành tế bào
Hình 2.3: Sơ đồ về các con đường di của nước trong các tế bào rễ

Nguyên nhân làm giảm sự hút nước khi nhiệt độ thấp là:

- Nhiệt độ thấp làm tăng độ nhớt của chất nguyên sinh và tăng độ nhớt của dung dịch đất nên cản trở sự xâm nhập và vận động của nước vào rễ. Chẳng hạn, ở 0°C độ nhớt của chất nguyên sinh tăng lên 3 - 4 lần so với ở 20°C .
- Nhiệt độ thấp làm hoạt động hô hấp của rễ bị giảm nên thiếu năng lượng cho sự hút nước tích cực.
- Nhiệt độ thấp cũng làm giảm hoạt động thoát hơi nước trên bề mặt lá nên giảm lực kéo dòng nước trong mạch dẫn.

- Khi nhiệt độ quá thấp thì hệ thống lông hút bị chết.

Tùy theo từng loại thực vật mà khả năng thích nghi của chúng với nhiệt độ thấp khác nhau. Thực vật nhiệt đới như cà chua, dưa chuột, lúa, đậu đỗ... ngừng hút nước ở nhiệt độ từ 5 - 7°C. Trong khi đó, các thực vật ở vùng ôn đới còn có thể hút được nước ở nhiệt độ dưới 0°C. Một số thực vật vào mùa đông thường rụng lá để giảm thoát hơi nước vì rễ không lấy được nước và bước vào trạng thái ngủ đông.

Ở nước ta, về mùa đông khi nhiệt độ hạ thấp đến mức rét hại (< 12°C) thì một số cây trồng như mạ xuân thường bị chết rét. Rễ cây bị tổn thương do nhiệt độ thấp, đồng thời rễ cây cũng không hút được nước nên bị mất cân bằng nước thường xuyên. Trong trường hợp đó ta cần có biện pháp chống rét như che chắn bằng polyetylen, bón tro bếp, tốt hơn là tránh gieo vào các đợt có rét đậm...

Nhiệt độ tối ưu cho sự hút nước ở các cây trồng nhiệt đới vào khoảng 25 - 30°C. Đây là khoảng nhiệt độ thích hợp cho các hoạt động sinh lý của cây nên nó kích thích sự hút nước.

Trong trường hợp nhiệt độ của đất tăng lên trên giới hạn 30 - 40°C thì sự hút nước của cây bị ức chế. Sự ức chế này là do hoạt động sống của cây bị rối loạn và rễ cây bị hoá gỗ nhanh chóng khi gặp nhiệt độ cao.

Hiểu biết trên có thể giúp chúng ta có biện pháp làm tăng sự hút nước cho cây và nhất là hạn chế trường hợp xảy ra hạn sinh lý có hại cho cây trồng.

4.1.2. Nồng độ oxy trong đất

- Rễ cây là cơ quan có hoạt động trao đổi chất mạnh, đặc biệt là hô hấp để tạo năng lượng cung cấp cho quá trình hút nước và hút khoáng. Vì vậy, nồng độ oxy trong đất có ảnh hưởng đáng kể đến sự hút nước. Do vậy, nếu thiếu oxy trong đất như đất bí, đất ngập nước... hệ rễ sẽ hô hấp yếm khí và thiếu năng lượng cho hút nước. Hàm lượng oxy trong đất khoảng 10 - 12% là thích hợp nhất cho sự hút nước của rễ. Hàm lượng oxy thấp hơn rễ sẽ hô hấp yếm khí, có hại cho cây và gây ra hạn sinh lý.

Các loại thực vật khác nhau miễn cảm với điều kiện thiếu oxy khác nhau: các cây sống trên cạn như lạc, đậu đỗ... rất miễn cảm với điều kiện thiếu oxy, cây rất dễ bị chết trong điều kiện thiếu oxy nên loại này cần phải xới xáo, phá váng thường xuyên. Các cây sống dưới nước như lúa, chịu được nồng độ oxy thấp hơn, tuy nhiên, vẫn cần cung cấp thêm oxy cho cây bằng kỹ thuật làm cỏ, sục bùn. Một số cây sống ở điều kiện đầm lầy hoàn toàn thiếu oxy như sen,

súng... nhưng các thực vật này rễ cây vẫn hô hấp bình thường do những loại thực vật này có hệ thống thông khí từ các cơ quan trên mặt đất xuống rễ để dẫn oxi xuống cung cấp cho hệ rễ.

Trong sản xuất, ta cần hạn chế hiện tượng yếm khí cho đất bằng biện pháp cung cấp oxi cho đất như làm đất kỹ khi gieo, phá váng, làm cỏ sục bùn, sục khí trong thủy canh...

4.1.3. Nồng độ dung dịch đất

- Khi nồng độ của dung dịch đất cao hơn nồng độ tế bào thì chẳng những rễ cây không thể hút được nước từ đất mà còn bị mất nước vào đất, gây nên hạn sinh lý. Đó là trường hợp khi cây trồng gặp đất mặn, đất phèn hay bón phân quá nhiều một lúc. Vì vậy, chúng ta cần chú ý trong kỹ thuật bón phân cho cây không được bón quá nhiều một lúc làm rễ cây sẽ không hút được nước, gây ra hạn sinh lý.

- Một số loại thực vật có khả năng sống trong điều kiện nồng độ dung dịch đất cao như loại cây sú vẹt, cóc, lúa chịu mặn, chịu phèn... Các loại cây này có đặc điểm sinh lý của tế bào thích nghi với điều kiện phèn, mặn đó là nồng độ dịch bào của rễ cao hơn nồng độ dung dịch đất nên chúng có thể lấy được nước trong đất mặn. Người ta coi thực vật chịu mặn như là thực vật chịu hạn vì chúng có cơ chế chống chịu như nhau là đều có nồng độ dịch bào cao.

- Trong sản xuất, người ta chọn tạo các giống chống chịu mặn cho các vùng đất bị nhiễm phèn, mặn. Trong trường hợp gặp mặn, cần làm giảm nồng độ dung dịch đất bằng biện pháp thau chua, rửa mặn, đào rãnh hạ phèn xuống tầng đất sâu...

Ngoài ra, trong đất phèn mặn còn tồn tại nhiều ion gây độc cho hệ rễ như nhôm, sắt, hydro...

Như vậy, dựa vào nguyên nhân gây hạn, người ta phân ra hai loại hạn: Hạn đất là do trong đất không đủ nước cho cây hút; hạn sinh lý là do các yếu tố ngoại cảnh không thích hợp gây ảnh hưởng đến trạng thái sinh lý của cây, làm cây không hút được nước trong đất mặc dù trong đất đủ nước. Cả hai loại hạn đều làm mất cân bằng nước và cây có trạng thái héo.

4.2. Biện pháp khắc phục hạn sinh lý

Nếu gặp trường hợp hạn đất thì biện pháp chống hạn nhanh nhất là tưới nước vào đất hay phun lên cây. Trong trường hợp hạn sinh lý, để khắc phục hạn, người ta không thể dùng biện pháp tưới nước cho cây mà cần có các biện pháp khắc phục nguyên nhân gây hạn sinh lý.

- Trong trường hợp gặp hạn sinh lý do thiếu oxy trong đất thì phải tìm cách cung cấp oxy cho rễ cây như các biện pháp xới xáo, phá váng, sục bùn...

- Trong trường hợp đất mặn, ta tìm biện pháp giảm nồng độ dung dịch đất như tưới thêm nước để pha loãng nồng độ muối hoặc thau chua rửa mặn, đào rãnh sâu ép phèn để giảm nồng độ ion ở lớp đất mặt...

- Bố trí thời vụ hợp lý để tránh các đợt rét trong năm và có thể che chắn, làm lồng lưới hoặc bón tro bếp để chống rét cho cây trồng khi nhiệt độ thấp...

- Ngoài ra, trong công tác chọn tạo giống, cần chọn tạo các giống chống chịu với các điều kiện gây hạn sinh lý như các giống chống chịu rét, các giống chống chịu mặn, chịu hạn...

III. QUÁ TRÌNH VẬN CHUYỂN NƯỚC TRONG CÂY

Nước sẽ được vận chuyển từ lông hút của rễ đến lá cây và cuối cùng thoát ra ngoài không khí. Con đường đi của nước trong cây có thể chia ra thành ba chặng:

- Chặng 1: Nước đi từ lông hút qua một số lớp tế bào rễ sau đó nước đi vào mạch dẫn của rễ.

- Chặng 2: Nước đi từ mạch dẫn rễ đến mạch dẫn thân rồi vào mạch dẫn lá.

- Chặng 3: Nước đi từ mạch dẫn lá qua một số lớp tế bào lá rồi qua khí khổng để ra ngoài không khí.

Người ta chia quá trình vận chuyển nước thành hai loại vận chuyển theo khoảng cách đó là vận chuyển nước gần (chặng đường 1 và 3) và vận chuyển nước xa (chặng đường 2)

1. Sự vận chuyển nước gần

1.1. Đặc trưng của sự vận chuyển gần

- Nước đi với khoảng cách rất ngắn, chỉ qua một số lớp tế bào. Chẳng hạn, một số lớp tế bào từ lông hút đến mạch dẫn rễ hoặc từ mạch dẫn lá qua một số lớp tế bào nhu mô lá để qua khí khổng ra ngoài.

- Nước đi trong các tế bào sống không chuyên hóa cho sự vận chuyển nước. Vì vậy, nước gặp lực cản của hoạt động sống trong chất nguyên sinh làm cho sự di chuyển của nước khó khăn hơn và nước sẽ bị mất đi một phần do hoạt động sống sử dụng.

1.2. Các con đường nước đi trong các tế bào sống

Nước đi trong các tế bào sống nên phải nhờ cả ba hệ thống: nước đi trong hệ thống mao quản của thành tế bào; nước qua hệ thống chất nguyên sinh và nước đi qua hệ thống các không bào của các tế bào.

Động lực của sự vận chuyển nước gần là do sức hút nước tăng dần từ tế bào lông hút đến tế bào mạch dẫn rễ và từ mạch dẫn lá đến khí khổng. Chính nhờ có sức hút nước tăng dần mà nước đi một cách liên tục trong các hệ thống này.

2. Sự vận chuyển nước xa

2.1. Đặc trưng của sự vận chuyển xa

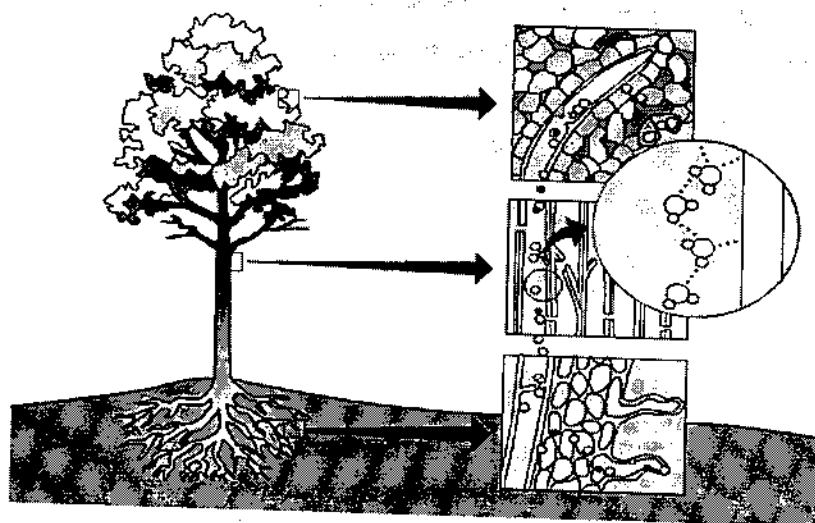
- Nước đi với khoảng cách dài trong hệ thống mạch dẫn từ rễ đến lá. Độ dài của hệ thống này phụ thuộc vào chiều cao của cây.

- Điều quan trọng là nước được vận chuyển trong một hệ thống mạch dẫn có cấu trúc chuyên hóa cho sự vận chuyển nước. Đó là hệ thống mạch gỗ như những ống mao quản suốt từ rễ đến thân rồi đến lá (Hình 2.4)

2.2. Cấu trúc của hệ thống mạch gỗ (xylem)

Là hệ thống ống được cấu tạo từ những tế bào chết có thành tế bào dày và hóa gỗ. Giữa các tế bào mạch gỗ không có vách ngăn nên chúng tạo nên các ống mao quản liên tục suốt, qua đó nước chảy trong ống mao quản dễ dàng mà không có vật cản. Vì vậy, đây là hệ thống vận chuyển nước hoàn hảo nhất và tiến hóa nhất.

Các thực vật trên cạn thường có hệ thống mạch dẫn rất phát triển để đáp ứng nhu cầu nước rất cao, kể cả trong điều kiện cung cấp nước khó khăn như khi cây gặp hạn. Còn thực vật thủy sinh, thực vật mọng nước và cả thực vật chịu hạn thì hệ thống mạch dẫn kém phát triển hơn.



Hình 2.4: Hệ thống mạch xylem vận chuyển nước ở rễ, thân và lá

2.3. Động lực của sự vận chuyển nước trong cây

Nước được vận chuyển liên tục và từ thấp lên cao trong hệ thống mạch dẫn là nhờ một số động lực sau:

- Lực mao quản: xylem là các ống mao quản nên xuất hiện lực mao quản, nhưng lực này nhỏ không thể đẩy nước lên quá cao được mà cần có các lực bổ sung khác.

- Áp lực rễ: do quá trình hô hấp của rễ sẽ phát sinh một áp lực đẩy nước đi lên cao gọi là áp lực rễ. Đây là sự vận chuyển nước tích cực cần năng lượng. Do vậy, trong điều kiện ức chế hô hấp của rễ làm ức chế đến dòng vận chuyển nước trong cây, như trường hợp gặp úng thiếu oxy, hoặc chất độc với rễ...

Có hai hiện tượng minh chứng cho sự tồn tại áp lực rễ là hiện tượng chảy nhựa và hiện tượng ứ giọt.

Hiện tượng chảy nhựa được quan sát khi ta cắt ngang thân cây và để một thời gian thì trên bề mặt lát cắt có một chất dịch chảy và tràn ra. Điều đó chứng tỏ có một áp lực đẩy nước lên từ rễ, vì khi đó không còn bộ lá nữa nên không còn lực kéo của thoát hơi nước.

Nếu ta dùng một chuông thủy tinh chụp lên cây lúa chẳng hạn thì một thời gian sau hơi nước trong chuông sẽ bão hòa và nước không bay hơi nữa. Ta thấy có những giọt nước ứ đọng lại đầu các lá như những giọt sương, đó là hiện tượng ứ giọt. Hiện tượng này cũng chứng tỏ có một áp suất rễ đẩy nước đi lên và chúng đi tạo nên các giọt sương ở phần mép lá.

Tuy nhiên, áp lực rễ thường đạt trị số vài atm, nên không thể đưa nước lên khoảng cách cao được mà nó chỉ có tác dụng như là lực hỗ trợ. Động lực này rất quan trọng khi cây rụng hết lá, nhất là khi cây nghỉ đông và khi đó không còn lực kéo của thoát hơi nước ở lá nữa.

- Sức kéo của thoát hơi nước:

Quá trình thoát hơi nước xảy ra trên bề mặt lá làm cho các tế bào của lá thiếu bão hòa nước và sẽ hút nước của các tế bào ở dưới. Cứ như vậy mà phát sinh một lực hút từ bề mặt lá do bay hơi nước. Quá trình thoát hơi nước ở lá xảy ra liên tục và do đó mà sức kéo của thoát hơi nước cũng liên tục.

Sức kéo của thoát hơi nước phụ thuộc vào cường độ thoát hơi nước ở lá, mà cường độ thoát hơi nước của lá thì phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, độ ẩm không khí...

Động lực này là khá lớn, có thể đạt trên 10 atm. Động lực này có thể đưa cột nước lên rất cao trên cây. Do vậy, đây là động lực quan trọng nhất để đưa cột nước lên cao.

- Động lực hỗ trợ khác

Lực hội tụ của các phân tử nước là lực liên kết giữa các phân tử nước trong mạch dẫn; lực bám giữa các phân tử nước với thành mạch dẫn và lực liên kết hydro giữa các phân tử nước. Tuy đây là những lực yếu, nhưng chúng có tác dụng hỗ trợ để đưa dòng nước lên cao.

IV. SỰ THOÁT HƠI NƯỚC CỦA LÁ

Tất cả các bộ phận của cây đều có khả năng bay hơi nước vào khí quyển, nhưng quan trọng nhất và chủ yếu nhất là sự bay hơi nước qua bề mặt lá. Người ta gọi quá trình này sự thoát hơi nước.

Hai quá trình bay hơi nước trên bề mặt thoáng và thoát hơi nước trên lá cây đều có chung bản chất vật lý đó là nước từ thể lỏng chuyển thành thể hơi và khuếch tán vào môi trường xung quanh. Tuy nhiên, sự bay hơi nước của bề mặt thoáng chỉ là sự khuếch tán phân tử nước qua bề mặt như ao, hồ, biển hay vũng nước... có diện tích lớn. Còn sự thoát hơi nước của cây là quá trình bay hơi nước qua diện tích rất nhỏ bé như các lỗ khí khổng thông giữa lá và không khí xung quanh.

Sự thoát hơi nước của cây đã mất vào khí quyển một lượng nước khổng lồ, vượt xa rất nhiều lần so với lượng nước mà cây cần cho các hoạt động sống và sinh lý trong cơ thể. Ví dụ như trên $1m^2$ lá lúa mì trong suốt thời gian dinh dưỡng đã bay hơi mất 20 - 250kg nước, còn với cây húp lông thì có thể đến 500 - 700kg nước. Trong những ngày nắng to, cây gỗ mất 5 - 10g nước trên $1m^2$ lá trong một giờ. Một ha rừng sồi có thể mất 25.000 - 30.000kg nước trong một giờ. Vì vậy, nếu hạn chế được sự thoát hơi nước của cây thì sẽ giảm lượng nước mà cây cần hút. Nhưng không thể hạn chế thoát hơi nước một cách tùy tiện, vì đây là một quá trình sinh lý có ý nghĩa quan trọng đối với đời sống của cây. Vậy vai trò sinh lý của sự thoát hơi nước là gì?

1. Ý nghĩa của quá trình thoát hơi nước

- Thoát hơi nước để cho khí khổng mở ra, qua đó CO_2 xâm nhập vào lá để cung cấp cho quá trình quang hợp, tổng hợp nên các chất hữu cơ cho cây. Như vậy, sự thoát hơi nước và quang hợp của lá có mối quan hệ mật thiết với nhau.

Nhờ có thoát hơi nước mà khí khổng mới mở ra để cho CO_2 đi vào. Nếu hạn chế mất nước bằng cách đóng khí khổng thì CO_2 không thể vào lá và quang hợp bị ức chế. Chính vì vậy mà nhà sinh lý thực vật nổi tiếng người Nga Timiriadep đã nói: "Cây phải chịu thoát hơi nước một cách bất hạnh để mà dinh dưỡng tốt..."; Stocker đã ví mối quan hệ giữa hai quá trình đó là sự mâu thuẫn giữa "đói" và "khát". Thực vậy, khí khổng của cây đóng lại thì cây sẽ tránh được "khát" nhưng sẽ tự đưa mình vào chỗ "đói" mà "khát" sẽ được cứu vãn bằng hoạt động hút nước, trong khi đó "đói" CO_2 thì không có con đường cứu vãn.

Trong thực tế, chỉ có một cách để giải quyết mâu thuẫn này đó là cân cung cấp đầy đủ nước cho cây trồng để cho cả hai quá trình đều diễn ra đồng thời: thoát hơi nước mạnh mẽ và quang hợp cũng diễn ra mạnh mẽ.

- Thoát hơi nước sẽ tạo nên một động lực quan trọng cho sự hút và vận chuyển của dòng nước đi trong cây:

Như phần trên đã trình bày, do sự chênh lệch của sức hút nước giữa lá và khí quyển mà làm cho quá trình thoát hơi nước diễn ra thường xuyên, tạo nên động lực cho dòng nước đi lên. Sức kéo của thoát hơi nước ở lá là rất lớn, có thể vài chục atm và là động lực quan trọng nhất để đưa dòng nước đi lên cao.

- Sự thoát hơi nước làm giảm nhiệt độ bề mặt lá:

Lá xanh có khả năng hấp thu ánh sáng mặt trời. Một phần năng lượng ánh sáng được sử dụng vào quang hợp để tổng hợp nên chất hữu cơ, còn một bộ phận năng lượng ánh sáng biến thành nhiệt làm cho nhiệt độ của lá tăng lên, nhất là với những ngày nắng to, lá rất có nguy cơ bị chết. Chính quá trình thoát hơi nước đã làm cho nhiệt độ của lá giảm xuống, thuận lợi cho hoạt động quang hợp và các hoạt động sinh lý khác trong cây. Người ta thấy rằng, các lá héo do thoát hơi nước ít hơn nên thường có nhiệt độ cao hơn lá tươi từ 4 - 6°C.

- Sự thoát hơi nước thúc đẩy hoạt động hút khoáng:

Các chất khoáng tan trong dung dịch đất được hút vào cây cùng dòng nước. Nhờ sự thoát hơi nước mà nước được vận chuyển lên các cơ quan, bộ phận trên mặt đất. Nếu thoát hơi nước mạnh thì lượng chất khoáng đi vào cây và phân phối cho cây cũng nhiều hơn. Như vậy, quá trình thoát hơi nước sẽ tạo điều kiện cho sự tuần hoàn, lưu thông và phân phối vật chất trong cây.

2. Các chỉ tiêu đánh giá sự thoát hơi nước

Để đánh giá, so sánh khả năng thoát hơi nước của các thực vật khác nhau, ta có thể sử dụng các chỉ tiêu sinh lý sau đây:

2.1. Cường độ thoát hơi nước

Cường độ thoát hơi nước được tính bằng lượng nước bay hơi đi (gam hay kilogram) trên một đơn vị diện tích lá (dm^2 hay m^2) trong một đơn vị thời gian (phút hay giờ).

Cường độ thoát hơi nước là một chỉ tiêu biến động rất nhiều tùy theo các loài thực vật, các giai đoạn sinh trưởng khác nhau và điều kiện sinh thái khác nhau. Cường độ thoát hơi nước của các thực vật khác nhau dao động nhiều trong phạm vi 15 - 250g nước/ m^2 lá/giờ.

Ý nghĩa của chỉ tiêu này:

- Xác định cường độ thoát hơi nước cho ta biết khả năng thoát hơi nước khác nhau của các cây trồng khác nhau và cũng là đặc tính của giống.

- Xác định cường độ thoát hơi nước cho ta biết nhu cầu nước của các cây trồng khác nhau, vì trên 90% lượng nước hút vào sẽ thoát hơi nước ra ngoài. Dựa trên việc đo cường độ thoát hơi nước để ta có thể tính toán được lượng nước cây cần trong suốt đời sống của cây và trong các giai đoạn khác nhau, từ đó có chế độ tưới nước hợp lý cho từng loại cây trồng.

2.2. Hệ số thoát hơi nước

Hệ số thoát hơi nước được tính bằng lượng nước bay hơi đi để tạo nên một đơn vị chất khô. Chỉ tiêu này cũng thay đổi tùy thuộc vào giống và điều kiện ngoại cảnh. Các cây thuộc nhóm cây C_3 thì hệ số thoát hơi nước thường cao hơn cây thuộc nhóm C_4 . Ví dụ: hệ số thoát hơi nước của cây lúa trung bình là 680, tức để tạo nên 1g chất khô thì cây lúa phải bay mất 680 gam nước. Chỉ tiêu này với khoai tây là 640, dưa hấu là 580, ngô là 170, rau dền là 300...

Xác định chỉ tiêu này cho chúng ta biết nhu cầu nước của cây trồng trong việc hình thành nên năng suất và lượng nước cần cung cấp cho cây trồng để tạo nên năng suất cần thiết.

2.3. Hiệu suất thoát hơi nước

Tính bằng số gam chất khô tạo nên khi bay hơi một kg nước. Chỉ tiêu này dao động từ 1 đến 8 với các thực vật khác nhau.

2.4. Thoát hơi nước tương đối

Thoát hơi nước tương đối là tỷ số so sánh giữa lượng nước thoát đi qua bề mặt lá so với lượng nước bay hơi qua mặt thoáng có cùng diện tích với lá trong cùng một thời gian bay hơi. Trị số này dao động từ 0,1 - 1. Mà tổng diện tích của các lỗ khí khổng trên bề mặt lá (diện tích bay hơi) chỉ bằng 1 - 2% diện tích lá, nhưng cường độ thoát hơi nước là rất mạnh, xấp xỉ bằng 10 - 100% so với mặt thoáng có cùng diện tích lá.

Sở dĩ có sự sai khác lớn đó là do sự thoát hơi nước của lá được chi phối bởi quy luật thoát hơi nước qua lỗ nhỏ nhanh hơn nhiều so với lỗ lớn.

3. Sự thoát hơi nước qua cutin

- Trên bề mặt của lá và các phần còn non của thân, quả cây... ngoài thành tế bào biểu bì có bao phủ một lớp cutin mỏng để hạn chế thoát hơi nước và bảo vệ cho lá. Đây là một tổ hợp giữa cutin và sáp ngấm vào thành tế bào. Hơi nước có thể khuếch tán từ các khoảng gian bào của lá, qua lớp cutin để ra ngoài không khí. Có thể xem sự thoát hơi nước qua cutin như là sự khuếch tán nước qua môi trường kỵ nước, vì vậy trở lực khuếch tán qua cutin là rất lớn. Trở lực này hoàn toàn phụ thuộc vào độ dày và độ chặt của lớp cutin. Lớp cutin càng dày thì sự khuếch tán nước qua cutin càng nhỏ. Độ dày của lớp cutin phụ thuộc vào giống loài và đặc biệt là vào tuổi của lá. Lá càng già thì lớp cutin càng dày. Ở các lá còn non, khi lớp cutin còn rất mỏng thì thoát hơi nước qua cutin là đáng kể, có thể đến 10% tổng lượng nước thoát ra. Tuy nhiên, theo độ tăng của tuổi thì lớp cutin càng dày thêm và thoát hơi nước qua cutin giảm dần. Các lá già thường có lớp cutin khá dày và chặt nên thoát hơi nước qua cutin của chúng là không đáng kể.

- Các loài thực vật khác nhau có sự thoát hơi nước qua cutin là rất khác nhau. Với các thực vật ưa sáng, thoát hơi nước qua cutin có thể đạt tới 10 - 20% lượng nước bay hơi cực đại. Các thực vật trong bóng râm, các thực vật thủy sinh thoát hơi nước qua cutin xấp xỉ 10% lượng nước thoát đi. Ở các lá cứng như lá cây lim, thoát hơi nước qua cutin giảm xuống 0,5%, còn ở xương rồng chỉ còn 0,05%.

4. Sự thoát hơi nước qua khí khổng

Khí khổng là những khe hở nhỏ trên biểu bì của lá (cả mặt trên và dưới), thông giữa các khoảng gian bào của lá với không khí bên ngoài, qua đó hơi nước từ bên trong các khoảng gian bào khuếch tán ra ngoài không khí và ngược lại CO_2 từ không khí đi vào lá.

Sự thoát hơi nước qua khí khổng bao gồm hai giai đoạn kế tiếp nhau:

- Giai đoạn thứ nhất là nước từ thể lỏng chuyển thành thể hơi trong và khuếch tán vào các khoảng gian bào lá. Giai đoạn này phụ thuộc vào tổng diện tích các khoảng gian bào lá. Nói chung thì tổng diện tích các khoảng gian bào lá là rất lớn, có thể gấp 6 - 9 lần diện tích của lá.

- Giai đoạn thứ hai là sự khuếch tán của hơi nước trong các khoảng gian bào qua khí khổng để ra ngoài không khí. Khi khí khổng mở thì quá trình này diễn ra ngay lập tức. Đây là giai đoạn quan trọng nhất quyết định cho toàn bộ quá trình thoát hơi nước của cây.

Đây cũng là đặc điểm khác nhau cơ bản giữa quá trình bay hơi nước vật lý và quá trình thoát hơi nước mang bản chất sinh học. Bản chất sinh học của thoát hơi nước chính là sự điều chỉnh của khí khổng, bao gồm hình thái của khí khổng, sự phân bố và nhất là sự đóng mở của khí khổng.

4.1. Hình thái và phân bố của khí khổng

- Khí khổng là do tế bào biểu bì lá tạo nên để làm chức năng thoát hơi nước và cho khí CO_2 xâm nhập. Nó phân bố ở hai mặt của lá và các phần non của thân, cành, quả... Thông thường thì mặt dưới lá có số khí khổng nhiều hơn mặt trên, nhưng các thực vật có lá phân bố thẳng đứng như lúa thì khí khổng hai mặt gần bằng nhau, còn thực vật nằm trên mặt nước như lá sen thì khí khổng chỉ có mặt trên mà thôi.

Bảng 2.3. Sự phân bố và kích thước của khí khổng ở một số cây trồng

Loại thực vật	Số khí khổng/mm ²		Kích thước khí khổng (dài x rộng) (μm)	Diện tích khí khổng mở to nhất (μm ²)	Diện tích khí khổng so diện tích lá (%)
	Biểu bì trên	Biểu bì dưới			
Lúa mì	33	14	38 x 7	209	0,52
Ngô	52	68	19 x 5	75	0,82
Kiêu mạch	25	23	38 x 8	239	0,98
Hương dương	85	156	22 x 8	136	3,13
Đậu đũa	40	281	7 x 3	17	0,54
Khoai tây	51	161	13 x 6	61	0,85
Cà chua	12	130	-	-	-
Táo	-	400	14 x 12	132	3,28
Sen	46	-			

Sự thoát hơi nước tương đối qua khí khổng đạt tới 0,5 - 1 tức bằng 50 - 100% so với sự bay hơi nước qua mặt thoáng cùng diện tích lá. Có được hiệu quả đó là do thoát hơi nước qua khí khổng tuân theo quy luật bay hơi nước qua lỗ nhỏ: Vận tốc bay hơi nước qua lỗ nhỏ tỷ lệ thuận với chu vi lỗ, còn qua lỗ lớn thì tỷ lệ với diện tích lỗ. Vì vậy, nếu cùng một diện tích bay hơi nước thì bề mặt bay hơi nào có lỗ càng nhỏ thì tổng chu vi của các lỗ càng lớn, nên thoát hơi nước càng mạnh hơn.

4.2. Cấu tạo của khí khổng

Khí khổng được cấu tạo từ hai tế bào bảo vệ có hình bầu dục như hạt đậu quay vào nhau; để một khe hở nhỏ liên thông giữa khoảng gian bào lá với không khí gọi là vi khẩu (Hình 2.5). Các tế bào bảo vệ có đặc điểm sau:

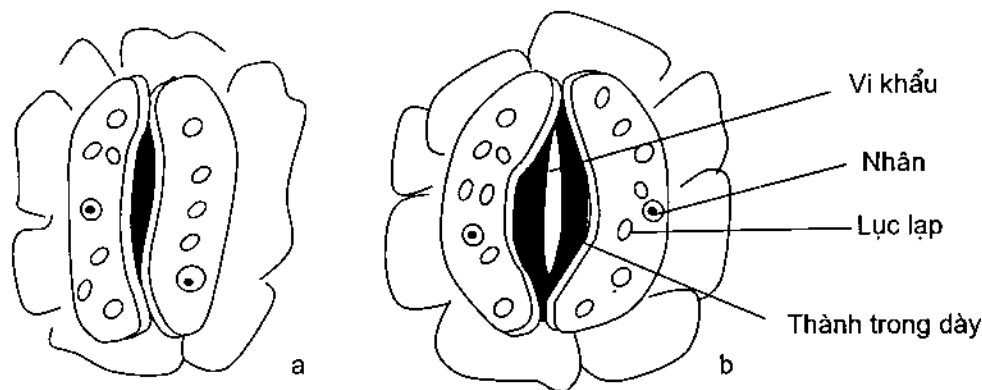
- Mép trong rất dày và mép ngoài rất mỏng, nên khi tế bào trương nước thì mép ngoài của tế bào dãn nhanh hơn, làm cho tế bào bảo vệ uốn cong và khe vi khẩu mở ra để cho hơi nước thoát ra ngoài. Ngược lại, khi mất nước thì tế bào xẹp nhanh, mép ngoài co về nhanh hơn và vi khẩu khép lại để hạn chế bay hơi nước.

- Tế bào bảo vệ có chứa nhiều lục lạp và các hạt tinh bột. Đây là đặc điểm mà các tế bào biểu bì khác không có. Đặc điểm cấu tạo này giúp cho tế bào bảo vệ hoạt động quang hợp và làm tăng áp suất thẩm thấu của khí khổng.

Kiểu cấu trúc như vậy là đặc trưng cho khí khổng. Nhịp điệu đóng mở của khí khổng phụ thuộc vào hàm lượng nước của hai tế bào bảo vệ. Khi tế bào bảo vệ ở trạng thái trương nước thì khí khổng mở và ở trạng thái thiếu nước thì khí khổng đóng.

4.3. Quy luật vận động của khí khổng

Đại đa số thực vật, khi vừa có ánh sáng bình minh thì khí khổng bắt đầu hé mở ra. Theo cường độ ánh sáng tăng dần, khí khổng mở to dần và đạt cực đại vào những giờ ban trưa. Buổi chiều, khi cường độ ánh sáng giảm dần thì khí khổng cũng khép dần và đóng hẳn vào lúc hoàng hôn. Ban đêm, khí khổng hoàn toàn khép lại. Sự thoát hơi nước vào ban đêm chỉ thực hiện qua cutin.



a. Khí khổng đóng

b. Khí khổng mở

Hình 2.5: Cấu tạo của tế bào khí khổng điển hình

Các thực vật thuộc họ cây mọng nước như họ xương rồng, lá bỏng, hành tỏi... sống ở sa mạc khô nóng có sự thích nghi bằng cách đóng khí khổng vào ban ngày để hạn chế thoát hơi nước, còn ban đêm thì mở ra để đồng hóa CO_2 .

Cũng có một số ít thực vật như cây cà chua chẳng hạn, khí khổng có thể mở cả ban ngày và ban đêm.

Lúc mưa to và kéo dài thì mặc dù tế bào bảo vệ trương nước nhưng khí khổng có thể vẫn bị đóng lại do các tế bào xung quanh chèn ép tế bào bảo vệ, làm cho khí khổng bị đóng một cách thụ động.

5. Ảnh hưởng của các điều kiện ngoại cảnh đến thoát hơi nước

Ngoài các yếu tố nội tại như diện tích lá, tuổi lá, số lượng, phân bố và sự đóng mở của khí khổng ảnh hưởng đến thoát hơi nước thì các yếu tố ngoại cảnh cũng có vai trò quan trọng.

Thoát hơi nước ở bề mặt lá cũng là một quá trình bay hơi nước mang bản chất vật lý nên yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến sự thoát hơi nước thông qua công thức bay hơi nước của Dalton:

$$V = \frac{K (F - f) \cdot 760 \cdot S}{P}$$

Trong đó: V: tốc độ thoát hơi nước

K: hằng số thoát hơi nước (phụ thuộc vào nhiệt độ)

F: áp suất hơi nước bão hòa ở bề mặt bay hơi

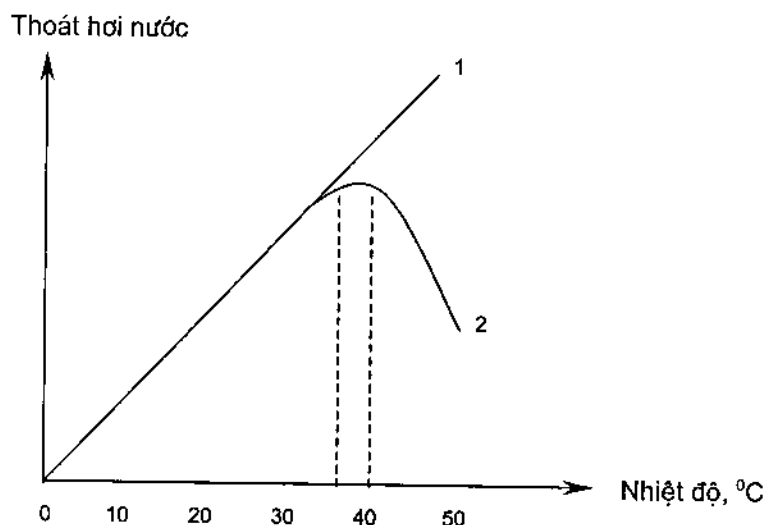
f: áp suất hơi nước của khí quyển

S: diện tích bay hơi nước

P: áp suất không khí nơi thí nghiệm

Trong cùng một thời gian, cùng địa điểm và cùng diện tích bay hơi thì V tỷ lệ thuận với hiệu số ($F - f$) (gọi là độ thiếu hụt bão hòa hơi nước). Độ thiếu hụt bão hòa phụ thuộc vào nhiệt độ, ẩm độ không khí, ánh sáng, gió...

5.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ



Hình 2.6: Quan hệ giữa bay hơi nước (1) và thoát hơi nước (2) với nhiệt độ không khí.

Nhiệt độ ảnh hưởng trực tiếp đến áp suất hơi nước bão hòa F . Nhiệt độ tăng thì F tăng, do đó $(F - f)$ tăng lên và vận tốc thoát hơi nước của lá cũng tăng lên. Ngược lại, nhiệt độ giảm thì F giảm và thoát hơi nước chậm lại. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ cao quá thì khí khổng buộc phải đóng lại nên thoát hơi nước cũng giảm. Đây là trường hợp giảm quá trình thoát hơi nước vào các buổi trưa hè của lá cây.

Trong hình 2.6 biểu diễn sự khác nhau giữa sự bay hơi nước của mặt thoáng và thoát hơi nước qua khí khổng. Đồ thị 1 biểu diễn sự phụ thuộc tuyến tính giữa bay hơi nước trên mặt thoáng với nhiệt độ không khí. Đồ thị 2 biểu diễn sự phụ thuộc giữa quá trình thoát hơi nước ở bề mặt lá và nhiệt

độ. Đây là một đường cong mà cực đại ở 30 - 35°C do khí khổng đóng lại khi gặp nhiệt độ cao.

5.2. Ảnh hưởng của độ ẩm không khí

Độ ẩm không khí tương đương với f . Vì vậy, f càng thấp thì $(F - f)$ càng tăng và cường độ thoát hơi nước càng mạnh. Nếu ẩm độ không khí giảm từ 95% xuống 50% thì cường độ thoát hơi nước tăng lên đến 5 - 6 lần. Ở nước ta, miền Bắc có gió mùa Đông Bắc, miền Trung có gió Tây Nam hoặc mùa khô ở Tây Nguyên thường có độ ẩm không khí rất thấp và sự thoát hơi nước sẽ diễn ra rất mạnh. Nếu kết hợp độ ẩm thấp với nhiệt độ cao thì thoát hơi nước diễn ra càng mạnh.

Trong trường hợp độ ẩm không khí cao thì $(F - f)$ giảm và thoát hơi nước giảm. Đây là trường hợp tiết trời đầu xuân có mưa phùn, trời nồm...

5.3. Ảnh hưởng của ánh sáng

Ảnh hưởng của ánh sáng đến thoát hơi nước của lá liên quan đến hoạt động quang hợp, khi có ánh sáng thì khí khổng mở để CO_2 đi vào thực hiện quang hợp. Do vậy, ban ngày khí khổng mở và ban đêm khí khổng đóng nên thoát hơi nước chủ yếu xảy ra vào ban ngày, còn ban đêm chỉ xảy ra thoát hơi nước qua cutin.

Ngoài ra, hiệu quả tăng nhiệt độ của ánh sáng cũng ảnh hưởng đáng kể đến thoát hơi nước của lá. Vì vậy, cường độ ánh sáng càng mạnh thì thoát hơi nước càng mạnh.

5.4. Ảnh hưởng của gió

Gió càng mạnh thì thoát hơi nước càng mạnh. Gió cuốn đi lớp không khí đã làm ẩm trên bề mặt lá (f) và thay vào đó lớp không khí kém bão hòa ẩm, nên làm tăng $(F - f)$ và tăng thoát hơi nước. Vì vậy, gió càng mạnh thì thoát hơi nước cũng càng nhanh. Nếu gió khô nóng (hiệu quả nhiệt độ và ẩm độ) thì thoát hơi nước mạnh hơn nhiều. Chẳng hạn, gió khô nóng Tây Nam của các tỉnh miền Trung hay ở các tỉnh Tây Nguyên vào mùa khô có thể gây ra khô héo cây cỏ.

V. SỰ CÂN BẰNG NƯỚC VÀ TRẠNG THÁI HÉO CỦA CÂY

1. Khái niệm về cân bằng nước

Quá trình trao đổi nước trong cây tức là sự hút nước, sự vận chuyển nước và sự thoát hơi nước có mối quan hệ mật thiết với nhau, được biểu thị

bằng trạng thái cân bằng nước trong cây. Sự cân bằng nước của cây được xác định bằng sự so sánh giữa lượng nước hút vào và lượng nước thoát ra khỏi cây.

Nếu ta gọi lượng nước thoát ra là T và lượng nước hút vào là A thì tỷ số T/A biểu thị các trạng thái cân bằng nước ở trong cây. Nếu tỷ số $T/A < 1$, ta có cây ở trạng thái cân bằng nước; còn khi $T/A > 1$ thì cây ở trạng thái mất cân bằng nước.

2. Độ thiếu hụt bão hoà nước (THBH)

Độ thiếu hụt bão hoà nước là một chỉ tiêu sinh lý đánh giá mức độ cân bằng nước trong cây. Độ thiếu hụt bão hoà nước được đo bằng hiệu số giữa hàm lượng nước bão hoà cực đại trong cây và hàm lượng nước tại thời điểm xác định và được tính bằng tỷ lệ % so với hàm lượng nước bão hoà hoàn toàn. Độ thiếu hụt bão hoà được tính bằng công thức:

$$THBH = \frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_3} \times 100$$

Trong đó: P_1 - Khối lượng tươi của cây tại thời điểm xác định

P_2 - Khối lượng tươi của cây khi bão hoà nước hoàn toàn

P_3 - Khối lượng khô của cây

Nếu cây mất ít nước thì độ THBH nhỏ và cây dễ dàng hút nước để đạt trạng thái bão hoà nước. Nếu cây mất nhiều nước thì độ thiếu hụt bão hoà nước tăng lên, cây có thể bị mất cân bằng nước và héo rũ.

Độ THBH nước đánh giá mức độ cân bằng nước trong cây và do đó mà ảnh hưởng đến các quá trình trao đổi chất và các hoạt động sinh lý trong cây. Tùy theo mức độ THBH nước mà các quá trình đó bị ức chế nhiều hay ít và làm giảm năng suất nhiều hay ít.

3. Các loại cân bằng nước

3.1. Sự cân bằng nước dương

Đây là trạng thái cây bị thiếu nước ít, cây dễ dàng hút nước vào bù đắp lượng nước thiếu hụt đó để luôn có tỷ số $T/A \approx 1$. Trong trường hợp này thì sự thoát hơi nước và hút nước phù hợp với nhau và phối hợp với nhau một cách nhịp nhàng. Cây cũng có thể điều chỉnh mối quan hệ này để đạt trạng thái cân bằng nước dương bằng cách khép khí khổng để giảm sự thoát hơi nước qua bề mặt lá.

Sự cân bằng nước tối thích khi cây hoàn toàn đầy đủ nước ($T/A \leq 1$). Lúc đó, hệ thống lông hút phát triển mạnh, cây lấy nước thỏa mãn và cũng thoát hơi nước mạnh. Về hình thái thì cây luôn ở trạng thái tươi vì các tế bào luôn trương nước. Cây ở trạng thái cân bằng nước thuận lợi cho các hoạt động sinh lý và hình thành năng suất.

3.2. Sự cân bằng nước âm

Sự cân bằng nước âm xảy ra khi có độ thiếu hụt bão hòa nước trong cây lớn, cây thoát hơi nước quá mạnh, vượt quá khả năng cung cấp nước của rễ. Chính vì vậy mà tỷ số $T/A > 1$. Về hình thái thì lá cây bị héo, không thuận lợi cho các hoạt động sinh lý và giảm năng suất.

Các cây trồng khác nhau cũng phản ứng khác nhau về trạng thái cân bằng nước. Có những cây trồng chịu được thiếu nước, nhưng có những cây trồng không có khả năng chịu được mất cân bằng nước. Những thực vật có khả năng chịu hạn có thể chịu được sự mất cân bằng nước trong thời gian dài hơn các thực vật kém chịu hạn.

4. Sự héo của thực vật

4.1. Khái niệm về sự héo của thực vật

Héo là dấu hiệu về hình thái của cây khi cây bị mất cân bằng nước. Sự hấp thu nước của rễ không đủ bù đắp cho lượng nước thoát đi, các tế bào lá giảm sức trương, xẹp xuống gây nên sự héo rũ. Tuy nhiên, tùy theo mức độ mất cân bằng nước và thời gian tác động mà có các trạng thái héo khác nhau: héo tạm thời hay héo lâu dài.

4.2. Héo tạm thời

Héo tạm thời xảy ra vào buổi trưa hè nắng nóng, lúc đó vì nhiệt độ không khí quá cao, ẩm độ không khí thấp khiến sự thoát hơi nước mạnh nên rễ cây không thể cung cấp đủ nước cho thoát hơi nước, vì vậy cây mất cân bằng nước và bị héo. Nhưng vào buổi chiều và ban đêm, lúc đó nhiệt độ giảm, thoát hơi nước giảm và cây tự khôi phục được trạng thái cân bằng nước và lấy lại trạng thái tươi. Ví dụ các loại cây trồng có lá rộng như bầu, bí, hướng dương, củ cải... thường xảy ra hiện tượng héo tạm thời.

4.3. Héo lâu dài

Héo lâu dài xảy ra thường do hạn đất gây nên. Vì đất thiếu nước thường xuyên nên hệ thống rễ không thể hút đủ nước cho cây cả ngày lẫn đêm, dẫn

đến cây mất cân bằng nước thường xuyên và cây héo lâu dài. Nếu thiếu nước ở mức trầm trọng thì héo lâu dài không thể khắc phục được, tức là không thuận nghịch mặc dù ban đêm quá trình thoát hơi nước không đáng kể.

4.4. Tác hại của héo

Héo có tác hại rất lớn đối với cây trồng đặc biệt là héo lâu dài:

- Các hoạt động sinh lý bị rối loạn: Ngừng quang hợp do khí khổng đóng, hô hấp vô hiệu tăng, rối loạn trao đổi chất theo hướng tăng cường các quá trình phân giải, ngừng sinh trưởng và phát triển...

- Hệ thống lông hút bị chết do thiếu nước và khó tái tạo được hệ lông hút mới nên quá trình hút nước và hút khoáng gặp khó khăn.

- Do thiếu nước nên quá trình thụ phấn, thụ tinh không thực hiện được, quả không hình thành, hạt lép và quả bị rụng.

- Hệ thống vận chuyển và phân phối vật chất trong cây bị tắc nghẽn nên giảm năng suất kinh tế. Mức độ giảm năng suất tùy thuộc vào mức độ héo của cây trồng.

Do đó, cần hạn chế trường hợp cây trồng bị héo bằng việc xác định chế độ tưới tiêu hợp lý cho từng loại cây trồng. Khi bị héo, phải tìm nguyên nhân gây héo để có biện pháp khắc phục.

VI. CƠ SỞ SINH LÝ CỦA VIỆC TƯỚI NƯỚC HỢP LÝ CHO CÂY TRỒNG

Những người làm nghề nông luôn ghi nhớ câu:

“Nhất nước, nhì phân, tam cần, tứ giống”.

Nước là biện pháp kỹ thuật hàng đầu trong việc thâm canh tăng năng suất cây trồng. Tuy nhiên, việc tưới nước cho cây trồng như thế nào là hợp lý? Tưới nước hợp lý là hoàn toàn dựa vào yêu cầu sinh lý của các cây trồng đối với nước. Nói như vậy có nghĩa là cần thỏa mãn các yêu cầu: khi nào cây cần nước, cần bao nhiêu và cung cấp bằng cách nào. Cần phải xác định được nhu cầu nước của các cây trồng, thời điểm tưới nước hợp lý nhất và phương pháp tưới thích hợp.

1. Xác định nhu cầu nước của cây trồng

Nhu cầu nước của cây trồng là tổng lượng nước mà cây cần trong suốt thời gian sinh trưởng của cây và lượng nước từng thời kỳ cây cần để tạo nên một năng suất tối ưu. Chính vì vậy mà nhu cầu nước thay đổi rất nhiều đối với từng loại cây trồng và các giai đoạn khác nhau.

Ta có thể đo cường độ thoát hơi nước của cây để tính được lượng nước tổng số và từng giai đoạn của từng cây trồng, vì rằng trên 99% lượng nước hút vào đều bay hơi đi. Xác định cường độ thoát hơi nước cho từng giai đoạn rồi tính ra lượng nước mất đi trong từng giai đoạn và trong suốt đời sống của cây trồng. Đây chính là nhu cầu nước của cây. Dựa trên nhu cầu nước của cây trồng mà ta dự tính được tổng lượng nước cần tưới trên một diện tích gieo trồng của một cây trồng nào đó. Nhu cầu nước thay đổi rất nhiều theo từng loại cây trồng, theo mùa vụ và cả mức độ thâm canh. Nên khi xác định nhu cầu nước cho một cây trồng nào đó, ta cần lưu ý đến các điều kiện đó.

2. Xác định thời kỳ tưới nước thích hợp cho cây trồng

Việc cung cấp nước cho cây phải dựa vào yêu cầu sinh lý của cây. Khi nào cây đòi hỏi nước thì ta cung cấp, còn cây không yêu cầu mà ta vẫn tưới là không cần thiết và lãng phí nước. Có nhiều cách xác định thời điểm tưới nước:

- Dựa vào kinh nghiệm: Người nông dân nhìn đất, nhìn cây để chẩn đoán cây thiếu nước và quyết định tưới. Chẳng hạn, khi quan sát cây trồng có dấu hiệu héo hay khi màu sắc của cây trồng biểu hiện thiếu nước... thì ta tưới cho chúng.

- Xác định hệ số héo của đất, tức lượng nước còn lại trong đất mà cây không có khả năng hút được, tức là đất đã hết nước sử dụng được.

Cả hai cách trên đều chưa thật thích hợp vì vào khi đó, cây trồng đã thiếu nước và gây ảnh hưởng xấu đến các hoạt động sinh lý của cây.

- Dựa trên các chỉ tiêu sinh lý của cây trồng như độ mở của khí khổng, nồng độ dịch bào, áp suất thẩm thấu và sức hút nước của lá cây... Đây là các chỉ tiêu có quan hệ rất nhạy đến tình trạng nước trong cây.

Độ mở của khí khổng phụ thuộc vào hàm lượng nước trong tế bào khí khổng và trong lá. Khí khổng mở càng to thì càng đủ nước và ngược lại. Như vậy, ta chỉ cần quan sát nhanh trên kính hiển vi để xác định độ mở của khí khổng và quyết định cây có cần nước hay không để tưới cho chúng.

Các chỉ tiêu về nồng độ dịch bào, áp suất thẩm thấu và sức hút nước biến động rất nhanh theo hàm lượng nước trong lá, trong đó, chỉ tiêu sức hút nước S là tin cậy nhất vì nó biến đổi mạnh nhất: từ 0 đến tối đa bằng áp suất thẩm thấu. Vì vậy, chỉ cần một thay đổi nhỏ của S là ta biết được trạng thái nước trong cây. Để tiến hành tưới nước theo các chỉ tiêu sinh lý, ta chỉ cần

làm các thí nghiệm để xác định trị số ngưỡng tưới của từng chỉ tiêu, tức tại trị số ngưỡng đó, cây bắt đầu cần nước để quyết định thời điểm tưới.

Ví dụ, ta xác định nhanh S trên đồng ruộng và nếu S xác định mà lớn hơn S ngưỡng tưới thì phải tưới ngay, còn nếu ngược lại thì ta chưa cần tưới.

Tưới nước như vậy thì hoàn toàn đáp ứng nhu cầu của cây và chắc chắn năng suất sẽ tăng. Đây là cách tưới nước tiên tiến mà các nước có nền nông nghiệp tiên tiến sử dụng. Trong tương lai, chúng ta cũng cần tưới theo cách này.

3. Xác định phương pháp tưới thích hợp

Tùy theo từng loại cây trồng mà ta cần xác định phương pháp tưới thích hợp nhất. Có nhiều phương pháp tưới:

- Phương pháp tưới ngập, tưới tràn thường sử dụng với cây lúa và một số cây trồng cần nhiều nước và chủ động về thủy lợi.
- Phương pháp tưới rãnh thường sử dụng với các cây màu.
- Phương pháp tưới phun mưa, phun sương thường sử dụng với các loại rau, hoa và một số cây trồng khác khi có điều kiện về thiết bị tưới.
- Phương pháp tưới nhỏ giọt thường sử dụng với các vùng thiếu nước cho các cây công nghiệp, cây ăn quả. Phương pháp này tiết kiệm nước nhưng phải có thiết bị nhỏ giọt đến tận gốc từng cây.

Tùy theo các loại cây trồng khác nhau, các điều kiện cung cấp nước và thiết bị tưới và tùy theo giai đoạn sinh trưởng mà chọn ra phương pháp tưới thích hợp.

Câu hỏi ôn tập

1. Hãy trình bày vai trò của nước đối với đời sống của cây và năng suất cây trồng.
2. Hãy vẽ sơ đồ nước đi từ đất vào mạch dẫn của rễ và trình bày các con đường mà nước đi trong các tế bào sống.
3. Trình bày ảnh hưởng của các nhân tố ngoại cảnh đến sự hút nước của rễ. Hạn sinh lý và biện pháp khắc phục.
4. Cấu trúc của hệ thống vận chuyển nước trong cây và trình bày các động lực chi phối dòng nước đi trong cây. Tại sao nước có thể lên cây rất cao mà không bị ngắt quãng?

5. Vai trò của sự thoát hơi nước đối với đời sống của cây. Vai trò nào có ý nghĩa quyết định nhất và vì sao?
6. Hình thái, cấu tạo của khí khổng và mối quan hệ của chúng đến thoát hơi nước?
7. Những điểm nào thể hiện quá trình thoát hơi nước mang bản chất vật lý và đặc điểm nào thể hiện quá trình thoát hơi nước mang bản chất sinh học?
8. Trình bày ảnh hưởng của ngoại cảnh đến sự thoát hơi nước của cây và liên hệ với thực tiễn sản xuất.
9. Cân bằng nước là gì? Các loại cân bằng nước và ý nghĩa.
10. Hiện tượng héo, nguyên nhân, tác hại và biện pháp phòng ngừa.
11. Muốn tưới nước dựa trên cơ sở sinh lý của cây thì cần xác định các nội dung gì?

Chương 3

QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT

Mục tiêu

- Sinh viên hiểu được quang hợp của thực vật là một hoạt động sinh lý quan trọng, không những quyết định đến các hoạt động sống của thực vật mà cả mọi sinh vật trên trái đất. Đây là quá trình biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng hoá học tích lũy trong các chất hữu cơ để hình thành nên năng suất cây trồng. Sinh viên nắm được cấu trúc của cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp và hiểu được cơ bản về bản chất của quá trình quang hợp diễn ra trong cây (pha sáng và pha tối).

- Trên cơ sở những hiểu biết về quang hợp mà con người có thể đề ra các biện pháp để điều chỉnh hoạt động quang hợp, xen canh gối vụ để tăng năng suất và phẩm chất cây trồng.

Nội dung tóm tắt

- Quang hợp là quá trình biến đổi quang năng thành hoá năng xảy ra ở thế giới thực vật. Nó có ý nghĩa quyết định cho sự sống của mọi sinh vật và con người trên hành tinh. Với sản xuất nông nghiệp thì hoạt động quang hợp quyết định 90 - 95% năng suất cây trồng.

- Cơ quan chính của cây thực hiện quang hợp là lá. Trong lá, lục lạp là bào quan trực tiếp tham gia quang hợp. Trong lục lạp thì hệ thống màng thylacoit có nhiệm vụ thực hiện pha sáng và cơ chất thực hiện pha tối của quang hợp.

Trong các sắc tố quang hợp thì diệp lục đóng vai trò trung tâm trong việc hấp thu và biến đổi quang năng thành hoá năng.

- Pha sáng của quang hợp gồm giai đoạn quang vật lý và giai đoạn quang hoá học. Giai đoạn quang vật lý thì phân tử diệp lục tiếp nhận ánh sáng và chuyển sang trạng thái kích thích điện tử và năng lượng đó được chuyển vào trung tâm P_{700}^* . Giai đoạn quang hoá học thì phân tử diệp lục ở trung tâm phản

ứng tham gia vào quá trình chuyển vận điện tử (CVĐT) trên chuỗi CVĐT và năng lượng giải phóng ra liên kết với quá trình photophoryl hoá tạo ATP và NADPH_2

- Tùy theo loại thực vật mà pha tối của quang hợp diễn ra theo các con đường khác nhau. Thực vật C_3 , thực vật C_4 , thực vật mọng nước (CAM) là con đường quang hợp trong điều kiện khô hạn.

- Năng suất sinh vật học do quá trình quang hợp quyết định. Để nâng cao năng suất sinh vật học ta có các biện pháp tác động như tăng diện tích lá đến mức độ tối thích, tăng cường độ và hiệu suất quang hợp, điều chỉnh thời gian quang hợp bằng cách tăng vụ, xen canh, gối vụ để tăng hệ số sử dụng quang năng cũng như phải kéo dài tuổi thọ và khả năng làm việc của lá.

Năng suất kinh tế phụ thuộc chủ yếu vào quá trình vận chuyển và tích lũy chất hữu cơ về cơ quan "kinh tế". Do vậy, ngoài việc chọn tạo giống có Kkt cao thì phải tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất để huy động tối đa các chất hữu cơ về tích lũy ở cơ quan "kinh tế" như biện pháp tưới nước, bón phân, bố trí thời vụ hợp lý...

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ QUANG HỢP

1. Định nghĩa quang hợp

- Có thể định nghĩa quang hợp một cách đơn giản như sau:

Quang hợp là quá trình tổng hợp các chất hữu cơ từ các chất vô cơ đơn giản là CO_2 và H_2O dưới tác dụng của năng lượng ánh sáng mặt trời và sự tham gia của sắc tố diệp lục.

Sản phẩm quan trọng nhất của quang hợp là đường.

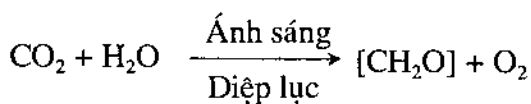
- Bản chất của quang hợp: là quá trình biến đổi quang năng thành hoá năng nhờ hệ thống sắc tố của thực vật.

Thực vậy, chỉ có những cơ thể chứa sắc tố quang hợp mới có khả năng biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng của các liên kết hoá học tích lũy trong các hợp chất hữu cơ để cung cấp cho các hoạt động sống của tất cả sinh vật.

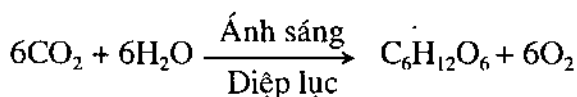
- Bản chất hoá học của quang hợp: là quá trình oxi hoá khử, trong đó CO_2 được khử thành sản phẩm quang hợp.

2. Phương trình tổng quát của quang hợp

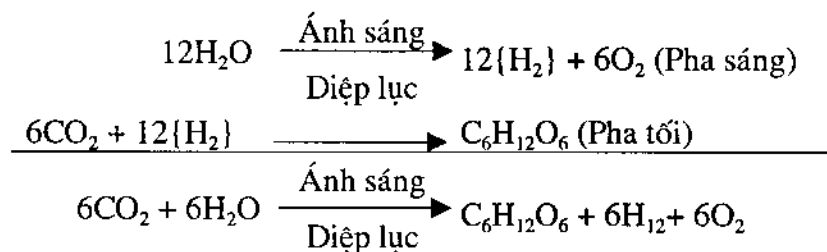
Khi sử dụng công thức $[\text{CH}_2\text{O}]$ để biểu thị một đơn vị cơ bản của sản phẩm quang hợp là đường glucoza (gồm 6 đơn vị cơ bản) thì phương trình của quang hợp được viết đơn giản như sau:



Như vậy, để tổng hợp một phân tử glucoza phải cần 6 phân tử CO_2 và 6 phân tử H_2O nên ta có phương trình tổng quát của quang hợp là:



Tuy nhiên, quá trình này diễn ra trong cây vô cùng phức tạp. Khi nghiên cứu bản chất của quá trình quang hợp, người ta đã chia quá trình này thành hai pha: Pha sáng (các phản ứng cần ánh sáng) và pha tối (các phản ứng hoá học không liên quan đến ánh sáng). Có thể biểu diễn phương trình tổng quát của từng pha như sau:



3. Ý nghĩa của quang hợp

Quang hợp của cây xanh có một vai trò vô cùng to lớn đối với hoạt động sống của mọi sinh vật trên trái đất, trong đó có con người.

- Hoạt động quang hợp cung cấp một nguồn các chất hữu cơ vô cùng đa dạng và phong phú, thoả mãn nhu cầu về dinh dưỡng cho mọi sinh vật trên trái đất. Thực vật quang hợp sản xuất ra các chất hữu cơ đáp ứng cho nhu cầu của chính mình và cung cấp cho các sinh vật khác không có khả năng quang hợp như động vật, con người...

- Hoạt động quang hợp bảo đảm sự cân bằng tỷ lệ O_2/CO_2 trong khí quyển thuận lợi cho các hoạt động sống của mọi sinh vật. Tất cả sinh vật đều hấp thu O_2 để hô hấp và lại thải CO_2 vào khí quyển. Ngoài ra, hoạt động phân huỷ chất hữu cơ của vi sinh vật, sự đốt cháy nhiên liệu trong các nhà máy, các phương tiện giao thông cũng thải một lượng CO_2 đáng kể vào môi trường. Ngược lại, thế giới thực vật nhờ có hoạt động quang hợp mà có quá trình hấp thu CO_2 và

nhả O_2 vào khí quyển. Điều này đã bảo đảm được sự cân bằng khá ổn định về tỷ lệ O_2/CO_2 trong khí quyển. Chính vì vậy, cây xanh có vai trò rất quan trọng là làm trong sạch không khí.

- Đối với con người thì quang hợp có vai trò vô cùng to lớn là:

+ Cung cấp một nguồn năng lượng rất phong phú cho mọi nhu cầu của con người trên trái đất. Hiện tại, nguồn năng lượng con người sử dụng chủ yếu lấy từ than đá, dầu mỏ, củi, than bùn... Hoạt động quang hợp của các sinh vật ngày xưa đã tích lũy năng lượng vào trong than đá, dầu mỏ để cho chúng ta khai thác và sử dụng hiện nay. Hiện nay, con người có sử dụng nguồn năng lượng nguyên tử hoặc ánh sáng, gió... nhưng chưa thể thay thế được than đá và dầu mỏ...

+ Hoạt động quang hợp của thực vật đã cung cấp cho con người một nguồn nguyên liệu vô cùng phong phú và đa dạng cho công nghiệp như công nghiệp gỗ, công nghiệp dệt, công nghiệp giấy, công nghiệp thuốc lá, công nghiệp đường... Sự phát triển của các công nghiệp này hoàn toàn phụ thuộc vào sản phẩm của thực vật, tức là sản phẩm quang hợp.

+ Với sản xuất nông nghiệp thì hoạt động quang hợp quyết định 90 - 95% năng suất cây trồng. Do vậy, muốn cây trồng đạt năng suất cao thì phải điều chỉnh hoạt động quang hợp của chúng bằng các biện pháp kỹ thuật canh tác hợp lý.

Như vậy thì thực vật có một sứ mạng vô cùng to lớn đối với sự sống của sinh vật trên trái đất nhờ vào hoạt động quang hợp của mình. Con người luôn luôn cải tiến cây trồng sao cho chúng đạt được hiệu suất quang hợp cao nhất. Mục tiêu đó không bao giờ dừng lại.

II. CƠ QUAN LÀM NHIỆM VỤ QUANG HỢP, HỆ SẮC TỐ QUANG HỢP

1. Lá cây

Ngày nay, chúng ta đã biết rõ rằng, cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp ở thực vật chủ yếu là lá. Sau đó, các phần xanh khác như bông lúa còn xanh, bẹ lá, phần xanh của thân cây, rễ cây, quả xanh... cũng có khả năng quang hợp. Do đó, lá có những đặc điểm đặc biệt về hình thái, cấu tạo giải phẫu thích hợp với chức năng quang hợp.

1.1. Hình thái của lá

Lá thường có dạng bản và mang đặc tính hướng quang rõ rệt, mặt phẳng của lá thường vuông góc với tia sáng mặt trời để nhận được nhiều nhất năng

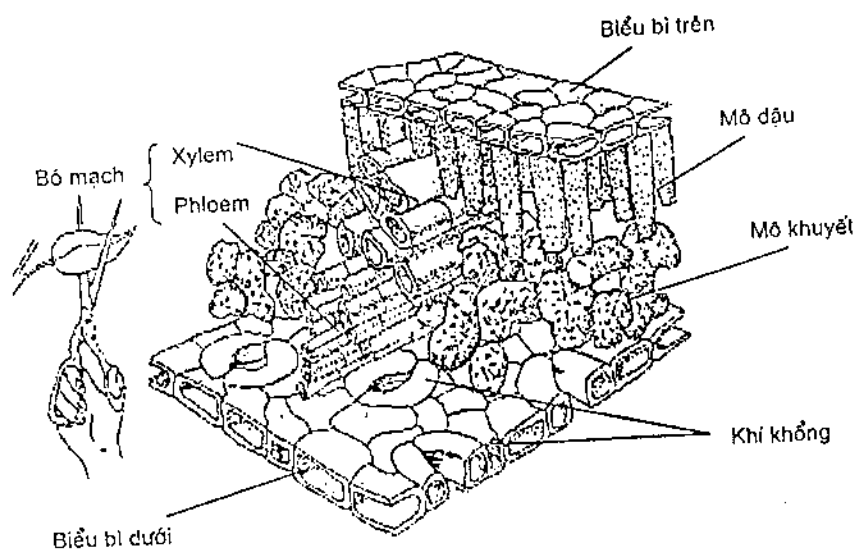
lượng ánh sáng. Cũng có một số thực vật chịu nhiệt, khi gặp cường độ ánh sáng mạnh thì có khả năng vận động bản lá theo hướng song song với tia sáng để giảm sự đốt nóng...

1.2. Giải phẫu của lá

- Mô đồng hoá, nơi xảy ra quá trình quang hợp là mô đậu và mô khuyết. Mô đậu nằm dưới lớp biểu bì trên của lá và chứa nhiều hạt lục lạp (Hình 3.1). Mô đậu gồm một số lớp tế bào xếp sát nhau theo từng lớp gần như song song với nhau, nhằm hấp thu được nhiều năng lượng ánh sáng. Các tế bào mô đậu chứa rất nhiều hạt lục lạp, là cơ quan chính thực hiện quang hợp.

Nằm sát ngay dưới các lớp tế bào mô đậu là các tế bào mô khuyết. Đặc trưng của lớp mô khuyết là giữa các tế bào có rất nhiều các khoảng trống gọi là gian bào. Gian bào thường thông với không khí bằng các lỗ khí khổng. Các khoảng gian bào của lá chứa CO_2 và hơi nước để cung cấp cho quá trình quang hợp. Trong các tế bào mô khuyết cũng có chứa lục lạp nhưng số lượng ít hơn của mô đậu và cũng có khả năng thực hiện quang hợp cùng với mô đậu.

- Trong lá còn có hệ thống mạch dẫn dày đặc làm nhiệm vụ dẫn nước và muối khoáng phục vụ cho các hoạt động quang hợp cũng như dẫn các sản phẩm quang hợp ra khỏi lá đến các cơ quan khác trong cây. Hệ thống mạch dẫn ta còn gọi là gân lá.



Hình 3.1: Sơ đồ giải phẫu của lá

2. Lục lạp (chloroplast)

Biểu bì trên và biểu bì dưới của lá gồm một lớp tế bào. Biểu bì lá thường phủ một lớp cutin và sáp có nhiệm vụ bảo vệ lá và giảm sự thoát hơi nước.

Biểu bì cả mặt trên và dưới của lá có rất nhiều khí khổng thông giữa các gian bào thịt lá và không khí xung quanh, qua đó, CO_2 xâm nhập từ ngoài vào lá còn hơi nước thoát từ lá ra ngoài. Tuy diện tích khí khổng chỉ chiếm khoảng 1% diện tích lá nhưng CO_2 đi qua khí khổng rất nhanh. Nhờ có quá trình đóng mở của khí khổng mà cây có khả năng điều chỉnh sự xâm nhập của CO_2 vào lá và hơi nước đi ra ngoài.

Như trên đã nói, lá là cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp. Nhưng lục lạp chính là bào quan trong lá thực hiện chức năng quang hợp của cây xanh.

2.1. Hình thái

Lục lạp có hình thái rất đa dạng. Ở các loài thực vật thủy sinh như các loại rong, tảo... do hấp thu ánh sáng từ nhiều phía nên lục lạp có hình dạng rất khác nhau như hình cốc, hình vuông, hình sao, hình bản... Còn ở những thực vật bậc cao và sống trên cạn thì lục lạp thường có hình bầu dục. Với hình bầu dục thì lục lạp có thể xoay bề mặt để có thể tiếp xúc với ánh sáng nhiều hay ít tùy theo cường độ ánh sáng.

Ví dụ: Nếu cường độ ánh sáng vừa phải hay yếu thì lục lạp xoay bề mặt có tiết diện lớn nhất, vuông góc với tia sáng chiếu tới để nhận ánh sáng nhiều nhất. Còn nếu cường độ ánh sáng quá mạnh thì lục lạp sẽ xoay bề mặt có tiết diện nhỏ nhất về phía chiếu sáng để tránh sự phá huỷ khi cường độ ánh sáng quá mạnh.

Hình dạng bầu dục và sự vận động linh hoạt của lục lạp có tác dụng làm tăng hiệu quả của việc sử dụng ánh sáng trong quang hợp, đây là một sự tiến hoá của thế giới thực vật.

2.2. Số lượng

Số lượng lục lạp trong tế bào rất khác nhau ở các loài thực vật khác nhau. Đối với tảo, mỗi tế bào chỉ có một lục lạp. Đối với thực vật bậc cao, mỗi tế bào của mô đồng hoá có nhiều lục lạp, khoảng 20 - 100 lục lạp.

2.3. Kích thước lục lạp

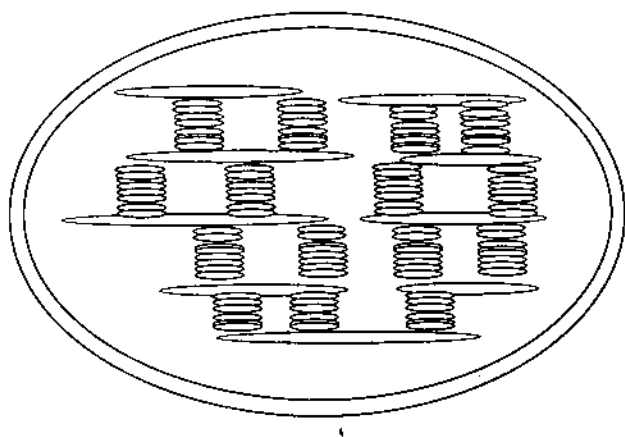
Kích thước trung bình của 1 lục lạp có hình bầu dục dao động từ 4 đến $6\mu\text{m}$ về bề mặt lớn nhất và từ 2 - $3\mu\text{m}$ về bề dày. Những cây ưa bóng thường có số lượng, kích thước và hàm lượng sắc tố trong lục lạp lớn hơn những cây ưa sáng.

2.4. Cấu trúc của lục lạp

Quan sát lục lạp dưới kính hiển vi, ta thấy lục lạp điển hình của cây xanh do ba bộ phận cấu trúc nên:

- **Màng (membran) lục lạp** bao bọc xung quanh lục lạp. Đây là màng kép gồm hai màng cơ sở tạo thành. Màng lục lạp ngoài nhiệm vụ bao bọc, bảo vệ phần cấu trúc bên trong, còn có một chức năng rất quan trọng là quyết định tính thấm của các chất đi vào hoặc đi ra khỏi lục lạp.

- **Hệ thống màng quang hợp** hay gọi là **thylacoit**. Chúng bao gồm một tập hợp màng có chứa sắc tố quang hợp nên có màu xanh. Màng thylacoit có cấu tạo gần như màng cơ sở. Các thylacoit có dạng hình đĩa xếp chồng lên nhau tạo ra cấu trúc dạng hạt (grana).



Hình 3.2: Sơ đồ cấu trúc của lục lạp thực vật bậc cao

Thành phần hoá học chủ yếu của thylacoit là protein và photpholipit. Ngoài ra, các sắc tố quang hợp gồm diệp lục và carotenoid cũng được sắp xếp một cách có định hướng trên màng thylacoit để tạo nên đơn vị quang hợp.

Đơn vị quang hợp gồm hệ thống sắc tố I và hệ thống sắc tố II và một số thành phần khác làm nhiệm vụ vận chuyển điện tử.

- + Hệ thống sắc tố I với trung tâm phản ứng là phân tử diệp lục a có quang phổ hấp thụ cực đại ở bước sóng 700nm gọi là P700.

- + Hệ thống sắc tố II với trung tâm phản ứng là phân tử diệp lục a có quang phổ hấp thụ cực đại ở bước sóng 680nm gọi là P680.

Cả hai hệ thống sắc tố phối hợp với nhau để vận chuyển điện tử từ nước đến NADP khi hấp thụ năng lượng ánh sáng.

Chức năng của thylacoit là thực hiện biến đổi quang năng thành hoá năng, tức là thực hiện pha sáng của quang hợp.

- Cơ chất là không gian còn lại trong lục lạp. Nó không chứa sắc tố nên không mang màu. Đây là chất nền nửa lỏng mà thành phần chính là protein, các enzym của quang hợp và các sản phẩm trung gian của quá trình quang hợp. Tại đây, thực hiện các phản ứng hoá học để khử CO_2 thành đường glucoza, tức thực hiện pha tối của quang hợp (Hình 3.2).

2.5. Chức năng của lục lạp

- Thực hiện quá trình quang hợp, tức là biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng hoá học tích luỹ trong các chất hữu cơ. Pha sáng được thực hiện trong thylacoit còn pha tối được thực hiện trong cơ chất của lục lạp. Đây là chức năng quan trọng nhất, có ý nghĩa quyết định đến mọi hoạt động của sinh vật.

- Thực hiện di truyền tế bào chất, di truyền một số tính trạng ngoài nhân vì nó có ADN và ARN riêng cho lục lạp.

3. Các sắc tố quang hợp

Thực vật thượng đẳng có hai nhóm sắc tố tham gia quang hợp là diệp lục (chlorophyll) và carotenoid, trong đó diệp lục là sắc tố chính có vai trò quan trọng nhất trong quang hợp.

3.1. Diệp lục

3.1.1. Bản chất hoá học của diệp lục

- Có 5 loại diệp lục: a, b, c, d, e. Nhưng ở thực vật thượng đẳng chỉ có hai loại diệp lục a và b.

- Công thức hoá học của diệp lục a và b:

Diệp lục a: $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$.

Diệp lục b: $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$.

- Diệp lục ở trong tế bào khó bị mất màu vì nằm trong phức hệ với protein và lipid. Song, dung dịch chứa diệp lục ngoài ánh sáng khi có mặt của O_2 sẽ mất màu vì nó bị quang ôxy hoá theo phản ứng sau:

$\text{Chl} + h\nu \longrightarrow \text{Chl}^*$ (diệp lục ở trạng thái kích thích).

$\text{Chl}^* + \text{O}_2 \longrightarrow \text{ChlO}_2$ (diệp lục bị ôxy hoá $\rightarrow$ mất màu).

3.1.2. Đặc tính quang học của diệp lục

- Tính huỳnh quang của diệp lục:

Khi quan sát ánh sáng phản xạ từ dung dịch diệp lục, ta thấy dung dịch diệp lục có màu huyết dụ. Nếu tắt nguồn sáng tới thì dung dịch có màu xanh như cũ.

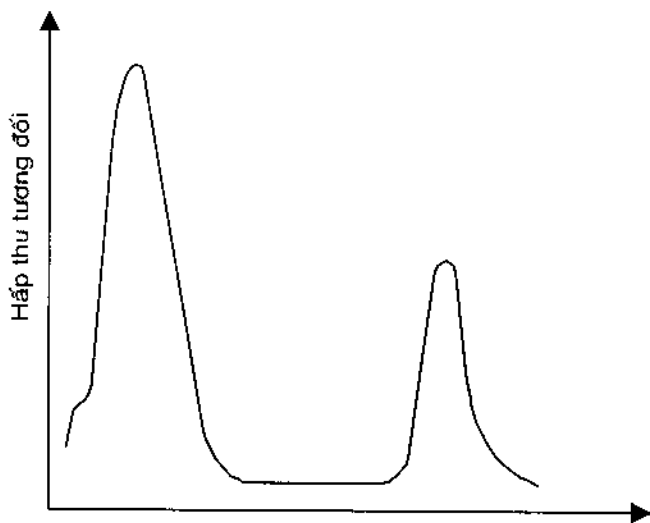
Huỳnh quang là biểu hiện sự hấp thu ánh sáng đầu tiên của phân tử diệp lục và là trạng thái kích thích sơ cấp (singlet) của phân tử diệp lục.

- Tính lân quang của diệp lục:

Lân quang cũng gần tương tự như huỳnh quang nhưng chỉ khác là khi tắt nguồn sáng thì ánh sáng màu huyết dụ vẫn còn lưu lại một thời gian ngắn nữa. Đây là trạng thái kích thích thứ cấp (triplet) của phân tử diệp lục với thời gian sống dài hơn trạng thái huỳnh quang.

Cả hai hiện tượng huỳnh quang và lân quang là biểu hiện hoạt tính quang hoá của phân tử diệp lục và là giai đoạn đầu tiên của quá trình hấp thu năng lượng ánh sáng của phân tử diệp lục trong quang hợp.

- Quang phổ hấp thu của diệp lục (Hình 3.3):



Hình 3.3: Quang phổ hấp thu của diệp lục a

+ Trong vùng ánh sáng nhìn thấy của mặt trời gồm các ánh sáng đơn sắc khác nhau, diệp lục chỉ có khả năng hấp thu một số vùng ánh sáng nhất định. Nếu ta quan sát dung dịch diệp lục bằng quang phổ kế, ta thấy một số vùng ánh sáng được diệp lục hấp thu mạnh, một số vùng hấp thu ít hơn và có vùng thì hầu như không bị hấp thu. Sự hấp thu ánh sáng có tính chọn lọc đó tạo nên quang phổ hấp thu của diệp lục.

+ Trong quang phổ hấp thụ của diệp lục, hai vùng ánh sáng diệp lục hấp thụ mạnh là vùng ánh sáng đỏ (662nm) và vùng ánh sáng xanh tím (430nm). Ánh sáng xanh lục do diệp lục không hấp thụ mà phản xạ lại nên ta thấy cây có màu xanh lá cây.

+ Trong lá cây, do phân tử diệp lục liên kết với các phân tử protein khác nhau nên chúng có cực đại hấp thụ sai khác nhau ít nhiều, tạo nên các phân tử diệp lục có cực đại hấp thụ khác nhau và được ký hiệu bằng P_{700} , P_{680} , ...

+ Ý nghĩa quang phổ hấp thụ của diệp lục: trong ánh sáng mặt trời thì chỉ có ánh sáng được diệp lục hấp thụ mới có khả năng quang hợp. Đó là ánh sáng đỏ và ánh sáng xanh tím mới có khả năng biến đổi thành năng lượng hoá học trong quang hợp mà thôi.

3.1.3. Vai trò của diệp lục trong quang hợp

Diệp lục có 3 vai trò quan trọng trong quang hợp như sau:

- Hấp thụ năng lượng ánh sáng mặt trời: Nhờ cấu trúc đặc trưng của phân tử diệp lục mà nó có thể hấp thụ năng lượng ánh sáng và chuyển thành dạng kích thích của phân tử diệp lục.

- Di trú năng lượng (vận chuyển năng lượng) vào trung tâm phản ứng: Từ phân tử diệp lục hấp thụ ánh sáng đầu tiên cho đến trung tâm phản ứng của quang hợp là phải qua một hệ thống cấu trúc trong màng thylacoit, gồm rất nhiều phân tử diệp lục khác nhau.

- Biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng hoá học tại trung tâm phản ứng.

3.2. Carotenoid

Đây là nhóm sắc tố có màu vàng, da cam. Chúng là các sắc tố luôn luôn đi kèm với diệp lục nên gọi là sắc tố "vệ tinh" của diệp lục và tỷ lệ diệp lục/carotenoid thường bằng 3/1.

- Carotenoid được chia thành 2 nhóm theo cấu tạo hoá học: Caroten và xantophyl.

+ Caroten ($C_{40}H_{56}$) không tan trong nước mà chỉ tan trong dung môi hữu cơ. Trong thực vật thường có 3 loại: β , α , δ caroten. Nếu cắt đôi phân tử caroten ta có 2 phân tử vitamin A, nên caroten được xem là tiền vitamin A. Rất nhiều cơ quan thực vật có hàm lượng caroten (vitamin A) rất cao như quả gấc, đu đủ chín, củ cà rốt... Đây là nguồn vitamin A quan trọng cung cấp cho con người.

+ Xantophyl: đây là nhóm sắc tố có màu vàng sẫm. Công thức hoá học của chúng là $C_{40}H_{56}O_n$ (n từ 1 - 6). Vì số lượng nguyên tử oxy có thể từ 1 đến 6 nên

có nhiều loại xantophyl: kriptoxantin ($C_{40}H_{56}O$), lutein ($C_{40}H_{56}O_2$), violacxantin ($C_{40}H_{56}O_4$)...

- Quang phổ hấp thu của nhóm sắc tố carotenoid ở vùng ánh sáng xanh có bước sóng 451 - 481nm. Khả năng hấp thu ánh sáng của carotenoid là do hệ thống liên kết đôi, đơn trong phân tử quyết định.

Người ta có thể chia carotenoid thành nhóm theo chức năng sinh lý như sau:

- Carotenoid sơ cấp là nhóm tham gia quang hợp và bảo vệ cho diệp lục.

- Carotenoid thứ cấp là nhóm có trong các cơ quan tạo màu sắc của hoa, quả, cơ quan già, cơ quan khi bị bệnh hoặc thiếu dinh dưỡng. Chúng không tham gia quang hợp.

- Vai trò của carotenoid:

+ Lọc ánh sáng và bảo vệ cho diệp lục. Diệp lục dễ bị oxi hoá làm mất hoạt tính khi có cường độ ánh sáng cao. Carotenoid có khả năng ngăn cản phản ứng quang oxi hoá diệp lục để bảo vệ cho diệp lục khỏi bị phân hủy. Vì vậy, chúng bao giờ cũng nằm cạnh diệp lục.

+ Vai trò quan trọng của carotenoid là hấp thu năng lượng ánh sáng mặt trời ở vùng mà diệp lục không hấp thu được rồi truyền năng lượng ánh sáng này cho diệp lục để phân tử diệp lục biến đổi thành năng lượng hoá học, nhưng bản thân carotenoid không có khả năng biến đổi năng lượng ánh sáng. Trong lục lạp, carotenoid nằm sát cạnh diệp lục nên hiệu suất truyền năng lượng là rất cao, có thể đạt gần 100%.

$\text{Caroten} + h\nu \longrightarrow \text{Caroten}^*$

$\text{Caroten}^* + \text{Diệp lục} \longrightarrow \text{Diệp lục}^* + \text{Caroten}$

Diệp lục ở trạng thái kích thích (*) sẽ tham gia vào quang hợp.

3.3. Sắc tố dịch bào

Ngoài các sắc tố làm nhiệm vụ quang hợp nằm trong lục lạp thì có một nhóm sắc tố nằm trong dịch bào có màu sắc khác nhau: xanh, đỏ, vàng, tím... Gọi chung là nhóm Antocyan.

Vai trò chủ yếu: hấp thu năng lượng của ánh sáng chuyển thành dạng nhiệt năng làm ấm lá cây, tạo điều kiện thuận lợi cho cây quang hợp ở vùng lạnh (vùng lạnh cây thường có màu sắc sặc sỡ).

III. BẢN CHẤT CỦA QUÁ TRÌNH QUANG HỢP

Người ta chia quá trình quang hợp thành hai giai đoạn. Giai đoạn cần ánh sáng trực tiếp, bao gồm các phản ứng quang hoá gọi là pha sáng. Giai đoạn tiếp

theo không cần ánh sáng trực tiếp mà gồm các phản ứng hoá sinh, có sự tham gia của hệ thống enzym gọi là pha tối.

1. Pha sáng và sự tham gia của diệp lục trong quang hợp

Pha sáng của quang hợp xảy ra trong hệ thống màng thylacoit của lục lạp nơi chứa diệp lục và carotenoid.

Nội dung của pha sáng: là quá trình hấp thu năng lượng ánh sáng bởi diệp lục, vận chuyển năng lượng đó vào trung tâm phản ứng và tại đây, năng lượng ánh sáng được biến đổi thành năng lượng hóa học của phân tử ATP (Adenosin Triphosphat) và tạo nên hợp chất khử mạnh NADPH_2 (Nicotinamid Adenin Dinucleotit Photphat khử).

Pha sáng gồm hai giai đoạn kế tiếp nhau: giai đoạn quang vật lý và giai đoạn quang hoá học.

1.1. Giai đoạn quang vật lý

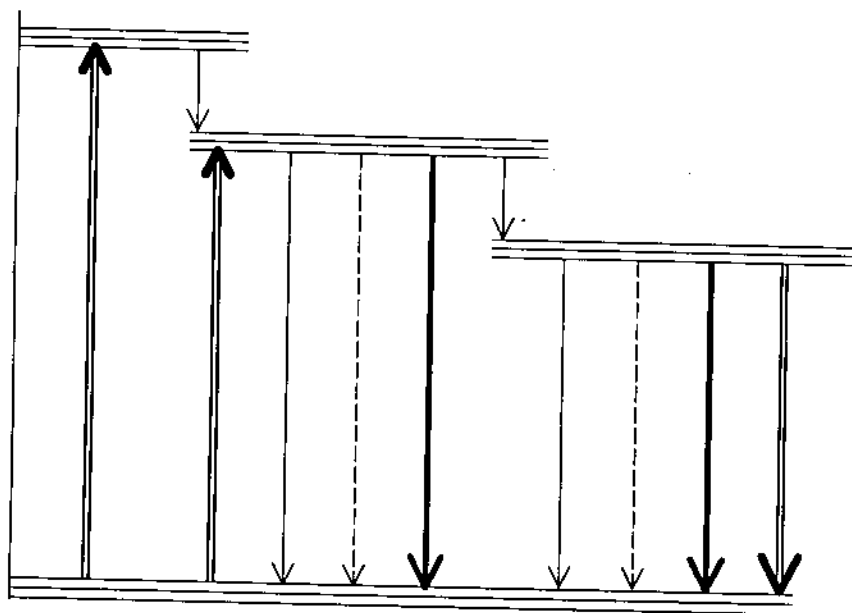
Giai đoạn này mang bản chất vật lý thuần túy. Nó bao gồm quá trình hấp thu năng lượng ánh sáng của phân tử diệp lục và quá trình vận chuyển năng lượng vào trung tâm phản ứng.

Khi hấp thu năng lượng của lượng tử ánh sáng thì phân tử diệp lục chuyển sang trạng thái kích thích điện tử và tùy thuộc vào năng lượng của ánh sáng mà điện tử nhảy lên quỹ đạo xa hoặc gần hơn.

Có hai trạng thái kích thích điện tử của phân tử diệp lục (Hình 3.4):

- Trạng thái kích thích sơ cấp (trạng thái singlet) với thời gian tồn tại của điện tử trên quỹ đạo đó rất ngắn (10^{-9} giây khi hấp thu ánh sáng đỏ - trạng thái singlet 2, và 10^{-12} giây khi hấp thu ánh sáng xanh - trạng thái singlet 1). Sau đó, điện tử quay trở về quỹ đạo ban đầu bằng cách: toả nhiệt, phát sáng huỳnh quang hoặc kích thích phân tử diệp lục khác bên cạnh (Hình 3.5). Với thời gian sống quá ngắn ngủi như vậy thì khả năng sử dụng năng lượng vào quang hợp là rất khó khăn.

- Trạng thái kích thích thứ cấp (trạng thái triplet) với thời gian tồn tại của điện tử kích thích lâu hơn nhiều (10^{-3} giây) nên sự sử dụng năng lượng điện tử vào quang hợp cao hơn. Sau đó điện tử cũng quay trở về quỹ đạo cơ bản bằng cách: toả nhiệt, phát ánh sáng lân quang hoặc kích thích phân tử sắc tố khác (Hình 3.5).



Hình 3.4 : Các trạng thái kích thích điện tử của phân tử diệp lục khi tiếp nhận năng lượng của lượng tử ánh sáng

S_0 : Quỹ đạo cơ bản; S_1 : Trạng thái kích thích singlet khi hấp thụ ánh sáng xanh.

S_2 : Trạng thái kích thích singlet khi hấp thụ ánh sáng đỏ; T: Trạng thái kích thích triplet.

1.2. Giai đoạn quang hoá học

Giai đoạn này gồm hàng loạt các phản ứng quang hoá học. Nội dung cơ bản của giai đoạn này là phân tử diệp lục ở trung tâm phản ứng P_{700} ở trạng thái kích thích, bởi năng lượng ánh sáng sẽ tham gia vào chuỗi vận chuyển điện tử để chuyển năng lượng của điện tử vào liên kết cao năng của phân tử ATP và năng lượng cũng được sử dụng để tạo nên chất khử $NADPH_2$. Quá trình này gọi là quá trình quang photophoryl hoá. Quang photophoryl hoá có thể được hình dung theo sơ đồ sau (sơ đồ Z - Hình 3.5):

Có thể giải thích sơ đồ của quá trình quang photophoryl hoá như sau:

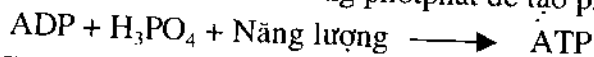
- Quá trình vận chuyển điện tử:

Được thực hiện trên màng thylacoit, gồm hàng loạt các chất đặc hiệu làm nhiệm vụ vận chuyển điện tử từ phân tử H_2O đến chất nhận cuối cùng là NADP để tạo thành $NADPH_2$ (cùng với H^+). Các chất đặc hiệu làm nhiệm vụ vận

chuyển điện tử như plastoquinon (PQ), xytocrom f, plastocyanin (PC), feredoxin, NADP. Chất vận chuyển điện tử (CVCĐT) còn có hai trung tâm phản ứng của hai hệ thống sắc tố là P680 và P700.

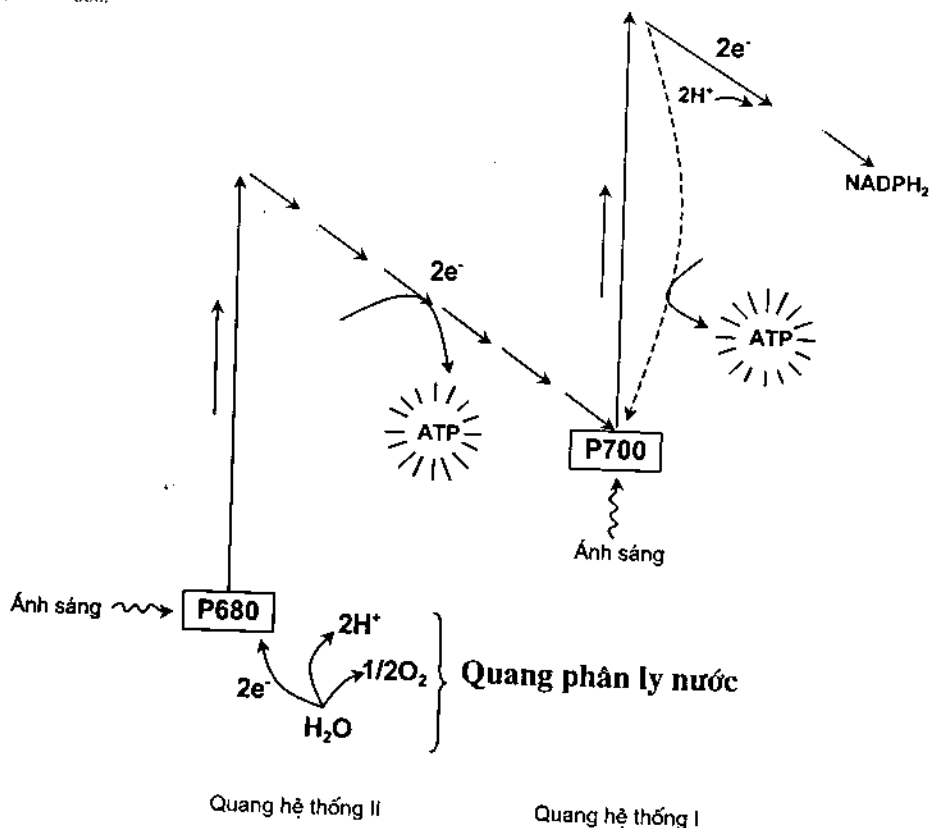
- Quá trình quang photophoryl hoá:

Trên đường đi của điện tử có một số vị trí năng lượng được giải phóng, đủ để hình thành liên kết cao năng photphat để tạo phân tử ATP nhờ phản ứng:



Như vậy, quá trình vận chuyển điện tử và photphoryl hoá xảy ra song song với nhau. Nếu như hai quá trình đó liên kết với nhau thì ATP được hình thành, còn nếu không liên kết thì năng lượng chỉ giải phóng dưới dạng nhiệt vô ích.

- Có hai hệ thống sắc tố tham gia vào quá trình photphoryl hoá quang hoá: Hệ thống I có trung tâm phản ứng là P₇₀₀, còn hệ thống II có trung tâm phản ứng là P₆₈₀.

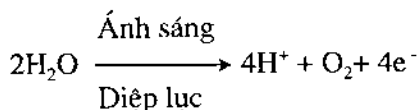


Ghi chú: PQ: Plastoquinon, Fd: Feredoxin

Hình 3.5: Sơ đồ quang photophoryl hoá trong quang hợp

- Quang phân ly nước:

Dưới tác dụng của năng lượng ánh sáng, phân tử nước bị phân ly, đây là sự khởi nguồn cho quá trình photophoryl hoá. Phương trình phân ly nước:



Như vậy, 1 phân tử H_2O khi được phân ly sẽ cho:

+ 2 điện tử (2e^-) cung cấp cho chuỗi CVĐT quang hợp.

+ 2H^+ để hình thành NADPH_2 .

+ Giải phóng $1/2\text{O}_2$ vào không khí để điều hoà nồng độ oxi trong không khí.

Khi kết thúc pha sáng, có 3 sản phẩm sẽ được tạo thành là ATP, NADPH_2 và O_2 .

Oxi sẽ bay vào không khí, còn năng lượng ATP và chất khử NADPH_2 sẽ được sử dụng để khử CO_2 trong pha tối của quang hợp để tạo nên các chất hữu cơ cho cây.

2. Pha tối và sự đồng hoá CO_2 trong quang hợp

Như đã nói ở trên, pha sáng trong quang hợp có nhiệm vụ biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng hoá học dưới dạng ATP và NADPH_2 để sử dụng vào việc khử CO_2 trong pha tối thành glucit và các chất hữu cơ khác. Nơi xảy ra pha tối là phần cơ chất trong lục lạp.

Nội dung cơ bản của pha tối: Cố định CO_2 và khử CO_2 .

Các nhóm cây khác nhau có các con đường đồng hoá CO_2 trong quang hợp khác nhau. Người ta chia thực vật thành 3 nhóm theo con đường đồng hoá CO_2 :

- Nhóm cây C_3 gồm các cây mà con đường quang hợp của chúng chỉ thực hiện một chu trình quang hợp là C_3 (chu trình Calvin). Hầu hết cây trồng của chúng ta thuộc nhóm C_3 như lúa, đậu đỗ, khoai, sắn, cam, chanh, nhãn, vải...

- Nhóm cây C_4 gồm các cây mà con đường quang hợp của chúng là sự liên hợp giữa 2 chu trình quang hợp là chu trình C_4 và chu trình C_3 . Một số cây trồng thuộc nhóm này như mía, ngô, kê, cao lương...

- Nhóm cây CAM (Crassulacean Acid Metabolism) bao gồm các cây thuộc họ mọng nước như các loại xương rồng, dứa, hành tỏi... Chúng thực hiện con đường quang hợp thích nghi với điều kiện khô hạn.

2.1. Con đường quang hợp của thực vật C_3

Các thực vật C_3 chỉ tiến hành một chu trình quang hợp là chu trình C_3 hay còn gọi là chu trình Calvin, tên nhà bác học Mỹ đầu tiên phát hiện ra chu trình

này. Người ta gọi tên chu trình C_3 vì sản phẩm đầu tiên tạo nên trong chu trình này là một hợp chất có 3 cacbon ($3C$) là axit photphoglyxeric (APG).

Hai nhà khoa học Mỹ là Melvin Calvin và Andrew Benson đã sử dụng cacbon đánh dấu phóng xạ ($^{14}CO_2$) cho tảo *Chlorella* quang hợp và theo dõi số phận của ^{14}C trong các sản phẩm quang hợp theo thời gian. Cuối cùng họ đã tìm ra chu trình đồng hoá CO_2 quan trọng của thực vật, mang tên chu trình quang hợp Calvin - Benson (Chu trình C_3). Với phát minh quan trọng này, Calvin và Benson đã nhận được giải thưởng Nobel năm 1961.

Sơ đồ chu trình C_3 vẫn tất được trình bày ở hình 3.6.

Chu trình này được chia thành 3 giai đoạn:

2.1.1. Giai đoạn cố định CO_2 (1)

- Chất nhận CO_2 đầu tiên là một hợp chất có 5C: Ribulozo - 1,5 diphosphat (RDP).

- Sản phẩm đầu tiên của chu trình là hợp chất 3C: Axit photphoglyxeric (APG).

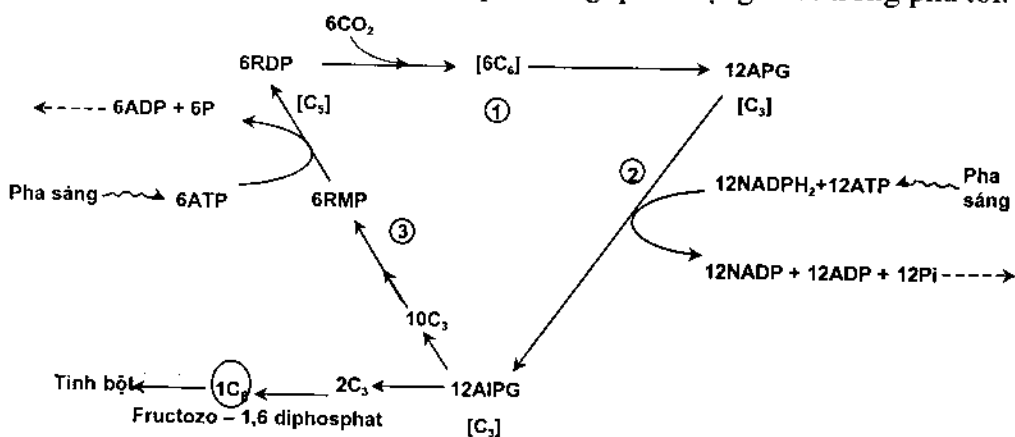
- Xúc tác cho phản ứng cố định CO_2 là enzym RDP - cacboxilaza rất đặc trưng và phổ biến trong cây C_3 .

2.1.2. Giai đoạn khử CO_2 (2)

- Sản phẩm quang hợp đầu tiên là APG sẽ bị khử nhờ năng lượng ATP và $NADPH_2$ của pha sáng để hình thành nên AlPG (Aldehyt Photpho Glyxeric).

Để khử 12APG để hình thành 1 phân tử glucoza thì cần 12 ATP và 12 $NADPH_2$.

Phản ứng khử APG được coi là phản ứng quan trọng nhất trong pha tối.



Hình 3.6: Sơ đồ đơn giản của chu trình C_3 (chu trình Calvin)
(Hoàng Minh Tấn và cộng sự, 1994)

Ghi chú: ① Giai đoạn cố định CO_2 ; ② Giai đoạn khử CO_2 ;

③ Giai đoạn tái tạo chất nhận CO_2 .

RDP: Ribulozo - 1,5 diphosphat (C_5)

APG: Axit 3 photphoglyxeric (C_3)

AlPG: Aldehyt 3 photphoglyxeric (C_3)

2.1.3. Giai đoạn tái tạo chất nhận CO_2 và hình thành sản phẩm quang hợp (3)

- 2AlPG (2C_3) tách ra khỏi chu trình để tổng hợp nên đường, tinh bột và các sản phẩm khác của quang hợp. Các sản phẩm này sau đó được vận chuyển ra khỏi lá để đến các cơ quan khác.

- Còn lại 10AlPG (10C_3) trải qua một số phản ứng phức tạp để tái tạo lại chất nhận CO_2 là RDP (C_5) để khép kín chu trình.

- Giai đoạn tái tạo chất nhận CO_2 cũng cần năng lượng ATP của pha sáng. Giai đoạn này cần 6ATP.

Như vậy, trong chu trình C_3 để tạo nên 1 phân tử glucoza cần 18 ATP và 2 NADPH_2 từ pha sáng. Nếu vì lý do nào đó mà pha sáng không cung cấp đủ năng lượng thì quá trình khử CO_2 sẽ bị ức chế.

2.1.4. Ý nghĩa của chu trình C_3

- Chu trình C_3 là chu trình quang hợp cơ bản nhất của thế giới thực vật. Đây là chu trình duy nhất để tạo nên sản phẩm quang hợp. Vì vậy, đây là chu trình xảy ra trong tất cả các nhóm cây C_3 , C_4 , CAM cũng như nhóm thực vật bậc thấp. (Hình 3.8)

- Trong chu trình C_3 , nhiều sản phẩm sơ cấp của quang hợp được tạo ra như các hợp chất C_3 , C_5 , C_6 ... Các hợp chất này là các nguyên liệu quan trọng để tổng hợp nên các sản phẩm quang hợp thứ cấp như đường, tinh bột, axit amin, protein, lipid...

2.2. Con đường quang hợp của thực vật C_4

Sau khi phát hiện ra chu trình Calvin (chu trình C_3), người ta cho đây là chu trình quang hợp duy nhất của thực vật. Tuy nhiên, sau đó một số nhà khoa học mà đứng đầu là Hatch và Slack đã phát hiện ra rằng: Ở một số cây trồng có nguồn gốc nhiệt đới như mía, ngô, cao lương, rau dền, cỏ gấu... có một con đường quang hợp rất đặc trưng mà sản phẩm tạo ra đầu tiên không phải là một

hợp chất có 3C mà là một hợp chất có 4C. Chúng hoạt động quang hợp theo một con đường riêng đó là con đường quang hợp C_4 , gọi theo tên sản phẩm đầu tiên có 4C là Axit Oxalo Axetic (AOA).

Thực ra, nhóm cây C_4 thực hiện đồng thời hai chu trình quang hợp liên hợp với nhau: chu trình C_4 và chu trình C_3 . Chu trình C_4 có nhiệm vụ cố định CO_2 , còn chu trình C_3 thì khử CO_2 để tạo nên các sản phẩm quang hợp.

2.2.1. Đặc điểm của thực vật C_4

- Nhóm cây C_4 để thực hiện quá trình đồng hoá CO_2 có sự tham gia đồng thời của hai loại tế bào với hai loại lục lạp có cấu trúc và chức năng khác nhau:

- + Tế bào thịt lá chứa lục lạp của tế bào thịt lá. Lục lạp tế bào thịt lá có nhiều hạt grana. Chức năng của chúng là thực hiện chu trình C_4 tức là cố định CO_2 .

- + Tế bào bao quanh bó mạch nằm sát cạnh các bó mạch dẫn. Lục lạp của tế bào này chứa nhiều hạt tinh bột, có ít hạt grana. Chức năng của chúng là thực hiện chu trình C_3 để tạo nên sản phẩm quang hợp.

- Chất nhận CO_2 đầu tiên là hợp chất 3C đó là Photpho Enol Pyruvic (PEP) mà không phải là hợp chất 5C (RDP) như ở thực vật C_3 .

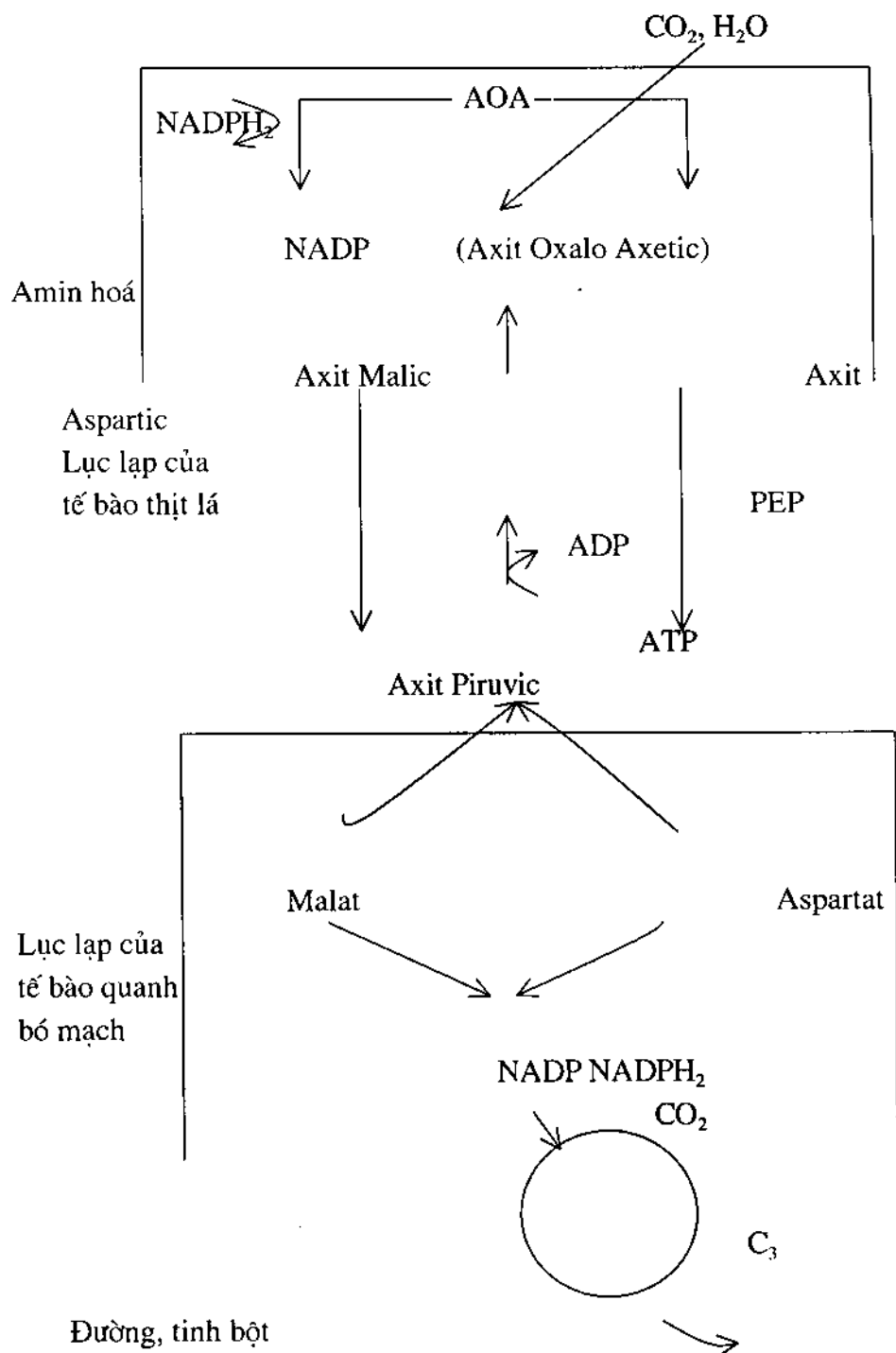
- Sản phẩm đầu tiên trong quang hợp của thực vật này là một hợp chất có 4C - Axit Oxalo Axetic (AOA).

- Enzym xúc tác cho phản ứng cố định CO_2 đầu tiên là PEP - cacboxilaza. Đây là một enzym có hoạt tính cực mạnh, có ái lực với CO_2 gấp 100 lần so với enzym RDP - cacboxilaza. Do vậy, khả năng cố định CO_2 của thực vật C_4 là rất lớn và rất hiệu quả. Nó có thể cố định CO_2 ở nồng độ rất thấp. Điều này quyết định tính ưu việt trong quang hợp của cây C_4 so với cây C_3 .

- Ngoài ra, thực vật C_4 có một số đặc tính nổi bật khác như điểm bù CO_2 rất thấp, vì khả năng cố định CO_2 rất cao, không có hô hấp sáng hoặc rất yếu nên giảm thiểu sự phân huỷ chất hữu cơ giải phóng CO_2 ngoài sáng, năng suất cây trồng không bị giảm, cường độ quang hợp thường cao và năng suất sinh vật học rất cao...

2.2.2. Chu trình quang hợp của cây C_4 (Hình 3.7)

- Enzym PEP cacboxilaza xúc tác cho sự cố định CO_2 vào PEP để hình thành sản phẩm đầu tiên là AOA .



Hình 3.7: Sơ đồ con đường quang hợp của thực vật C₄

- OA có thể biến đổi thành Malat hoặc Aspartat (cũng là hợp chất 4C) tùy theo cây. Các hợp chất 4C di chuyển vào tế bào bao quanh bó mạch và lập tức phân giải để giải phóng CO_2 , cung cấp cho chu trình C_3 và hình thành nên axit pyruvic (3C). Axit pyruvic được quay trở lại tế bào thịt lá và biến đổi thành PEP (chất nhận CO_2 đầu tiên) để khép kín chu trình.

- Lục lạp của tế bào bao quanh bó mạch thực hiện chu trình C_3 nhờ vào việc tiếp nhận CO_2 do chu trình C_4 ở lục lạp của tế bào thịt lá cung cấp và tiếp tục khử thành các chất hữu cơ khác nhau cho cây.

- Các sản phẩm quang hợp được tạo nên trong chu trình C_3 được đưa ngay vào bó mạch dẫn nằm cạnh tế bào bao quanh bó mạch để cung cấp cho các cơ quan khác nhau trong cây. Nếu sản phẩm quang hợp bị ứ đọng thì quang hợp sẽ bị ngừng.

Vì vậy, cơ chế giảm nhanh nồng độ của sản phẩm quang hợp trong lá cũng là một ưu việt của thực vật C_4 .

2.2.3. Ý nghĩa của con đường quang hợp của thực vật C_4

- Đã có sự phân công trách nhiệm rõ ràng trong việc thực hiện chức năng quang hợp của cây C_4 . Một loại lục lạp chuyên trách cố định CO_2 một cách hiệu quả nhất, còn một loại lục lạp chuyên khử CO_2 thành các chất hữu cơ cho cây. Do vậy mà hoạt động quang hợp của các cây C_4 mạnh hơn và có hiệu quả hơn các thực vật khác. Cho nên năng suất sinh vật học của các cây C_4 thường rất cao.

- Xét về mặt tiến hoá thì các cây C_4 có con đường quang hợp hoàn thiện hơn, tiến hoá hơn thực vật C_3 và CAM.

2.3. Con đường quang hợp của thực vật CAM (Crassulacean Axit Metabolism)

Một số cây thuộc nhóm cây mọng nước, sống trong điều kiện khô hạn, nhất là sống nơi hoang mạc thường xuyên gặp nóng hạn. Chúng không được phép mở khí khổng vào ban ngày để tránh sự bay hơi nước quá mạnh làm cây chết mà chỉ mở vào ban đêm, khi nhiệt độ không khí giảm xuống. Do vậy, CO_2 chỉ được xâm nhập vào lá vào ban đêm mà thôi.

Để thích nghi với điều kiện khó khăn như vậy, các cây mọng nước có con đường quang hợp đặc trưng riêng cho mình trong điều kiện khô hạn. Đó là sự cố định CO_2 vào ban đêm và khử CO_2 vào ban ngày. (Các thực vật C_3 và C_4 mở

khí khổng vào ban ngày và đóng vào ban đêm nên quá trình cố định CO_2 xảy ra vào ban ngày).

Nhóm cây mọng nước có đường hướng hoá học trong quang hợp tương tự như nhóm cây C_4 , tức là chất nhận đầu tiên CO_2 cũng là PEP, sản phẩm đầu tiên là AOA (4C), sau đó liên hợp với chu trình C_3 để khử CO_2 thành hợp chất hữu cơ. Tuy nhiên, về bản chất sinh lý trong quang hợp thì nhóm cây mọng nước có con đường quang hợp đặc trưng riêng cho mình. Nhóm cây này hoạt động quang hợp không cần sự kết hợp của hai loại lục lạp mà chỉ xảy ra trong một lục lạp. Hai quá trình cố định CO_2 và khử CO_2 có sự khác nhau về thời gian. Ban đêm thực hiện quá trình cố định CO_2 và ban ngày thực hiện quá trình khử CO_2 hình thành hợp chất hữu cơ của quang hợp.

2.3.1. Sơ đồ con đường quang hợp của thực vật CAM (Hình 3.8)

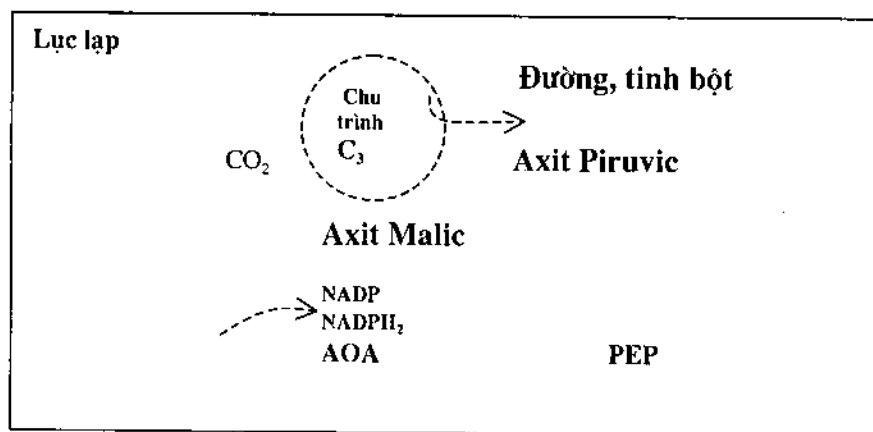
- Quá trình cố định CO_2 được thực hiện vào ban đêm, khi nhiệt độ không khí giảm xuống thì khí khổng mở ra để thoát hơi nước và CO_2 sẽ xâm nhập vào lá qua khí khổng mở.

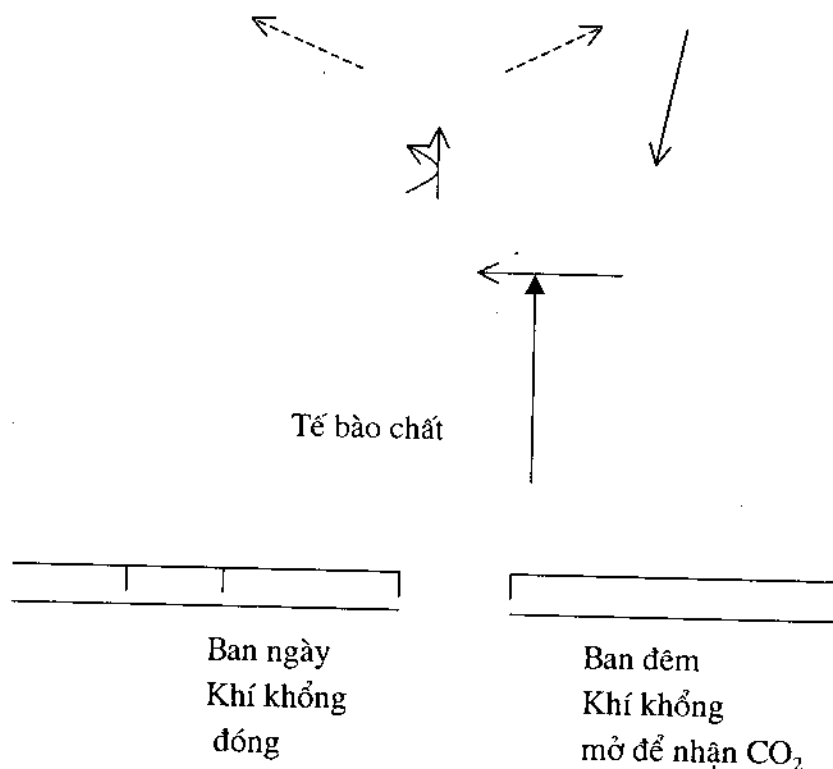
- Chất nhận CO_2 đầu tiên là PEP và sản phẩm đầu tiên là AOA như cây C_4 .

- Quá trình khử CO_2 diễn ra ban ngày khi có ánh sáng hoạt hoá hệ thống quang hoá và khí khổng đóng lại.

- Thực hiện chu trình C_3 như các thực vật khác để tổng hợp nên các chất hữu cơ cho cây.

Như vậy, thực vật CAM cũng có hai enzyme cố định CO_2 như thực vật C_4 .





Chú thích: —→ Phản ứng tối
 ---→ Phản ứng sáng

Hình 3.8: Sơ đồ vận tải con đường quang hợp của thực vật CAM

2.3.2. Ý nghĩa của con đường quang hợp của thực vật CAM

- Đây là con đường quang hợp thích nghi với điều kiện khô hạn của các thực vật mọng nước. Nhờ con đường quang hợp này mà khả năng chịu hạn của chúng rất cao, hơn hẳn các thực vật chịu hạn khác.

- Do quang hợp trong điều kiện quá khó khăn nên cường độ quang hợp của các thực vật mọng nước thường thấp, năng suất sinh vật học cũng vào loại thấp và sinh trưởng chậm hơn các thực vật khác.

Như vậy, con đường quang hợp của thực vật C_4 và thực vật CAM giống nhau ở phản ứng cố định và khử CO_2 (chất nhận CO_2 , enzyme cacboxyl hoá và sản phẩm đầu tiên của quang hợp). Khác nhau cơ bản giữa hai nhóm thực vật này là chúng phân biệt về thời gian và không gian của quá trình cố định CO_2 và khử CO_2 .

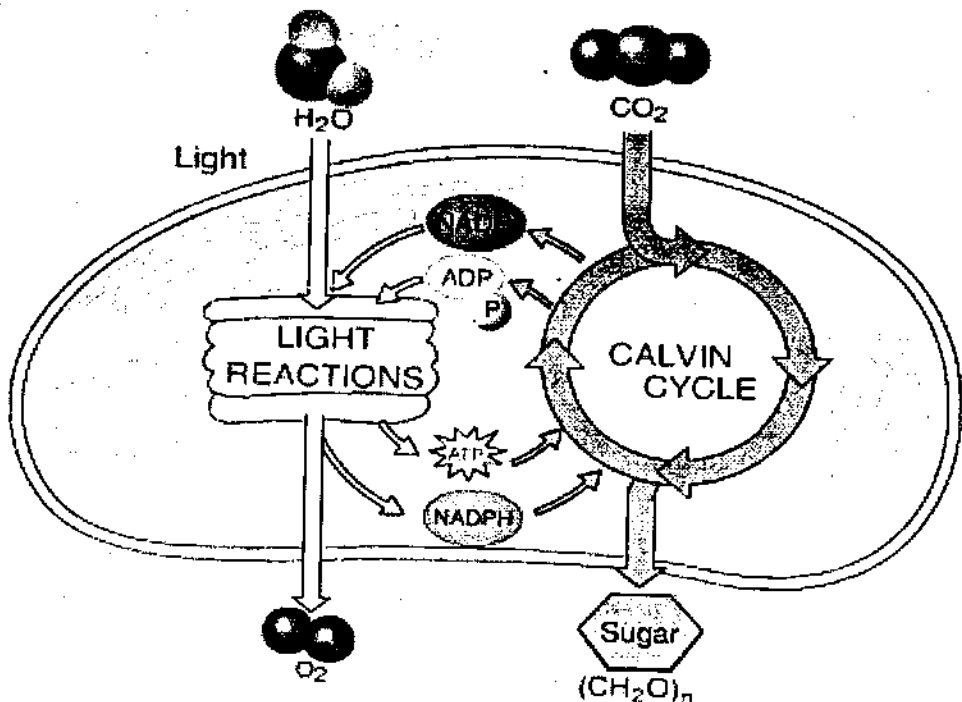
Bảng 3.1. Sự khác nhau về không gian và thời gian của quá trình cố định CO_2 và khử CO_2 của thực vật C_4 và thực vật CAM

Nhóm thực vật \ Quá trình quang hợp	Sự cố định CO_2 (phản ứng cacboxil hóa)		Sự khử CO_2 tạo nên sản phẩm quang hợp	
	Không gian	Thời gian	Không gian	Thời gian
Thực vật C_4	Xảy ra ở lục lạp của tế bào thịt lá	Ban ngày	Xảy ra ở lục lạp của tế bào bao quanh bó mạch	Ban đêm
Thực vật CAM	Xảy ra ở lục lạp	Ban đêm	Xảy ra ở lục lạp	Ban ngày

Sự giống và khác nhau về đặc điểm quang hợp của ba nhóm thực vật C_3 , C_4 và CAM được khái quát như sau (Bảng 3. 1).

Bảng 3.2. So sánh đặc điểm quang hợp của ba nhóm thực vật

Đặc điểm	Nhóm cây C_3	Nhóm cây C_4	Nhóm cây CAM
- Có hai loại lục lạp - Chất nhận CO_2 đầu tiên - Sản phẩm đầu tiên - Enzym cacboxil hoá	- Không - RDP - APG (3C) - Một loại: RDP - cacboxilaza	- Có - PEP - AOA (4C) - Hai loại: PEP - cacboxilaza và RDP - cacboxilaza	- Không - PEP - AOA (4C) - Hai loại: PEP - cacboxilaza và RDP - cacboxilaza
- Thời gian cố định CO_2 - Ước chế quang hợp bởi O_2 - Ảnh hưởng nhiệt độ cao (30 - 40°C) đến quang hợp - Điểm bù CO_2 - Năng suất sinh vật học - Sự thoát hơi nước	- Ngoài sáng - Có - Kim hãm - Cao (25 - 100ppm) - Trung bình đến cao - Cao	- Ngoài sáng - Không - Kích thích - Thấp - Cao - Thấp	- Trong tối - Có - Kích thích - Thấp - Thấp - Rất thấp



Hình 3.9: Mối quan hệ giữa pha sáng và sự hình thành hợp chất hữu cơ trong lục lạp

IV. ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN NGOẠI CẢNH ĐẾN QUANG HỢP

1. Ảnh hưởng của ánh sáng đến quang hợp

Ánh sáng là điều kiện cơ bản để tiến hành quang hợp. Cường độ ánh sáng và cả thành phần quang phổ của nó đều ảnh hưởng đến hoạt động quang hợp của cây.

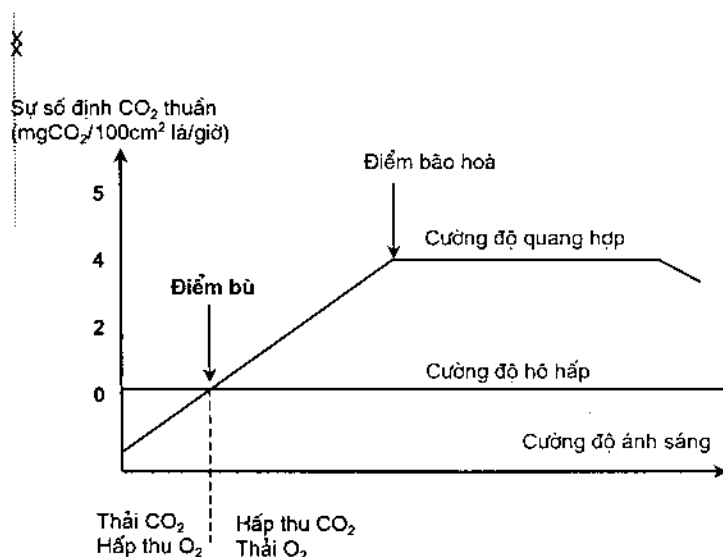
1.1. Cường độ ánh sáng

Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến quang hợp được thể hiện trên hình 3.11:

- Khi bắt đầu có ánh sáng thì cũng bắt đầu có quang hợp, nhưng lúc này cường độ quang hợp (I_{qh}) rất thấp và luôn nhỏ hơn cường độ hô hấp (I_{hh}).
- Khi cường độ ánh sáng tăng dần thì I_{qh} cũng tăng lên, nhưng vì cường độ hô hấp tối không phụ thuộc vào ánh sáng nên không tăng. I_{qh} tăng đến một lúc nào đấy thì $I_{qh} = I_{hh}$. Cường độ ánh sáng mà tại đó ta có $I_{qh} = I_{hh}$ gọi là điểm bù ánh sáng của quang hợp.

Như vậy, chỉ khi cường độ ánh sáng lớn hơn điểm bù thì $I_{qh} > I_{lh}$ và lúc đó cây có tích lũy vào năng suất.

Người ta dựa vào điểm bù ánh sáng mà phân chia thành hai nhóm cây ưa sáng và cây ưa bóng. Cây ưa sáng luôn có điểm bù ánh sáng cao hơn cây ưa bóng. Cây ưa bóng có điểm bù ánh sáng khoảng 0,2 - 0,5 klux, còn cây ưa sáng có điểm bù ánh sáng là 1 - 3 klux.



Hình 3.10: Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến cường độ quang hợp

Trên cơ sở điểm bù ánh sáng để chọn tổ hợp các cây trồng xen: với nguyên tắc trồng xen cây có điểm bù thấp với cây có điểm bù cao. Chẳng hạn như người ta thường trồng xen giữa cây ngô (điểm bù cao) với cây đậu đỗ (điểm bù thấp).

- Sau điểm bù ánh sáng, nếu cường độ ánh sáng tiếp tục tăng lên thì I_{qh} cũng tăng theo (gần như tăng tuyến tính), nhưng đến lúc nào đó thì I_{qh} đạt cực đại. Cường độ ánh sáng mà tại đó cường độ quang hợp đạt cực đại và kể từ đó trở đi, nếu cường độ ánh sáng tăng lên nhưng cường độ quang hợp không tăng nữa gọi là điểm bão hoà ánh sáng của quang hợp.

- Sau điểm bão hoà, nếu cường độ ánh sáng quá mạnh thì quang hợp bị ức chế và đường biểu diễn cường độ quang hợp có xu hướng đi xuống.

Điểm bão hoà ánh sáng thay đổi tùy theo loại thực vật. Cây ưa bóng có điểm bão hoà ánh sáng thấp hơn cây ưa sáng. Ví dụ, các cây họ đậu có điểm

bão hoà ánh sáng khoảng 10klux, trong khi đó các cây C_4 có điểm bão hoà ánh sáng là $> 80\text{klux}$. Những thực vật có điểm bão hoà ánh sáng cao mà điểm bù ánh sáng lại thấp thì thường có năng suất sinh vật học rất cao, như các cây C_4 (ngô, mía, cao lương).

1.2. Thành phần quang phổ của ánh sáng

Như đã trình bày ở trên, quang hợp chỉ xảy ra ở những vùng ánh sáng đơn sắc mà diệp lục hấp thu mà thôi. Do đó, có hai vùng ánh sáng mà cây có khả năng quang hợp là ánh sáng đỏ và ánh sáng xanh tím.

- Nếu cùng cường độ ánh sáng thì tia đỏ có lợi cho quang hợp hơn tia sáng xanh. Bởi vì, số lượng lượng tử ánh sáng đỏ lớn hơn nhiều so với ánh sáng xanh. Đó đó, nếu cường độ ánh sáng là như nhau thì số lượng tử của ánh sáng đỏ luôn nhiều hơn ánh sáng xanh tím. Do đó mà số phản ứng do ánh sáng đỏ kích thích nhiều hơn so với ánh sáng xanh.

- Nếu có cùng số lượng tử ánh sáng kích thích thì ánh sáng xanh có tác dụng hoạt hoá quang hợp mạnh hơn ánh sáng đỏ, vì ánh sáng xanh có năng lượng của lượng tử lớn hơn ánh sáng đỏ nên kích thích enzym RDP - cacboxilaza và kích thích sự hình thành lục lạp...

1.3. Vận dụng vào sản xuất

- Để nâng cao năng suất cây trồng trên đồng ruộng, chúng ta cần bố trí thời vụ, mật độ thích hợp; trồng cây che bóng, xen gối vụ để có cường độ ánh sáng và thành phần quang phổ thích hợp cho từng loại cây và tăng hệ số sử dụng năng lượng ánh sáng mặt trời của các quần thể cây trồng.

- Cây trồng có thể sinh trưởng tốt và cho năng suất cao, chất lượng tốt khi chúng được trồng trong các nhà kính lớn được chiếu sáng nhân tạo bằng đèn điện. Ở các nước tiên tiến, hệ thống nhà kính được xây dựng rất nhiều ở vùng ven đô của các thành phố, thị trấn... để sản xuất rau ăn lá và rau ăn quả cũng như các cây trồng khác. Tuy nhiên, khi chiếu sáng nhân tạo cho cây trong nhà kính, cần quan tâm đến cường độ chiếu sáng và thành phần quang phổ để cây sinh trưởng, phát triển bình thường, cho năng suất cao và chất lượng tốt.

- Đối với một số cây trồng, cường độ chiếu sáng tối thích như sau: Các loại rau ăn lá, ăn quả thì cường độ chiếu sáng trên 1000lux; đậu Hà Lan: 1100lux; đậu tương: 2400lux; ngô: 1400 - 8000lux...

- Ánh sáng của đèn điện có dãy tóc rất nghèo ánh sáng xanh - tím nhưng nhiều tia ánh sáng đỏ - vàng và đặc biệt là giàu tia hồng ngoại. Hầu hết các cây

hoà thảo có hạt như đậu tương, dưa chuột, cà chua... sinh trưởng, phát triển tốt trong điều kiện ánh sáng đèn điện có dây tóc.

Các đèn huỳnh quang (ánh sáng tương tự ánh sáng ban ngày) là nguồn sáng nhân tạo rất tốt cho cây sinh trưởng và phát triển, cho năng suất, chất lượng sản phẩm cao.

2. Ảnh hưởng của nồng độ CO_2 đến quang hợp

CO_2 trong không khí là nguyên liệu của hoạt động quang hợp. Do đó, nồng độ CO_2 trong không khí sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến cường độ quang hợp.

Ảnh hưởng của nồng độ CO_2 đến quang hợp cũng tương tự như ảnh hưởng của ánh sáng đến quang hợp, nên đồ thị biểu diễn mối quan hệ cũng tương tự như hình 3.12. Hai chỉ tiêu quan trọng đánh giá mối quan hệ giữa nồng độ CO_2 trong không khí và hoạt động quang hợp của cây là điểm bù CO_2 và điểm bão hoà CO_2 của quang hợp.

2.1. Điểm bù CO_2 của quang hợp

- Khi nồng độ CO_2 thấp thì vẫn có quang hợp nhưng lúc này cường độ quang hợp rất thấp và luôn nhỏ hơn cường độ hô hấp $I_{qh} < I_{hh}$.

- Khi nồng độ CO_2 tăng dần thì I_{qh} cũng tăng lên và I_{qh} tăng đến một lúc nào đấy thì $I_{qh} = I_{hh}$. Nồng độ CO_2 mà tại đó ta có $I_{qh} = I_{hh}$ gọi là điểm bù CO_2 của quang hợp.

Như vậy, chỉ khi nồng độ CO_2 cao hơn điểm bù thì $I_{qh} > I_{hh}$ và lúc đó cây có tích lũy vào năng suất.

Điểm bù CO_2 thay đổi tùy theo từng loại cây. Các thực vật C_4 và CAM có điểm bù thấp hơn nhiều so với các cây C_3 ; cây C_3 có điểm bù CO_2 khoảng 0,005% và cây C_4 khoảng 0,0005%.

- Sau điểm bù CO_2 , nếu nồng độ CO_2 tăng lên tiếp tục thì I_{qh} cũng tăng theo và tăng đến lúc nào đó thì I_{qh} đạt cực đại. Nồng độ CO_2 trong không khí mà tại đó cường độ quang hợp đạt cực đại và kể từ đó trở đi, nếu nồng độ CO_2 tăng lên nữa nhưng cường độ quang hợp vẫn không tăng gọi là điểm bão hoà CO_2 của quang hợp.

Sau điểm bão hoà, nếu tiếp tục tăng nồng độ CO_2 thì I_{qh} không tăng nữa mà có xu hướng giảm.

Nhìn chung các cây trồng có điểm bão hoà CO_2 dao động từ 0,06 - 0,1%. Ở nồng độ CO_2 bão hoà này thì I_{qh} của các cây lấy hạt có thể tăng gấp 2 lần, còn của các cây như cà chua, dưa chuột và cây rau có thể tăng 4 lần. Nồng độ CO_2 trong

khí quyển là 0,03%. Như vậy, từ nồng độ CO_2 trong không khí đến điểm bão hoà còn một khoảng cách xa (2 - 3 lần). Do đó, con người có thể điều chỉnh nồng độ CO_2 trong môi trường quang hợp để tăng năng suất cho các cây trồng.

2.2. Sự cân bằng CO_2 trong khí quyển

- Theo tính toán thì nồng độ CO_2 trong bầu khí quyển khoảng 0,03%, có nghĩa là khoảng $0,16\text{g CO}_2/\text{m}^3$ không khí. Như vậy, nồng độ CO_2 này so với điểm bão hoà CO_2 còn thấp hơn nhiều. Đây chính là một trong những yếu tố hạn chế quang hợp và năng suất cây trồng.

- Hàng năm, do hoạt động của nền công nghiệp phát triển bổ sung khoảng trên 5 tỷ tấn CO_2 vào khí quyển. Đồng thời, nhờ sự phân giải chất hữu cơ liên tục do vi sinh vật và hô hấp của hệ thống rễ cây... trong đất mà đất có khả năng cung cấp từ 30 - 70kg $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{ngày}$. Đất càng nhiều chất hữu cơ thì khả năng cung cấp khí CO_2 càng lớn (10 - 25kg $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{giờ}$).

- Trong điều kiện cây sinh trưởng bình thường thì cây đồng hoá trung bình từ 120 - 250kg $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{ngày}$, làm cho hàm lượng khí CO_2 trong không khí bao quanh cây giảm. Vì vậy, việc tăng nồng độ CO_2 trong lớp khí quyển bao quanh thực vật là rất cần thiết để tạo năng suất cao hơn.

2.3. Biện pháp tăng hàm lượng CO_2

- Trong sản xuất Nông nghiệp, việc bón phân hữu cơ, tăng cường xới xáo cũng như bón vôi tạo pH thích hợp... để thúc đẩy hoạt động của vi sinh vật phân giải các chất hữu cơ, giải phóng CO_2 vào khí quyển là những biện pháp hữu hiệu làm tăng lượng CO_2 cho quang hợp.

- Người ta có thể hình thành các hệ thống dẫn khí CO_2 từ các khu công nghiệp ra các cánh đồng để "bón" CO_2 cho cây.

- Có thể điều chỉnh nồng độ CO_2 trong hệ thống trồng cây trong nhà kính theo ý muốn để tăng hoạt động quang hợp và tăng năng suất rất nhiều.

3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quang hợp

Nhiệt độ ảnh hưởng đến cả pha sáng và pha tối của quang hợp.

- Pha sáng: Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ vận chuyển của điện tử trên chuỗi chuyển vận điện tử quang hợp, sự hình thành ATP và NADPH_2 . Ngoài ra, nhiệt độ còn ảnh hưởng đến quá trình hình thành diệp lục và phân huỷ của diệp lục.

- Pha tối: Pha tối bao gồm các phản ứng hoá sinh nên nhiệt độ ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ phản ứng trong pha tối.

Giới hạn nhiệt độ của quang hợp:

Mối quan hệ giữa nhiệt độ và quang hợp của cây có thể biểu diễn trên đồ thị 3.12.

- Nhiệt độ tối thấp:

Các cây nhiệt đới bắt đầu quang hợp ở nhiệt độ từ $5 - 7^{\circ}\text{C}$. Các cây vùng lạnh và vùng ôn đới bắt đầu quang hợp từ nhiệt độ dưới 0°C một ít. Đối với thực vật bậc cao, sự đồng hoá CO_2 bị ngừng lại khi cơ quan đồng hoá bị đóng băng. Nhiều thực vật ôn đới có thể quang hợp được ở nhiệt độ rất thấp ($- 5^{\circ}\text{C}$ và có khi đến $- 25^{\circ}\text{C}$).

- Nhiệt độ tối ưu:

Nhiệt độ tối ưu của quang hợp là khoảng nhiệt độ mà ở đó cường độ quang hợp của cây có thể đạt $\geq 90\%$ I_{qh} cực đại. Nhiệt độ tối ưu cũng thay đổi theo loại thực vật.

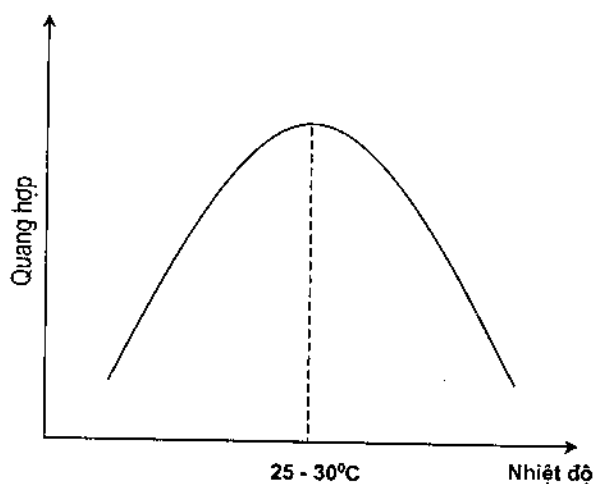
Đại đa số thực vật vùng nhiệt đới có nhiệt độ tối ưu cho quang hợp là $25 - 30^{\circ}\text{C}$. Với các cây vùng ôn đới thì nhiệt độ tối ưu cho quang hợp vào khoảng $8 - 15^{\circ}\text{C}$, còn thực vật vùng sa mạc và thảo nguyên nóng thì quang hợp tối ưu ở nhiệt độ cao hơn 40°C .

Nhiệt độ tối ưu cũng có thể thay đổi tùy nhóm cây. Với nhóm cây C_3 thì nhiệt độ tối ưu khoảng $25 - 30^{\circ}\text{C}$, với nhóm cây C_4 thì nhiệt độ tối ưu khoảng $35 - 40^{\circ}\text{C}$.

Từ nhiệt độ tối thấp đến nhiệt độ tối ưu thì cường độ quang hợp tăng gần như tuyến tính.

- Nhiệt độ tối cao:

Vượt quá nhiệt độ tối ưu thì quang hợp giảm dần và đến lúc nào đó thì cường độ quang hợp sẽ bằng cường độ hô hấp vì hô hấp không giảm mà tăng theo nhiệt độ. Nhiệt độ tối cao là ngưỡng nhiệt độ mà tại đó $I_{qh} = I_{hh}$ ($T_{\max}$).



Hình 3.11: Quan hệ giữa quang hợp và nhiệt độ

Tại nhiệt độ tối cao, cây vẫn quang hợp nhưng không có tích lũy và nếu duy trì lâu thì cây sẽ chết.

Phần lớn cây trồng có T_{max} vào khoảng 40 - 50°C. Một số cây hoà thảo nhiệt đới có T_{max} khoảng 50 - 60°C. Với thực vật ôn đới thì T_{max} thấp hơn.

Khi nhiệt độ vượt quá T_{max} thì hệ thống nguyên sinh chất hoàn toàn bị phá huỷ.

Tóm lại, nhiệt độ ảnh hưởng đến quang hợp phụ thuộc vào các loài cây khác nhau, vào trạng thái sinh lý của cây, thời gian tác dụng, giới hạn nhiệt độ tác động và các điều kiện khác. Nhiệt độ không những làm thay đổi vận tốc của quá trình quang hợp mà còn gây ra những biến đổi sâu sắc về quá trình trao đổi chất và hình thành các sản phẩm trong quang hợp. Trong sản xuất, ta cần bố trí thời vụ thích hợp cho từng loại cây trồng theo nhu cầu nhiệt độ của chúng đối với quang hợp, để chúng có hoạt động quang hợp tối ưu và tích lũy cũng tối ưu.

4. Ảnh hưởng của nước đến quang hợp

4.1. Vai trò của nước đối với quang hợp

- Hàm lượng nước trong lá liên quan trực tiếp đến sự đóng mở của khí khổng, nên ảnh hưởng đến khả năng xâm nhập CO_2 vào tế bào lá để thực hiện các phản ứng của quang hợp. Khi gặp hạn thì khí khổng đóng lại để giảm thoát hơi nước và kèm theo là làm CO_2 không vào lá được. Ngược lại, khi tế bào bão hoà nước thì khí khổng mở to nhất...

- Nước trong lá và trong tế bào thực vật nói chung ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cây, đến sự hình thành của cơ quan quang hợp. Thiếu nước gây ra sự phân huỷ cơ quan quang hợp, làm giảm hoạt động của lục lạp...

- Hàm lượng nước trong lá quyết định tốc độ vận chuyển các sản phẩm ra khỏi lá làm cho quang hợp tiếp tục diễn ra. Thiếu nước, sản phẩm quang hợp sẽ bị tắc nghẽn, không vận chuyển ra khỏi lá được nên quang hợp bị ức chế.

- Nước là nguồn nguyên liệu trực tiếp của phản ứng quang hợp. Nó cung cấp điện tử và H^+ để khử CO_2 thành các sản phẩm quang hợp...

4.2. Nước ảnh hưởng cả pha sáng và pha tối của quang hợp

- Trong pha sáng, nước được phân ly cung cấp điện tử và H^+ để khử CO_2 trong pha tối.

- Trong pha tối, nước là dung môi cho các phản ứng hoá sinh và bảo đảm trạng thái keo nguyên sinh ổn định cho các phản ứng enzym xảy ra...

4.3. Hàm lượng nước trong lá và quang hợp

- Hàm lượng nước trong lá đạt trạng thái bão hoà và thiếu bão hoà một ít thì quang hợp đạt cực đại. Nếu độ thiếu bão hoà nước tăng lên trên 10% thì quang hợp bị giảm sút. Quang hợp ngừng khi độ thiếu bão hoà nước trong lá tăng trên 30%.

- Tuy nhiên, tùy theo khả năng chống chịu hạn của cây mà mức độ giảm sút quang hợp là rất khác nhau. Thực vật càng chống chịu hạn tốt thì quang hợp giảm ít hơn khi thiếu nước.

- Khi thiếu nước thì khí khổng đóng lại, hoạt tính của enzym RDP - cacboxilaza bị giảm sút, sản phẩm quang hợp không được vận chuyển ra khỏi lá... làm giảm sút nhanh hoạt động quang hợp của lá.

- Trong sản xuất, ta cần có chế độ tưới nước hợp lý cho cây trồng để chúng có hoạt động quang hợp tối ưu và tránh hạn xảy ra, nhất là trong thời kỳ hình thành cơ quan kinh tế.

5. Ảnh hưởng của dinh dưỡng khoáng đến quang hợp

5.1. Vai trò chung của chất khoáng đến quang hợp

Dinh dưỡng khoáng và quang hợp là hai quá trình liên quan mật thiết với nhau. Dinh dưỡng khoáng có thể ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến quang hợp và năng suất cây trồng trên 3 cơ sở chính sau đây:

- Tham gia xây dựng cấu trúc của bộ máy quang hợp như cấu trúc protein, hệ thống enzym, sắc tố quang hợp...

- Tham gia vào các quá trình chuyển hoá năng lượng ánh sáng (quang năng) thành năng lượng hoá học (ATP).

- Tham gia vào sự điều tiết các hoạt động của hệ enzym quang hợp ở lục lạp.

- Ngoài ra, các nguyên tố khoáng còn ảnh hưởng đến tính thấm của màng tế bào, thay đổi cấu tạo và điều chỉnh hoạt động của khí khổng, thay đổi độ lớn và số lượng lá cũng như cấu tạo giải phẫu của lá, ảnh hưởng đến thời gian sống của cơ quan đồng hoá...

5.2. Vai trò của nitơ (N)

Vai trò đặc biệt quan trọng của nitơ (N) đối với quang hợp được thể hiện là hàm lượng của nó khá cao trong lục lạp (chiếm 75% tổng số N trong tế bào).

- N tham gia vào hình thành nên protein, axit nucleic và diệp lục có vai trò trong việc cấu trúc nên bộ máy quang hợp, bao gồm hệ thống màng thylacoit, màng lục lạp, chất nguyên sinh và sắc tố diệp lục...

- N tham gia vào thành phần của tất cả các enzym quang hợp, vì nó ở trong thành phần protein của enzym, nhóm hoạt động của enzym và thành phần của ATP... nên N có vai trò quan trọng trong biến đổi chất và năng lượng trong quang hợp...

Vì vậy, khi bón phân đạm chúng ta thấy lá chuyển màu xanh đậm vì diện tích nhanh chóng được hình thành, diện tích lá tăng lên rất nhanh và hoạt động quang hợp cũng tăng lên. Ngược lại, khi thiếu N thì lá vàng vì diện tích thiếu, lá sẽ khô và rụng và giảm sút quang hợp... Do đó, việc sử dụng phân đạm để tăng năng suất chủ yếu là tăng diện tích lá và khả năng quang hợp của chúng.

5.3. Vai trò của photpho (P)

- P có trong thành phần của photpholipit, có vai trò cấu tạo nên hệ thống màng trong lục lạp, bao gồm màng thylacoit và màng bao bọc lục lạp.

- P tham gia vào các nhóm hoạt động của các enzym quang hợp như NADP và trong thành phần của hệ thống ADP, ATP. Do đó P đóng vai trò trong quá trình photphoryl hoá để hình thành ATP và NADPH₂. Đây là hai sản phẩm quan trọng của pha sáng được sử dụng để khử CO₂ trong pha tối.

Vì vậy, sử dụng phân lân sẽ tăng cường hình thành bộ máy quang hợp và tăng cường hoạt động quang hợp của cây. Nếu thiếu P, lục lạp không được hình thành, phản ứng sáng và phản ứng tối đều bị ức chế...

5.4. Vai trò của kali (K)

- K có vai trò trong việc điều chỉnh sự đóng mở của khí khổng, quyết định sự xâm nhập của CO₂ vào lá.

- K có mặt nhiều trong mô libe để làm nhiệm vụ vận chuyển các sản phẩm quang hợp từ lá đến các cơ quan tiêu thụ, giúp cho quá trình quang hợp diễn ra bình thường.

- K làm tăng khả năng thuỷ hoá của keo nguyên sinh chất, giảm độ nhớt của chất nguyên sinh, thuận lợi cho hoạt động quang hợp.

- K hoạt hoá một số enzym tham gia vào quang hợp như RDP - cacboxilaza, ATP - aza...

Vì vậy, bón phân K sẽ tăng cường độ quang hợp của cây trồng. Tăng cường dòng vận chuyển sản phẩm quang hợp, dẫn đến làm tăng năng suất kinh tế của cây trồng

5.5. Vai trò của nguyên tố trung và vi lượng

- Tham gia sự hình thành diệp lục có Mg, Fe. Vì vậy, khi thiếu Mg và Fe thì lá lập tức bị vàng, quang hợp giảm sút.

- Hoạt hoá các enzym tham gia vào các phản ứng của quang hợp có Fe, Mn, Cu, Zn, Cl, B...

Vì vậy, sử dụng phương pháp phun phân vi lượng qua lá sẽ xúc tiến tổng hợp diệp lục, xúc tiến hoạt động quang hợp và vận chuyển các sản phẩm quang hợp...

V. QUANG HỢP VÀ NĂNG SUẤT CÂY TRỒNG

1. Hoạt động quang hợp quyết định 90 - 95% năng suất cây trồng

- Khi phân tích thành phần hoá học của toàn bộ năng suất sinh vật học cây trồng, tức là sản phẩm của quang hợp người ta thu được hai nhóm nguyên tố:

+ Nhóm nguyên tố C, H, O: đây là các nguyên tố được cây đồng hoá thông qua hoạt động quang hợp. Nhóm này chiếm 90 - 95% khối lượng chất khô.

+ Nhóm nguyên tố khoáng và Nitơ (K, P, N, Mg, Fe, Zn...): đây là các nguyên tố được hút từ rễ cây thông qua hoạt động dinh dưỡng khoáng của cây. Nhóm nguyên tố này chiếm 5 - 10% khối lượng chất khô.

Chính vì vậy mà ta nói rằng, quang hợp quyết định khoảng 90 - 95% năng suất cây trồng.

- Ở giai đoạn sinh trưởng mạnh nhất, cây có khả năng tích lũy chất khô trung bình từ 80 - 150kg/ ha/ ngày đêm, cao nhất có thể đạt được 300 - 500 kg/ ha/ ngày đêm. Cũng trong thời gian này, rễ cây lấy được từ đất từ 1 - 2kg nitơ, 0,25 - 0,5kg photpho, 2 - 4kg kali và 2 - 4kg các nguyên tố khác, tổng cộng từ 5 - 10kg chất khoáng. Thông qua hoạt động quang hợp mà lá cây đồng hoá được từ 150 - 300kg, cũng có thể đạt tới 1000 - 1500kg CO₂ để chuyển hoá thành chất hữu cơ tích lũy trong cây.

Năng suất cây trồng được chia làm hai loại: Năng suất sinh vật học được quyết định bởi quá trình quang hợp và năng suất kinh tế được quyết định bởi quang hợp và quá trình vận chuyển, tích lũy chất hữu cơ về cơ quan kinh tế.

2. Năng suất sinh vật học và biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học

2.1. Định nghĩa năng suất sinh vật học

Tổng lượng chất khô mà cây trồng tích lũy được trên một đơn vị diện tích đất trồng trọt trong một thời gian nhất định (vụ, năm, hay giai đoạn sinh trưởng) gọi là năng suất sinh vật học (NSSvh).

Năng suất sinh vật học của cây chủ yếu do hoạt động quang hợp tích lũy lại trong tất cả các cơ quan bộ phận của cây.

2.2. Công thức tính NSsvh

Nếu ta gọi lượng CO_2 cây trồng đồng hoá được trên một đơn vị diện tích lá 1m^2 / ngày đêm là F_{CO_2} (gam) và lượng chất khô cây tạo thành cũng trên diện tích lá 1m^2 / ngày đêm đó là F_k (gam) thì tỷ số $F_k/F_{\text{CO}_2} = K_{\text{ef}}$ (K_{ef} được gọi là hiệu suất quang hợp). Thông thường giá trị của K_{ef} từ 0,3 - 0,5, trong điều kiện bất lợi thì K_{ef} có thể = 0.

Do vậy, lượng chất khô mà cây trồng tích lũy được/ ha/ ngày đêm được tính theo công thức sau:

$$C (\text{chất khô}) = \frac{F_{\text{CO}_2} \cdot K_{\text{ef}} \cdot L}{1.000} \quad (\text{Kg/ ha/ ngày đêm})$$

Trong đó: L là m^2 lá/ ha và 1.000 là hệ số quy đổi từ gam ra kg

Nếu cây trồng có thời gian sinh trưởng n ngày thì năng suất sinh vật học (NSsvh) của quần thể cây trồng được tính theo công thức:

$$\sum_{i=1}^n \frac{F_{\text{CO}_2} \cdot K_{\text{ef}} \cdot L}{100\,000} = (T_a/\text{ha})$$

(100.000: hệ số quy đổi từ kg ra tạ)

2.3. Biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học

Nhìn vào biểu thức tính năng suất sinh vật học của cây trồng ta thấy NSsvh phụ thuộc vào ba nhóm chỉ tiêu sau:

- L : Diện tích lá, tức của quần thể cây trồng.
- Hoạt động quang hợp của quần thể bao gồm: F_{CO_2} (cường độ quang hợp) và K_{ef} (hiệu suất quang hợp của quần thể).
- n là thời gian sinh trưởng của cây trồng tính từ lúc cây mọc (xuất hiện lá) đến khi thu hoạch.

Do vậy, các biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học bao gồm: nâng cao diện tích lá, tăng cường hoạt động quang hợp và điều chỉnh thời gian quang hợp.

2.3.1. Nâng cao diện tích lá

Diện tích lá chính là cơ quan quang hợp để tạo ra các chất hữu cơ tích lũy vào các cơ quan “kinh tế” tạo nên năng suất cây trồng. Vì vậy, về nguyên tắc thì tăng diện tích lá là biện pháp quan trọng để tăng năng suất cây trồng.

Nếu một quần thể có diện tích lá quá cao thì các tầng lá trên sẽ che khuất sáng các tầng lá ở dưới và các tầng lá ở dưới có thể nhận ánh sáng dưới điểm bù, tức là chất hữu cơ tạo ra trong quang hợp không bù đắp được chất hữu cơ tiêu hao trong hô hấp. Quần thể như vậy (lớp) xuất hiện mâu thuẫn sâu sắc giữa quang hợp và hô hấp: các tầng lá ở trên đóng vai trò sản xuất, còn các tầng lá ở dưới chuyên tiêu thụ sản phẩm. Nếu số tầng lá sản xuất bằng hay ít hơn tầng lá tiêu thụ thì quần thể không có tích lũy, không cho năng suất và nếu duy trì lâu thì sẽ chết.

Nếu diện tích lá quá thấp thì sẽ lãng phí năng lượng ánh sáng vì phần lớn ánh sáng không rơi trên lá và năng suất của quần thể sẽ thấp.

Diện tích lá tối ưu của một quần thể là diện tích lá cho khả năng tích lũy cao nhất, hay nói cách khác là có hiệu suất quang hợp cao nhất. Cần xác định diện tích lá tối ưu để làm cơ sở cho việc điều chỉnh diện tích lá của quần thể. Diện tích lá tối ưu thay đổi tùy theo giống. Ví dụ, các giống lúa cũ có diện tích lá tối ưu thấp ($2 - 3\text{m}^2$ lá/ 1m^2 đất), trong khi đó các giống lúa mới thuộc loại hình thâm canh thì diện tích lá tối ưu rất cao ($6 - 8\text{m}^2$ lá/ 1m^2 đất).

Động thái phát triển diện tích lá của một quần thể cây trồng hàng năm có dạng đường cong 1 đỉnh mà cực đại trùng với giai đoạn ra hoa kết hạt. Vì vậy, cần điều khiển sao cho diện tích lá sớm đạt cực đại tối ưu và duy trì trạng thái tối ưu càng lâu càng tốt.

- Các chỉ tiêu xác định diện tích lá của quần thể cây trồng:

+ Chỉ số diện tích lá (hệ số lá) được đo bằng số m^2 lá/ 1m^2 đất trồng. Đây là chỉ tiêu quan trọng làm cơ sở cho việc tăng diện tích lá.

+ Thế năng quang hợp được đo bằng tổng số m^2 lá của quần thể tính theo từng ngày trong suốt đời sống của cây. Chỉ tiêu này đánh giá khả năng làm việc của một quần thể trong suốt chu kỳ sinh trưởng của mình. Thế năng quang hợp có thể đạt hàng triệu m^2/ha .

- Để nâng cao diện tích lá, có những biện pháp cụ thể sau:

+ Chọn giống có hệ số lá tối ưu cao là một hướng quan trọng của các nhà chọn tạo giống. Ví dụ như với giống lúa thì tiêu chuẩn chọn lọc là: thấp cây,

góc lá nhỏ, lá đứng và cứng... Với giống lúa đó, ta có thể cấy dày và bón đạm để tăng diện tích lá mà không bị lốp đổ.

+ Sử dụng phân bón, đặc biệt là phân đạm để tăng nhanh chóng diện tích lá. Tuy nhiên, không nên lạm dụng quá nhiều phân đạm mà nên bón cân đối với P và K.

+ Điều chỉnh mật độ là biện pháp đơn giản nhất để tăng diện tích lá. Tùy theo giống, mức độ thâm canh, độ màu mỡ của đất... mà ta xác định mật độ thích hợp, sao cho khi phát triển tối đa, quần thể có diện tích lá tối ưu.

+ Ngoài ra, cần phòng trừ sâu bệnh tấn công vào bộ lá và có biện pháp kéo dài tuổi thọ của lá.

2.3.2. Điều chỉnh hoạt động quang hợp

Hoạt động quang hợp của cây bao gồm chủ yếu là cường độ quang hợp và hiệu suất quang hợp.

- Cường độ quang hợp:

Cường độ quang hợp được tính bằng lượng CO_2 cây hấp thu hoặc lượng O_2 cây thải ra hay lượng chất hữu cơ cây tích lũy trên một đơn vị diện tích lá, trong một đơn vị thời gian. Ví dụ như số $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2 \text{ lá}/\text{l giờ}$.

Cường độ quang hợp đánh giá khả năng hoạt động quang hợp của các quần thể cây trồng khác nhau. Cường độ quang hợp càng cao thì khả năng đồng hoá CO_2 càng nhiều và năng suất sinh vật học càng cao. Tuy nhiên, nó là một chỉ tiêu thay đổi rất nhiều, tùy thuộc vào giống, các cơ quan khác nhau, giai đoạn sinh trưởng, điều kiện ngoại cảnh... Vì vậy, khi xác định cường độ quang hợp của quần thể cây trồng nào đó, ta phải đặt trong các điều kiện cụ thể.

- Hiệu suất quang hợp (HSQH):

HSQH là lượng chất khô cây trồng tích lũy được trên 1m^2 lá trong thời gian 1 ngày đêm. Chỉ tiêu này liên quan đến khả năng tích lũy của cây trồng nên nó phản ánh đúng đắn năng suất của quần thể cây trồng.

HSQH được tính theo công thức:

$$\text{HSQH} = \frac{P_2 - P_1}{1/2 (L_2 + L_1) \cdot T}$$

Trong đó: P_1 và P_2 là khối lượng chất khô ban đầu và sau T ngày (g).

L_1 và L_2 là diện tích lá ban đầu và sau T ngày thí nghiệm (m^2).

- Hiệu suất quang hợp đánh giá khả năng tích lũy của quần thể cây trồng (lượng chất hữu cơ tạo ra trong quang hợp trừ đi lượng chất hữu cơ tiêu hao trong hô hấp) nên nó phản ánh năng suất cây trồng.

- Hiệu suất quang hợp cũng thay đổi theo các giai đoạn sinh trưởng của cây. Thường thì giai đoạn nào có hoạt động quang hợp mạnh nhất như giai đoạn làm đồng - trở bông, thì có hiệu suất quang hợp cao nhất.

- Biện pháp nâng cao cường độ và hiệu suất quang hợp:

+ Chọn giống có hoạt động quang hợp tối ưu: cường độ và hiệu suất quang hợp cao. Đây là một hướng chọn tạo giống dựa trên hoạt động sinh lý của cây cần được quan tâm nhiều hơn.

+ Tạo mọi điều kiện để cho cây trồng hoạt động quang hợp tốt nhất, nhất là vào giai đoạn hình thành năng suất kinh tế. Các biện pháp được áp dụng như là bố trí thời vụ tốt nhất, bón phân cân đối và hợp lý, bảo đảm đầy đủ nước nhất là giai đoạn ra hoa, kết quả và hình thành cơ quan dự trữ, phòng trừ sâu bệnh hại cây trồng...

2.3.3. Điều chỉnh thời gian quang hợp

Thời gian quang hợp của cây bao gồm thời gian quang hợp trong ngày, trong năm và tuổi thọ của cơ quan quang hợp, chủ yếu là tuổi thọ của lá.

- Thời gian quang hợp trong ngày của các nước nhiệt đới thường ngắn hơn các nước ôn đới, nên năng suất cây trồng của ta thường thấp hơn các nước ôn đới. Ví dụ như năng suất khoai tây của các nước ôn đới rất cao (40 - 60 tấn/ha), còn của ta khoảng 10 - 20 tấn/ha.

Tuy nhiên, thời gian quang hợp trong năm của các nước nhiệt đới dài hơn nhiều. Các nước ôn đới thường có một vụ trồng trọt trong năm. Các nước nhiệt đới có thể tận dụng thời gian quang hợp suốt quanh năm, bằng cách bố trí nhiều vụ trồng trọt trong năm và có thể xen canh gối vụ để tận dụng năng lượng ánh sáng mặt trời rất phong phú ở các nước nhiệt đới...

- Tuổi thọ của lá cũng được xem là thời gian quang hợp của cây trồng. Trong các lá thì các lá cuối cùng như lá đòng có ý nghĩa rất quan trọng vì gần như toàn bộ sản phẩm quang hợp của chúng được vận chuyển, tích lũy vào các cơ quan kinh tế. Vì vậy, nhìn hình thái của lá đòng ta có thể dự đoán được năng suất của ruộng lúa.

Biện pháp kéo dài tuổi thọ của lá chủ yếu là bón phân đầy đủ và cân đối giữa N:P:K, bảo đảm đầy đủ nước và phòng trừ sâu bệnh hại lá...

3. Năng suất kinh tế (NSkt) và biện pháp nâng cao năng suất kinh tế

3.1. Định nghĩa năng suất kinh tế

Năng suất kinh tế là lượng chất khô mà cây trồng tích lũy ở các bộ phận có giá trị kinh tế lớn nhất đối với con người trên một đơn vị diện tích trồng trọt, trong một khoảng thời gian (vụ, mùa, năm...).

3.2. Công thức tính NSkt

NSkt được tính bằng: $NSkt = NSsvh \times Kkt$ (Kkt: Hệ số kinh tế).

$$NSkt = \sum_{i=1}^n x \times Kkt \times \frac{F_{co.} \cdot K_e \cdot L.}{100\,000}$$

$$\text{Từ đây suy ra: } Kkt = \frac{NSkt}{NSsvh}$$

Tuỳ theo cây trồng khác nhau mà Kkt cũng khác nhau. Các cây sử dụng thân lá (rau thơm, rau cải, cây phân xanh...) thì $Kkt = 1$ hoặc ≈ 1 . Các cây lấy củ, hạt, quả... thì $Kkt < 1$.

NSkt là mục đích trồng trọt chính của con người, vì thế chúng ta phải sử dụng mọi biện pháp kỹ thuật thâm canh để nâng cao NSkt.

3.3. Biện pháp nâng cao năng suất kinh tế của cây trồng

Từ công thức: $NSkt = NSsvh \cdot Kkt$ ta thấy, muốn nâng cao năng suất kinh tế thì phải nâng cao năng suất sinh vật học (NSsvh) và hệ số kinh tế (Kkt).

Các biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học của quần thể cây trồng đã được trình bày ở trên. Trong phần này ta chỉ đề cập đến các biện pháp nâng cao hệ số kinh tế (Kkt).

Năng suất kinh tế quyết định chủ yếu bởi quá trình vận chuyển và tích lũy các chất hữu cơ về cơ quan kinh tế. Quá trình tích lũy chất hữu cơ này liên quan trực tiếp đến hệ số kinh tế của cây trồng. Để tăng hệ số kinh tế cho quần thể cây trồng, ta lưu ý đến các biện pháp sau:

- Chọn tạo giống có hệ số kinh tế cao (Kkt):

Kkt là một chỉ tiêu phản ánh đặc tính của giống. Chọn giống có Kkt cao là một hướng quan trọng của các nhà chọn tạo giống cây trồng. Ngày nay, có rất nhiều giống có hệ số kinh tế khá cao, tỷ lệ bông hạt, củ, quả... rất lớn nên năng

suất của chúng thường cao. Ví dụ các giống lúa có Kkt dao động 0,3 - 0,5 nên năng suất chênh lệch rất nhiều.

- Tạo mọi điều kiện thuận lợi để huy động tối đa dòng chất hữu cơ vận chuyển về tích lũy ở các cơ quan kinh tế. Các biện pháp bao gồm tưới nước, phân bón, bố trí thời vụ, phòng trừ sâu bệnh...

- Nước là yếu tố rất quan trọng đối với sự sinh trưởng và đặc biệt là sự vận chuyển các chất hữu cơ từ thân, lá về các cơ quan dự trữ (hạt, củ, quả, bắp...). Do đó, trong giai đoạn hình thành cơ quan kinh tế nếu thiếu nước chẳng những quá trình thụ tinh, kết hạt kém mà quan trọng là kìm hãm tốc độ vận chuyển vật chất về cơ quan kinh tế nên hạt lép, lửng, khối lượng hạt nhỏ và NSkt giảm. Nếu gặp hạn sẽ làm ngừng sự vận chuyển chất hữu cơ cũng như có thể làm thay đổi chiều hướng dòng vận chuyển - hiện tượng "chảy ngược dòng" các chất hữu cơ từ cơ quan dự trữ về các cơ quan dinh dưỡng thường xảy ra khi gặp hạn đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến NSkt. Do đó, việc bảo đảm đủ nước, nhất là trong thời gian hình thành cơ quan kinh tế có ý nghĩa quyết định trong việc tăng năng suất kinh tế của cây trồng.

- Phân bón cũng có tác dụng tăng cường dòng vận chuyển vật chất về cơ quan dự trữ. Trong các loại phân bón thì phân kali có ý nghĩa quan trọng trong việc huy động dòng chất hữu cơ chảy về cơ quan dự trữ. Vì vậy mà kali có mặt rất nhiều trong mô libe. Kali là nguyên tố mang lại hiệu quả cao đối với tất cả các loại cây trồng, nhưng đặc biệt là cây lấy bột, đường (khoai tây, khoai lang, mía, củ cải đường...). Kali làm tăng hàm lượng đường, tinh bột, làm củ mẩy, hạt chắc, cây mía và quả ngọt hơn...

Đối với các cây họ đậu (lạc, đậu tương, đậu cô ve, đậu đũa...) không thể thiếu photpho. Vì vậy, trong sản xuất Nông nghiệp, bón phân lân mang lại hiệu quả cao đối với các cây họ đậu.

Các nguyên tố vi lượng khác như: Cu, Zn, B, Mo, Mn... tham gia vào cấu trúc và kích thích hoạt động của hầu hết các enzym trong quang hợp cũng như ảnh hưởng tốt đến sự vận chuyển các sản phẩm quang hợp về cơ quan kinh tế, làm tăng NSkt của cây trồng.

Việc sử dụng phân bón lá chứa các nguyên tố vi lượng và các chất điều hoà sinh trưởng là biện pháp kích thích dòng vận chuyển chất hữu cơ về tích lũy trong các cơ quan dự trữ...

- Bố trí thời vụ một cách hợp lý cho từng loại cây trồng để lúc hình thành cơ quan kinh tế có các điều kiện sinh thái thuận lợi nhất (nhiệt độ, ẩm độ, ánh sáng...) cho quá trình thụ phấn, thụ tinh và tích lũy vào cơ quan dự trữ.

- Phòng trừ sâu bệnh kịp thời sẽ tạo điều kiện cho cây tích lũy tốt, góp phần tăng năng suất kinh tế...

Câu hỏi ôn tập

1. Nêu định nghĩa và viết phương trình tổng quát chung và 2 pha của quang hợp?
2. Nêu ý nghĩa của quang hợp đối với thực vật, các sinh vật khác và con người? Vai trò của cây xanh và sản xuất nông nghiệp trong tương lai?
3. Vẽ sơ đồ cấu tạo của lá và chỉ ra vai trò của các thành phần cấu tạo đó trong quang hợp.
4. Vẽ khái quát một lục lạp điển hình và nêu vai trò của các thành phần cấu tạo của lục lạp trong hoạt động quang hợp?
5. Nêu các đặc điểm về hoá học của phân tử diệp lục và ý nghĩa trong hoạt động quang hợp?
6. Trình bày quang phổ hấp thụ của diệp lục và ý nghĩa của nó trong quang hợp?
7. Đặc tính của nhóm sắc tố carotenoid và vai trò của chúng trong quang hợp?
8. Hãy trình bày nội dung của giai đoạn quang vật lý. Giải thích sơ đồ kích thích điện tử của phân tử diệp lục lúc tiếp nhận ánh sáng. Nêu ý nghĩa của giai đoạn này?
9. Hãy trình bày giai đoạn quang hoá học của quang hợp: Quá trình chuyển vận điện tử và quá trình photophoryl hoá và ý nghĩa của giai đoạn này?
10. Đặc điểm quang hợp của nhóm thực vật C_3 và ý nghĩa?
11. Đặc điểm quang hợp của nhóm thực vật C_4 và ý nghĩa?
12. Đặc điểm quang hợp của nhóm thực vật CAM và ý nghĩa?
13. Hãy trình bày ảnh hưởng của các điều kiện ngoại cảnh (ánh sáng, nhiệt độ, nước, CO_2 , chất khoáng) đến quang hợp. Những hiểu biết đó có ý nghĩa gì trong sản xuất?
14. Năng suất sinh vật học và biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học?
15. Năng suất kinh tế và biện pháp nâng cao?

Chương 4

HÔ HẤP CỦA THỰC VẬT

Mục tiêu

- Sinh viên hiểu được chức năng sinh lý quan trọng của hô hấp: là trung tâm của quá trình trao đổi chất và các hoạt động sinh lý xảy ra trong cây. Nó cung cấp năng lượng cho tất cả các hoạt động sống của thực vật và ảnh hưởng đến năng suất cây trồng. Hiểu biết được cấu trúc và chức năng của ty thể, bản chất của quá trình hô hấp. Hiểu biết về mối quan hệ giữa các điều kiện ngoại cảnh với hoạt động hô hấp của cây.

- Trên cơ sở hiểu biết về hoạt động hô hấp của thực vật để từ đó có biện pháp điều chỉnh hô hấp của cây trồng trên đồng ruộng cũng như trong kho nông sản phẩm theo hướng có lợi cho con người.

Nội dung tóm tắt

- Hô hấp là một chức năng sinh lý quan trọng. Nó tạo ra cơ sở năng lượng và vật chất cho các hoạt động sống và hoạt động sinh lý. Việc điều chỉnh hô hấp một cách hợp lý sẽ tăng tích lũy và năng suất kinh tế, tăng hiệu quả của việc bảo quản nông sản phẩm.

- Ty thể là bào quan chủ yếu thực hiện chức năng hô hấp của tế bào, trong đó khoang ty thể thực hiện chu trình Krebs, còn hệ thống màng trong có nhiệm vụ tổng hợp ATP.

Quá trình hô hấp trải qua 2 giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất là tách hydro ra khỏi nguyên liệu để hình thành các chất khử NADH_2 , NADPH_2 , FADH_2 và giải phóng CO_2 . Giai đoạn này thực hiện qua con đường: đường phân và lên men, đường phân và chu trình Krebs, chu trình pentozophosphat.

Giai đoạn hai là oxi hoá liên tục chất khử cao năng trên màng trong của ty thể liên kết với quá trình photphoryl hoá để tổng hợp ATP và hình thành nước. Năng lượng khi oxi hoá hết 1 phân tử gam glucoza có thể đạt 38ATP.

- Cường độ hô hấp và hệ số hô hấp là hai chỉ tiêu đánh giá hô hấp của cây. Cường độ hô hấp đánh giá mức độ hô hấp. Hệ số hô hấp liên quan đến bản chất nguyên liệu hô hấp và tình trạng hô hấp.

- Giữa hô hấp và các hoạt động sinh lý trong cây có mối liên hệ mật thiết với nhau. Quang hợp và hô hấp là hai chức năng sinh lý quan trọng nhất quyết định năng suất cây trồng. Hai quá trình này vừa mâu thuẫn và vừa thống nhất nhau. Hô hấp còn có ý nghĩa quan trọng đối với sự hút nước, hút khoáng và tính miễn dịch của cây trồng.

- Các điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng đến hô hấp chủ yếu là nhiệt độ, hàm lượng nước trong mô và hàm lượng oxi trong không khí. Để điều chỉnh hô hấp của cây trồng và của nông sản phẩm ta phải điều chỉnh các điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng đến hô hấp.

- Hô hấp gây ra nhiều hậu quả đối với việc bảo quản, dẫn đến làm giảm khối lượng và chất lượng nông sản khi bảo quản. Vì vậy, phải khống chế hô hấp trong quá trình bảo quản đối với các nông phẩm khác nhau, bằng việc khống chế các điều kiện ngoại cảnh như bảo quản ở nhiệt độ thấp, phơi khô hạt hoặc điều chỉnh thành phần khí O_2 , CO_2 và N_2 trong môi trường bảo quản...

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HÔ HẤP CỦA THỰC VẬT

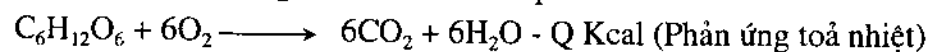
1. Định nghĩa và phương trình tổng quát của hô hấp

1.1. Định nghĩa

Hô hấp của thực vật là quá trình oxi hoá các chất hữu cơ, trước hết là glucit với sự tham gia của oxi không khí cho đến sản phẩm cuối cùng là CO_2 và H_2O . Đồng thời giải phóng năng lượng cung cấp cho tất cả các hoạt động sống của cây và tạo ra các sản phẩm trung gian cho các quá trình sinh tổng hợp các chất khác nhau trong cây.

1.2. Phương trình tổng quát

- Phương trình đơn giản nhất của hô hấp là:



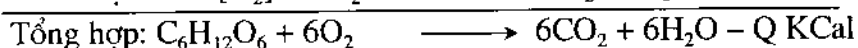
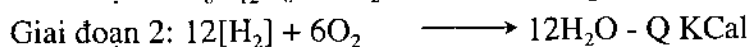
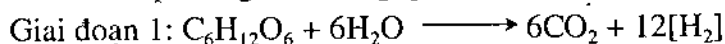
Nguyên liệu quan trọng nhất của hô hấp là đường glucoza. Các chất hữu cơ khác trước khi tham gia vào hô hấp phải được chuyển hoá thành glucoza.

- Người ta chia hô hấp thành hai giai đoạn:

Giai đoạn 1: là quá trình tách liên tục $[H_2]$ (gồm cả điện tử và H^+) ra khỏi nguyên liệu hô hấp để hình thành nên $NADH_2$, $FADH_2$, $NADPH_2$ (là các cofecment khử) và giải phóng CO_2 vào không khí.

Giai đoạn 2: là quá trình oxi hoá liên tục $NADH_2$, $FADH_2$, $NADPH_2$ với sự tham gia của oxi không khí để giải phóng năng lượng được tích lũy trong liên kết cao năng của phân tử ATP.

Có thể viết phương trình tổng quát theo hai giai đoạn của hô hấp như sau:



- Hoạt động hô hấp khi oxi hoá hết 1 phân tử glucoza thì giải phóng năng lượng là 686KCal. Nếu phản ứng xảy ra ngoài cơ thể thì năng lượng giải phóng ra là nhiệt tự do, còn trong cơ thể, một bộ phận lớn năng lượng sẽ được chuyển hoá vào liên kết cao năng của ATP và phần ít còn lại là dạng nhiệt. Đây là đặc điểm của sự sống.

- $[H_2]$ là cặp nguyên tử hydro được hoạt hoá liên kết với các nhóm hoạt động của enzym oxi hoá khử để hình thành chất khử cao năng $NADH_2$, $FADH_2$, $NADPH_2$. Các chất này có khả năng khử rất mạnh.

2. Vai trò của hô hấp đối với thực vật

- Hô hấp cung cấp năng lượng cho mọi hoạt động của cây. Nếu như trong quang hợp, năng lượng ánh sáng mặt trời được chuyển hoá thành năng lượng hoá học tích lũy vào trong các chất hữu cơ thì trong quá trình hô hấp, năng lượng đó được giải phóng ra để lại cung cấp năng lượng cho các hoạt động sống của cây như quá trình phân chia tế bào, sinh trưởng của cây, quá trình hút và vận chuyển nước, vật chất trong cây, quá trình sinh tổng hợp các chất hữu cơ trong cây...

- Quá trình hô hấp sản sinh ra nhiều hợp chất trung gian mà chúng lại là nguyên liệu để tổng hợp nên các chất hữu cơ khác nhau trong cơ thể như protein, lipit, glucit, axit nucleic... Do đó, hô hấp không chỉ đơn thuần là quá trình phân giải chất hữu cơ để giải phóng năng lượng mà còn mang ý nghĩa tổng hợp vật chất trong cây.

- Hô hấp tạo nên năng lượng và nguyên liệu giúp cây chống chịu với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận như chịu bệnh, chịu nóng, chịu phân đạm, chịu rét...

Trên cơ sở hiểu biết về hô hấp, con người có thể điều chỉnh hô hấp theo hướng có lợi như giảm hô hấp vô hiệu, tránh hô hấp yếm khí và khống chế hô hấp trong việc bảo quản nông sản phẩm để giảm thiểu sự hao hụt chất hữu cơ do hô hấp của các nông sản phẩm gây ra.

II. CƠ QUAN HÔ HẤP VÀ BẢN CHẤT HOẠT ĐỘNG HÔ HẤP Ở CÂY

1. Ty thể

Ty thể là bào quan đảm nhiệm chức năng hô hấp của tế bào. Nó được xem là "trạm biến thế năng lượng" của tế bào.

- Hình thái, số lượng, kích thước của ty thể thay đổi theo loài, các cơ quan khác nhau, các loại tế bào khác nhau và mức độ hoạt động trao đổi chất của chúng.

- Hình dạng của ty thể cũng khác nhau, phụ thuộc vào loại tế bào thực vật: hình que, hình hạt, hình bầu dục, hình cầu...

- Kích thước của ty thể dao động từ 0,2 - 1 μ .

- Số lượng ty thể dao động từ vài trăm đến vài nghìn ty thể trong một tế bào. Cơ quan nào có hoạt động trao đổi chất càng mạnh thì có số lượng ty thể càng nhiều.

- Thành phần hoá học:

Thành phần chủ yếu của ty thể là protein, chiếm 70% khối lượng khô; lipit chiếm khoảng 27%; thành phần còn lại là ADN và ARN khoảng 0,5 - 2%.

- Cấu trúc của ty thể:

Ty thể có cấu trúc rất phù hợp cho việc thực hiện hai chức năng cơ bản là oxy hoá nguyên liệu hô hấp và tích lũy năng lượng trong ATP.

Sơ đồ cấu trúc đơn giản nhất của ty thể được biểu diễn ở hình 4.1.

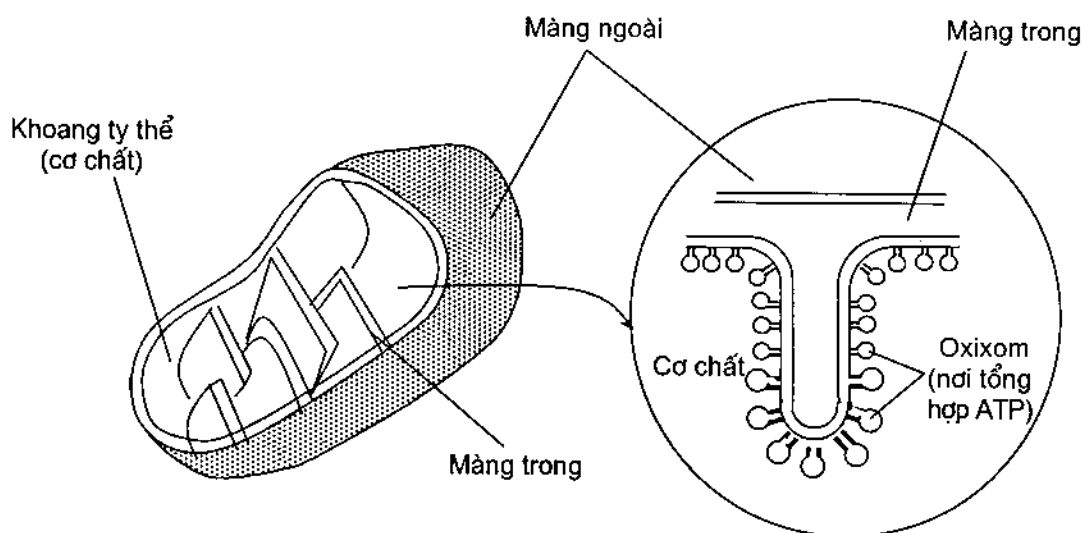
Ty thể điển hình có ba yếu tố cấu trúc hợp thành: màng bao bọc, khoang ty thể và hệ thống màng trong của ty thể. Mỗi bộ phận có chức năng riêng trong hô hấp.

- Màng ngoài bao bọc xung quanh ty thể là màng kép được cấu tạo từ màng cơ sở, thực hiện chức năng bao bọc, bảo vệ và quyết định tính thấm đối với các chất đi ra, đi vào ty thể.

- Màng trong của ty thể gồm một hệ thống màng ăn sâu vào không gian bên trong ty thể. Màng trong tạo nên nhiều nếp gấp ăn sâu vào khoang ty thể như những răng lược. Do vậy mà diện tích tiếp xúc của hệ thống màng

trong rất lớn, tạo điều kiện cho quá trình photphoryl hoá oxi hoá xảy ra thuận lợi. Trên bề mặt của màng trong có rất nhiều hạt nhỏ hình cầu, là các thể hình nấm (oxixom) và đây chính là nơi xảy ra quá trình photphoryl hoá để tổng hợp nên ATP.

Vai trò của màng trong là thực hiện quá trình vận chuyển điện tử và liên hợp với phản ứng photphoryl hoá để tổng hợp nên năng lượng ATP.



Hình 4.1: Sơ đồ cấu trúc điển hình của ty thể thực vật

- Khoang ty thể là khoảng không gian còn lại trong ty thể chứa đầy chất nền cơ bản gọi là cơ chất.

Thành phần hoá học chủ yếu là các enzym của chu trình Krebs và các enzym khác.

Chức năng của khoang ty thể là thực hiện chu trình Krebs để oxi hoá axit pyruvic một cách triệt để.

- Chức năng của ty thể:

+ Thực hiện quá trình oxi hoá chất hữu cơ để giải phóng năng lượng, tích lũy trong phân tử ATP để cung cấp cho mọi hoạt động sống của tế bào và cây. Ty thể được coi là "trạm biến thế năng lượng" của cơ thể.

+ Ngoài ra, ty thể còn có khả năng tổng hợp protein riêng và thực hiện di truyền tế bào chất, tức là một số tính trạng không được di truyền qua nhân mà qua ty thể.

2. Bản chất hoá học của hô hấp

Ở ngoài cơ thể thì quá trình đốt cháy chất hữu cơ xảy ra rất nhanh và toàn bộ năng lượng sẽ được giải phóng ra dưới dạng nhiệt, thường tạo nên ngọn lửa (đốt than, củi, xăng...). Trong cơ thể sống, quá trình oxi hoá chất hữu cơ diễn ra một cách từ từ, qua nhiều giai đoạn, bao gồm nhiều phản ứng hoá sinh liên tục để cuối cùng cũng giải phóng CO_2 và H_2O , nhưng một bộ phận năng lượng quan trọng sẽ được chuyển hoá vào các liên kết cao năng của các phân tử ATP để sử dụng dần dần cho các hoạt động sống. Đó chính là đặc trưng của cơ thể sống.

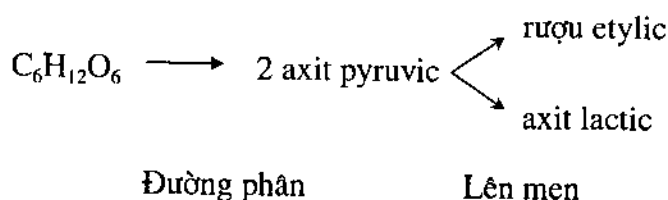
Có thể phân quá trình hô hấp làm hai giai đoạn:

2.1. Giai đoạn 1: Tách hydro $[\text{H}_2]$ từ nguyên liệu hô hấp

Giai đoạn này được thực hiện bằng ba đường hướng khác nhau: đường phân và lên men, đường phân và chu trình Krebs, oxi hoá trực tiếp đường qua chu trình pentozophosphat.

2.1.1. Đường phân và lên men - Hô hấp yếm khí

Hô hấp yếm khí hoàn toàn xảy ra trong tế bào chất (ngoài ty thể). Ở con đường này, chất hữu cơ không được oxi hoá triệt để mà cắt thành các chất có mạch cacbon ngắn hơn như rượu etylic, axit lactic...



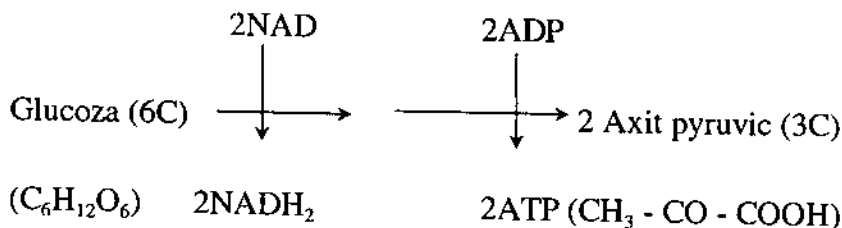
Hô hấp yếm khí được chia thành hai giai đoạn kế tiếp nhau: đường phân và lên men.

Sơ đồ diễn biến của quá trình hô hấp yếm khí được biểu diễn trên hình 4.2.

- Đường phân:

Phân tử đường glucoza trước hết bị oxi hoá phân giải thành axit pyruvic gọi là đường phân. Quá trình này được xúc tác bởi enzym oxi hoá khử mà nhóm hoạt động là NAD (Nicotinamit Adenin Dinucleotit).

Kết quả của giai đoạn đường phân là tạo ra 2 phân tử axit pyruvic ($\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{COOH}$), 2 phân tử NADH_2 và 1 phân tử ATP tự do.



Quá trình đường phân diễn ra rất phức tạp, có thể chia ra ba bước được cụ thể hoá ở hình 4.2.

+ Hoạt hoá đường: để có thể tham gia vào quá trình oxi hoá, phân tử đường glucosa phải được hoạt hoá nhờ ATP để thành hexozophotphat. Giai đoạn này cần 2ATP để hoạt hoá đường glucosa thành fructozo 1,6diphotphat.

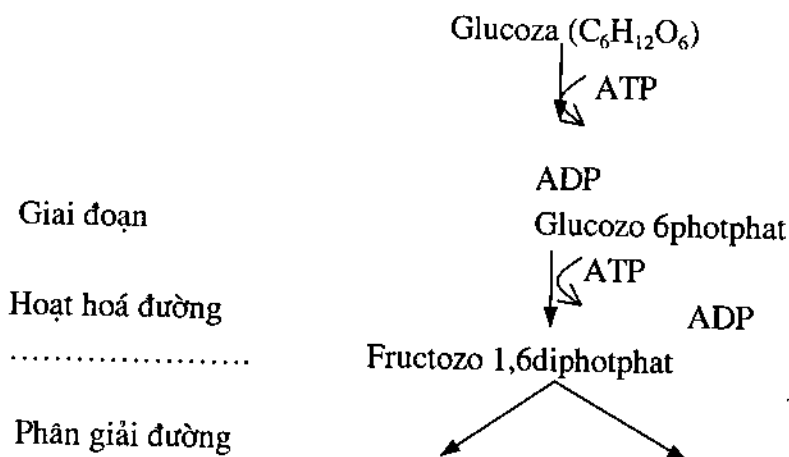
+ Giai đoạn phân giải đường: fructozo 1,6diphotphat (6C) bị phân giải thành 2 phân tử 3C đó là aldehytphotphoglyceric (AIPG) và photphodioxiaxeton (PDOA).

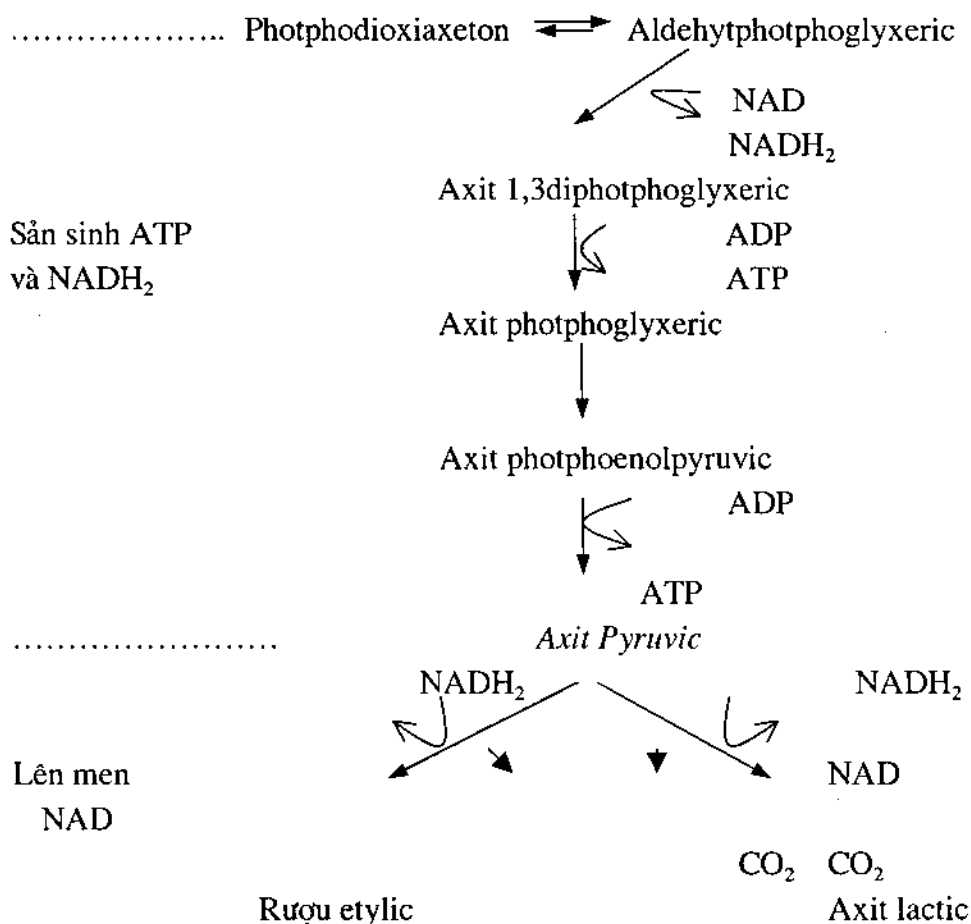
+ Giai đoạn hình thành ATP và NADH_2 : là giai đoạn oxi hoá liên tục AIPG để cuối cùng hình thành nên 2 phân tử pyruvic và đồng thời hình thành 4ATP và 2NADH_2 .

Hiệu quả năng lượng của quá trình đường phân: hình thành tổng số là 4ATP và 2NADH_2 , nhưng giai đoạn hoạt hoá đường đã sử dụng 2ATP nên chỉ còn lại 2ATP. Cứ một phân tử NADH_2 có mức năng lượng tương đương 3ATP. Do vậy, giai đoạn đường phân tạo ra năng lượng tương đương 8ATP và 2 phân tử axit pyruvic.

- Lên men:

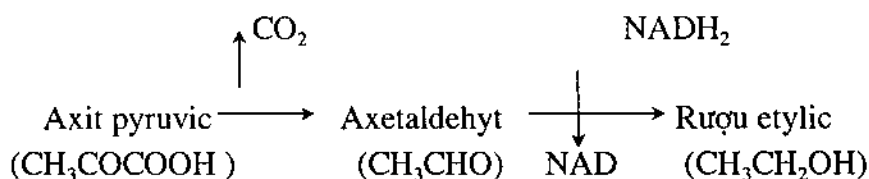
Khi không có oxi (yếm khí) thì axit pyruvic vẫn tiếp tục biến đổi theo hướng lên men. Có hai kiểu lên men có thể xảy ra trong cây là:





Hình 4.2: Sơ đồ quá trình đường phân và lên men (hô hấp yếm khí)

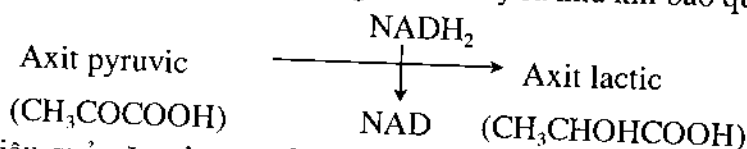
+ Lên men rượu: đây là quá trình lên men chủ yếu của thực vật. Khi không có oxy thì axit pyruvic biến đổi yếm khí thành rượu etylic.



Quá trình lên men rượu là đặc trưng cho nấm men. Trong cơ thể, khi yếm khí thì quá trình lên men rượu do xúc tác của enzym có thể xảy ra.

+ Lên men lactic:

Quá trình lên men lactic cũng có thể xảy ra như khi bảo quản khoai tây.



Hiệu quả năng lượng của quá trình lên men: 2NADH_2 được tạo nên trong giai đoạn đường phân bị sử dụng trong quá trình lên men cho 2 phân tử axit pyruvic. Vậy nên hiệu quả năng lượng của quá trình oxi hoá glucoza theo đường hướng đường phân và lên men rượu chỉ còn lại 2ATP.

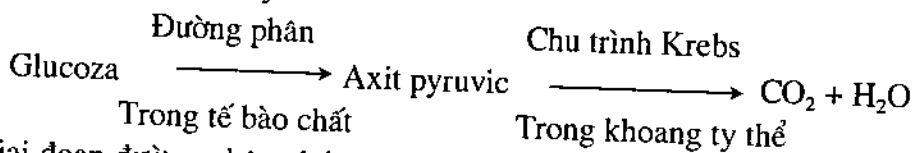
- Ý nghĩa của quá trình hô hấp yếm khí:

+ Hô hấp yếm khí là quá trình bắt buộc trong điều kiện thiếu oxi cho hô hấp hiếu khí. Nếu cây bị duy trì lâu trong điều kiện yếm khí thì cây sẽ chết vì năng lượng rất ít và đồng thời quá trình lên men sản sinh một số sản phẩm gây độc cho cây như rượu, axit. Vì vậy, trong sản xuất, cần hạn chế các trường hợp có thể gây ra yếm khí cho cây trồng như úng, đất chặt và bí... Trong trường hợp thiếu oxi cho bộ rễ thì ta phải tìm cách cung cấp oxi cho rễ như làm đất tơi xốp, làm cỏ sục bùn, xới xáo, phá váng đất...

+ Hô hấp yếm khí là phản ứng điều chỉnh của cây giúp cây tồn tại tạm thời trong điều kiện thiếu oxi. Một số thực vật có khả năng sống trong môi trường thường xuyên thiếu oxi vì chúng có các cơ chế thích nghi và chống chịu với yếm khí (xem chương 8, phần Tính chống chịu úng).

2.1.2. Đường phân và chu trình Krebs - Hô hấp hiếu khí

- Đường hướng này xảy ra bắt đầu từ phân tế bào chất của tế bào (đường phân) và kết thúc ở phần khoang trong của ty thể (chu trình Krebs). Theo đường hướng này, chất hữu cơ được oxi hoá triệt để thành CO_2 và H_2O để giải phóng năng lượng cho cây.



Giai đoạn đường phân chúng ta đã đề cập ở phần trên. Trong phần này, ta tìm hiểu tiếp đến chu trình Krebs.

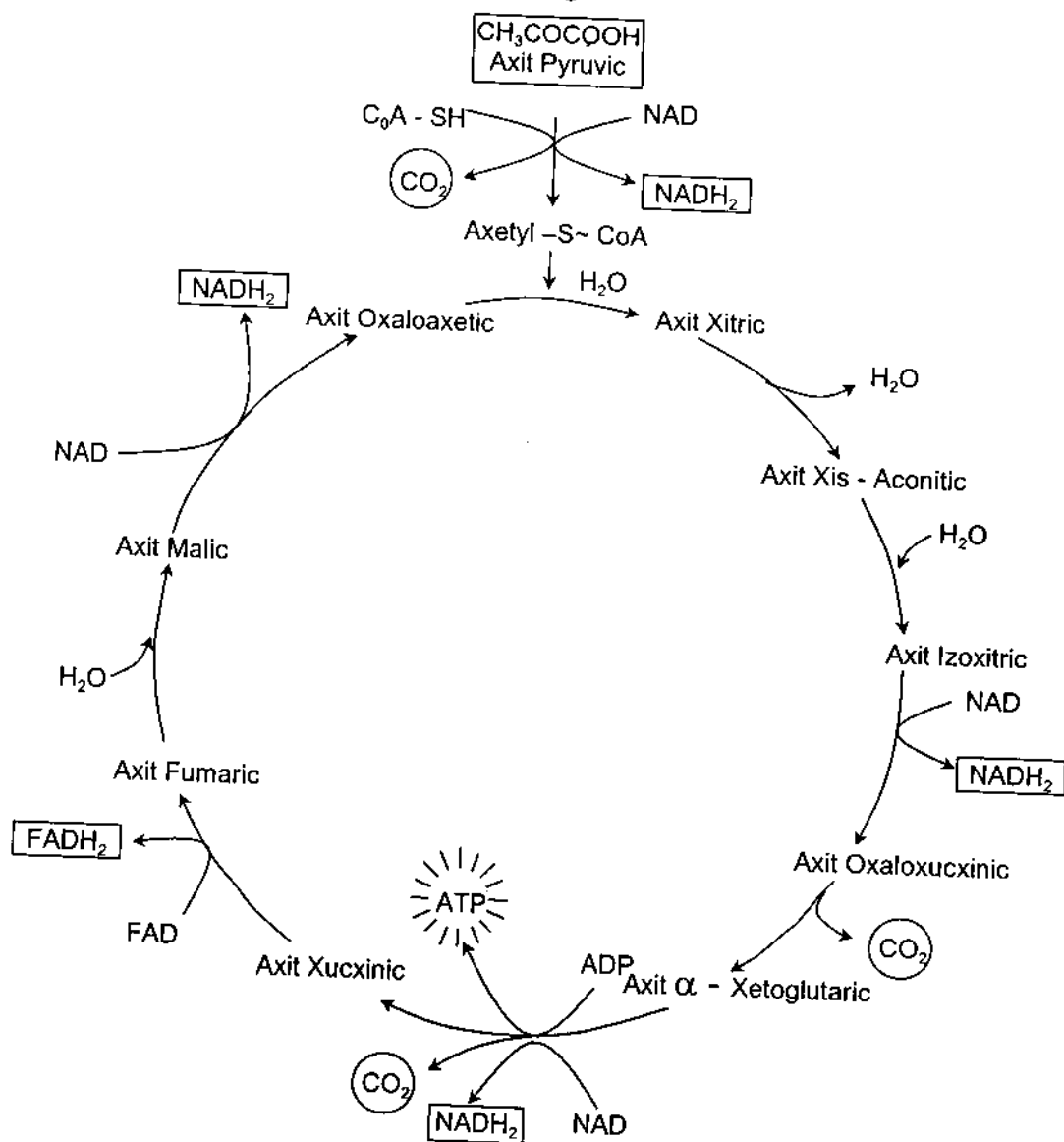
- Chu trình Krebs (Hình 4.3)

+ Axit pyruvic trước khi đi vào chu trình Krebs sẽ được hoạt hoá, biến đổi thành Axetyl - CoenzymA (Axetyl - S~CoA). Phân tử Axetyl CoA có một liên kết cao năng ~S.

Trong chu trình Krebs thì Axetyl CoA được oxi hoá triệt để thành CO_2 , nước và năng lượng dưới dạng hợp chất khử cao năng NADH_2 , FADH_2 và ATP.

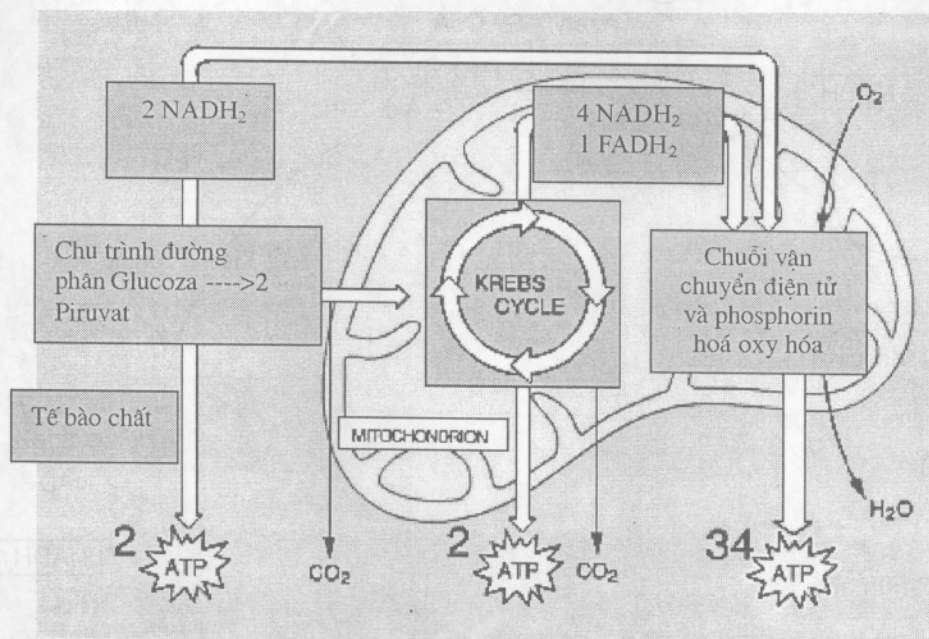
- Ý nghĩa của chu trình Krebs:

+ Đây là đường hướng hô hấp hiếu khí vì axit pyruvic đã bị oxi hoá triệt để. Đây là chu trình cơ bản nhất mà tất cả thế giới sinh vật sử dụng nó để oxi hoá các chất hữu cơ và giải phóng năng lượng.



Hình 4.3: Chu trình Krebs

+ Chu trình Krebs đã tạo ra một lượng năng lượng khá lớn. Có thể tính toán như sau: hoàn thành một chu trình Krebs đã tạo nên 4NADH_2 (tương đương 12ATP), 1FADH_2 (tương đương 2ATP) và 1ATP tự do. Năng lượng thu được qua chu trình Krebs tương đương với 15ATP . Như vậy, năng lượng tổng số thu được khi oxi hoá hết 1 phân tử glucoza, ở giai đoạn đường phân thu được tương đương với 8ATP và tiếp tục qua 2 chu trình Krebs, năng lượng tạo ra tương đương $15\text{ATP} \times 2 = 30\text{ATP}$. Vì vậy, năng lượng tổng số của hai giai đoạn là 38ATP . Đây là nguồn năng lượng khá lớn có thể cung cấp cho tất cả các hoạt động sống xảy ra trong cơ thể để cây tồn tại và phát triển (Hình 4.4).



Hình 4.4: Năng lượng tạo ra theo con đường đường phân và chu trình Krebs của hô hấp

+ Chu trình Krebs tạo ra rất nhiều sản phẩm trung gian. Các sản phẩm này là nguyên liệu quan trọng cho việc tổng hợp các chất hữu cơ khác nhau trong cây. Ví dụ như các xetoaxit bị amin hoá khử để hình thành nên các axit amin và từ đó tổng hợp nên protein, hoặc axetyl - CoA là nguyên liệu tổng hợp lipid...

+ Ngoài ra, khả năng chịu phân đạm, chịu nóng của cây liên quan đến chu trình Krebs, vì chu trình này giúp cây giải độc amon khi dư thừa nitơ dưới dạng NH_3 ... Vì vậy, khi bón phân đạm thì cần tăng cường hô hấp cho cây. Việc tăng cường hô hấp khi gặp nhiệt độ cao cũng là phản ứng tự vệ của cây để chịu

nóng. Ngoài ra, đặc tính chống chịu của cây với các điều kiện bất thuận có liên quan đến sự cung cấp năng lượng từ chu trình này.

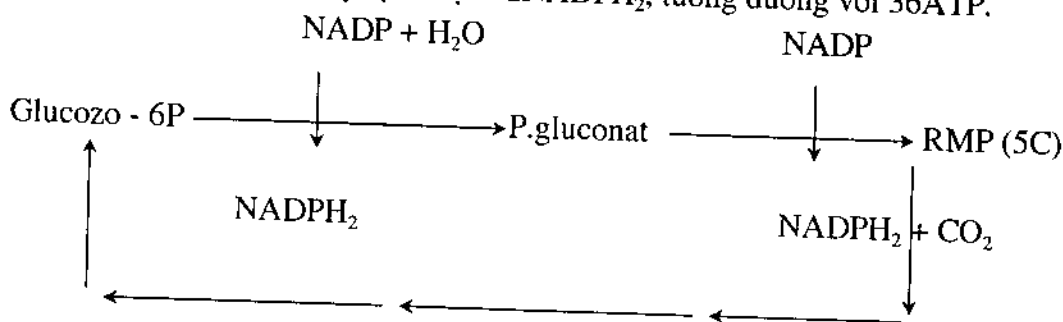
2.1.3. Con đường oxi hoá trực tiếp đường qua chu trình *Pentozophotphat*

- Song song với đường hướng đường phân và chu trình Krebs, hô hấp hiếu khí trong tế bào còn diễn ra theo đường hướng oxi hoá trực tiếp glucoza, gọi là chu trình *Pentozophotphat*. Đường hướng này hoàn toàn xảy ra ở phần tế bào chất, vì tất cả enzym của chu trình này hoàn toàn nằm trong tế bào chất. Đây là quá trình phân giải triệt để glucoza không qua giai đoạn đường phân mà oxi hoá trực tiếp đường.

Chu trình vẫn tất được biểu diễn theo hình 4.5.

Điều khác biệt với con đường oxi hoá qua chu trình Krebs ở sản phẩm năng lượng quan trọng của chu trình là NADPH_2 và kèm theo giải phóng CO_2 .

Qua chu trình này, glucoza được oxi hoá triệt để và giải phóng năng lượng là khá lớn, gần bằng con đường qua chu trình Krebs. Khi oxi hoá hết 1 phân tử glucoza qua chu trình này tạo được 12NADPH_2 , tương đương với 36ATP .



Hình 4.5: Sơ đồ vận tất của chu trình *Pentozophotphat*

RMP: Ribulozo monophotphat (5C)

- Ý nghĩa của chu trình:

+ Chu trình này tạo ra nguồn năng lượng lớn cung cấp cho các hoạt động sống của cây. Sản phẩm quan trọng tạo ra là 12NADPH_2 , tương đương 36ATP . Đây là đường hướng xảy ra thường xuyên trong tế bào.

+ Chu trình tạo ra một số sản phẩm trung gian mà quan trọng nhất là đường 5C (pentozophotphat) để tổng hợp nên nhiều hợp chất rất quan trọng trong cây như axit nucleic (ADN và ARN), các hocmon sinh trưởng như xytokinin, IAA, các phenol...

+ Có một vấn đề đặt ra là hai con đường hô hấp hiếu khí đều có chung cơ chất hô hấp là glucoza và đều bắt nguồn trong tế bào chất. Vậy mối quan hệ giữa chúng như thế nào? Khi nào thì xảy ra chu trình Krebs và khi nào thì xảy ra chu trình *Pentozophotphat*?

Cho đến nay người ta cũng chưa xác định rõ ràng ranh giới giữa hai quá trình đồng thời xảy ra trong tế bào. Đây là quá trình điều hoà của tế bào phụ thuộc vào nhu cầu về năng lượng. Chẳng hạn, khi tế bào cần nhiều năng lượng dưới dạng ATP thì chu trình Krebs sẽ ưu thế. Ngược lại, khi tế bào cần nhiều chất khử NADPH_2 hoặc cần nhiều hợp chất 5C cho nhu cầu trao đổi chất thì chu trình Pentozaphotphat sẽ ưu thế hơn chu trình Krebs.

Bên cạnh đó, có ý kiến cho rằng, trong mô non, chu trình Krebs chiếm ưu thế; còn trong mô già thì ngược lại chu trình Pentozaphotphat lại ưu thế hơn.

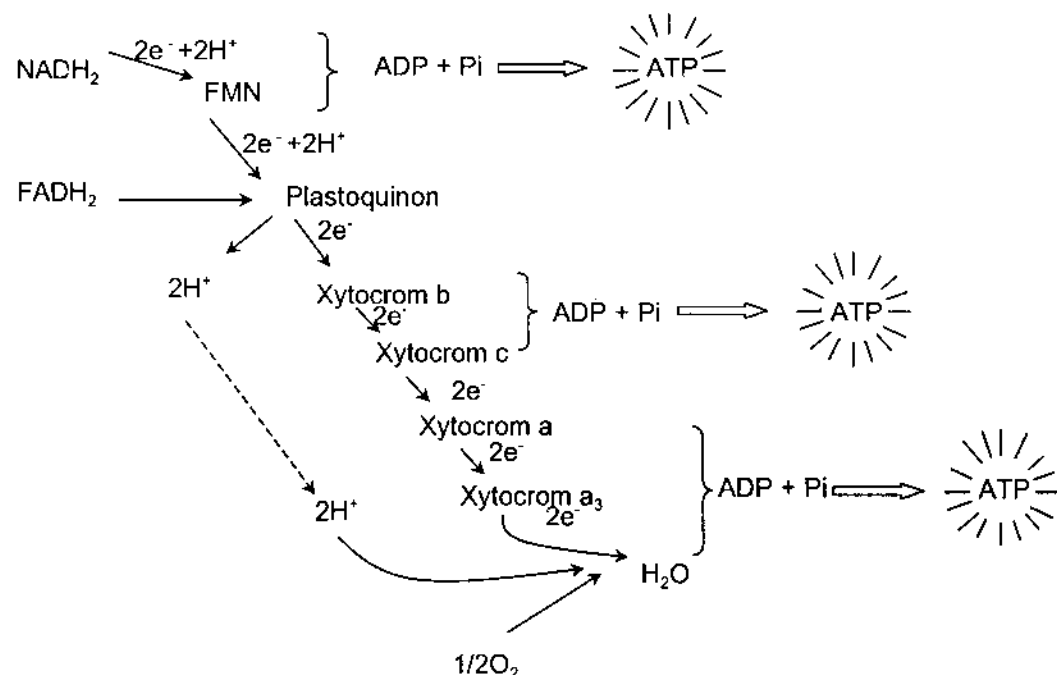
2.2. Giai đoạn 2: Oxi hoá tiếp tục các hợp chất khử cao năng để tổng hợp ATP

Giai đoạn này xảy ra trên màng trong của ty thể và bao gồm 2 quá trình diễn ra đồng thời và song song với nhau: quá trình vận chuyển điện tử trên chuỗi vận chuyển điện tử (CVCĐT) và quá trình photphoryl hoá oxi hoá để hình thành ATP.

- Quá trình vận chuyển điện tử và photphoryl hoá:

+ Điện tử sẽ được vận chuyển từ NADH_2 (có thế oxi hoá khử là $-0,32\text{V}$) đến O_2 của không khí ($+0,81\text{V}$) để tạo H_2O .

+ Quá trình vận chuyển điện tử và photphoryl hoá oxi hoá hình thành ATP.



Hình 4.6: Sơ đồ CVCĐT và photphoryl hoá trên màng trong ty thể

Như vậy, khác với quá trình chuyển vận điện tử trong quang hợp, ở đây, điện tử được chuyển vận thuận chiều điện trường (từ âm đến dương) nên quá trình này tự diễn ra và giải phóng năng lượng.

+ Trên màng trong của ty thể có các chất làm nhiệm vụ vận chuyển điện tử để tạo nên chuỗi vận chuyển điện tử. Các chất này được sắp xếp theo chiều thế oxi hoá khử tăng dần. Gọi là chuỗi hô hấp.

Nhiệm vụ của CVCĐT là hướng điện tử đi từ NADH_2 đến O_2 không khí và kìm hãm tốc độ vận chuyển của điện tử để có thể khai thác năng lượng toả ra trong quá trình phosphoryl hoá.

- Sự liên hợp giữa CVCĐT và phosphoryl hoá:

Hai quá trình luôn diễn ra song song với nhau nhưng không phải bao giờ cũng tiếp hợp với nhau được. Có hai trường hợp xảy ra:

+ Trong trường hợp bình thường thì chúng liên kết chặt chẽ với nhau. Năng lượng sản sinh ra trong quá trình vận chuyển điện tử lập tức được liên kết vào ATP để dự trữ năng lượng cho cơ thể. Trường hợp đó người ta gọi là hô hấp hữu hiệu.

- Trong trường hợp không bình thường như gặp các điều kiện “stress” của môi trường như nhiệt độ quá cao hay quá thấp, hạn hán, sâu bệnh... thì cấu trúc của màng trong ty thể bị thương tổn, dẫn đến hai quá trình này tách biệt nhau thì năng lượng không được tổng hợp thành ATP mà sản sinh dưới dạng nhiệt vô ích. Trường hợp này được gọi là hô hấp vô hiệu. Ví dụ: khi cơ thể bị bệnh hoặc khi thu hoạch nông phẩm chưa khô kiệt mà chất đóng... thì hô hấp vô hiệu tăng, làm cơ thể hoặc nông phẩm tăng nhiệt độ...

Tuỳ theo điều kiện cụ thể mà tỷ lệ hô hấp hữu hiệu cao hay thấp. Trong sản xuất thì cần hạn chế hô hấp vô hiệu xuống đến mức tối thiểu. Ví dụ như các biện pháp tránh hạn, nóng, úng, sâu bệnh... đều có ý nghĩa giảm hô hấp vô hiệu cho cây trồng. Trong bảo quản nông sản phẩm ta cần giảm hô hấp vô hiệu, nhất là với rau, hoa quả tươi sống.

III. CÁC CHỈ TIÊU NGHIÊN CỨU HÔ HẤP

Để đánh giá khả năng hô hấp của các nguyên liệu thực vật và của các giống cây trồng khác nhau, người ta thường sử dụng hai chỉ tiêu quan trọng là cường độ và hệ số hô hấp.

1. Cường độ hô hấp

1.1. Khái niệm

Cường độ hô hấp (I_h) được xác định bằng lượng O₂ cây hút vào hoặc lượng CO₂ thải ra hay lượng chất hữu cơ tiêu hao trên một đơn vị khối lượng (hoặc diện tích) nguyên liệu hô hấp trong một đơn vị thời gian.

Ví dụ: mg CO₂ bay ra, hay mg O₂ hút vào hoặc mg chất hữu cơ tiêu hao/kg hạt/ 1 giờ là cường độ hô hấp của loại hạt đó.

1.2. Biến đổi của cường độ hô hấp

Cường độ hô hấp thay đổi nhiều theo các loài khác nhau. Trên cùng một cây thì cường độ hô hấp thay đổi theo từng bộ phận, cơ quan khác nhau. Cơ quan non, đang sinh trưởng mạnh, có hoạt động sống mạnh thì có I_h cao. Giai đoạn nảy mầm, giai đoạn ra hoa có cường độ hô hấp cao nhất, còn giai đoạn đang ngủ nghỉ thì có I_h thấp nhất. Nói chung, các mô già có I_h nhỏ hơn mô non 10 - 20 lần. Cường độ hô hấp giảm dần theo tuổi cây. Ví dụ như lá hướng dương 22 ngày tuổi có I_h = 3mg CO₂/g chất khô/ 1 giờ, còn lúc 36 ngày tuổi thì I_h chỉ còn 0,8mg CO₂/1g chất khô/1 giờ.

1.3. Ý nghĩa của cường độ hô hấp

- Đánh giá, so sánh hoạt động hô hấp của các giống khác nhau hay các giai đoạn sinh trưởng khác nhau để có biện pháp điều chỉnh hô hấp của chúng có lợi cho con người.

- Đánh giá khả năng nảy mầm của hạt trong quá trình ngâm ủ hạt giống: Cường độ hô hấp của hạt càng cao thì khả năng nảy mầm càng lớn. Vì vậy, cần có các biện pháp kích thích hô hấp để tạo điều kiện thuận lợi cho hạt nảy mầm, như tạo điều kiện nhiệt độ thích hợp, bảo đảm đủ oxi cho hô hấp... Biện pháp ngâm hạt giống lúa trong 3 sôi 2 lạnh để bảo đảm nhiệt độ tối ưu cho hạt nảy mầm. Trong quá trình ngâm ủ, người ta phải đảo hạt để tăng lượng oxi cho hạt hô hấp và thải các chất độc do yếm khí tạo nên...

- Đánh giá biện pháp thích hợp trong bảo quản hạt giống: Cường độ hô hấp trong thời gian bảo quản hạt giống cần phải giảm đến mức tối thiểu. Vì vậy, trong thời gian bảo quản hạt giống, ta cần có các biện pháp khống chế hô hấp, giảm cường độ hô hấp xuống mức tối thiểu để giảm tiêu hao chất hữu cơ trong quá trình bảo quản chúng. Muốn vậy, ta phơi khô kiệt để giảm độ ẩm trong hạt, bảo quản trong điều kiện nhiệt độ thấp để giảm cường độ hô hấp hoặc sử dụng các chất ức chế hô hấp...

2. Hệ số hô hấp (RQ)

2.1. Khái niệm

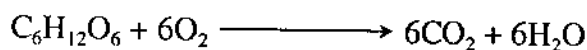
RQ được đo bằng tỷ số giữa số phân tử CO_2 mà cây thải ra so với số phân tử O_2 hút vào trong quá trình hô hấp ở điều kiện và thời gian nhất định.

2.2. Biến đổi của RQ

RQ thay đổi tùy theo bản chất của nguyên liệu hô hấp và tình trạng hô hấp (yếm khí hay hiếu khí) của chúng. Có một số trường hợp biến đổi sau đây:

- $\text{RQ} = 1$ khi nguyên liệu hô hấp là các chất glucit và quá trình oxi hoá là triệt để (hiếu khí).

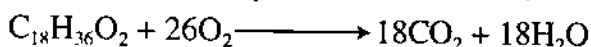
Ví dụ:



$$\text{RQ} = \frac{6\text{CO}_2}{6\text{O}_2} = 1$$

- $\text{RQ} < 1$ khi nguyên liệu hô hấp là các axit amin, axit béo hoặc protein, lipid...

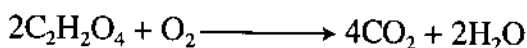
Ví dụ: Oxi hoá triệt để axit stearic ta có:



$$\text{RQ} = \frac{18\text{CO}_2}{26\text{O}_2} = 0,69$$

- $\text{RQ} > 1$ khi nguyên liệu hô hấp là các axit hữu cơ và oxi hoá triệt để.

Ví dụ như oxi hoá axit oxalic:



$$\text{RQ} = \frac{4\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 4$$

2.3. Ý nghĩa của RQ

- Xác định RQ cho ta biết bản chất của nguyên liệu mà cây đang sử dụng trong hô hấp. Nếu $\text{RQ} = 1$ thì nguyên liệu hô hấp là glucit. Nếu $\text{RQ} < 1$ thì nguyên liệu có bản chất là lipid hay protein. Nếu $\text{RQ} > 1$ thì nguyên liệu hô hấp là axit hữu cơ. Ví dụ, RQ của hạt thóc, ngô... thường bằng 1; hạt đậu, đỗ, lạc... thì $\text{RQ} < 1$.

- Trong bảo quản nông sản phẩm, việc xác định RQ cho nguyên liệu hô hấp giúp ta đề xuất các biện pháp bảo quản thích hợp. Theo nguyên tắc thì nguyên liệu hô hấp nào có RQ càng nhỏ thì cần càng nhiều oxi hơn và vì vậy ta cần bảo quản trong điều kiện kín hơn để ngăn chặn oxi tiếp xúc với nguyên liệu hô hấp. Ví dụ: biện pháp bảo quản với hạt đậu, đỗ, vừng thì đòi hỏi cẩn thận và kín hơn hạt lúa, ngô... như sử dụng phương pháp bảo quản trong chum, vại hay trong túi polyetylen.

- Trong sản xuất, việc xác định RQ giúp ta đề xuất các biện pháp gieo và chăm sóc cây trồng hợp lý hơn. Khi gieo hạt hay chăm sóc cây trồng, ta cần cung cấp nhiều oxi để tăng cường độ hô hấp. Vì vậy, với các hạt hoặc cây trồng có RQ càng nhỏ thì càng cần nhiều oxi hơn nên biện pháp làm đất kỹ hơn... Ví dụ như đất trồng đậu tương thì phải xới xáo tơi xốp hơn đất trồng ngô. Khi gặp mưa cần phá váng để cung cấp oxi cho rễ cây, nên ruộng nào có RQ càng nhỏ thì ưu tiên xới xáo trước...

IV. MỐI QUAN HỆ GIỮA HÔ HẤP VÀ HOẠT ĐỘNG SỐNG TRONG CÂY

Hô hấp của thực vật tạo ra năng lượng và các sản phẩm trung gian cho quá trình trao đổi chất và các hoạt động sống của cây nên hô hấp có vai trò rất quan trọng trong các hoạt động sinh lý diễn ra trong cây. Có thể nói rằng, hô hấp là trung tâm của các hoạt động sống trong cây.

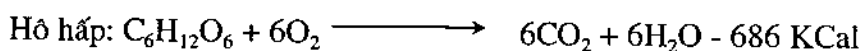
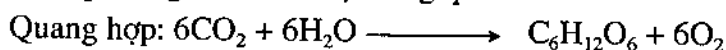
1. Hô hấp và quang hợp

Hô hấp và quang hợp là hai chức năng sinh lý quan trọng quyết định quá trình trao đổi chất và năng lượng trong cây. Mối quan hệ giữa hai quá trình này quyết định năng suất cây trồng.

- Quan hệ đối kháng:

Hai quá trình này diễn ra trong cây gần như theo chiều hướng trái ngược nhau.

+ Về phương trình hoá học tổng quát:



+ Trao đổi khí: quang hợp là quá trình hấp thu CO_2 và thải O_2 còn hô hấp thì ngược lại, thải CO_2 và hấp thu O_2 .

+ Trao đổi chất và năng lượng:

Quang hợp tổng hợp chất hữu cơ và tích lũy năng lượng, còn hô hấp thì phân giải chất hữu cơ và giải phóng năng lượng do chính quang hợp đã tích lũy...

Chuỗi vận chuyển điện tử trong quang hợp đi ngược chiều điện trường (từ dương đến âm) nên không tự diễn ra mà phải được cung cấp năng lượng của ánh sáng do diệp lục hấp thu. Ngược lại, con đường đi của điện tử trong hô hấp theo thuận chiều điện trường (từ âm đến dương) nên nó tự diễn ra mà không cần cung cấp năng lượng.

- Quan hệ đồng nhất:

+ Sản phẩm trung gian giống nhau: các đường 3 cacbon (APG, ALPG...), 6 cacbon (glucosophotphat, fructozophotphat...)...

+ Các enzym và chất khử cao năng giống nhau: NAD (NADH_2), FAD (FADH_2), NADP (NADPH_2)...

+ Cả hai quá trình đều tiến hành photphoryl hoá để tổng hợp nên ATP từ ADP và P vô cơ. Tuy nhiên, về nguồn gốc năng lượng thì khác nhau: hoặc là nguồn gốc năng lượng từ ánh sáng trong quang hợp hay từ liên kết hoá học của hợp chất hữu cơ trong hô hấp.

+ Trong một quần thể cây trồng thì mối quan hệ giữa hai quá trình quyết định khả năng tích lũy của cây, tức là năng suất sinh vật học. Năng suất sinh vật học là kết quả của lượng chất hữu cơ được tạo ra trong quang hợp trừ đi lượng chất hữu cơ tiêu hao trong hô hấp.

- Điều chỉnh mối quan hệ giữa quang hợp và hô hấp trong quần thể cây trồng:

+ Để một quần thể có năng suất cao thì một mặt cần nâng cao hoạt động quang hợp tạo ra chất hữu cơ, mặt khác cần giảm hô hấp vô hiệu xuống mức tối thiểu (vì hô hấp cung cấp năng lượng cho hoạt động sống nên không thể giảm hô hấp mà chỉ được giảm hô hấp vô hiệu).

+ Khi một quần thể cây trồng có diện tích lá quá cao (lốp, cây dày...) thì mối quan hệ giữa quang hợp và hô hấp trở nên rất xấu. Các tầng lá phía dưới bị che khuất nên nhận ánh sáng dưới điểm bù. Chúng chỉ tiêu hao chất hữu cơ mà không tạo ra chất hữu cơ. Các tầng lá trên có nhiệm vụ sản xuất chất hữu cơ để nuôi các tầng lá dưới và toàn cây. Nếu tầng lá nhận ánh sáng dưới điểm bù vượt trội tầng lá trên điểm bù thì quần thể đó chẳng những không có tích lũy mà sẽ không duy trì được lâu và cây sẽ chết.

Vì vậy, trong quần thể phải điều chỉnh mối quan hệ này bằng cách điều chỉnh diện tích lá đạt được mức độ tối ưu, tức quần thể có tích lũy cao nhất, mối quan hệ giữa quang hợp và hô hấp được điều hoà ở mức tối ưu.

2. Hô hấp và sự hấp thu nước và chất dinh dưỡng của cây

2.1. Hô hấp và hút nước

- Hô hấp cung cấp năng lượng cho sự hấp thu nước và vận chuyển nước đi lên các bộ phận trên mặt đất. Vì vậy, nếu hô hấp của rễ bị ức chế thì sự xâm nhập nước vào rễ bị chậm và có thể bị ngừng.

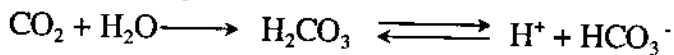
Ta có thể quan sát hiện tượng đó khi cây bị ngập úng, do thiếu oxi mà rễ cây hô hấp yếm khí, không đủ năng lượng cho hút nước, cây bị héo.

- Hô hấp của rễ giảm, thiếu năng lượng cho hút nước dẫn đến hạn sinh lý. Để khắc phục hiện tượng này ta cần xác định nguyên nhân dẫn đến hạn sinh lý và tìm cách khắc phục (Ví dụ: nếu do thiếu oxi thì cần tìm cách đưa oxi vào đất cho hệ rễ hô hấp như chống úng, sục bùn, phá váng, làm đất tơi xốp khi gieo...).

2.2. Hô hấp và hút khoáng

- Trong trường hợp hút khoáng chủ động tức là sự xâm nhập chất khoáng vào rễ ngược với gradient nồng độ thì nhất thiết phải cung cấp năng lượng. Vì vậy, hô hấp của hệ rễ là rất cần thiết để cho quá trình xâm nhập chất khoáng chủ động. Nếu hô hấp của rễ bị giảm và ngừng thì hút khoáng cũng ngừng. Do vậy, việc bón phân kết hợp với cung cấp oxi cho đất như làm cỏ sục bùn, xới xáo, vun luống... thì sẽ tăng hiệu quả của việc sử dụng phân bón...

- Hô hấp tạo ra các nguyên liệu cho sự trao đổi các ion khoáng giữa rễ cây và keo đất. Hô hấp của rễ tạo ra CO_2 . Chất này tác dụng với H_2O để tạo ra H_2CO_3 rồi phân ly:



Ion H^+ sẽ làm nguyên liệu để trao đổi với các cation (K^+ , Ca^{++} , NH_4^+ ...), còn HCO_3^- sẽ trao đổi với các anion (NO_3^- , PO_4^{---} ...), các ion khoáng được trao đổi hút bám trên bề mặt rễ và sau đó vận chuyển vào bên trong rễ.

- Hô hấp tạo ra các chất nhận để kết hợp với ion khoáng rồi đưa vào trong cây.

Quá trình hô hấp tạo ra nhiều các xetoaxit (trong chu trình Krebs). Chúng kết hợp với NH_3 để tạo nên các axit amin trong rễ và như vậy chúng như chất nhận oxi cho cây. Vì vậy, khi bón phân đạm cần kết hợp làm cỏ, xới xáo để tăng hô hấp là hiệu quả nhất.

Photpho muốn được đồng hoá thì trước hết phải kết hợp với ADP để tạo nên ATP và sau đó P sẽ đi vào các hợp chất khác nhau trong quá trình trao đổi chất của cây. Vì vậy, quá trình photphoryl hoá trong hô hấp là điều kiện cần thiết cho việc đồng hoá P.

3. Hô hấp và tính chống chịu của cây đối với điều kiện bất thuận

3.1. Hô hấp và tính chịu nóng, chịu phân đạm

Nhiệt độ cao và thừa đạm có thể làm cho cây trồng chết. Trong điều kiện nhiệt độ cao, protein bị phân huỷ và giải phóng NH_3 gây độc cho cây. Như vậy, nguyên nhân chủ yếu làm cây chết nóng cũng tương tự như sự dư thừa NH_3 khi thừa đạm trong cây gây độc amôn cho cây trồng.

Như vậy, hô hấp có vai trò tạo ra các xetoaxit để đồng hoá NH_3 , tránh hiện tượng độc NH_3 nên cây chịu được và chịu được thừa phân đạm.

3.2. Hô hấp và tính chống chịu sâu bệnh - tính miễn dịch thực vật

Tính miễn dịch của cây thuộc về phạm trù bệnh cây. Với góc độ sinh lý thực vật, ta cần nêu lên vai trò của hô hấp đối với tính chống chịu bệnh của cây.

- Tăng cường độ hô hấp khi bị bệnh là một phản ứng thích nghi của cây chống lại bệnh. Hô hấp tăng là do tăng hô hấp của cả cây chủ và cả vi sinh vật.

Khi bị bệnh thì hai quá trình hô hấp và phosphoryl hoá tách rời nhau, giảm ATP và lúc này năng lượng sản sinh dưới dạng nhiệt làm tăng nhiệt độ cơ thể.

Các giống chống chịu bệnh có khả năng đảm bảo được mối liên kết giữa hai quá trình để sản sinh năng lượng ATP.

- Hô hấp của cây chủ có khả năng oxy hoá các độc tố do vi sinh vật tiết ra.

Các sản phẩm do oxy hoá trong hô hấp tạo ra như các phenol, quinol, tanin, axit clorogenic... có thể coi là các chất có tác dụng sát trùng và chúng được hình thành mạnh khi bị bệnh.

- Hô hấp cung cấp năng lượng để cây có thể chống chịu với sự xâm nhập và hoạt động của các vi sinh vật trong cơ thể...

Do vậy, hô hấp của cây có ý nghĩa quan trọng trong tính miễn dịch của thực vật. Việc tăng cường độ hô hấp trong cây bị bệnh là phản ứng tự vệ của cơ thể chống lại các vi sinh vật gây bệnh.

V. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN NGOẠI CẢNH ĐẾN HÔ HẤP

1. Nhiệt độ

Hô hấp bao gồm các phản ứng hoá sinh dưới sự xúc tác của các enzym. Vì vậy, nhiệt độ ảnh hưởng rất mạnh đến tốc độ của các phản ứng trong hô hấp. Trong giới hạn nhiệt độ từ 0 - 40°C thì ảnh hưởng của nhiệt độ đến cường độ hô hấp gần như đường tuyến tính. Tuy nhiên, thực vật là cơ thể

sống nên nếu nhiệt độ vượt quá giới hạn đó thì hô hấp không bình thường nữa vì nguyên sinh chất dễ bị biến tính...

Sự phụ thuộc của cường độ hô hấp với nhiệt độ có thể biểu diễn bằng đường cong có 1 đỉnh cực đại (Hình 4.7).

- Nhiệt độ tối thấp:

Nhiệt độ thấp nhất mà cây bắt đầu có biểu hiện hô hấp khoảng -10°C đến 0°C , tùy theo loài và vùng sinh thái mà nó sống. Thậm chí một số thực vật vùng hàn đới như thông lá nhọn có thể hô hấp ở nhiệt độ -25°C .

- Nhiệt độ tối ưu:

Nhiệt độ tối ưu là khoảng từ $35 - 40^{\circ}\text{C}$. Tuy nhiên, nhiệt độ tối ưu cũng chỉ nên duy trì ngắn hạn vì duy trì lâu cây sẽ suy kiệt do bị thương tổn.

- Nhiệt độ tối cao cho hô hấp ở đa số thực vật khoảng $45 - 55^{\circ}\text{C}$. Ở nhiệt độ tối cao thì protein bị biến tính, cấu trúc chất nguyên sinh bị phá hủy và cây chết. Tuy nhiên, các thực vật chống chịu nóng có thể thích nghi được khi nhiệt độ tăng cao như một số vi khuẩn và tảo chịu nóng có thể sống ở suối nước nóng $60 - 80^{\circ}\text{C}$.

2. Hàm lượng nước của mô

2.1. Vai trò của nước

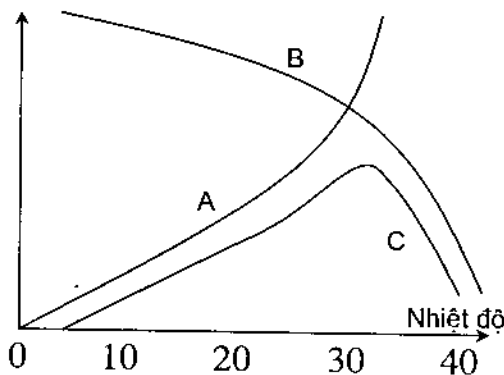
- Nước là dung môi, là môi trường cho các phản ứng hoá sinh xảy ra trong hô hấp.

- Nước tham gia trực tiếp vào việc oxi hoá nguyên liệu hô hấp. Trong chu trình Krebs có 3 phân tử nước tham gia vào việc oxi hoá axit pyruvic.

Vì vậy, hàm lượng nước trong mô ảnh hưởng trực tiếp đến hô hấp của chúng.

2.2. Hàm lượng nước trong mô và cường độ hô hấp

Tùy theo loại thực vật và loại mô mà ảnh hưởng của hàm lượng nước lên hô hấp là rất khác nhau.



A. Tác dụng kích thích của nhiệt độ.

B. Tác dụng phá huỷ nguyên sinh chất của nhiệt độ.

C. Đường cong thực nghiệm của cường độ hô hấp phụ thuộc nhiệt độ (T° tối ưu = 40°C). Từ nhiệt độ tối thấp đến nhiệt độ tối ưu, hô hấp tăng tuyến tính.

Hình 4.7: Quan hệ giữa nhiệt độ và hô hấp

Có thể chia thành hai loại mô để xem xét ảnh hưởng của nước đến hô hấp là các loại hạt và các mô tươi sống.

- Với các loại hạt như hạt hoà thảo và các loại hạt giống khác: hàm lượng nước trong mô càng giảm thì hô hấp càng giảm và ngược lại. Khi hạt lúa, lúa mì... phơi khô, không khí với hàm lượng nước trong hạt khoảng 12% thì cường độ hô hấp là rất thấp ($I_{hh} = 1,5 \text{ mg CO}_2 / 1 \text{ kg hạt} / 1 \text{ giờ}$). Khi tăng độ ẩm hạt lên 14 - 15% thì I_{hh} tăng lên 4 - 5 lần. Khi tăng hàm lượng nước trong hạt lên 30 - 35% thì I_{hh} tăng lên hàng nghìn lần...

Người ta xác định độ ẩm tối hạn của hạt là độ ẩm mà trong chúng bắt đầu xuất hiện nước tự do để bắt đầu tăng cường độ hô hấp trong hạt. Độ ẩm tối hạn của nhiều hạt là 12 - 15%. Độ ẩm thấp hơn độ ẩm tối hạn thì nước tồn tại dưới dạng liên kết keo và không tham gia phản ứng. Vì vậy, ta phải phơi khô hạt để có độ ẩm dưới độ ẩm tối hạn trước khi đưa đi bảo quản. Trong trường hợp cần kích thích nảy mầm, ta chỉ cần ngâm hạt vào nước thì lập tức hô hấp tăng nhanh và phôi hạt được phát động sinh trưởng ngay.

- Với các mô tươi sống như quả, rau, hoa... thì ảnh hưởng của nước đến hô hấp phức tạp hơn. Thông thường, khi độ ẩm bão hoà hay gần bão hoà thì I_{hh} là nhỏ nhất. Khi độ ẩm trong chúng giảm, ban đầu cường độ hô hấp tăng lên nhưng khi mất nước quá nhiều thì hô hấp lại giảm xuống. Hô hấp của chúng trong trường hợp thiếu nước, thường có tỷ lệ hô hấp vô hiệu cao.

Vì vậy, biện pháp bảo quản các loại rau, hoa, quả là giữ độ ẩm bão hoà, tránh bị héo. Nếu bảo quản trong kho lạnh, tủ lạnh thì cần đựng trong túi polyetylen để tránh mất nước.

3. Thành phần khí O_2 và CO_2 trong không khí

- Oxi là nguyên liệu tham gia trực tiếp hô hấp để oxi hoá hợp chất hữu cơ, do đó hàm lượng của nó trong không khí ảnh hưởng rất lớn đến hô hấp của cây. Oxi là chất nhận điện tử cuối cùng trong chuỗi chuyển vận điện tử để sau đó hình thành nước trong hô hấp.

- CO_2 là sản phẩm của quá trình hô hấp. Các phản ứng decacboxil hoá để giải phóng CO_2 vào không khí là các phản ứng thuận nghịch. Nếu hàm lượng CO_2 cao trong môi trường thì các phản ứng ấy chuyển dịch theo chiều nghịch và hô hấp bị ức chế.

3.1. Ảnh hưởng của O_2

Nồng độ oxi trong khí quyển là 21%. Nếu nồng độ oxi giảm đến 10% thì chưa ảnh hưởng đến hô hấp. Nồng độ O_2 giảm dưới 10% đã ảnh hưởng

đến hô hấp. Còn nếu nồng độ O_2 giảm xuống dưới 5% thì cây đã chuyển sang hô hấp yếm khí rất bất lợi cho cây. Nếu duy trì lâu tình trạng yếm khí thì cây sẽ chết.

Vì vậy, cần tránh tình trạng hô hấp yếm khí cho cây trồng bằng các biện pháp cung cấp oxy cho rễ như biện pháp làm đất, vun luống, làm cỏ, sục bùn...

3.2. Ảnh hưởng của CO_2

Hàm lượng CO_2 trong không khí là 0,03%. Hàm lượng này là thấp. Hàm lượng CO_2 trong các mô tăng lên nhiều, khoảng 1 - 7,5%. Nếu hàm lượng CO_2 tăng lên cao thì sẽ ức chế hô hấp. Chính vì vậy mà người ta thường bảo quản kín nhằm làm tăng nồng độ CO_2 trong túi nông phẩm để có thể gây ức chế hô hấp, làm tăng hiệu quả của bảo quản nông phẩm. Nhưng nếu hàm lượng CO_2 ở trong đất cao thì cây sẽ hô hấp yếm khí, rất có hại.

4. Ảnh hưởng của dinh dưỡng khoáng

Các nguyên tố khoáng ảnh hưởng đến hô hấp là khá phức tạp. Chúng có thể ảnh hưởng trực tiếp hay gián tiếp, ảnh hưởng riêng rẽ hay tổng hợp.

- Một số nguyên tố khoáng tham gia vào hình thành cơ quan hô hấp, tức ty thể. Nitơ và lưu huỳnh tham gia vào thành phần của protein cấu tạo nên ty thể. P tham gia vào photpholipit cấu tạo nên màng ngoài và màng trong của ty thể.

- Nhiều nguyên tố tham gia vào hoạt hoá các enzym hô hấp. N là thành phần của protein trong enzym; Fe cấu tạo nên các chất trong chuỗi vận chuyển điện tử (xytocrom, feredoxin, catalaza...); P trong thành phần của FADP, NADP, ATP; S trong axetyl - S~CoA và rất nhiều nguyên tố vi lượng hoạt hoá nhiều enzym hô hấp...

VI. HÔ HẤP VÀ VẤN ĐỀ BẢO QUẢN NÔNG SẢN PHẨM

Mục tiêu của bảo quản nông sản phẩm là bảo tồn được nông phẩm về cả số lượng và chất lượng trong thời gian bảo quản.

Có hai nguyên nhân cơ bản gây ảnh hưởng đến nông sản phẩm trong thời gian bảo quản: đó là nguyên nhân do vi sinh vật, sinh vật tấn công nông sản phẩm và một nguyên nhân về sinh lý quan trọng đó là hoạt động hô hấp của nông phẩm.

Trong phần này, ta chỉ đề cập đến nguyên nhân sinh lý, mối quan hệ giữa hô hấp và bảo quản nông sản phẩm.

Nguyên tắc chung của bảo quản nông sản phẩm dựa trên hô hấp là giảm hô hấp đến mức độ tối thiểu. Vì nông sản là các cơ quan, bộ phận còn sống nên rất cần hô hấp. Nhưng hô hấp lại tiêu hao chất hữu cơ, giảm khối lượng và chất lượng nông sản phẩm. Vậy, cần khống chế hô hấp như thế nào trong quá trình bảo quản để thu được hiệu quả bảo quản tốt nhất? Trước hết ta cần hiểu những hậu quả của hô hấp gây ra cho nông sản phẩm.

1. Hậu quả của hô hấp đối với bảo quản nông sản

- Hô hấp tiêu hao chất hữu cơ của nông sản. Trong thời kỳ dinh dưỡng thì tiêu hao chất hữu cơ trong hô hấp được bù đắp bằng hoạt động quang hợp. Còn trong bảo quản thì hô hấp chỉ làm giảm khối lượng và chất lượng nông phẩm. Do vậy, nếu cường độ hô hấp mà mạnh thì nông phẩm phân huỷ rất nhanh.

- Hô hấp làm tăng độ ẩm của nông phẩm. Hô hấp sản sinh ra nước. Nước được tích tụ lại làm tăng độ ẩm của nông phẩm. Khi độ ẩm tăng thì hô hấp lại tăng và vi sinh vật hoạt động mạnh hơn.

- Hô hấp làm tăng nhiệt độ trong nông sản phẩm. Hô hấp sản sinh ra nhiệt tự do làm tăng nhiệt độ trong khối nông sản. Nhiệt độ tăng kích thích hô hấp tăng và hoạt động phân huỷ của vi sinh vật và là nguyên nhân "tự thiêu" của nông phẩm.

- Hô hấp làm thay đổi thành phần khí trong môi trường bảo quản. Hàm lượng oxi thì giảm đi còn CO_2 được tích tụ lại trong quá trình hô hấp. Nếu hàm lượng oxi giảm quá mức và CO_2 tăng lên nhiều trong môi trường bảo quản thì hô hấp có thể chuyển sang hô hấp yếm khí. Hô hấp yếm khí sẽ phân huỷ nhanh chóng các chất hữu cơ trong nông sản phẩm...

Do vậy, để tăng hiệu quả của công tác bảo quản nông sản phẩm cần phải có các biện pháp khống chế hô hấp của nông sản phẩm ngay sau khi thu hoạch.

2. Các biện pháp khống chế hô hấp trong bảo quản nông phẩm

Để giảm hô hấp của nông sản phẩm đến mức tối thiểu, ta có các biện pháp khống chế các nhân tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến hô hấp.

- Khống chế độ ẩm của nông phẩm:

+ Với các loại hạt thì ta phải phơi khô hạt để độ ẩm của hạt nhỏ hơn độ ẩm tối hạn, khoảng 10 - 13%. Với độ ẩm này, cường độ hô hấp là không đáng kể và có thể bảo quản khá an toàn trong kho nông phẩm.

Vì hô hấp sản sinh nước làm độ ẩm của hạt tăng lên, nên thỉnh thoảng phải phơi lại hạt để đưa độ ẩm của hạt về độ ẩm an toàn.

+ Với các loại rau, hoa quả thì ta luôn giữ chúng trong điều kiện độ ẩm gần bão hoà bằng tưới và phun nước. Nếu độ ẩm giảm thì hô hấp vô hiệu của chúng lại tăng lên. Đối với rau hoa quả thì cần hạn chế bị héo.

- Khống chế nhiệt độ:

Khi giảm nhiệt độ thì hô hấp giảm, nên người ta sử dụng nhiệt độ thấp để bảo quản nông sản phẩm.

Hiện nay, bảo quản trong kho lạnh (tủ lạnh) là biện pháp bảo quản tiên tiến và ngày càng được ứng dụng nhiều hơn. Ở trong kho lạnh, nông sản có thể bảo quản thời gian dài vì hô hấp giảm và hoạt động của vi sinh vật cũng giảm.

Tuy nhiên, tùy từng loại nông phẩm mà ta bảo quản ở nhiệt độ thấp khác nhau. Ví dụ nhiệt độ tối ưu cho bảo quản khoai tây là 4°C , bắp cải là 1°C , các quả cam chanh... ở 6°C v.v. Cần có các nghiên cứu cơ bản cho từng loại nông phẩm để xác định nhiệt độ tối ưu cho việc bảo quản chúng.

- Khống chế thành phần khí trong môi trường bảo quản:

+ Trong quá trình bảo quản nông phẩm, hô hấp sẽ sản sinh CO_2 và hấp thu O_2 . Khi tăng nồng độ CO_2 và giảm nồng độ O_2 trong môi trường bảo quản thì ức chế hô hấp. Với các loại hạt khô thì việc ức chế hô hấp không gây tác hại vì cường độ hô hấp của chúng rất thấp. Nhưng nếu thiếu oxy trong điều kiện độ ẩm của hạt tăng thì sự hô hấp yếm khí sẽ làm giảm nhanh chóng sức sống và khả năng nảy mầm của hạt.

+ Biện pháp khống chế thành phần khí trong môi trường bảo quản:

Có 3 phương pháp bảo quản có thể khống chế thành phần khí là bảo quản kín, bảo quản mở và bảo quản trong khí biến.

- Bảo quản kín trong túi polyetylen hay trong chum, vại sành, sứ... có hiệu quả rất tốt vì sự tăng CO_2 và giảm O_2 được khống chế trong thể tích bảo quản nên làm giảm hô hấp và tiêu hao chất hữu cơ. Bảo quản kín thường sử dụng nhiều trong bảo quản các loại nông phẩm giàu protein và chất béo, có hệ số hô hấp < 1 như bảo quản hạt đậu đỗ... Việc bảo quản kín cũng được sử dụng trong bảo quản và vận chuyển hoa quả xuất khẩu như quả chuối...

- Bảo quản mở trong kho nông phẩm với sự xâm nhập tự do của không khí thường được áp dụng cho các loại hạt có hệ số hô hấp ≈ 1 như các hạt ngũ cốc... mà không cần phải khống chế O_2 .

- Phương pháp bảo quản tiên tiến là bảo quản nông phẩm trong môi trường khí biến, trong đó người ta sử dụng khí CO_2 , N_2 và O_2 với tỷ lệ nhất định, tùy theo loại nông phẩm. Phương pháp bảo quản này cho hiệu quả rất cao, giảm tối thiểu hao hụt khối lượng và bảo tồn chất lượng của nông phẩm...

Câu hỏi ôn tập

1. Định nghĩa và viết phương trình tổng quát của hô hấp. Ý nghĩa của hô hấp?
2. Vẽ sơ đồ đơn giản của ty thể điển hình và nêu chức năng của các thành phần cấu tạo của ty thể trong hô hấp?
3. Trình bày các đường hướng xảy ra trong giai đoạn 1: giai đoạn tách hydro ra khỏi nguyên liệu? Sản phẩm của giai đoạn này là gì?
4. Trình bày nội dung của giai đoạn 2: giai đoạn oxi hoá các chất khử cao năng trên màng trong ty thể? Sản phẩm tạo ra trong giai đoạn này?
5. Trình bày hiệu quả năng lượng của quá trình hô hấp ở thực vật.
6. Cường độ hô hấp là gì? Ý nghĩa của chỉ tiêu này?
7. Hệ số hô hấp – Những biến đổi của RQ và ý nghĩa của chỉ tiêu này?
8. Tại sao người ta nói: “Hô hấp là trung tâm của quá trình trao đổi chất”? Cho ví dụ về các hướng trao đổi chất xuất phát từ hô hấp...
9. Mối quan hệ giữa hô hấp và quang hợp? Mối quan hệ này được thể hiện trong quần thể cây trồng và trong hình thành năng suất như thế nào?
10. Vai trò của hô hấp với sự hút nước và hút khoáng của cây? Hiểu biết đó có ý nghĩa gì trong sản xuất?
11. Ảnh hưởng của nhiệt độ, hàm lượng nước trong mô và hàm lượng oxi đến hô hấp của cây? Hiểu biết đó có ảnh hưởng gì trong sản xuất?
12. Tại sao lại phải điều chỉnh hô hấp trong bảo quản nông phẩm? Các biện pháp khống chế hô hấp trong bảo quản nông phẩm?

Chương 5

SỰ VẬN CHUYỂN VÀ PHÂN BỐ CÁC CHẤT ĐỒNG HOÁ TRONG CÂY

Mục tiêu

- Học sinh hiểu được sự vận chuyển và phân bố các chất hữu cơ trong cây là một chức năng sinh lý có vai trò bảo đảm khâu lưu thông, phân phối vật chất và quyết định việc hình thành năng suất kinh tế.

- Nắm được phương hướng phân bố và tích lũy chất đồng hoá trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và sơ đồ vận chuyển từ nguồn (lá) đến nơi chứa (cơ quan tiêu thụ và dự trữ) cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình này.

- Trên cơ sở hiểu biết về chức năng vận chuyển và phân phối sản phẩm đồng hoá trong cây, để áp dụng vào thực tiễn sản xuất các biện pháp kỹ thuật điều chỉnh các nhân tố nội tại và ngoại cảnh ảnh hưởng đến dòng vận chuyển và phân bố chất hữu cơ trong cây, để nâng cao năng suất kinh tế của cây trồng.

Nội dung tóm tắt

- Vai trò của sự vận chuyển và phân bố các chất đồng hoá trong cây: Duy trì mối quan hệ giữa các cơ quan trong cơ thể, bảo đảm khâu lưu thông phân phối vật chất trong cây và quyết định trong việc hình thành năng suất kinh tế.

- Sự vận chuyển gần chất đồng hoá được thực hiện trong các tế bào sống ở khoảng cách gần. Lục lạp là cơ quan sản xuất ra các chất đồng hoá với lượng lớn. Chúng phải đi qua màng lục lạp để ra tế bào chất. Quá trình này phụ thuộc vào tính thấm của màng với các chất này.

- Cấu trúc và chức năng của hệ thống vận chuyển xa - hệ thống libe.

- Tế bào rây tạo nên ống rây suốt chiều dài mạch dẫn làm nhiệm vụ vận chuyển chất đồng hoá.

- Tế bào kèm nằm cạnh tế bào rây gây ảnh hưởng về nhân và cung cấp năng lượng cho hoạt động vận chuyển của tế bào rây.

- Tế bào nhu mô libe cạnh tế bào kèm là cầu nối trung gian giữa các tế bào đồng hoá và mạch rây.

- Các điều kiện ngoại cảnh như ánh sáng, nhiệt độ, nước, chất khoáng... ảnh hưởng đáng kể đến dòng vận chuyển và phân bố chất hữu cơ trong cây. Có thể tác động đến dòng vận chuyển chất đồng hoá trong cây để tăng năng suất kinh tế bằng các biện pháp kỹ thuật cụ thể như bố trí thời vụ, tưới nước, bón phân thích hợp cho cây trồng...

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Các dòng vận chuyển vật chất trong cây

Trong cây có hai dòng vật chất vận chuyển, đó là dòng vận chuyển các chất vô cơ gồm nước, các chất khoáng... và dòng vận chuyển các chất hữu cơ bao gồm các sản phẩm của quang hợp và các chất hữu cơ khác do quá trình trao đổi chất tạo ra.

Năm 1837, Hartier là người đầu tiên nghiên cứu về hình thái, cấu tạo của các mô tham gia sự vận chuyển vật chất trong cây. Ông đã phát hiện ra hệ thống mạch rây (mạch libe hay mạch floem) và chức năng của chúng trong sự vận chuyển chất hữu cơ.

Người ta đã tiến hành thí nghiệm khoanh vỏ cây quanh thân cây gỗ sát đến phần gỗ. Lá cây và các bộ phận trên khoanh vỏ vẫn tồn tại bình thường vì nhận đầy đủ nước và chất khoáng từ rễ đưa lên. Phần trên khoanh vỏ bị phình ra vì các chất hữu cơ phía trên bị chặn lại ở phần vỏ mà không xuống được (Hình 5.1). Rễ tồn tại một thời gian rồi chết dần vì thiếu chất hữu cơ trên lá vận chuyển xuống. Kết quả thí nghiệm cho thấy nước và chất khoáng được vận chuyển trong phần gỗ, còn các sản phẩm quang hợp được vận chuyển từ lá xuống đi trong phần libe ở vỏ cây.

Như vậy, trong cây tồn tại hai dòng vận chuyển khác nhau:

- Dòng chất vô cơ gồm nước hòa tan các chất khoáng được vận chuyển từ đất vào rễ rồi lên các bộ phận trên mặt đất. Dòng vô cơ này được vận chuyển trong hệ thống mạch gỗ (mạch xylem) (Chương 2: Sự trao đổi nước của thực vật).

- Dòng chất hữu cơ được vận chuyển từ cơ quan sản xuất (chủ yếu là lá) đến các cơ quan tiêu thụ và một bộ phận đáng kể các chất này được vận chuyển và tích lũy trong các cơ quan dự trữ (cơ quan kinh tế). Dòng chất hữu cơ được vận chuyển trong hệ thống mạch libe (mạch floem).

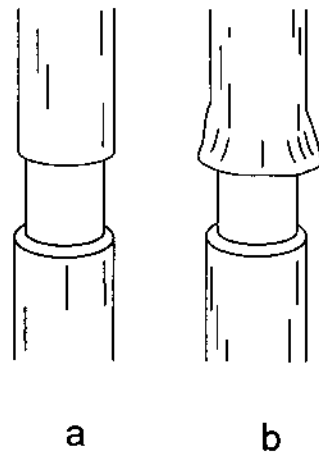
Trong chương này, chúng ta chỉ nghiên cứu dòng vận chuyển hợp chất hữu cơ trong hệ thống libe.

Cũng tương tự như sự vận chuyển nước và chất khoáng trong xylem, sự vận chuyển chất hữu cơ được thực hiện trong hệ thống mạch dẫn chuyên hóa cho vận chuyển là floem và được tiến hành trong khoảng cách xa, gọi là sự vận chuyển xa các chất đồng hóa. Bên cạnh đó, các chất hữu cơ cũng được vận chuyển trong các tế bào sống không chuyên hóa cho vận chuyển và thường có khoảng cách gần nên gọi là sự vận chuyển gần. Tuy có khoảng cách gần nhưng sự vận chuyển chất hữu cơ trong tế bào sống gặp trở lực rất nhiều so với vận chuyển trong hệ thống dẫn và cũng được đi theo hệ thống thành tế bào và hệ thống nguyên sinh chất tương tự như sự vận chuyển nước gần trong cây.

2. Ý nghĩa của dòng vận chuyển và phân bố vật chất trong cây

- Dòng vận chuyển vật chất trong cây như là mạch máu lưu thông trong cơ thể thực vật, bảo đảm mối liên hệ mật thiết giữa các cơ quan, các bộ phận trong cơ thể và bảo đảm khâu lưu thông phân phối vật chất trong cây.

- Sự vận chuyển và phân bố vật chất trong cây có ý nghĩa quyết định đến việc hình thành năng suất kinh tế của cây trồng, đặc biệt trong giai đoạn hình thành cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ. Các sản phẩm quang hợp của lá sẽ được vận chuyển tích cực về các cơ quan dự trữ để hình thành năng suất kinh tế của cây trồng. Vì vậy, muốn nâng cao năng suất kinh tế thì ngoài tăng cường hoạt động của bộ máy quang hợp còn cần có biện pháp hữu hiệu để huy động tối đa các sản phẩm đồng hóa tích lũy về cơ quan kinh tế. Chẳng hạn, khi cây hình thành cơ quan kinh tế, cần phải đảm bảo các điều kiện tối ưu cho



a. Vòng khoanh vỏ đến phần gỗ

b. Các sản phẩm quang hợp từ lá vận chuyển xuống rễ được tích lũy phần trên của khoanh vỏ.

Hình 5.1: Thí nghiệm khoanh vỏ cây

sự vận chuyển các chất hữu cơ tích lũy về cơ quan kinh tế. Nếu không đáp ứng các điều kiện cần thiết cho giai đoạn này thì chẳng những ức chế tốc độ vận chuyển mà còn có thể thay đổi chiều hướng vận chuyển, làm giảm năng suất kinh tế.

- Ngoài ra, việc hiểu biết về vận chuyển và phân bố các chất đồng hóa trong cây giúp ích cho việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật một cách hợp lý. Các thuốc phòng trừ sâu, nấm bệnh có thể vận chuyển trong xylem, hoặc floem hay cả hai hệ thống. Với các thuốc chỉ vận chuyển trong xylem thì không thể phun qua lá mà nên tưới vào đất để rễ cây hút lên. Với các loại thuốc được vận chuyển trong floem thì phải phun qua lá và chúng cùng với sản phẩm quang hợp đi vào mạch floem để đến các bộ phận của cây, côn trùng chích hút hay ăn lá đều bị chết. Một số thuốc khác và thuốc trừ cỏ có thể vận chuyển trong cả xylem và floem thì phun lên lá hay bón vào đất đều có hiệu quả.

II. SỰ VẬN CHUYỂN CÁC CHẤT ĐỒNG HÓA Ở KHOẢNG CÁCH GẦN

Các chất hữu cơ được tạo nên trong quang hợp được bắt nguồn từ nơi sản xuất ra nó là lục lạp của lá, sau đó chúng được vận chuyển ra khỏi lục lạp để vào tế bào đồng hóa (mô dậu hay mô khuyết). Tiếp theo chúng được vận chuyển qua các tế bào nhu mô lá để cuối cùng đến mạch dẫn của lá.

1. Sự vận chuyển các chất hữu cơ trong các tế bào đồng hóa

Các tế bào đồng hóa chủ yếu là các tế bào mô dậu và mô khuyết, nơi xảy ra quá trình quang hợp. Các tế bào đồng hóa chứa rất nhiều lục lạp, là cơ quan quang hợp để tạo ra các chất hữu cơ tham gia vào quá trình vận chuyển. Để cho quá trình quang hợp xảy ra bình thường mà không bị ức chế thì các chất hữu cơ sau khi được quang hợp tạo ra phải lần lượt đi ra khỏi lá ngay để giảm nồng độ của chúng trong lục lạp.

1.1. Vận chuyển chất đồng hoá ra khỏi lục lạp

Giai đoạn đầu tiên của sự vận chuyển chất đồng hóa trong cây là vận chuyển chúng ra khỏi lục lạp, nơi chúng thường xuyên được tổng hợp nhờ hoạt động quang hợp. Sự vận chuyển này có ý nghĩa quyết định đến hoạt động quang hợp vì nếu sản phẩm quang hợp tích lũy lại trong lục lạp thì sẽ ức chế quang hợp của chúng.

- Sản phẩm quang hợp xuất hiện sớm nhất trong lục lạp là các sản phẩm sơ cấp của chu trình quang hợp như các đường 3 cacbon, 6 cacbon... rồi sau

đó đến các sản phẩm thứ cấp của quang hợp như các axit amin, protein... Giai đoạn này được quyết định trước hết là tính thấm của màng lục lạp với các sản phẩm quang hợp đó.

- Điều kiện cần thiết cho quá trình vận chuyển các sản phẩm quang hợp qua màng lục lạp là ánh sáng, nồng độ CO_2 và nhiệt độ, ẩm độ của lá... Các điều kiện ngoại cảnh tối thích cho hoạt động quang hợp thì cũng tối thích cho quá trình vận chuyển các chất ra khỏi lục lạp. Quá trình vận chuyển này cần cung cấp nhiều năng lượng vì đây là sự vận chuyển tích cực các chất hữu cơ qua màng lục lạp. ATP cung cấp cho quá trình này có thể lấy từ phản ứng phosphoryl hoá quang hoá trong lục lạp hoặc từ quá trình hô hấp của chính tế bào quang hợp.

1.2. Vận chuyển ngoài lục lạp (trong tế bào đồng hoá)

- Các chất hữu cơ ra khỏi lục lạp sẽ được vận chuyển trong nội bộ tế bào đồng hóa trước khi ra khỏi tế bào tạo ra nó để sang các tế bào nhu mô khác. Vì là tế bào sống nên một phần các sản phẩm quang hợp sẽ được chính tế bào đồng hóa sử dụng. Phần lớn chất đồng hoá còn lại được đi vào hệ thống mạch libe để tham gia vào quá trình vận chuyển xa các chất hữu cơ.

- Các chất đồng hóa vận chuyển trong nội bộ tế bào là do sự vận động của chính chất nguyên sinh trong tế bào quyết định. Vì chất nguyên sinh có tính lỏng nên nó được vận động rất linh hoạt và không ngừng trong tế bào.

2. Sự vận chuyển các chất đồng hóa qua các tế bào nhu mô lá đến mạch libe

2.1. Con đường vận chuyển

Các chất đồng hóa từ tế bào đồng hoá sẽ tiếp tục đi qua một số lớp tế bào nhu mô lá trước khi đổ vào hệ thống mạch dẫn. Sự vận chuyển các chất hữu cơ trong các tế bào này được thực hiện theo phương thức qua hệ thống chất nguyên sinh, xuyên qua các sợi liên bào và qua hệ thống mao quản trong thành vách tế bào.

2.2. Điều kiện cần thiết cho sự vận chuyển các chất đồng hóa trong nhu mô.

2.2.1. Năng lượng

Sự vận chuyển các chất đồng hóa qua các tế bào nhu mô lá rất cần năng lượng của quá trình trao đổi chất cung cấp. Do vậy, nếu thiếu oxi thì ức chế hô hấp và ức chế sự vận chuyển.

2.2.2. Tuổi của lá và của các tế bào nhu mô lá

Tuổi của lá và của các tế bào nhu mô lá cũng ảnh hưởng đến tốc độ vận chuyển. Tốc độ vận chuyển giảm dần theo tuổi của lá. Lá càng già thì tốc độ vận chuyển càng chậm.

2.2.3. Các loại thực vật khác nhau

Tốc độ vận chuyển các chất đồng hóa trong các tế bào nhu mô lá là rất khác nhau, tùy theo loại cây trồng khác nhau. Ví dụ như với cây nho thì chất hữu cơ đi từ nhu mô lá đến mạch libe của lá chỉ mất 2 - 3 phút, ở cây ngô là 10 phút. Với cây thuốc lá thì trong khoảng 3 giờ đã có 46% chất đồng hóa ra khỏi lá, còn ở lúa mì thì trong 24 giờ đã có 20 - 80% sản phẩm quang hợp đi ra khỏi lá.

III. SỰ VẬN CHUYỂN CÁC CHẤT ĐỒNG HÓA Ở KHOẢNG CÁCH XA

Sự vận chuyển các chất hữu cơ ở khoảng cách xa cũng tương tự như sự vận chuyển nước xa, được tiến hành với khoảng cách rất xa, có thể đến hàng chục mét và được thực hiện trong mô chuyên hóa cho sự vận chuyển các chất hữu cơ. Đó là hệ thống libe (floem). Sự xuất hiện mô dẫn libe đánh dấu sự tiến hóa của thế giới thực vật.

1. Cấu trúc của hệ thống mạch libe

Hệ thống libe bao gồm nhiều loại tế bào khác nhau về hình thái, cấu trúc và chức năng. Đó là các tế bào libe, tế bào kèm và tế bào nhu mô libe, trong đó, tế bào libe đóng vai trò chủ yếu trong sự vận chuyển các chất đồng hóa.

1.1. Cấu tạo mạch libe

1.1.1. Các tế bào rây

Tế bào mạch rây là đơn vị cơ sở cấu tạo nên mạch libe. Chúng là các tế bào chuyên hóa cao có cấu tạo rất đơn giản: không có chất nguyên sinh thực thụ, không nhân, không ty thể và rất ít các bào quan khác. Có các sợi protein chạy dọc theo tế bào để làm cầu cho các chất hữu cơ chạy qua... (Hình 5.2)

1.1.2. Ống rây

Các tế bào rây nối với nhau theo chiều dọc liên tục suốt chiều dài của bó mạch. Giữa các tế bào có vách ngăn và trên vách ngăn có nhiều lỗ. Các lỗ chiếm khoảng 50% diện tích của vách ngăn. Các tế bào libe nối nhau thành hệ thống thông suốt gọi là ống rây. Số lượng ống rây trong mạch libe là rất lớn. Các ống rây chiếm 20% mạch libe và trên 1cm^2 bản rây có khoảng $3 - 7 \times 10^4$ ống rây.

1.1.3. Các sợi protein

Các sợi protein xuyên qua các lỗ nối liền các tế bào rây thành một chuỗi thông suốt dọc theo ống rây làm phương tiện cho các chất hữu cơ vận chuyển qua ống rây... Cấu trúc đặc biệt này tạo điều kiện cho các chất hữu cơ vận chuyển dễ dàng trong mạch libe.

1.2. Tế bào kèm

1.2.1. Đặc điểm tế bào kèm

Tế bào kèm là những tế bào có kích thước nhỏ nằm cạnh tế bào rây. Khác với tế bào rây, các tế bào kèm có nguyên sinh chất đậm đặc, có nhân to, giàu các bào quan, đặc biệt là có nhiều ty thể, không bào rất nhỏ...

1.2.2. Chức năng của tế bào kèm

Tế bào kèm đảm bảo năng lượng cho tế bào rây vận chuyển và ngăn chặn sự tiêu hao chất hữu cơ trong quá trình vận chuyển.

1.2.3. Tính chuyên hóa của hệ thống libe

Nhìn vào cấu trúc, chúng ta có cảm giác như các tế bào rây là những tế bào đã thoái hóa (không nhân, ít bào quan, chất nguyên sinh còn lại các sợi mảnh...); nhưng thực chất chúng là những tế bào đã chuyên hóa cao cho sự vận chuyển để đạt hiệu quả cao nhất. Sự chuyên hóa đó được minh chứng như sau:

- Không có nhân, tức là không có quá trình tổng hợp protein nên không huy động các axit amin trong dịch vận chuyển, nồng độ axit amin được ổn định.

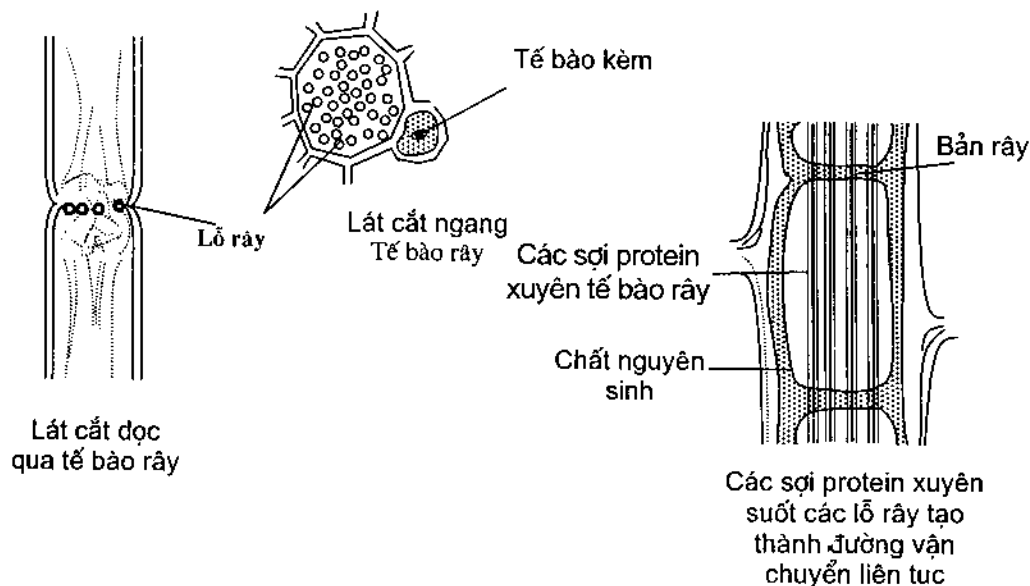
- Không có ty thể, tức là không có khả năng sử dụng đường vào hô hấp để bảo toàn nồng độ đường trong dịch vận chuyển.

- Các sợi protein xuyên suốt tạo ra kênh vận chuyển vật chất nhanh nhất và hiệu quả nhất.

- Tế bào kèm nằm cạnh tế bào rây để cung cấp năng lượng cho sự vận chuyển tích cực trong tế bào rây (chúng có nhân to và nhiều ty thể).

- Tế bào rây có hàm lượng ion K^+ rất cao, gây ra sự chênh lệch điện thế giữa hai phía của bản rây giúp cho sự vận chuyển dễ dàng...

Tất cả những đặc điểm cấu trúc của hệ thống libe đó đã chứng minh rằng: cấu trúc hệ thống mạch rây là một cấu trúc hoàn chỉnh và tiến hóa để đảm bảo cho sự vận chuyển chất hữu cơ một cách nhanh nhất và hiệu quả nhất, giảm thiểu sự tiêu hao chất hữu cơ trong quá trình vận chuyển, bảo toàn được dòng vận chuyển chất hữu cơ trong mạch floem.



Hình 5.2: Cấu trúc của các yếu tố mạch libe

2. Các chất được vận chuyển trong mạch libe

2.1. Gluxit

Có khoảng 90% các chất tham gia vận chuyển là gluxit, trong đó đường sacaroza chiếm đến 95 - 98% tổng số đường vận chuyển.

Ngoài ra còn một lượng nhỏ đường glucoza và fructoza. Nồng độ đường trong dòng vận chuyển là khá đậm đặc, khoảng 7 - 25% (tương đương 0,2 - 0,7M).

2.2. Các chất khác

Ngoài gluxit là thành phần chính thì còn có một số chất khác cũng tham gia vào vận chuyển như một số axit amin (axit glutamic, axit asparagic...), một số amit (glutamin, asparagin...), một số axit hữu cơ, các nguyên tố khoáng (P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo...), các phytohormon (IAA, GA, ABA, xytokinin...), một số protein, axit nucleic, các vitamin, enzym và cả các virus, vi khuẩn...

3. Tốc độ của các chất đồng hóa trong mạch libe

* *Tốc độ vận chuyển:*

Người ta sử dụng phương pháp đồng vị phóng xạ đánh dấu sản phẩm vận chuyển (^3H , ^{14}C , ^{32}P) hoặc các chất màu phát huỳnh quang để nghiên cứu tốc độ vận chuyển các chất trong mạch libe. Tốc độ vận chuyển các chất trong mạch libe dao động từ 30 đến 150cm/giờ, một số trường hợp còn cao hơn.

- Các thực vật khác nhau có tốc độ vận chuyển hợp chất hữu cơ là rất khác nhau. Người ta nhận thấy rằng, các chất không có nguồn gốc sinh học thì có tốc độ vận chuyển chậm hơn các chất đồng hóa 2 - 3 lần (ví dụ như các chất điều hòa sinh trưởng tổng hợp so với các phytohormon trong cây).

- Tốc độ vận chuyển các sản phẩm đồng hóa còn phụ thuộc vào tuổi cây và nhu cầu các sản phẩm đồng hóa. Tốc độ vận chuyển giảm dần theo tuổi, nhưng trong giai đoạn ra hoa thì tốc độ vận chuyển tăng lên do nhu cầu tăng với các chất đồng hóa...

IV. PHƯƠNG HƯỚNG VẬN CHUYỂN VÀ PHÂN BỐ CÁC CHẤT ĐỒNG HÓA TRONG CÂY

Các chất đồng hóa được tạo nên trong các cơ quan quang hợp (lá và các bộ phận xanh). Một phần chất hữu cơ được sử dụng vào hô hấp để cung cấp năng lượng cho hoạt động sống của chính tế bào đồng hóa, một phần được sử dụng để duy trì và tạo mới bộ máy quang hợp cũng như các cơ quan khác, còn đại bộ phận chúng được vận chuyển đến các cơ quan sử dụng và đặc biệt là tích lũy vào các cơ quan dự trữ, tạo nên năng suất kinh tế của cây trồng.

1. Phương hướng vận chuyển và phân bố

Người ta có thể sử dụng đồng vị phóng xạ $^{14}\text{CO}_2$ cho lá quang hợp hay đánh dấu vào đường vận chuyển. Sau một thời gian vận chuyển của các chất đồng hóa có đánh dấu phóng xạ, ta thu hoạch các bộ phận của cây, sấy khô rồi xác định hoạt tính phóng xạ của các sản phẩm và từ đó biết được phương hướng vận chuyển và phân bố của chúng trong cây.

** Hướng vận chuyển và phân bố:*

Sự vận chuyển và phân bố, tích lũy các chất đồng hóa trong cây không phải xảy ra một cách ngẫu nhiên mà trái lại nó diễn ra theo hướng chính xác cho đa số thực vật. Tuy nhiên, hướng vận chuyển và phân bố các chất hữu cơ trong cây cũng có thể thay đổi trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và có ảnh hưởng đáng kể lên sự phát sinh hình thái và hình thành năng suất của các cây trồng. Hướng chung là chất đồng hoá được vận chuyển từ nguồn tạo ra chúng đến nơi tiêu thụ (nơi chứa).

- Nguồn là nơi sản xuất và cung cấp chất đồng hoá mà chủ yếu là cơ quan quang hợp như lá và các bộ phận chứa diệp lục (thân, quả, một số bộ phận của hoa...). Chúng tạo ra các chất hữu cơ cho quá trình vận chuyển trong cây.

Ngoài ra, trong giai đoạn nảy mầm, hạt và củ cũng là nơi cung cấp chất dinh dưỡng cho rễ non, chồi non mới hình thành nên có thể xem chúng như là nguồn cung cấp chất hữu cơ.

Các chỉ tiêu diện tích lá và cường độ quang hợp của cây là các chỉ số đánh giá sự phát triển và quy mô của nguồn. Vì vậy, các biện pháp tăng diện tích lá, hoạt động quang hợp là tăng khả năng sản xuất và cung cấp chất đồng hóa của nguồn tích lũy về cơ quan kinh tế.

- Nơi chứa là tất cả các cơ quan, bộ phận của cây cần chất dinh dưỡng và đón nhận chất dinh dưỡng từ nguồn vận chuyển đến. Các cơ quan còn non đang sinh trưởng mạnh, hoa quả và đặc biệt là các cơ quan dự trữ như hạt, củ, quả... là những cơ quan hấp dẫn chất hữu cơ từ nguồn về nhiều nhất. Một bộ phận lớn các chất hữu cơ sẽ tập trung vào cơ quan dự trữ để hình thành nên năng suất kinh tế của cây trồng. Vì vậy, các cơ quan dự trữ là nơi chứa chất đồng hóa quan trọng nhất của cây trồng. Năng suất cây trồng là nơi chứa cuối cùng của cây trồng.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân phối sản phẩm đồng hóa

2.1. Vị trí của lá (nguồn) và cơ quan tiếp nhận chất đồng hóa (nơi chứa)

- Với nhiều thực vật, trong những giai đoạn đầu thì lá là cơ quan sản xuất chất đồng hóa và cung cấp trực tiếp cho các cơ quan tiếp nhận chất đồng hóa gần nhất. Vì vậy, hướng vận chuyển và phân bố chung là những lá phía dưới sẽ cung cấp chất dinh dưỡng cho hệ thống rễ, nên chất hữu cơ được vận chuyển xuống dưới; những lá phía trên thì ngược lại, cung cấp chất dinh dưỡng cho chồi và các bộ phận trên chúng; còn các lá nằm giữa thì các chất đồng hóa có thể được vận chuyển theo hai hướng: lên trên và xuống dưới.

- Tuy nhiên, có một số thực vật không phân biệt vị trí các lá trong cây. Tùy theo điều kiện cụ thể mà chất hữu cơ được tạo nên trong chúng có thể vận chuyển hướng gốc hay hướng ngọn, mà chủ yếu do nhu cầu chất dinh dưỡng của các cơ quan.

2.2. Các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây

- Các cây đang nảy mầm:

Lá mầm vừa là nguồn chất dự trữ và vừa có khả năng quang hợp tạo ra chất đồng hóa (nguồn). Mầm rễ là cơ quan tiêu thụ chất hữu cơ (nơi chứa) và do đó dòng chất hữu cơ sẽ được vận chuyển từ lá mầm về rễ.

- Trong quá trình hình thành và phát triển của lá thì những lá non ban đầu là nơi hấp dẫn chất đồng hóa đến từ các lá già hơn để sinh trưởng, đóng vai trò

là cơ quan tiếp nhận. Nhưng rồi các lá đó có thể quang hợp để tự túc được chất hữu cơ cho chính mình, sau đó chúng lại là nguồn cung cấp chất hữu cơ cho các lá non và các cơ quan khác. Bây giờ, chúng đóng vai trò là nguồn.

- Trong thời kỳ sinh trưởng sinh dưỡng thì các chất hữu cơ từ lá sẽ được ưu tiên vận chuyển đến cho các trung tâm đang sinh trưởng mạnh như các chồi non, lá non, rễ non... Phương hướng vận chuyển và phân bố chất đồng hóa trong giai đoạn này luôn thay đổi theo nhu cầu chất dinh dưỡng của các cơ quan. Những cơ quan nào sinh trưởng mạnh thì dòng chất hữu cơ sẽ chảy về đó.

- Khi chuyển từ giai đoạn sinh trưởng các cơ quan dinh dưỡng sang giai đoạn hình thành và phát triển cơ quan sinh sản thì các cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ như hoa, quả, hạt, củ, căn hành... chính là những trung tâm thu hút chất dinh dưỡng từ tất cả các bộ phận của cây, đặc biệt từ các lá quang hợp, đồng thời làm nghèo dinh dưỡng ở các cơ quan dinh dưỡng, do đó mà làm chậm hoặc ngừng sinh trưởng của chúng. Đây là bước ngoặt trong mối quan hệ giữa các cơ quan dinh dưỡng, cơ quan sinh sản, cơ quan dự trữ mà phần ưu tiên thuộc về các cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ. Và là giai đoạn quan trọng nhất cũng như có phương hướng vận chuyển và phân bố chất đồng hóa rõ rệt nhất: các chất đồng hoá đi từ cơ quan dinh dưỡng đến cơ quan sinh sản và sau đó đến cơ quan dự trữ.

- Ý nghĩa: Những hiểu biết trên có ý nghĩa trong việc điều khiển dòng chất hữu cơ từ cơ quan quang hợp về cơ quan sinh sản và dự trữ để tăng năng suất kinh tế. Ví dụ, tất cả các sản phẩm của các lá đồng của lúa sẽ được vận chuyển về bông hạt, nên cần có biện pháp nuôi đồng, kéo dài tuổi thọ của lá đồng. Trong thời kỳ hình thành cơ quan kinh tế thì cần có các biện pháp tác động để huy động các chất hữu cơ ở tất cả các cơ quan tập trung về cơ quan kinh tế...

2.3. Mối quan hệ giữa nguồn chất đồng hóa và các cơ quan tiêu thụ (nơi chứa)

- Quan hệ giữa nguồn và nơi chứa rất mật thiết với nhau. Diện tích lá và hoạt động của bộ máy quang hợp là khả năng có được của nguồn chất đồng hóa, còn kích thước và hoạt động của các cơ quan dự trữ như bông hạt, củ, quả... là nơi chứa các chất đồng hóa.

- Giữa nguồn và sức chứa phải tồn tại một tỷ lệ thích hợp. Nếu diện tích lá cao mà bông hạt ít hay ít củ thì hoạt động quang hợp tạo nên chất hữu cơ sẽ bị giảm. Chẳng hạn, khi ta cắt bớt bông lúa, hay ngắt bớt củ khoai tây thì hoạt động quang hợp của bộ lá bị giảm xuống ngay. Chính vì vậy mà nhìn vào bộ lá (nguồn) của một quần thể cây trồng ta có thể dự đoán sơ bộ năng suất (nơi

chứa) của quần thể cây trồng đó. Chính vì vậy, để đạt được năng suất cây trồng cao thì cần phải có biện pháp tác động làm tăng bộ máy quang hợp và tăng khả năng hoạt động quang hợp của chúng.

- Biện pháp điều chỉnh: Để tăng diện tích lá ta cần sử dụng giống có cấu trúc bộ lá thích hợp, sử dụng phân bón, nước, bố trí mật độ trồng hợp lý và phòng trừ sâu bệnh hại lá. Cũng có thể bón phân kali hoặc vi lượng để tăng dòng vận chuyển chất hữu cơ về cơ quan kinh tế. Đây chính là các biện pháp điều chỉnh mối quan hệ giữa nguồn và nơi chứa tốt nhất. Cần chọn tạo các giống cây trồng mà mối quan hệ giữa nguồn và nơi chứa đạt mức độ tối ưu.

2.4. Sự điều chỉnh của các phytohormon

- Phytohormon là các chất hữu cơ được tổng hợp trong các cơ quan nhất định của cây và đi vào mạch libe để vận chuyển đến tất cả các bộ phận trong cây nhằm tham gia vào điều chỉnh quá trình sinh trưởng, phát triển của cây.

- Ngoài vai trò điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây, chúng cũng có vai trò nhất định trong việc điều chỉnh dòng vận chuyển chất hữu cơ đến cơ quan sử dụng. Các cơ quan non đang sinh trưởng tập trung các chất kích thích sinh trưởng (auxin, gibberelin, xytokinin) với hàm lượng cao thì cũng là những trung tâm thu hút chất hữu cơ về mình. Hiện tượng ưu thế ngọn đứng trên quan điểm hormon có thể hiểu rằng, do tập trung hàm lượng auxin cao trong chồi ngọn nên thu hút các chất dinh dưỡng tập trung về chồi ngọn và làm nghèo dinh dưỡng trong các chồi bên nên các chồi bên ngừng sinh trưởng.

V. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NHÂN TỐ NGOẠI CẢNH LÊN SỰ VẬN CHUYỂN VÀ PHÂN BỐ CÁC CHẤT ĐỒNG HOÁ TRONG CÂY

1. Ánh sáng

- Ánh sáng ảnh hưởng đến quang hợp tạo nên các chất đồng hoá tham gia vào vận chuyển trong mạch libe.

- Ánh sáng có tác dụng kích thích dòng vận chuyển chất hữu cơ ra khỏi lá. Ở ngoài sáng, tốc độ vận chuyển các chất đồng hoá trong libe nhanh hơn ở trong tối.

Vì vậy, nếu trong thời kỳ hình thành cơ quan kinh tế mà có thời gian chiếu sáng dài và cường độ ánh sáng mạnh thì quá trình tích lũy vào cơ quan kinh tế mạnh mẽ hơn và năng suất kinh tế tăng. Nếu trong thời gian trổ và làm hạt của cây lúa gặp phải thời tiết âm u thì năng suất chắc chắn giảm mạnh. Do đó, khi bố trí thời vụ cho cây trồng, ta phải quan tâm đến vấn đề này sao cho lúc cây ra hoa kết quả phải gặp ánh sáng chan hoà.

Tuy nhiên, ảnh hưởng của ánh sáng luôn kèm theo ảnh hưởng của nhiệt độ nữa.

2. Nhiệt độ

2.1. Nhiệt độ thấp

Nhiệt độ thấp sẽ ức chế tốc độ vận chuyển các chất trong cây là do:

- Nhiệt độ thấp trước hết làm tăng độ nhớt của dòng vận chuyển và cả độ nhớt của các sợi protein trong tế bào rây nên cản trở tốc độ dòng vận chuyển vật chất.

- Nhiệt độ thấp còn làm giảm hô hấp của mô libe, đặc biệt của tế bào kèm, dẫn đến thiếu năng lượng cung cấp cho sự vận chuyển tích cực của các tế bào rây trong hệ thống vận chuyển.

- Chính vì vậy, lúc ra hoa kết quả mà gặp nhiệt độ thấp thì chẳng những ảnh hưởng đến thụ phấn, thụ tinh mà còn ảnh hưởng đến dòng vận chuyển các chất hữu cơ về cơ quan kinh tế, làm giảm năng suất cây trồng.

2.2. Nhiệt độ tối ưu

Trong giới hạn nhiệt độ sinh lý, tăng nhiệt độ thì tốc độ vận chuyển các chất đồng hoá trong mạch libe tăng lên. Nhiệt độ tối thích cho quá trình này trùng với nhiệt độ tối thích của quang hợp, khoảng 25 - 30°C. Với nhiệt độ này, ngoài hoạt động quang hợp ra thì các quá trình sinh lý khác cũng đạt được mức độ tối ưu. Đây là điều cần lưu ý khi bố trí thời vụ cho cây trồng.

2.3. Nhiệt độ quá cao

Nhiệt độ cao ($> 35 - 40^{\circ}\text{C}$) sẽ ức chế sự vận chuyển:

- Nhiệt độ quá cao sẽ làm rối loạn hoạt động trao đổi chất của mạch libe và cũng có thể làm biến tính các sợi protein trong tế bào rây.

- Nhiệt độ cao làm tăng hô hấp tiêu hao các chất đồng hoá trong quá trình vận chuyển. Trường hợp này thường gặp vào những ngày hè có nhiệt độ cao, nhất là những vùng khô hạn ở miền Trung.

- Để tránh tác hại của nhiệt độ cao làm giảm năng suất cây trồng, ngoài bố trí thời vụ thích hợp ra, ta cần chọn các giống chịu nóng để đưa vào trồng ở những vùng nóng hạn.

3. Nước

- Nước là nhân tố tối cần thiết vì các chất hữu cơ và vô cơ hoà tan trong nước rồi chảy trong mạch dẫn. Chính vì vậy, nước không những ảnh hưởng đến tốc độ mà còn ảnh hưởng đến chiều hướng vận chuyển và phân bố các chất

đồng hoá trong cây. Nhiều thí nghiệm chứng minh rằng, tốc độ vận chuyển trong mạch libe giảm đi 1/3 đến 1/2 lần khi thiếu nước. Thiếu nước thì quang hợp bị giảm mạnh, khí khổng đóng, thoát hơi nước giảm... nên ảnh hưởng đến tốc độ vận chuyển và phân bố các chất hữu cơ trong cây.

- Chiều hướng vận chuyển và phân bố chung là từ nguồn (chủ yếu là từ lá) đến các cơ quan chứa (hoa, quả, hạt, củ...) khi đầy đủ nước. Khi thiếu nước nhiều (gặp hạn) thì xảy ra hiện tượng "*chảy ngược dòng*": chất hữu cơ đi từ cơ quan dự trữ đến các cơ quan dinh dưỡng trong đó có lá. Chẳng hạn, lúc lúa trổ và làm hạt mà gặp hạn thì hạt bị lép, lửng, giảm khối lượng 1000 hạt vì chất hữu cơ được rút về nuôi cơ quan dinh dưỡng. Cây khoai tây gặp hạn thì củ thường nhỏ, còn hạt lạc không được mẩy... Nói chung thiếu nước thì năng suất kinh tế giảm rõ rệt.

Vì vậy, một biện pháp rất quan trọng làm tăng năng suất kinh tế là bảo đảm đủ nước để duy động dòng chất hữu cơ từ các cơ quan quang hợp tích lũy vào cơ quan kinh tế và hạn chế thiếu nước, nhất là lúc hình thành cơ quan kinh tế.

4. Dinh dưỡng khoáng

Chế độ dinh dưỡng khoáng có ảnh hưởng lớn đến dòng vận chuyển chất đồng hoá. Vai trò của các nguyên tố khoáng trong vận chuyển và phân bố các chất hữu cơ là:

- Làm tăng đường kính của mạch rây. N, S, P, Ca tham gia thành phần protein, photpholipit, pectat canxi cấu trúc nên các tế bào trong hệ thống mạch rây.
- Tăng hoạt động quang hợp: N, P, S, Mg... tăng cường hình thành bộ máy quang hợp và tăng cường độ quang hợp tạo ra chất đồng hoá.
- Kali có mặt với hàm lượng cao trong mô libe để điều chỉnh dòng vận chuyển chất hữu cơ trong chúng. Vì vậy, với các cây trồng lấy đường bột như các cây hoà thảo, mía đường, khoai tây, khoai lang... thì bón K là rất có hiệu quả trong việc tăng năng suất kinh tế.

Ngoài kali thì các nguyên tố vi lượng, đặc biệt là B có ảnh hưởng rõ rệt đến dòng vận chuyển chất hữu cơ trong mạch libe. Thiếu B thì sự vận chuyển bị ức chế.

- Như vậy, các nguyên tố khoáng dù ở mức độ trực tiếp hay gián tiếp đều có khả năng can thiệp vào dòng vận chuyển và phân bố các chất hữu cơ trong mạch libe. Sử dụng phân khoáng hợp lý là biện pháp tích cực để tăng năng suất cây trồng.

Tóm lại, để nâng cao năng suất kinh tế cho cây trồng thì ta cần có các biện pháp kỹ thuật hợp lý để có thể huy động tối đa dòng chất hữu cơ vận chuyển từ các cơ quan đồng hoá và các cơ quan dinh dưỡng khác về tích lũy ở các cơ quan dự trữ.

Các biện pháp đó là:

- Bố trí thời vụ hợp lý để cây trồng có điều kiện ngoại cảnh tốt nhất (nhiệt độ, cường độ ánh sáng, ẩm độ...), nhất là thời gian hình thành cơ quan kinh tế để quá trình vận chuyển các chất đồng hoá về cơ quan kinh tế thuận lợi nhất.

- Bảo đảm đầy đủ nước, nhất là trong thời gian hình thành cơ quan kinh tế để tăng tốc độ dòng vận chuyển và vận chuyển đúng hướng.

- Sử dụng phân bón hợp lý, chú ý bón đầy đủ phân kali, nhất là với các cây trồng tích lũy đường bột... Có thể sử dụng phân qua lá và phân vi lượng để kích thích dòng vận chuyển...

- Sử dụng giống có hệ số kinh tế cao, tức có quá trình vận chuyển và tích lũy chất hữu cơ tốt nhất.

Câu hỏi ôn tập

1. Vai trò của sự vận chuyển và phân bố vật chất đối với hoạt động sống của cây và năng suất cây trồng?
2. Để cho quang hợp tiến hành thuận lợi thì các sản phẩm quang hợp được vận chuyển ra khỏi lục lạp như thế nào?
3. Trước khi vào mạch libe để tham gia vận chuyển xa thì các chất đồng hoá được vận chuyển trong các tế bào đồng hoá bằng cách nào?
4. Cấu trúc của hệ thống libe: Vai trò của các yếu tố cấu trúc trong hệ thống đối với chức năng vận chuyển chất hữu cơ?
5. Hãy chứng tỏ rằng, hệ thống libe là một tổ chức chuyên hoá cao cho sự vận chuyển chất đồng hoá trong cây?
6. Hãy trình bày một số quan điểm giải thích sự vận chuyển các chất đồng hoá trong floem?
7. Các yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến sự vận chuyển và phân bố các chất đồng hoá trong cây. Hiểu biết đó có ý nghĩa gì trong việc tăng năng suất kinh tế của các cây trồng?
8. Bạn có suy nghĩ gì về thành phần các chất tham gia vận chuyển trong mạch libe và vận tốc vận chuyển của chúng?

Chương 6

DINH DƯỠNG KHOÁNG CỦA THỰC VẬT

Mục tiêu

- Học sinh hiểu được dinh dưỡng khoáng là một chức năng sinh lý của cây gắn liền với chức năng của bộ rễ và có ý nghĩa quan trọng trong sự sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây trồng. Hiểu được vai trò sinh lý của các nguyên tố khoáng đối với cây và năng suất cây trồng.

- Trên cơ sở hiểu biết các giai đoạn hút khoáng và vận chuyển chất khoáng của quá trình dinh dưỡng khoáng của cây trồng. Đồng thời hiểu biết vai trò sinh lý của các nguyên tố khoáng để từ đó đề xuất biện pháp bón phân hợp lý cho cây trồng, vừa thỏa mãn nhu cầu sinh lý của cây vừa tăng được hiệu quả sử dụng phân bón...

Nội dung tóm tắt

- Dinh dưỡng khoáng là một trong những chức năng sinh lý rất quan trọng của thực vật. Các nguyên tố khoáng được rễ cây lấy từ đất có thể chia thành nguyên tố đa lượng và vi lượng, trong đó có khoảng 19 nguyên tố thiết yếu không thể thiếu đối với cây trồng.

- Các nguyên tố khoáng từ đất xâm nhập vào rễ qua hệ thống lông hút. Các ion khoáng tan trong dung dịch đất và hấp phụ trên bề mặt keo đất sẽ được hấp phụ lên trên bề mặt rễ theo nguyên tắc trao đổi ion với H^+ và HCO_3^- của rễ một cách trực tiếp hay gián tiếp. Chất khoáng sẽ được đi vào mạch dẫn và được vận chuyển lên các bộ phận trên mặt đất. Chất khoáng cũng có thể xâm nhập vào cây qua khí khổng và cả qua lớp cutin mỏng trên bề mặt lá.

- Các nguyên tố khoáng đa lượng thiết yếu tham gia vào nhiều hợp chất quan trọng và quyết định đến quá trình sinh trưởng, quyết định đến quá trình trao đổi chất và năng lượng, điều chỉnh các hoạt động sống.

Các nguyên tố khoáng ảnh hưởng đến các hoạt động sinh lý của cây, đến khả năng chống chịu và quá trình hình thành năng suất cây trồng.

Cây đồng hóa nitơ nhờ quá trình khử nitrat thành amon và quá trình đồng hóa amon để thành các chất hữu cơ chứa nitơ như axit amin và protein. Sự đồng hóa nitơ của cây cũng có thể thông qua sự cố định nitơ phân tử của một số vi sinh vật sống tự do trong đất và nước hay sống cộng sinh với rễ cây họ đậu.

- Việc bón phân hợp lý cho cây trồng phải dựa trên nhu cầu sinh lý dinh dưỡng của cây. Cần phải xác định được lượng phân bón cần thiết cho từng loại cây trồng, cần xác định tỷ lệ các loại phân bón và thời kỳ bón phân hợp lý cũng như lựa chọn phương pháp bón phân thích hợp cho từng loại cây trồng. Bón phân như vậy vừa thỏa mãn nhu cầu sinh lý của cây, vừa tăng được hiệu quả sử dụng phân bón.

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Các nguyên tố thiết yếu

Khi phân tích thành phần hóa học của thực vật, người ta phát hiện ra có khoảng 60 nguyên tố có trong thành phần của cây. Tuy nhiên, chỉ có một số nguyên tố nhất định là tối cần thiết cho cây, gọi là các nguyên tố thiết yếu.

Nguyên tố thiết yếu là nguyên tố có vai trò sinh lý rất quan trọng và rất cần cho sinh trưởng, phát triển của cây mà nếu thiếu nó thì cây không thể hoàn thành chu kỳ sống của mình.

Bằng phương pháp trồng cây trong dung dịch và các phương pháp nghiên cứu dinh dưỡng chính xác khác, người ta đã phát hiện ra các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu đối với cây. Theo Galston (1980), có 16 nguyên tố thiết yếu là: C, H, O, N, S, P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, Cl.

Năm 1998, Lincoln Taiz đã bổ sung thêm 3 nguyên tố thiết yếu là Na, Si, Ni.

Như vậy, trong cây có 19 nguyên tố thiết yếu. Khi có đủ các nguyên tố thiết yếu và năng lượng ánh sáng thì cây có thể tổng hợp các chất hữu cơ cần thiết cho các hoạt động sinh lý, quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và hoàn thành chu kỳ sống của mình.

Ngoài 19 nguyên tố thiết yếu nêu trên, cây cũng cần các nguyên tố khác mà thiếu chúng thì cũng gây ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây nhưng cây vẫn có khả năng hoàn thành chu kỳ sống của mình và vẫn ra hoa kết quả.

1.1. Nguyên tố khoáng và phân loại chúng trong cây

Người ta đưa ra cách phân biệt đơn giản giữa nguyên tố khoáng và các nguyên tố khác, đó là các nguyên tố mà khi đốt thực vật vẫn còn tồn tại lại trong phần tro mà không bị mất đi dưới dạng khí hoặc bay hơi thì đó là các nguyên tố khoáng.

Để phát hiện nguyên tố khoáng của cây thì người ta phân tích tro thực vật. Đem đốt thực vật ở nhiệt độ cao (khoảng 600°C), các nguyên tố C, O, H, N sẽ mất đi dưới dạng khí CO_2 , hơi H_2O và NO_2 , O_2 hoặc N_2 ... Phần còn lại là tro thực vật (tro bếp). Các nguyên tố C, H, O, N là thành phần chủ yếu cấu tạo nên các chất hữu cơ trong cây, chiếm khoảng 95% khối lượng chất khô của cây như nguyên tố C chiếm khoảng 45%, O_2 chiếm khoảng 42%, H khoảng trên 6,5% và N khoảng 1,5%. Như vậy, các nguyên tố khoáng chỉ chiếm xấp xỉ 5% khối lượng chất khô của cây. Theo quan niệm này thì nitơ không phải là nguyên tố khoáng.

1.2. Phân loại nguyên tố khoáng

Để phân loại các nguyên tố khoáng trong cây, người ta dựa vào hàm lượng của chúng trong cây và cả chức năng sinh lý của chúng.

1.2.1. Dựa vào hàm lượng của chúng trong cây

Xét về hàm lượng trong cây, các nguyên tố khoáng được phân thành các nhóm: nguyên tố đa lượng, vi lượng và siêu vi lượng.

Nguyên tố đa lượng thường có hàm lượng biến động từ 0,1 đến 1,5% khối lượng chất khô, gồm N, P, K, Ca, S, Mg, Si...

Nguyên tố vi lượng có hàm lượng nhỏ hơn 0,1% chất khô, bao gồm các nguyên tố: Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, Na, Ni, Co...

Nguyên tố siêu vi lượng có hàm lượng vô cùng nhỏ (10^{-8} - $10^{-17}\%$ khối lượng chất khô): Hg, Au, Se, Cd, Ag, Ra...

1.2.2. Dựa vào chức năng của chúng trong cây

Căn cứ vào chức năng hoá sinh và sinh lý của các nguyên tố khoáng đối với cây, người ta phân chúng thành 4 nhóm:

- Nhóm thứ nhất: gồm các nguyên tố kiến tạo nên các chất hữu cơ của cây như N, S. Cây đồng hoá chúng thông qua các phản ứng oxi hoá và khử.

- Nhóm thứ hai: tham gia vào dự trữ năng lượng hoặc bảo đảm tính nguyên vẹn về cấu trúc như P, B, Si. Chúng thường có mặt trong mô thực vật dưới dạng ester photphat, borat, silicat của các đường chẳng hạn.

- Nhóm thứ ba: gồm các nguyên tố tồn tại dưới dạng ion (K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl). Chúng thường tồn tại trong mô dưới dạng ion tự do hay liên kết với cơ chất như pectat Ca trong thành tế bào... Chúng có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc hoạt hoá các enzym và điều chỉnh thẩm thấu trong tế bào.

- Nhóm thứ tư: gồm các nguyên tố tham gia vào các phản ứng liên quan đến sự vận chuyển điện tử như Fe, Cu, Zn, Mo, Ni.

1.3. Nghiên cứu dinh dưỡng khoáng bằng kỹ thuật thủy canh

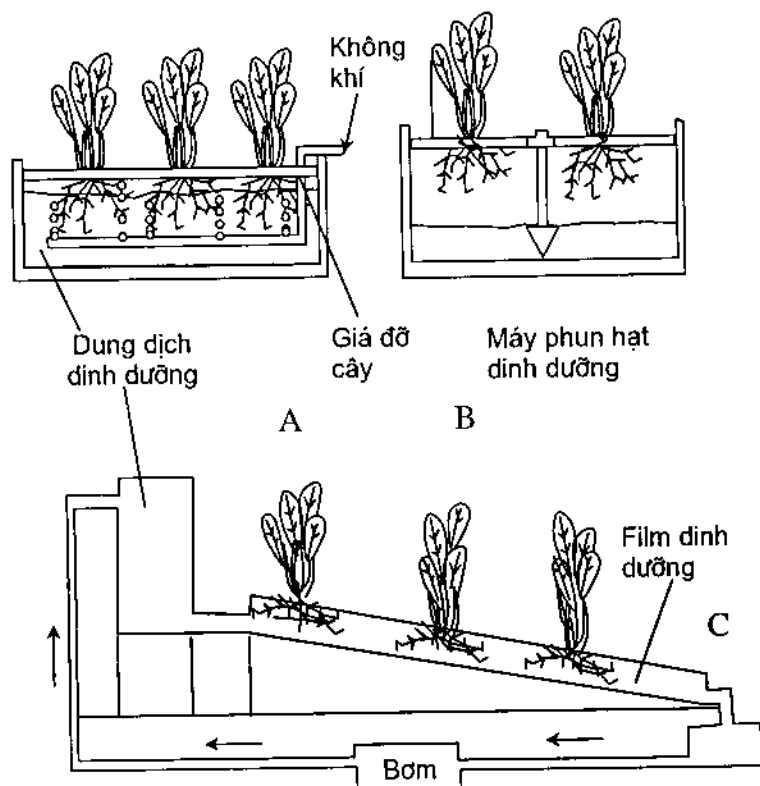
Để phát hiện vai trò sinh lý của từng nguyên tố khoáng thiết yếu đối với cây, người ta không thể chỉ sử dụng phương pháp trồng cây trong đất mà phải kết hợp sử dụng phương pháp trồng cây trong dung dịch dinh dưỡng, trong đó loại trừ nguyên tố cần nghiên cứu trong dung dịch và theo dõi cây sinh trưởng trong điều kiện thiếu nguyên tố đó. Phương pháp trồng cây này được gọi là thủy canh (hydroponic).

Người ta có thể trồng cây bằng cách trực tiếp cho hệ thống rễ ngập trong dung dịch hay thông qua một giá thể thích hợp cho hệ rễ sinh trưởng tốt rồi dung dịch thẩm thấu đến rễ gọi là film dinh dưỡng. Cũng có thể cho hệ thống rễ sinh trưởng trong môi trường khí và dung dịch dinh dưỡng sẽ được phun thành sương cung cấp cho rễ, gọi là hệ thống sinh trưởng hảo khí hay khí sinh (Hình 6.1).

a. Hệ thống thủy canh có rễ ngập trong dung dịch: Thành phần dinh dưỡng, không khí và pH được điều chỉnh tự động.

b. Hệ thống khí sinh, trong đó rễ treo ở khoảng không và luôn được phun bão hòa các hạt dung dịch dinh dưỡng.

c. Hệ thống thủy canh cải tiến: có sử dụng film dinh dưỡng được bơm dung dịch dinh dưỡng đi qua rễ. Hệ thống này được điều chỉnh tự động và hồi lưu dung dịch dinh dưỡng.



Hình 6.1: Hệ thống thủy canh và hảo khí cho cây sinh trưởng

2. Vai trò của các nguyên tố khoáng đối với cây

2.1. Vai trò cấu trúc

Các nguyên tố khoáng (kể cả N) tham gia vào thành phần của các chất hữu cơ cấu tạo nên hệ thống chất nguyên sinh, cấu trúc nên tế bào và các cơ quan. Ví dụ như N, S là thành phần bắt buộc của protein, axit nucleic; P có mặt trong axit nucleic, photpholipit; Mg và N cấu tạo nên chất diệp lục; Ca trong pectat canxi...

2.2. Vai trò chức năng

Các nguyên tố khoáng tham gia vào quá trình điều chỉnh các hoạt động trao đổi chất, các hoạt động sinh lý, quá trình sinh trưởng và phát triển trong cây. Vai trò điều chỉnh của nguyên tố khoáng có thể thông qua:

- Làm thay đổi đặc tính lý hóa của keo nguyên sinh chất như thay đổi độ nhớt, khả năng thủy hóa... Qua đó mà làm thay đổi tốc độ và chiều hướng quá trình trao đổi chất. Ví dụ như ion có hóa trị một làm giảm độ nhớt, tăng khả năng thủy hóa và do đó làm tăng các hoạt động sống; còn các ion có hóa trị cao thì ngược lại...

- Hoạt hóa các enzym trong tế bào, đặc biệt là các nguyên tố vi lượng, nên làm tăng hoạt động trao đổi chất...

- Nitơ tham gia vào thành phần của phytohocmon và phytochrom điều chỉnh các quá trình sinh trưởng và phát triển của cây...

2.3. Vai trò chống chịu

Các nguyên tố khoáng có khả năng làm tăng tính chống chịu của cây trồng đối với các điều kiện bất thuận, như một số nguyên tố khoáng, đặc biệt là các nguyên tố vi lượng có khả năng làm thay đổi đặc tính của keo nguyên sinh chất theo hướng tăng tính chống chịu của chúng như chống chịu rét, hạn, nóng, bệnh...

** Nguyên tố khoáng và năng suất:*

Bón phân khoáng để tăng năng suất cây trồng là biện pháp kỹ thuật quan trọng nhất. Mối quan hệ giữa phân khoáng và năng suất cây trồng là mối quan hệ gián tiếp. Sản phẩm thu hoạch như đường, tinh bột, chất béo, chất đạm... chứa chủ yếu các nguyên tố C, H, O và một tỷ lệ thấp N. Một lượng nhỏ (khoảng từ 5 - 10%) các nguyên tố có nguồn gốc từ phân bón (P, K, S, Ca, Si,

Mg, Fe...). Như vậy, trong thành phần của năng suất cây trồng, các nguyên tố khoáng chỉ có mặt 5 - 10% mà thôi.

Vì vậy, vai trò của phân khoáng là ở chỗ: chúng làm tăng quá trình sinh trưởng, tăng diện tích lá, tăng hàm lượng diệp lục trong lá, nên tăng hoạt động quang hợp để tổng hợp nên các chất hữu cơ từ CO_2 và H_2O tích lũy vào các cơ quan dự trữ, các cơ quan thu hoạch tạo nên năng suất cây trồng. Do đó mối quan hệ giữa phân bón và năng suất cây trồng là mối quan hệ gián tiếp thông qua hoạt động quang hợp.

II. SỰ HẤP THU VÀ VẬN CHUYỂN CHẤT KHOÁNG CỦA CÂY

Chất khoáng muốn đi vào cây thì trước hết phải được hấp phụ trên bề mặt rễ dưới dạng ion và sau đó ion khoáng đi qua màng nguyên sinh để vào trong tế bào và được vận chuyển từ tế bào này qua tế bào khác rồi đi đến tất cả các bộ phận của cây.

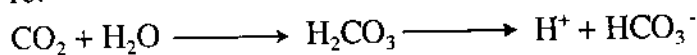
1. Sự trao đổi chất khoáng của rễ ở trong đất

Các ion khoáng được tan trong dung dịch đất hoặc được hấp phụ trên bề mặt keo đất sẽ được rễ cây hấp phụ lên trên bề mặt của nó. Đó là quá trình hấp phụ trao đổi ion.

** Nguyên tắc hấp phụ trao đổi ion:*

Các ion khoáng muốn đi vào cây thì trước tiên chúng phải được hấp phụ trên bề mặt rễ theo phương thức trao đổi ion giữa đất và lông hút.

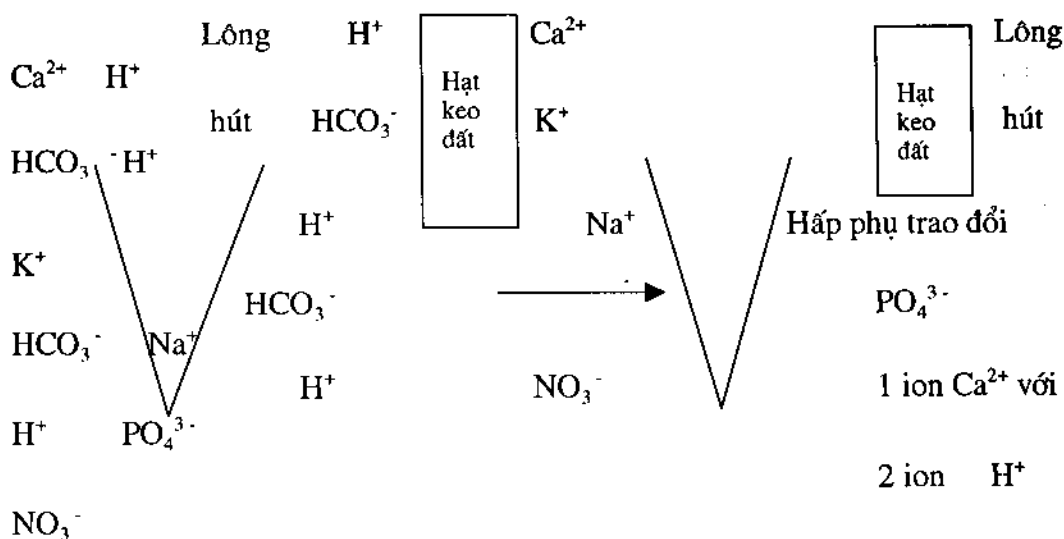
Trong quá trình hô hấp của rễ thì CO_2 được sinh ra. CO_2 kết hợp với nước tạo ra axit cacbonic. Đây là một axit yếu nên nó lập tức phân ly trên bề mặt rễ:



H^+ của rễ được làm nguyên liệu để trao đổi với các cation trong đất.

HCO_3^- làm nguyên liệu trao đổi với các anion trong đất.

Sự trao đổi ion giữa rễ và đất theo đúng hóa trị và đương lượng của các ion. Một ion hóa trị 1 như K^+ từ đất muốn xâm nhập vào rễ thì nó phải được trao đổi với 1 ion H^+ đi ra khỏi rễ, hoặc 1 ion NO_3^- trao đổi với 1 ion HCO_3^- . Cũng tương tự, ion Ca^{++} của đất phải trao đổi với 2 ion H^+ của rễ hoặc ion PO_4^{3-} , muốn được hấp phụ trên bề mặt rễ thì phải có 3 ion HCO_3^- đi từ rễ ra dung dịch đất...



Hình 6.2: Kiểu trao đổi hấp phụ ion giữa lông hút rễ và hạt keo đất

Với phương thức trao đổi ion giữa ion H^+ và HCO_3^- của rễ và các ion khoáng hút bám trên bề mặt keo đất và tan trong dung dịch đất mà rễ cây có thể hút được một lượng chất khoáng lớn hơn chất khoáng tan trong dung dịch đất.

2. Sự vận chuyển chất khoáng trong cây

2.1. Sự vận chuyển chất khoáng trong các tế bào

Chất khoáng được vận chuyển trong các tế bào sống từ lông hút đến mạch dẫn của rễ theo hai con đường: qua thành vách tế bào (apoplasts) và chất nguyên sinh (symplast) tương tự như đường đi của nước trong các tế bào sống. Các chất khoáng được tan trong nước và đi trong hệ thống mao quản của thành tế bào để xuyên từ tế bào này sang tế bào khác, hoặc được vận chuyển theo hệ thống chất nguyên sinh xuyên qua các sợi liên bào nối các tế bào với nhau. Sự vận chuyển các chất khoáng trong các tế bào là sự vận chuyển tích cực nên cần cung cấp năng lượng của quá trình trao đổi chất của chính tế bào đó.

2.2. Sự vận chuyển chất khoáng trong hệ thống mạch gỗ (xylem)

Các chất khoáng tan trong nước rồi đi vào mạch gỗ và theo dòng thoát hơi nước mà đi lên các bộ phận trên mặt đất, đến tất cả các cơ quan cần thiết. Đây là dòng vận chuyển chất khoáng chủ yếu trong cây. Tốc độ vận chuyển chất

khoáng trong mạch gỗ là phụ thuộc vào quá trình thoát hơi nước của lá, tức là phụ thuộc vào tốc độ của dòng nước đi lên cây.

2.3. Sự vận chuyển chất khoáng trong mạch floem (libe)

Một số ion cũng có thể tách ra từ các tế bào hoặc từ mạch hệ thống mạch gỗ đi vào hệ thống mạch floem để cùng vận chuyển với các chất đồng hóa đi đến các cơ quan, bộ phận của cây. Người ta phát hiện ra nhiều ion khoáng có trong thành phần của dịch vận chuyển trong mạch floem với nồng độ rất khác nhau. Các chất khoáng có khả năng di động lớn thì dễ dàng vận chuyển trong mạch floem như K, Na, P, S, Mg, Cl... Cũng có một số chất không di động như Ca, B, Ag... thì ít khi thấy chúng trong mạch floem.

3. Dinh dưỡng khoáng qua lá

Hầu hết các chất khoáng được rễ cây hút từ đất vào cây. Tuy nhiên, ngoài rễ ra thì các bộ phận khác của cây, đặc biệt là lá cũng có khả năng hấp thu chất khoáng khi tiếp xúc với dung dịch chất khoáng.

Các chất khoáng xâm nhập vào lá thường phải đi qua khí khổng và cũng có thể thấm qua lớp cutin mỏng. Sự xâm nhập các chất khoáng vào cây qua bề mặt lá phụ thuộc vào các điều kiện khác nhau:

- Phụ thuộc vào thành phần của các chất khoáng sử dụng, nồng độ chất khoáng và pH của dung dịch chất khoáng.
- Phụ thuộc vào tuổi của lá và cây: các lá non dễ dàng thấm các chất khoáng hơn các lá già vì với các lá non, ngoài xâm nhập qua khí khổng thì chất khoáng còn có thể thấm qua lớp cutin mỏng.
- Phụ thuộc dạng sử dụng: cùng một nguyên tố nhưng tốc độ thấm qua lá phụ thuộc vào dạng sử dụng của chúng. Ví dụ: NO_3^- xâm nhập vào lá mất 15 phút, còn NH_4^+ thì mất 2 giờ; hoặc K^+ của KNO_3 vào lá mất 1 giờ còn của KCl mất 30 phút. Kali trong dung dịch kiềm xâm nhập vào lá nhanh hơn trong môi trường axit...

*** Phân bón lá:**

Hiện nay, có rất nhiều loại phân bón hoặc chế phẩm phun qua lá. Các loại này ngày càng được sử dụng rộng rãi trong sản xuất.

- Lợi ích của phương pháp dinh dưỡng qua lá:

Phun chất dinh dưỡng qua lá sẽ tiết kiệm được phân bón, tiết kiệm thời gian và công sử dụng mà hiệu quả cao hơn nhiều so với dinh dưỡng qua rễ. Phương pháp này càng có hiệu quả cao đối với các cây rau, hoa và cây giống các loại...

Khi sử dụng các chất có nồng độ thấp, các chất có hoạt tính sinh lý như các chất điều hòa sinh trưởng, các nguyên tố vi lượng... thì chỉ có phun qua lá mới có hiệu quả sinh lý và kinh tế nhất. Vì vậy, các chế phẩm phun qua lá ngoài một số chất dinh dưỡng thì nhất thiết phải có các chất có hoạt tính sinh lý. Việc phun phân qua lá cũng là cách phục hồi nhanh chóng cây trồng khi có dấu hiệu thiếu dinh dưỡng hơn là bón vào đất...

- Những điều cần lưu ý khi sử dụng:

Cần tuân thủ một số nguyên tắc khi sử dụng phân bón lá là chỉ sử dụng với các loại phân tan trong nước mà thôi, phải có thiết bị bơm và kỹ thuật sử dụng tốt, nên phun vào giai đoạn non khi tầng cutin của lá còn mỏng và trước khi cây đạt mức độ trao đổi chất mạnh nhất...

- Trong sản xuất, người ta thường kết hợp cả hai cách dinh dưỡng qua rễ và qua lá. Phương pháp dinh dưỡng qua lá thường sử dụng chủ yếu với cây rau và hoa, còn các cây trồng khác thì nó chỉ có tác dụng bổ trợ thêm dinh dưỡng hoặc các chất có hoạt tính sinh lý trong giai đoạn nhất định và trong trường hợp cần thiết, còn phương pháp dinh dưỡng qua rễ vẫn là phương pháp chính.

III. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NHÂN TỐ NGOẠI CẢNH ĐẾN SỰ XÂM NHẬP CHẤT KHOÁNG VÀO CÂY

Sự hấp thu chất khoáng vào cây là một quá trình sinh lý phức tạp. Nó phụ thuộc rất nhiều vào các điều kiện khác nhau mà yếu tố ngoại cảnh có ảnh hưởng rất quan trọng. Trong các yếu tố ngoại cảnh thì nhiệt độ, nồng độ oxi trong đất và pH của dung dịch đất có ảnh hưởng mạnh nhất đến quá trình hút khoáng của rễ cây.

Hiểu biết này có vai trò quan trọng trong việc đề xuất các biện pháp kỹ thuật bón phân hợp lý nhằm tăng khả năng hấp thu của rễ cây và hiệu quả sử dụng phân bón.

1. Nhiệt độ

1.1. Vai trò của nhiệt độ

Nhiệt độ, đặc biệt là nhiệt độ của đất có ảnh hưởng rất lớn đến sự hút khoáng của rễ cây. Nhiệt độ ảnh hưởng đến cả hút khoáng chủ động và bị động. Sự khuếch tán của các chất khoáng từ đất vào rễ cây phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt độ càng thấp thì tốc độ khuếch tán các chất càng giảm. Nhiệt độ thấp làm hô hấp của rễ giảm và rễ thiếu năng lượng cho sự hút khoáng tích cực.

1.2. Giới hạn nhiệt độ

Trong giới hạn nhiệt độ nhất định thì với đa số cây trồng, tốc độ xâm nhập chất khoáng tăng theo nhiệt độ. Nhưng nếu nhiệt độ vượt quá mức độ tối ưu (35 - 40°C) thì tốc độ hút khoáng giảm và có thể bị ngừng khi nhiệt độ đạt trên 50°C. Với nhiệt độ quá cao thì hệ thống lông hút vốn rất nhạy cảm với nhiệt độ sẽ bị rối loạn hoạt động sống và có thể bị biến tính mà chết

Về mùa đông, khi nhiệt độ của đất hạ xuống đến 10 - 12°C (rét hại) thì sự hút nước và chất khoáng của các cây trồng bị ngừng trệ. Về mùa hè, ở những vùng có nhiệt độ quá cao như các vùng cát miền Trung, sự xâm nhập nước và chất khoáng cũng bị ngừng trệ... Việc chọn giống có khả năng chống chịu với nóng hạn để đưa trồng ở các vùng khô hạn là một mục tiêu quan trọng của Nông nghiệp sinh thái.

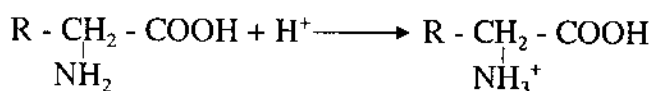
2. Độ pH của dung dịch đất

Độ pH của dung dịch đất ảnh hưởng rất quyết định lên sự hấp thu chất khoáng của rễ cây. Ảnh hưởng của pH lên sự hút khoáng của rễ có thể là trực tiếp và cũng có thể gián tiếp.

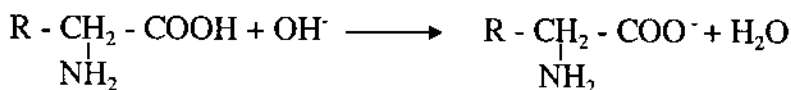
2.1. Ảnh hưởng trực tiếp

Độ pH của dung dịch đất ảnh hưởng đến khả năng tích điện trên bề mặt rễ và điều đó quyết định hấp thu ion khoáng nào.

Vì chất nguyên sinh của lông hút rễ được cấu tạo chủ yếu bằng protein, nên trong môi trường axit (pH thấp) thì protein của rễ mang điện dương, do đó mà rễ cây hút anion nhiều hơn (NO_3^- , PO_4^{3-} , Cl^- ...).



Trong môi trường bazơ, rễ cây thường tích điện âm và hút cation nhiều hơn (K^+ , NH_4^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ...).



Như vậy, tùy theo pH của môi trường mà rễ cây chọn lựa loại ion nào để hút. Ví dụ với phân đạm nitrat amon (NH_4NO_3) thì sự phụ thuộc giữa pH và sự hấp thu NH_4^+ hay NO_3^- được biểu thị theo đồ thị hình 6.3.

2.2. Ảnh hưởng gián tiếp

Ảnh hưởng gián tiếp của pH đến sự hấp thu của rễ với các ion khoáng trong đất thường phải thông qua dung dịch đất.

- Ảnh hưởng đến độ hòa tan của chất khoáng:

Trước hết, pH ảnh hưởng đến độ hòa tan và khả năng di động của các chất khoáng và do đó ảnh hưởng đến khả năng hút của rễ. Ví dụ như dạng ion photphat có hóa trị 1 (H_2PO_4^-) là dạng cây hút thuận lợi nhất so với dạng hóa trị 2 (HPO_4^{2-}) và hóa trị 3 (PO_4^{3-}) khi ở môi trường axit, còn trong môi trường kiềm thì có xu hướng chuyển hóa thành dạng hóa trị 2 và 3 không thích hợp cho cây hút. Độ di động của B tốt trong môi trường axit...

- Ảnh hưởng đến hoạt động vi sinh vật đất:

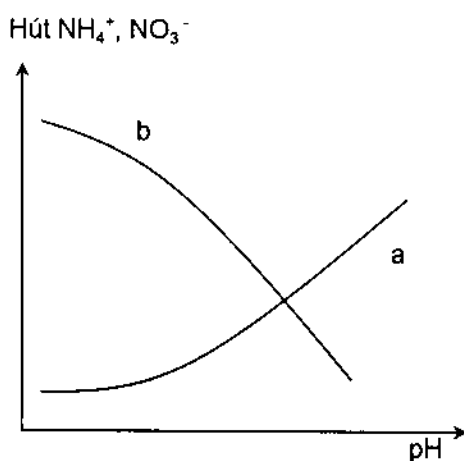
Hệ vi sinh vật trong đất, đặc biệt là xung quanh vùng rễ là rất quan trọng cho sự dinh dưỡng khoáng của rễ. Chúng phân hủy các chất hữu cơ thành các chất vô cơ, các chất khó tan thành các chất dễ tan giúp cho cây trao đổi thuận lợi.

Chính vì vậy mà xung quanh vùng rễ tập trung một mật độ vi khuẩn rất cao, gọi là vùng vi khuẩn rễ. Các vi khuẩn hữu ích này hoạt động phụ thuộc vào pH của môi trường. Nói chung, pH môi trường xung quanh trung tính là thuận lợi nhất cho hoạt động của vi khuẩn.

2.3. Vận dụng vào sản xuất

Độ pH của môi trường đất nếu vượt qua giới hạn sinh lý (quá kiềm hay quá axit) thì mô rễ, đặc biệt là lông hút bị hại và sự hút khoáng bị ức chế. Do vậy cần điều chỉnh độ pH của đất bằng biện pháp bón vôi để tạo pH thích hợp cho sự sinh trưởng và hút nước, hút khoáng của rễ.

Cần lưu ý rằng, mỗi một giống cây trồng thích hợp ở một độ pH nhất định. Nên khi sử dụng phân bón cần phải xác định độ pH của đất.



Hình 6.3: Mối quan hệ giữa pH của dung dịch đất với sự hút NH_4^+ (a) và NO_3^- (b)

Ngoài ra, cần quan tâm đến loại phân chua sinh lý và kiềm sinh lý (khi cây hút ion nào đấy thì ion còn lại sẽ làm chua đất hay kiềm hóa đất) để có biện pháp điều chỉnh pH của đất, nhất là sau vụ trồng trọt.

3. Nồng độ oxi trong đất

- Dinh dưỡng khoáng là một quá trình sinh lý chủ động liên quan đến trao đổi chất của cây. Oxi trong đất sẽ cung cấp cho hô hấp của rễ tạo ra năng lượng cho quá trình hấp thu chất khoáng. Nồng độ oxi trong khí quyển khoảng 21%, còn trong đất thì nhỏ hơn nhiều, tùy theo kết cấu của đất và mức độ ngập nước. Nếu nồng độ oxi trong đất giảm xuống dưới 10% thì đã giảm sự hút khoáng, còn dưới 5% thì cây chuyển sang hô hấp yếm khí rất nguy hiểm cho cây, rễ cây hoàn toàn thiếu năng lượng cho hút khoáng.

- Các cây trồng trên cạn nếu gặp mưa lâu, bị úng, thiếu oxi nên cây bị yếm khí, để lâu sẽ chết. Các cây trồng như lúa, cói, rừng ngập nước... thường xuyên có rễ ngập nước, nhưng chúng có hệ thống thông khí từ các cơ quan trên mặt đất xuống rễ để dẫn oxi cho rễ nên thích ứng với điều kiện thiếu oxi trong đất.

Tuy nhiên, hệ thống rễ của cây trồng rất nhạy cảm với oxi nên thiếu oxi sẽ ức chế sự sinh trưởng và hút nước, hút khoáng. Vì vậy, khi bón phân, để tăng hiệu quả sử dụng phân bón thì ta phải có các biện pháp kỹ thuật tăng hàm lượng oxi cho đất như làm đất tơi xốp trước khi gieo trồng, làm cỏ sục bùn khi bón phân, phá váng khi gặp mưa... Ngoài ra, cần chọn các giống chịu úng để trồng ở các vùng thường xuyên bị úng.

IV. VAI TRÒ SINH LÝ CỦA CÁC NGUYÊN TỐ KHOÁNG THIẾT YẾU

Trong phần này ta tìm hiểu vai trò sinh lý của một số nguyên tố khoáng chính cũng như một số biểu hiện về hình thái của cây khi thiếu chúng và vai trò của chúng trong việc tăng năng suất cây trồng. Đối với nguyên tố nitơ không thuộc nhóm nguyên tố khoáng nên được xếp riêng ở phần sau.

1. Photpho (P)

1.1. Dạng photpho cây hấp thu và tồn tại trong cây

- Dạng photpho vô cơ có ý nghĩa sinh học trong đất là H_2PO_4^- và HPO_4^{2-} mà quan trọng nhất là dạng có hóa trị 1. Trong môi trường axit thì P tồn tại dưới dạng H_2PO_4^- và cây dễ dàng hấp thu nó. Còn các dạng P có hóa trị cao hơn thường bị giữ chặt trong đất, cây khó hút dạng này.

- Trong cây, P ở dạng PO_4^{3-} trong thành phần của nhiều hợp chất hữu cơ quan trọng và gốc PO_4^{3-} có thể chuyển từ hợp chất này sang chất khác. Liên kết

cao năng photphat trong ADP và ATP có thể hoạt hoá cho nhiều chất khi chúng tiến hành trao đổi chất.

- P tập trung nhiều ở các cơ quan còn non đang sinh trưởng mạnh, một bộ phận đáng kể tập trung trong cơ quan sinh sản và dự trữ trong hạt dưới dạng hợp chất phitin [$C_6H_6(OH_2PO_3)_6$].

1.2. Vai trò của photpho trong cây

Khi vào cây, P nhanh chóng tham gia vào rất nhiều hợp chất hữu cơ rất quan trọng quyết định đến quá trình trao đổi chất và năng lượng, quyết định đến các hoạt động sinh lý và sinh trưởng phát triển của cây.

Có thể nêu một số nhóm hợp chất chứa P quan trọng trong cây:

- P tham gia vào thành phần của axit nucleic. ADN và ARN có vai trò quan trọng trong quá trình di truyền của cây, quá trình phân chia tế bào và sinh trưởng của cây. Do vậy, giai đoạn còn non hoặc giai đoạn hoạt động sống mạnh thì hàm lượng P trong cây thường cao hơn.

- P tham gia vào thành phần của photpholipit. Photpholipit là hợp chất giữa lipit và axit photphoric. Đây là hợp chất rất quan trọng cấu tạo nên hệ thống màng sinh học trong tế bào (membran) như màng sinh chất, màng không bào, màng bao bọc các cơ quan, màng trong của lục lạp và ty thể, màng lưới nội chất... Các màng này có chức năng bao bọc, quyết định tính thấm, trao đổi chất và năng lượng. Chức năng của màng gắn liền với hàm lượng và thành phần của photpholipit trong chúng.

- P có mặt trong hệ thống ADP, ATP, là các chất dự trữ và trao đổi năng lượng sinh học trong cây. Chúng như những acqui tích lũy năng lượng của tế bào. Liên kết cao năng photphat ($\sim P$) chứa 7 - 10 Kcal năng lượng và là phương thức tích lũy năng lượng quan trọng nhất được sử dụng cho tất cả các hoạt động sống trong cây. Trong quá trình quang hợp, năng lượng ánh sáng mặt trời được tích lũy vào ATP, còn trong quá trình hô hấp thì năng lượng của việc oxi hóa các chất hữu cơ cũng được tổng hợp nên các phân tử ATP. Sự hình thành ATP trong cơ thể được thực hiện nhờ quá trình photphoryl hóa.

- P tham gia vào nhóm hoạt động của các enzym oxi hóa khử là NAD, NADP, FAD, FMN. Đây là các enzym cực kỳ quan trọng trong các phản ứng oxi hóa khử trong cây, đặc biệt là quá trình quang hợp và hô hấp, quá trình đồng hóa nitơ...

- P có mặt trong một nhóm các chất rất phổ biến trong quá trình trao đổi chất là các ester photphoric của các sản phẩm trung gian, như các hexozophotphat,

triozophotphat... Các chất hữu cơ muốn tham gia vào quá trình trao đổi chất thì phải ở dạng hoạt hóa tức kết hợp với photpho.

- Khi bón đủ phân photpho, biểu hiện trước hết là cây sinh trưởng tốt, hệ thống rễ phát triển, đẻ nhánh khỏe, xúc tiến hình thành cơ quan sinh sản... (P trong thành phần axit nucleic, photpholipit); tiến hành trao đổi chất và năng lượng mạnh mẽ (trong thành phần của ATP, enzym oxi hóa khử); xúc tiến các hoạt động sinh lý, đặc biệt là quang hợp và hô hấp... Kết quả là tăng năng suất cây trồng.

P cần cho tất cả các loại cây trồng, tuy nhiên P có hiệu quả nhất đối với các cây họ đậu. P rất cần cho sự sinh trưởng, phát triển của cây họ đậu và cũng rất cần cho hoạt động cố định đạm của các vi sinh vật. Người ta nói "biến lân thành đạm" có nghĩa là sử dụng phân lân bón cho cây họ đậu để tăng cường cố định đạm của vi sinh vật trong nốt sần cây đậu.

- Biểu hiện khi cây thiếu P:

Khi cây thiếu P thì lá ban đầu có màu xanh đậm có lẽ do tăng cường hút Mg, sau dần dần chuyển sang màu vàng. Hiện tượng trên bắt đầu từ mép lá và từ lá phía dưới trước.

Với lúa, khi thiếu P thì lá nhỏ, hẹp, có màu lục đậm, đẻ nhánh ít, trổ bông chậm, chín kéo dài, có nhiều hạt xanh và lửng...

Với ngô, khi thiếu P thì cây sinh trưởng rất chậm, lá trên có màu lục nhạt còn lá dưới thì lục đậm rồi dần chuyển sang màu vàng hay huyết dụ.

- Thừa P không có biểu hiện gây hại như thừa Nitơ:

P thuộc loại nguyên tố linh động, tức nó có khả năng vận động từ các cơ quan già sang cơ quan non nên được gọi là "nguyên tố dùng lại".

2. Lưu huỳnh (S)

2.1. Dạng lưu huỳnh cây hấp thu

Trong đất, lưu huỳnh tồn tại nhiều dạng hữu cơ và vô cơ, nhưng dạng S vô cơ được cây hút chủ yếu là sulphat (SO_4^{2-}) tan trong dung dịch đất. Trong môi trường axit thì sulphat bị giữ chặt trên keo đất nên cây khó hút. Môi trường kiềm thì sulphat được giải phóng ra khỏi keo đất, cây dễ dàng hút. Vì vậy, bón vôi làm tăng pH đất, tạo điều kiện cho ion sulphat di động và rễ cây dễ dàng hút được.

Ngoài ra, nhờ hoạt động của hệ vi sinh vật đất mà S trong chất hữu cơ có thể phân giải thành dạng sulphat cho cây hấp thu.

2.2. Vai trò của lưu huỳnh đối với cây

- Lưu huỳnh vào cây sẽ tham gia vào hình thành nên một số hợp chất quan trọng, có ảnh hưởng quan trọng lên quá trình sinh trưởng, quá trình trao đổi chất và hoạt động sinh lý của cây:

+ S là thành phần của ba axit amin quan trọng trong cây là xystin, xystein và metionin. Các axit amin này là thành phần bắt buộc của các protein. Trong các phân tử protein, S tạo nên các liên kết disulfid (- S - S -) bảo đảm tính ổn định về cấu trúc của phân tử protein.

Sự hiện diện của S trong phân tử protein là một hằng số và thường có 36 nguyên tử N thì có mặt 1 nguyên tử S.

+ S tham gia vào hợp chất rất quan trọng có ý nghĩa trong trao đổi chất và năng lượng trong tế bào là coenzym A (CoA - SH). Trong công thức của nó có nhóm - SH và khi kết hợp với gốc axetyl tạo nên hợp chất axetyl - CoA ($\text{CH}_3 - \text{CO} \sim \text{S} \cdot \text{CoA}$). Liên kết cao năng của lưu huỳnh ($\sim \text{S}$) có năng lượng dự trữ tương đương với $\sim \text{P}$ của ATP. Hợp chất này đóng vai trò quan trọng trong quá trình trao đổi lipid trong cây và trong hô hấp. Nó là chất được hoạt hóa trước khi đi vào chu trình Krebs để phân giải oxy hóa triệt để.

+ S có mặt trong một số vitamin quan trọng trong quá trình trao đổi chất là biotin, thiamin.

- Khi đầy đủ lưu huỳnh thì cây sinh trưởng thuận lợi vì quá trình tổng hợp protein bình thường, quá trình trao đổi chất cũng như các hoạt động sinh lý tiến hành tốt.

- Thiếu S, biểu hiện các triệu chứng đặc trưng rất giống với thiếu N là bệnh vàng lá, vì cả hai nguyên tố đều là thành phần của protein. Tuy nhiên, bệnh vàng lá do thiếu N triệu chứng xuất hiện đầu tiên ở lá trưởng thành và lá già, còn thiếu S thì xuất hiện ở lá non trước. Triệu chứng đặc trưng là lá vàng úa, gân lá vàng mà thịt lá còn xanh, sau đó thì lá chuyển sang vàng. Sự tổn thương xảy ra trước tiên ở ngọn, cộng với sự xuất hiện các vết chấm đỏ do mô chết.

- Trong thực tế, người ta ít bón S vì đất thường không thiếu S. Tuy nhiên, nếu trong đất hàm lượng $\text{S} < 11 \text{ mg}/100 \text{ g}$ đất là đất thiếu S, khi đó bón S sẽ làm tăng năng suất rõ rệt (có thể tăng đến 83%). Khi ta sử dụng các loại phân bón sulphat tức là đã cung cấp S cho cây trồng.

Các thực vật họ cải (Brassicaceae) cần và tích lũy nhiều lưu huỳnh nhất. Khác với P, lưu huỳnh trong cây không linh động và không được "dùng lại".

3. Kali (K)

3.1. Dạng kali cây hấp thu và phân bố của kali trong cây

- Kali trong đất thường ở dạng ion K^+ . Có 3 dạng: Kali bị hạt keo đất giữ chặt, dạng kali trao đổi và kali tan trong dung dịch đất. Trong đó, dạng kali tan trong dung dịch đất và dạng kali trao đổi là hai dạng kali cây hút được.

- Trong cây, kali chỉ tồn tại dưới dạng ion K^+ tự do, rất linh động nhưng không có vai trò tham gia cấu tạo nên bất kỳ một hợp chất hữu cơ nào. Trong cây, kali được phân bố nhiều ở các bộ phận non đang sinh trưởng mạnh. Kali là một "nguyên tố dùng lại", khi lá già thì kali được di chuyển về các cơ quan non để sử dụng lại.

3.2. Vai trò của kali đối với cây

Mặc dù kali không tham gia vào cấu tạo nên hợp chất hữu cơ, nhưng vai trò sinh lý của nó đối với cây là cực kỳ quan trọng. Đó là vai trò điều chỉnh các hoạt động trao đổi chất và các hoạt động sinh lý của cây.

- K có tác dụng làm giảm độ nhớt của chất nguyên sinh, tăng mức độ thủy hóa của keo nguyên sinh... tức là làm tăng các hoạt động sống diễn ra trong tế bào.

- K điều chỉnh sự đóng mở của khí khổng. Sự tập trung hàm lượng cao của ion K^+ trong tế bào khí khổng làm thay đổi sức trương của tế bào khí khổng và điều chỉnh đóng mở của nó. Sự đóng mở của khí khổng có vai trò điều chỉnh quan trọng trong quá trình trao đổi nước và quá trình đồng hóa CO_2 của lá cây.

- K điều chỉnh dòng vận chuyển các chất hữu cơ trong mạch floem. Trong tế bào mạch floem hàm lượng K rất cao. Sự có mặt của K^+ đã điều chỉnh tốc độ vận chuyển của các chất đồng hóa trong mạch rây, đặc biệt là điều chỉnh các chất hữu cơ tích lũy về các cơ quan kinh tế nên K có ý nghĩa quan trọng trong tăng năng suất kinh tế. Bón phân kali sẽ làm hạt chắc, khối lượng hạt tăng, củ mẩy, tăng hàm lượng tinh bột và đường trong sản phẩm, tăng năng suất kinh tế và phẩm chất nông sản.

- K hoạt hóa rất nhiều enzym tham gia vào các biến đổi chất trong cây, đặc biệt là quá trình quang hợp và hô hấp: ATP - aza, RDP - cacboxylaza, nitratoreductaza...

- K làm tăng tính chống chịu của cây đối với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận như tính chống bệnh, tính chống chịu hạn, nóng...

- K có vai trò trong việc điều chỉnh sự vận động ngủ của một số lá thực vật như lá các cây họ đậu và họ trinh nữ. Sự có mặt với hàm lượng cao ở trong các

tế bào của "tổ chức đầu gối" đã điều chỉnh sức trương của tổ chức này gây nên hiện tượng đóng hoặc mở của lá cây vào ban ngày và ban đêm... Ngoài ra, vai trò của K trong điều chỉnh sức trương của tế bào có ý nghĩa quan trọng trong việc bảo đảm tư thái tươi tỉnh thuận lợi cho các hoạt động sinh lý của cây...

- *Thiếu kali:*

Thiếu K cây có những biểu hiện về hình thái rất rõ là lá ngắn, hẹp, xuất hiện các chấm đỏ, lá bị khô rồi héo rũ vì mất sức trương.

Lúa thiếu K thì sinh trưởng kém, trổ sớm, chín sớm, hạt lép, lũng, cây dễ đổ, dễ bị bệnh đạo ôn và tiêm lửa.

Với ngô, nếu thiếu K cây sinh trưởng kém, đốt ngắn, mép lá nhạt dần sau chuyển sang màu huyết dụ, lá có gợn sóng, giảm năng suất...

Nói chung, thiếu kali sẽ làm giảm khả năng chống chịu của các cây trồng và giảm năng suất kinh tế rõ rệt.

- Kali cần cho tất cả các loại cây trồng. Tuy nhiên, quan trọng nhất là đối với các loại cây trồng mà sản phẩm thu hoạch chứa nhiều đường, tinh bột như lúa, ngô, mía, khoai lang, khoai tây... do đó, bón K là tối cần thiết để đạt năng suất và chất lượng cao. Bón phân kali vào giai đoạn cây hình thành cơ quan kinh tế sẽ làm tăng quá trình vận chuyển các chất hữu cơ tích lũy về cơ quan dự trữ nên sẽ làm tăng năng suất kinh tế. Bón phân kali sẽ phát huy hiệu quả của phân đạm và lân. Vì vậy, việc bón tỷ lệ cân đối giữa N : P : K là kỹ thuật bón phân hiệu quả nhất đối với các cây trồng.

4. Canxi (Ca)

4.1. Dạng canxi trong đất và trong cây

Canxi là cation trao đổi trong đất. Hầu hết canxi được hấp phụ trên bề mặt keo đất. Khi pH môi trường thấp thì ion Ca^{2+} được tách ra khỏi bề mặt keo đất để trung hòa độ chua của đất, lúc đó cây có thể hút được canxi. Do đó, bón vôi là biện pháp kinh tế và hiệu quả để điều chỉnh độ chua của đất.

Trong cây, canxi thường liên kết với một số chất hữu cơ và nó thường bị giữ chặt, không di động như K. Canxi là nguyên tố "không dùng lại" nên nó có nhiều ở bộ phận già.

4.2. Vai trò của canxi đối với cây

- Vai trò quan trọng nhất của canxi là tham gia vào hình thành nên thành tế bào. Canxi kết hợp với axit pectinic tạo nên pectat canxi có mặt ở lớp giữa của thành gắn chặt các tế bào với nhau thành một khối. Khi pectat canxi bị phân

hủy thì các tế bào không dính nhau mà tách rời nhau. Chẳng hạn khi quả chín do pectat canxi phân hủy nên thịt quả mềm ra, hoặc khi tăng rời hình thành tách rời các tế bào và gây nên sự rụng. Pectat canxi có thể coi như là chất "xi măng" gắn các tế bào với nhau.

- Canxi có ý nghĩa quan trọng trong việc trung hòa độ chua và loại trừ độ độc của các cation có mặt trong chất nguyên sinh như H^+ , Na^+ , Al^{3+} ...

Trong đất, Ca có tác dụng trung hòa độ chua của đất, thuận lợi cho sự sinh trưởng của rễ và hoạt động của vi sinh vật...

Ngoài ra, Ca có khả năng hoạt hóa rất nhiều enzym nên ảnh hưởng đến quá trình trao đổi chất: Photpholipaza, adeninkinaza, argininkinaza, ATP - aza...

- Triệu chứng thiếu canxi:

Khi thiếu canxi thì các mô phân sinh đỉnh thân và rễ bị hại nghiêm trọng, mô phân sinh ngừng phân chia, sinh trưởng bị ức chế, rễ ngắn, hóa nhầy và chết. Triệu chứng đặc trưng khi thiếu Ca là lá mới ra bị dị dạng, đỉnh lá bị uốn móc.

Triệu chứng thiếu Ca thường biểu hiện ở lá non trước vì Ca không di động trong cây.

- Trong thực tế, bón vôi có hiệu quả rất cao, nhất là với đất chua và đất bạc màu. Hiệu quả quan trọng nhất của vôi là trung hòa độ chua của đất, tạo điều kiện thuận lợi cho sinh trưởng và hoạt động sinh lý của cây. Các cây họ đậu như lạc thì bón vôi là biện pháp quan trọng hàng đầu để tăng năng suất và chất lượng hạt lạc. Vôi làm cho cây lạc sinh trưởng tốt, cây cứng, hạt chắc, mẩy, vỏ mỏng, tăng hàm lượng lipid. Vôi làm tăng hàm lượng đường của mía, tăng chất lượng của thuốc lá... Nói chung, vôi được xem như là một loại phân bón dùng cải tạo đất chua, mặn, phèn, đất bạc màu...

5. Magiê (Mg)

5.1. Magiê trong đất

Trong đất, Mg có thể ở dạng tan trong dung dịch đất, Mg trao đổi và Mg giữ chặt trên keo đất. Thông thường trong đất không thiếu Mg, chỉ có đất cát và cát ven biển là thiếu Mg.

5.2. Vai trò của magiê đối với cây

- Mg có vai trò quan trọng trong trao đổi chất và hoạt động quang hợp...

+ Mg là thành phần quan trọng của phân tử diệp lục nên nó quyết định hoạt động quang hợp của cây. Hàm lượng Mg của diệp lục chiếm khoảng 10% Mg trong lá.

+ Mg hoạt hóa cho nhiều enzym của các phản ứng trao đổi gluxit liên quan đến quá trình quang hợp, hô hấp và trao đổi axit nucleic, các phản ứng có liên quan đến ATP. Đặc biệt, hai enzym rất quan trọng trong quá trình cố định CO_2 là RDP - cacboxylaza và PEP - cacboxylaza đều được hoạt hóa bởi Mg.

- Thiếu Mg thường gây ra bệnh vàng lá do thiếu diệp lục. Triệu chứng điển hình là gân lá còn xanh nhưng thịt lá bị vàng. Hiện tượng tổn thương xuất hiện từ lá dưới lên lá trên vì Mg là nguyên tố linh động, được dùng lại từ các lá già. Thiếu Mg sẽ làm chậm sự ra hoa...

- Mg rất cần cho các cây ngắn ngày như lúa, ngô, đậu, khoai tây... Nó có mặt nhiều trong các cơ quan sinh sản. Bón Mg sẽ làm tăng hàm lượng tinh bột trong sản phẩm thu hoạch. Với đất cát thiếu Mg, bón Mg có hiệu quả rất cao...

6. Các nguyên tố vi lượng

Có một số nguyên tố có mặt trong cây với hàm lượng rất thấp nhưng không thể thiếu được. Chúng có vai trò điều chỉnh các hoạt động sống của cây. Vai trò điều chỉnh đó thể hiện ở các mặt sau:

- Hoạt hóa hệ thống enzym:

Sự có mặt của nguyên tố vi lượng làm cho hoạt tính xúc tác của enzym tăng lên gấp bội. Các enzym này liên quan đến toàn bộ các quá trình trao đổi chất và các hoạt động sinh lý trong cây.

- Nguyên tố vi lượng làm thay đổi độ nhớt và khả năng thủy hoá của keo nguyên sinh chất nên ảnh hưởng đến tốc độ và chiều hướng các phản ứng hóa sinh.

- Nguyên tố vi lượng có khả năng làm thay đổi tính chống chịu của cây với các điều kiện bất thuận của môi trường như chịu hạn, chịu nóng, chịu lạnh, chịu sâu bệnh...

Tuy nhiên, mỗi nguyên tố vi lượng có hiệu quả tác động đặc trưng riêng cho từng mặt hoạt động trao đổi chất và thậm chí riêng cho từng loại cây trồng. Dưới đây là vai trò của một số nguyên tố vi lượng quan trọng đối với cây.

6.1. Sắt (Fe)

- Cây hút sắt dưới dạng ion Fe^{2+} , còn dạng Fe^{3+} gây độc cho cây nên nó phải được khử thành Fe^{2+} trước khi xâm nhập vào cây.

- Vai trò quan trọng nhất của sắt là hoạt hóa các enzym. Nó có mặt trong nhóm hoạt động của một số enzym oxi hóa khử như catalaza, peroxidaza. Nó

có mặt trong các xytocrom, feredoxin trong chuỗi chuyển vận điện tử của quang hợp và hô hấp.

- Nó không tham gia vào thành phần của diệp lục nhưng lại có ảnh hưởng quyết định đến sự tổng hợp diệp lục trong cây. Hàm lượng Fe trong lá cây có quan hệ mật thiết đến hàm lượng diệp lục trong chúng...

- Triệu chứng gặp phải lúc thiếu sắt là lá cây mất màu xanh chuyển sang vàng và trắng. Triệu chứng thiếu sắt xuất hiện trước hết ở lá non sau đến lá già vì Fe không di động từ lá già về lá non. Khi trồng cây trong dung dịch, pH thường bị giảm và Fe bị kết tủa gây nên bệnh thiếu Fe. Để khắc phục, người ta có thể điều chỉnh pH của dung dịch trồng cây.

6.2. Mangan (Mn)

- Mn là nguyên tố vi lượng tham gia vào hoạt hóa rất nhiều enzym của chu trình Krebs, sự khử nitrat và quang hợp... Do đó nó ảnh hưởng đến các quá trình sinh lý quan trọng như quang hợp, hô hấp và dinh dưỡng nitơ của cây trồng.

- Thiếu Mn, thường xuất hiện các vết hoại tử trên lá. Nếu thiếu nặng thì gây khô và chết lá. Triệu chứng này có thể xuất hiện ở lá non và lá già tùy theo thực vật.

6.3. Đồng (Cu)

- Đồng hoạt hóa nhiều enzym oxi hóa khử và có trong thành phần của thành viên của chuỗi chuyển vận điện tử trong quang hợp. Nguyên tố đồng hoạt hóa các enzym liên quan đến các quá trình sinh lý và hóa sinh trong cây như tổng hợp protein, axit nucleic, dinh dưỡng nitơ, hoạt động quang hợp...

- Hiện tượng thiếu đồng thường xảy ra trên đất đầm lầy. Cây trồng thiếu đồng thường hay mắc một số bệnh đặc trưng như bệnh chảy gôm (exanthema) hay xảy ra ở cây ăn quả. Cây tiết gôm và kèm theo các vết chết trên lá và quả. Với cây hòa thảo, thiếu đồng thường gây bệnh mất màu xanh ở ngọn lá (bệnh reclamation)...

Người ta có thể sử dụng sulphat đồng để phun cho cây trồng. Cu thường được sử dụng trong hỗn hợp với các nguyên tố vi lượng khác khi phun cho cây. Việc phun Cu có thể chống được một số bệnh nấm hại cây trồng như bệnh mốc sương.

6.4. Kẽm (Zn)

- Kẽm tham gia hoạt hóa khoảng 70 enzym liên quan đến nhiều quá trình biến đổi chất và hoạt động sinh lý như quá trình dinh dưỡng photpho, tổng hợp

protein, tổng hợp phytohormon (auxin), tăng cường hút các cation khác... nên ảnh hưởng nhiều đến quá trình sinh trưởng của cây.

- Thiếu kẽm sẽ rối loạn trao đổi auxin nên sinh trưởng bị ức chế, sinh trưởng chậm, lá cây bị biến dạng, ngắn, nhỏ và xoắn, đốt ngắn và biến dạng...

Có thể phun dung dịch sulphat kẽm lên lá để cung cấp kẽm cho cây trồng. Zn thường có hiệu quả nhiều với các cây hòa thảo như lúa, ngô...

6.5. Bo (B)

- B có ảnh hưởng rõ rệt lên sinh trưởng của cây, đặc biệt là mô phân sinh đỉnh, có thể liên quan đến vai trò của B trong tổng hợp ARN. B ảnh hưởng đến quá trình phân hóa hoa, thụ phấn, thụ tinh và sự đậu quả. B ảnh hưởng đến rất nhiều quá trình như phân hóa tế bào, trao đổi hormone, trao đổi N, hút nước, hút khoáng, trao đổi chất béo, sự nảy mầm của hạt... Ảnh hưởng rõ rệt nhất của B là quá trình ra hoa kết quả.

- Khi thiếu B thì chồi ngọn bị chết, các chồi bên cũng thui dần, hoa không hình thành, quá trình thụ tinh và đậu quả kém, quả rụng, rễ sinh trưởng kém, lá bị dày lên...

- B là một trong những nguyên tố vi lượng có hiệu quả nhất đối với cây trồng. Trong chế phẩm vi lượng thì B có vai trò quan trọng trong sự hình thành hoa quả và đậu quả, tăng năng suất cây trồng...

6.6. Molybden (Mo)

- Mo có vai trò rất quan trọng trong việc trao đổi nitơ. Nó có mặt trong nhóm hoạt động của enzym nitrateductaza và nitrogenaza trong việc khử nitrat và cố định nitơ phân tử. Vì vậy mà Mo có vai trò quan trọng đối với cây họ đậu vì nó làm tăng khả năng cố định đạm của các vi sinh vật trong nốt sần. Ngoài ra, Mo còn có vai trò trong tổng hợp vitamin C và hình thành lục lạp...

- Thiếu Mo sẽ ức chế sự dinh dưỡng đạm của cây trồng nói chung và đặc biệt của các cây họ đậu. Trong chế phẩm vi lượng cho cây họ đậu thì Mo là nguyên tố vi lượng chủ đạo và không thể thiếu được. Có thể sử dụng molybdat amon để phun cho cây.

V. VAI TRÒ CỦA NITƠ VÀ SỰ ĐỒNG HÓA NITƠ CỦA THỰC VẬT

1. Vai trò của nitơ đối với cây

Nitơ là nguyên tố được rễ cây hấp thu từ đất. Đối với thực vật nói chung và cây trồng nói riêng thì N có vai trò sinh lý đặc biệt quan trọng đối với sinh

trưởng, phát triển và hình thành năng suất. Trong cây, nitơ có mặt trong rất nhiều hợp chất hữu cơ quan trọng, có vai trò quyết định trong quá trình trao đổi chất và năng lượng cũng như các hoạt động sinh lý của cây.

- N là nguyên tố xây dựng nên phân tử protein mà protein có vai trò rất quan trọng trong mọi hoạt động sống của cây:

- + Protein là thành phần chủ yếu của cấu trúc chất nguyên sinh trong tế bào, cấu tạo nên hệ thống màng sinh học, các cơ quan trong tế bào...

- + Protein là thành phần bắt buộc của các enzym. Một enzym có hai thành phần cấu thành: phân tử protein (apoenzym) và nhóm hoạt động (coenzym).

- N có trong thành phần của axit nucleic (ADN và ARN). Ngoài chức năng duy trì và truyền thông tin di truyền cho thế hệ sau, axit nucleic đóng vai trò quan trọng trong quá trình sinh tổng hợp protein, sự phân chia và sinh trưởng của tế bào.

Mỗi phân tử diệp lục có 4 nguyên tử N, nên hàm lượng N trong lá rất cao. Diệp lục là tác nhân quyết định việc hấp thu và biến đổi năng lượng ánh sáng mặt trời thành năng lượng hóa học trong hoạt động quang hợp của cây, tổng hợp nên các chất hữu cơ cung cấp cho sự sống của các sinh vật trên trái đất.

- N là thành phần của một số phytohormon như auxin và xytokinin. Đây là hai hormon quan trọng nhất trong quá trình phân chia và sinh trưởng của tế bào và của cây.

- N tham gia vào thành phần của ADP và ATP, có vai trò quan trọng trong sự trao đổi năng lượng trong cây, đặc biệt trong quá trình quang hợp và hô hấp...

- N tham gia vào thành phần của hợp chất phytochrom. Sắc tố này có nhiệm vụ điều khiển các quá trình sinh trưởng, phát triển của cây có liên quan đến ánh sáng như phản ứng quang chu kỳ cho sự ra hoa, sự nảy mầm, tính hướng quang...

Vì vậy, cây rất nhạy cảm với phân đạm. Phản ứng trước tiên khi bón phân đạm là cây sinh trưởng mạnh, tăng trưởng nhanh về chiều cao, diện tích lá, đẻ nhánh nhiều, tăng sinh khối nhanh do N nhanh chóng đi vào thành phần của protein và axit nucleic. Lá chuyển màu xanh mướt vì N nhanh chóng cấu tạo nên phân tử diệp lục. Cây tăng cường trao đổi chất và năng lượng vì nó tham gia vào hình thành các enzym, hệ thống ADP, ATP và axit nucleic. Đồng thời,

các hoạt động sinh lý cũng được xúc tiến như quang hợp, hô hấp, dinh dưỡng khoáng... và kết quả cuối cùng là năng suất cây trồng tăng.

2. Thừa và thiếu nitơ

2.1. Thừa nitơ

Khác với các nguyên tố khác, việc thừa nitơ có ảnh hưởng rất nghiêm trọng đến sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây trồng. Cây sinh trưởng quá mạnh, thân lá tăng trưởng nhanh mà mô cơ giới kém hình thành nên cây rất yếu và gây nên hiện tượng lớp vỏ, giảm năng suất nghiêm trọng và có nhiều trường hợp không có thu hoạch.

Hiện tượng lớp vỏ thường xảy ra trên đất thừa đạm hoặc bón quá nhiều và tập trung phân đạm.

2.2. Thiếu nitơ

Khi thiếu nitơ cây sinh trưởng rất kém, diệp lục không hình thành, lá chuyển màu vàng, đẻ nhánh và phân cành kém, giảm sút hoạt động quang hợp và tích lũy, giảm năng suất nghiêm trọng. Tùy theo mức độ thiếu đạm mà năng suất giảm nhiều hay ít. Trong trường hợp có triệu chứng thiếu đạm thì chỉ cần bổ sung phân đạm là cây sinh trưởng và phát triển bình thường.

3. Sự đồng hóa nitơ của cây

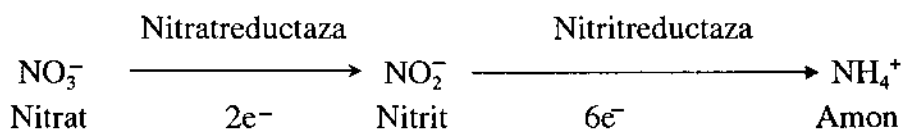
Nitơ trong tự nhiên tồn tại dưới ba dạng: N hữu cơ, N vô cơ và N ở dạng tự do (N_2) trong khí quyển. Cây chủ yếu hút N vô cơ, còn dạng N_2 trong khí quyển thì cây không đồng hóa trực tiếp được mà phải nhờ sự cố định của các vi sinh vật trong đất. Dạng nitơ chủ yếu mà cây đồng hóa là nitrat (NO_3^-) và amon (NH_4^+).

3.1. Sự đồng hóa nitrat (NO_3^-)

- Nitrat là dạng đạm cây sử dụng nhiều nhất. Nó không gây độc cho cây nên cây có thể tích lũy ở trong mô. Tuy nhiên, đối với con người nếu tích lũy nhiều dạng nitrat thì có hại cho sức khỏe. Vì vậy, chỉ tiêu về hàm lượng nitrat tự do trong cây là một tiêu chuẩn quan trọng đánh giá độ an toàn của nông phẩm.

- Cây không thể sử dụng nitrat trực tiếp vào các quá trình trao đổi chất mà nó phải được khử thành dạng đạm amon rồi mới biến đổi thành các chất hữu cơ chứa nitơ.

Quá trình khử nitrat trong cây diễn ra theo hai bước sau:



- Điều kiện cho quá trình khử nitrat:

+ Có các enzym đặc hiệu xúc tác cho các phản ứng khử mà đặc biệt quan trọng nhất là enzym nitratreductaza. Đây là một enzym cảm ứng chỉ được hình thành khi có một lượng cơ chất NO_3^- nhất định. Sự hình thành và hoạt động của enzym này phụ thuộc vào ánh sáng, nồng độ CO_2 và canxi. Enzym này có nguyên tố Mo tham gia vào nhóm hoạt động. Vì vậy, khi bón Mo thì quá trình khử nitrat được tăng cường.

+ Có các chất khử mạnh: đây là các hợp chất khử cao năng NADH_2 , NADPH_2 , FADH_2 được hình thành trong quang hợp và hô hấp. Các chất này sẽ cung cấp điện tử cho phản ứng khử nitrat.

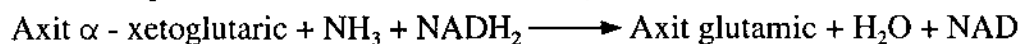
- Sự khử nitrat có thể tiến hành ngay trong rễ, nhưng chủ yếu là ở trong lá. Nếu quá trình khử nitrat chậm thì nitrat bị tích lũy lại trong cây. Bón nhiều phân đạm thì hàm lượng nitrat cũng bị tích lũy lại. Vì vậy, trong kỹ thuật trồng rau an toàn thì phải có các biện pháp tác động nhằm giảm thiểu hàm lượng nitrat tự do trong sản phẩm dưới ngưỡng quy định của thế giới và Việt Nam, nhất là các loại rau và quả ăn tươi.

3.2. Đồng hóa amon (NH_4^+)

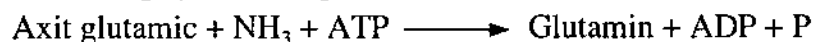
- Quá trình khử nitrat và sự cố định nitơ phân tử cuối cùng dẫn đến hình thành NH_4^+ . Đồng thời dạng amon cũng được cây hấp thu trực tiếp từ đất. Dạng NH_4^+ , cây tích lũy nhiều sẽ gây độc cho cây, gọi là hiện tượng độc amon. Do đó, khi hút dạng đạm NH_4^+ , cây phải đồng hóa tiếp tục để hình thành các hợp chất hữu cơ như axit amin, amit và protein.

- Người ta thừa nhận có các con đường đồng hóa amon trong cây như sau:

+ Phản ứng amin hoá khử các xetoaxit để tạo axit amin:



+ Phản ứng tạo amit (2 gốc - NH_2) từ axit amin:



+ Phản ứng chuyển amin hoá:

Các axit amin và amit chuyển nhóm - NH_2 của mình cho các chất khác để hình thành nên các axit amin và amit khác nhau trong tế bào. Các axit amin này sẽ hình thành nên các protein khác nhau trong tế bào.

Các con đường đồng hoá amon được diễn ra thường xuyên dưới sự xúc tác của các enzym đặc hiệu. Nhờ vậy mà hàm lượng NH_4^+ trong cây được giảm xuống, giải độc amon. Nếu quá trình này bị ức chế thì dẫn đến tích lũy amon trong cây đến mức dư thừa sẽ gây độc, làm rối loạn quá trình trao đổi chất và hoạt động sinh lý trong cây. Việc dư thừa đạm thường xảy ra ở các chân ruộng tốt và bón quá nhiều phân đạm, nhất là đạm urê

3.3. Đồng hóa nitơ phân tử (Sự cố định đạm sinh học)

3.3.1. Nitơ khí quyển (N_2) và khả năng sử dụng của cây

Nitơ trong khí quyển tồn tại dưới dạng khí N_2 và chiếm khoảng 78% thể tích không khí. Mặc dù cây sống trong "đại dương nitơ" nhưng không có khả năng đồng hóa trực tiếp được dạng này. Liên kết $\text{N} \equiv \text{N}$ của khí nitơ có năng lượng liên kết rất lớn nên khó có thể phá vỡ được để hình thành nitơ vô cơ. Vì vậy, cây chỉ có thể sử dụng N_2 khi:

- Có một áp suất và nhiệt độ rất cao để cắt đứt được liên kết $\text{N} \equiv \text{N}$ rất bền vững đó hình thành nên đạm vô cơ (NH_3) cho cây hút. Trường hợp này có thể xảy ra khi trời sấm sét, nên sau trận mưa giông cây được hưởng một lượng đạm từ nước mưa.

Người ta có thể tạo nên áp suất và nhiệt độ cao để sản xuất phân đạm trong nhà máy.

- Một số vi sinh vật sống trong đất và trong nước có khả năng biến N_2 trong khí quyển thành NH_3 cung cấp cho cây. Khả năng kỳ diệu đó có được là nhờ một enzym rất đặc hiệu hoạt động trong các vi sinh vật cố định đạm. Đó là enzym nitrogenaza.

3.3.2. Các vi sinh vật có khả năng đồng hoá nitơ phân tử

Các vi sinh vật cố định N_2 được phân thành hai nhóm: nhóm vi sinh vật sống tự do (còn gọi là vi sinh vật không cộng sinh) và vi sinh vật sống cộng sinh.

3.3.3. Vi sinh vật sống tự do trong đất và nước gồm ba nhóm

- Nhóm vi sinh vật yếm khí (*Clostridium pasteurianum*) sống trong đất. Chúng sử dụng năng lượng của hô hấp yếm khí để cố định đạm nên hiệu quả rất thấp. Thông thường, khi sử dụng 1 gam đường thì vi khuẩn này có thể cố định được 3mg nitơ.

- Nhóm vi sinh vật hảo khí (*Azotobacter*) sử dụng năng lượng của hô hấp hảo khí để cố định đạm nên hiệu quả cao hơn. Vi khuẩn này khi sử dụng 1 gam đường có thể đồng hóa 15mg nitơ.

- Các tảo lam sống trong nước cũng có khả năng đồng hóa nitơ phân tử. Các tảo này sử dụng chính sản phẩm quang hợp của mình để cố định đạm. Quá trình này sẽ bổ sung thêm nguồn đạm sinh học cho các ruộng lúa nước.

Nhìn chung các loại vi sinh vật cố định đạm không cộng sinh có khả năng bổ sung thêm cho đất hàng năm khoảng 10 - 20kg N/ha. Ý nghĩa quan trọng của việc cố định đạm sinh học thuộc về các vi sinh vật sống cộng sinh.

3.3.4. Vi sinh vật sống cộng sinh

Các vi sinh vật sống cộng sinh có khả năng cố định đạm rất đa dạng. Chúng thường thuộc hai nhóm chính là các vi sinh vật sống cộng sinh với rễ cây họ đậu và vi sinh vật sống cộng sinh trong cánh bèo hoa dâu.

- Vi sinh vật sống cộng sinh với rễ cây họ đậu:

Có đến hàng trăm loài cây họ đậu có hoạt động cộng sinh với vi sinh vật cố định đạm. Vi sinh vật chủ yếu có hoạt động cố định đạm mạnh nhất đó là *Rhizobium*.

Quá trình cố định đạm được thực hiện trong tổ chức đặc biệt gọi là nốt sần. Sự hình thành nốt sần diễn ra trong vài ngày từ khi lây nhiễm vi khuẩn. Các vi sinh vật này thường tập trung ở vùng gần chóp rễ, nơi tập trung nhiều polysaccharit và là vùng hình thành lông hút mới. Rễ cây tiết ra chất flavonoid hấp dẫn vi sinh vật. Các khuẩn này tập trung với mật độ rất cao ở đầu lông hút mới. Chúng xâm nhập qua các lông hút đến phần nhu mô rễ và kích thích phần này sinh trưởng bất thường tạo nên khối u và vi sinh vật cư trú trong đó. Khối u này được gọi là nốt sần. Sau đó tiếp tục hình thành mạch dẫn nối liền nốt sần với mạch dẫn rễ để trao đổi các sản phẩm giữa cây chủ và vi khuẩn. Nốt sần được xem là những "phân xưởng" tí hon sản xuất phân đạm cho cây.

Đây là mối quan hệ cộng sinh giữa cây chủ là các cây họ đậu và vi sinh vật sống trong nốt sần. Cây chủ cung cấp cho vi sinh vật các chất hữu cơ, nguồn năng lượng ATP và các chất khử cao năng NADH_2 để tiến hành hoạt động khử N_2 thành NH_3 . Ngược lại, vi sinh vật sẽ cung cấp cho cây chủ các hợp chất chứa nitơ cố định được cho sự sinh trưởng của chính cây chủ.

Hoạt động của enzym nitrogenaza rất mẫn cảm với O_2 . Khi có mặt của oxy thì enzym này hoàn toàn mất hoạt tính. Vì vậy, để cho quá trình cố định đạm xảy ra được thì cần có một cơ chế bảo vệ hoạt động của enzym này. Trong nốt sần, có chất leghemoglobin (LHb). Chất này có màu đỏ như hemoglobin của máu động vật. LHb sẽ tiếp nhận O_2 . Hoạt động này lấy đi O_2 để tạo điều kiện

yếm khí cho nitrogenaza hoạt động. Nốt sần chứa nhiều LHB (màu hồng hơn) thì hoạt tính của nitrogenaza càng mạnh (nốt sần hữu hiệu).

Enzym nitrogenaza có thể coi là nhân tố chìa khóa cho quá trình này. Enzym này hoạt động trong điều kiện yếm khí nên trong nốt sần tồn tại cơ chế tạo điều kiện yếm khí cho enzym này hoạt động. Nhóm hoạt động của nó có chứa nguyên tố molybden và Fe. Vì vậy, sử dụng Mo và cả Fe cho cây họ đậu là rất có hiệu quả.

Cố định N_2 là quá trình khử liên tục nên cần các chất khử mạnh và năng lượng ATP. Các chất khử là $NADH_2$, feredoxin cùng với năng lượng ATP do hô hấp của cây chủ cung cấp. Sự cố định nitơ cần rất nhiều năng lượng, cần 16 ATP để khử 1 N_2 .

Khả năng cố định nitơ phân tử của cây họ đậu là rất lớn. Nói chung, các cây họ đậu có khả năng cố định từ 200 đến 450kg N/ha/năm, bổ sung nguồn đạm quan trọng cho cây trồng và cho việc cải tạo đất.

- Hệ cộng sinh của bèo hoa dâu:

Đây là một hệ cộng sinh giữa tảo lam có khả năng cố định đạm và cây bèo hoa dâu. Người ta thấy rằng, trong cây bèo hoa dâu, ngoài tảo lam *Anabaena* ra thì còn một số vi khuẩn khác có khả năng cố định đạm như *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Cyanobacterium*... cùng tồn tại trong cánh bèo hoa dâu tạo nên một túi có khả năng hoạt động cố định nitơ phân tử rất hiệu quả. Chúng có khả năng cố định khoảng xấp xỉ 100kg N/ha/năm.

Ở nước ta trước đây đã có thời kỳ phát triển rất mạnh việc nuôi trồng bèo hoa dâu như là một nguồn phân đạm sinh học rất có ý nghĩa. Tuy nhiên, việc nuôi trồng và nhất là giữ giống bèo hoa dâu khá phức tạp nên hiệu quả kinh tế thấp, do đó mà biện pháp nuôi bèo hoa dâu làm phân bón ngày nay đã mai một dần.

3.3.5. Ý nghĩa của sự cố định đạm sinh học

- Sự cố định đạm là một phương thức bổ sung thêm nguồn đạm quan trọng cho đất và cây trồng. Hiện nay, việc sử dụng quá nhiều phân đạm vô cơ đã làm cho môi trường đất và nước bị ô nhiễm, tăng quá trình tích lũy nitrat trong sản phẩm, gây độc cho con người đã đến mức báo động. Chính vì vậy, việc thay thế một phần đạm vô cơ bằng đạm sinh học sẽ góp phần làm cho môi trường sinh thái nông nghiệp bền vững hơn.

- Việc trồng xen cây họ đậu với các cây trồng khác cũng như trồng các cây họ đậu cải tạo đất là biện pháp canh tác hợp lý, có hiệu quả cao và bền

vững cho hệ sinh thái nông nghiệp. Các mô hình trồng xen cây họ đậu với các cây trồng nông nghiệp, cây lâm nghiệp ngày càng được ứng dụng nhiều trong sản xuất.

- Hiện nay, có một số chế phẩm vi sinh vật cố định đạm được sử dụng bón cho nhiều loại cây trồng đã mang lại hiệu quả rõ rệt cho cây trồng cả về năng suất và môi trường, như chế phẩm nitrazin bón cho lúa. Tuy nhiên, các chế phẩm vi sinh vật có ích như vậy cho các cây trồng hiện nay còn rất hạn chế.

VI. CƠ SỞ SINH LÝ CỦA VIỆC SỬ DỤNG PHÂN BÓN CHO CÂY TRỒNG

Việc sử dụng phân bón hợp lý cho cây trồng phải dựa trên yêu cầu sinh lý của cây. Cây trồng cần loại phân bón nào và bao nhiêu? Cần vào giai đoạn nào và phương pháp sử dụng phân bón thích hợp?... Đây là những nội dung cần giải quyết khi xây dựng chế độ bón phân hợp lý cho cây trồng. Để có một chế độ bón phân hợp lý cho một cây trồng nào đó, ta cần xác định lượng phân bón hợp lý cho cây trồng, tỷ lệ thích hợp giữa các loại phân bón, giai đoạn sử dụng phân bón và phương pháp bón phân hợp lý cho từng đối tượng cây trồng.

1. Xác định lượng phân bón thích hợp

Lượng phân bón (LPB) hợp lý có thể được xác định theo công thức sau:

$$LPB = \frac{\text{Nhu cầu dinh dưỡng của cây} - \text{Khả năng cung cấp của đất}}{\text{Hệ số sử dụng phân bón}}$$

1.1. Xác định nhu cầu dinh dưỡng của cây

Nhu cầu dinh dưỡng của loại cây trồng nào đấy là lượng chất dinh dưỡng mà cây cần qua các thời kỳ sinh trưởng để tạo nên một năng suất kinh tế tối đa. Người ta thường tính nhu cầu dinh dưỡng của yếu tố phân bón nào đấy bằng lượng phân bón mà cây cần để tạo nên một đơn vị năng suất kinh tế (tạ hoặc tấn chẳng hạn).

Nhu cầu dinh dưỡng có thể tính toán cho cả chu kỳ sống của cây, nhưng cũng có thể tính toán cho từng giai đoạn sinh trưởng. Nhu cầu dinh dưỡng được tính toán cụ thể, riêng biệt cho từng yếu tố dinh dưỡng. Ví dụ như muốn đạt năng suất lúa là 6 tấn/ha thì cây lúa cần hút bao nhiêu kg N, P, K...?

- Nhu cầu dinh dưỡng của cây là một chỉ tiêu thay đổi rất nhiều. Nó thay đổi theo từng loại cây và giống cây trồng khác nhau, theo các điều kiện và mức độ thâm canh, theo biến động của thời tiết...

- Muốn xác định nhu cầu dinh dưỡng của cây thì ta phải tiến hành phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng trong cây vào giai đoạn mà cây tích lũy tối đa trước khi thu hoạch, khi cây chưa bị tàn lụi. Ví dụ, tiến hành phân tích hàm lượng N, P, K trước khi cây chín hoàn toàn đối với lúa, lúc các chất dinh dưỡng trong thân lá chưa bị mất đi do các bộ phận bị khô chết và rơi rụng.

Ta thu hoạch toàn bộ các bộ phận rễ, thân, lá, quả, hạt... rồi sấy khô và tiến hành phân tích các nguyên tố chủ yếu như N, P, K, S... rồi quy ra trên một đơn vị sản phẩm thu hoạch (ví dụ trên 1 tạ hay tấn thóc chẳng hạn). Từ đấy ta có thể tính toán lượng chất dinh dưỡng cần bón cho cây trồng để đạt được một năng suất nhất định nào đấy.

Trong trường hợp trồng cây trong dung dịch, ta có thể dễ dàng tính nhu cầu dinh dưỡng của cây bằng lượng chất dinh dưỡng cây lấy đi từ dung dịch để tạo nên một đơn vị năng suất kinh tế.

1.2. Khả năng cung cấp của đất

Khả năng cung cấp của đất là độ màu mỡ của đất. Độ màu mỡ này tùy thuộc vào các loại đất khác nhau. Có thể sử dụng phương pháp hóa học và sinh học để xác định độ phì nhiêu của đất.

- Phương pháp phân tích hóa học:

Phương pháp hóa học là phương pháp phân tích nhanh chóng nhất. Để xác định độ phì nhiêu của đất, ta chỉ tiến hành phân tích thành phần các nguyên tố dinh dưỡng có trong đất. Hàm lượng dinh dưỡng trong đất thuộc hai chỉ tiêu: tổng số và dễ tiêu. Lượng chất dinh dưỡng dễ tiêu thường di động trong dung dịch đất, còn lượng tổng số thì ngoài chất dinh dưỡng tan trong dung dịch đất còn lượng dinh dưỡng hấp phụ trên keo đất và giữ chặt trong đất.

Các phòng phân tích đất đều có các phương pháp chuẩn xác để phân tích hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng có trong đất: hàm lượng đạm, lân, kali... tổng số và dễ tiêu.

- Phương pháp sinh học:

Để xác định độ phì nhiêu của loại đất nào đó, ta lấy một lượng đất nhất định rồi gieo vào đó một lượng hạt nhất định. Để cho hạt nảy mầm và cây con sinh trưởng tự nhiên mà không bón thêm gì ngoài nước tinh khiết. Sau một thời gian các cây mạ hút cạn kiệt hết các chất dinh dưỡng mà đất có khả năng cung cấp, ta tiến hành phân tích lượng chất dinh dưỡng có trong toàn bộ mẫu thu hoạch. Trước khi gieo, ta đã phân tích lượng chất dinh dưỡng chứa trong lượng

hạt đem gieo. Khả năng cung cấp dinh dưỡng của đất sẽ bằng lượng chất dinh dưỡng có trong mẫu cây trừ đi lượng chất dinh dưỡng có trong hạt.

Ta có thể kết hợp cả hai phương pháp để tìm ra độ màu mỡ cần thiết của đất.

1.3. Hệ số sử dụng phân bón

Mỗi loại phân bón bón cho cây trồng có một hệ số sử dụng nhất định. Hệ số sử dụng phân bón là tỷ lệ lượng chất dinh dưỡng mà cây có khả năng lấy đi so với lượng phân bón bón vào đất.

2. Xác định tỷ lệ giữa các loại phân bón và thời kỳ bón phân

2.1. Tỷ lệ phân bón

Giữa các yếu tố dinh dưỡng N:P:K có một tỷ lệ tối ưu nhất định cho từng giống cây trồng và thậm chí cho các giai đoạn sinh trưởng khác nhau. Tỷ lệ N:P:K thích hợp làm cây sinh trưởng và phát triển tốt, cân đối và cho năng suất cao nhất. Nếu tỷ lệ không cân đối thì sẽ làm giảm hiệu quả của từng yếu tố phân bón và giảm năng suất. Chẳng hạn, nếu bón đạm quá nhiều thì hiệu quả của P và K bị giảm sút và ngược lại.

Để xác định tỷ lệ phân bón thích hợp thì ta cần phải tiến hành thí nghiệm cho từng đối tượng cây trồng. Công thức bón phân nào cho năng suất cao nhất được coi là công thức tốt nhất để đưa vào áp dụng bón phân cho chúng.

Ví dụ, khi khuyến cáo biện pháp bón phân cho một giống cà phê là N:P:K = 300 : 200 : 250 có nghĩa là bón 300kg N nguyên chất, 200kg K_2O và 250kg P_2O_5 cho 1 ha.

Cũng có thể theo công thức tỷ lệ giữa N:P:K là 3 : 2 : 2,5 và tùy theo lượng phân bón mà ta phân chia theo tỷ lệ đó.

2.2. Thời kỳ bón phân

Mỗi thời kỳ sinh trưởng, cây trồng cần các chất dinh dưỡng khác nhau với lượng bón khác nhau. Vì vậy, cần phân phối lượng dinh dưỡng theo yêu cầu của cây trong các giai đoạn khác nhau. Có hai thời kỳ mà chúng ta cần ưu tiên cung cấp cho cây là thời kỳ khủng hoảng và thời kỳ hiệu suất cao nhất.

Thời kỳ khủng hoảng của một yếu tố dinh dưỡng là thời kỳ mà nếu thiếu nó thì ảnh hưởng mạnh nhất đến sinh trưởng và năng suất cây trồng đó. Thời kỳ hiệu suất cao nhất là thời kỳ mà yếu tố dinh dưỡng đó phát huy hiệu quả cao nhất, lượng chất dinh dưỡng cần ít nhất cho một đơn vị sản phẩm thu hoạch nên đầu tư phân bón đạt hiệu quả cao nhất.

Ví dụ, thời kỳ hiệu suất cao nhất của P đối với lúa là thời kỳ mạ, còn thời kỳ khủng hoảng là lúc làm đồng. Với phân đạm thì thời kỳ khủng hoảng và hiệu suất cao nhất là thời kỳ đẻ nhánh và làm đồng... Cần ưu tiên bón cho các thời kỳ đó.

3. Phương pháp bón phân thích hợp .

Tùy theo từng loại cây trồng mà ta có phương pháp bón phân thích hợp. Có thể sử dụng phương pháp bón lót, bón thúc hoặc phun qua lá...

3.1. Bón lót

Là bón phân trước khi gieo trồng nhằm cung cấp chất dinh dưỡng cho sự sinh trưởng ban đầu của cây. Tùy theo cây trồng và loại phân bón mà ta bón lót với lượng khác nhau. Với phân lân và vôi, do hiệu quả của chúng chậm và cần nhiều cho giai đoạn sinh trưởng ban đầu nên thường bón lót lượng lớn, có thể bón lót toàn bộ. Tuy nhiên, với phân đạm và kali, hiệu quả của chúng nhanh và dễ bị rửa trôi nên ta bón lót một lượng vừa đủ cho sinh trưởng ban đầu của cây trồng còn chủ yếu là bón thúc.

3.2. Bón thúc

Là bón nhiều lần vừa thỏa mãn nhu cầu vừa tránh lãng phí do bị rửa trôi trong đất. Tùy theo từng loại cây trồng mà ta phân phối lượng phân bón thúc ra bao nhiêu lần. Ví dụ như với lúa, ta có bón đẻ nhánh, bón đón đồng, bón nuôi hạt...

- Phun phân qua lá là phương pháp bón phân tiết kiệm nhất và phát huy hiệu quả nhanh nhất. Tuy nhiên, tùy theo loại cây trồng và loại phân bón mà ta sử dụng phương pháp phun qua lá. Với các cây rau, cây hoa, cây giống các loại... thì phun qua lá là hiệu quả nhất. Với các loại phân bón vi lượng, chất điều hòa sinh trưởng và các chế phẩm phun lá thì nhất thiết phải sử dụng dung dịch phun qua lá...

Câu hỏi ôn tập

1. Nguyên tố thiết yếu và nguyên tố khoáng là gì? Kể tên chúng.

Vai trò của nguyên tố khoáng đối với cây và năng suất cây trồng.

2. Các ion khoáng từ đất hấp phụ trên bề mặt rễ theo phương thức nào? Ví dụ với ion K^+ , Al^{3+} , PO_4^{3-} .

3. Trình bày sự vận chuyển chất khoáng trong cây .
4. Các điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng đến sự hút khoáng của rễ như thế nào? Sự dinh dưỡng khoáng qua lá và ý nghĩa của quá trình này?
5. Vai trò sinh lý của P và S đối với cây? Các biểu hiện khi cây thiếu P và S? Phân P có hiệu quả nhất với loại cây trồng nào?
6. Vai trò sinh lý của kali và canxi? Biểu hiện khi cây thiếu K và Ca? Phân K có hiệu quả nhất với loại cây trồng nào?
7. Vai trò chung của nguyên tố vi lượng đối với cây? Hãy nêu vai trò của một số nguyên tố vi lượng chính?
8. Vai trò sinh lý của nitơ đối với cây và năng suất cây trồng? Việc thừa và thiếu nitơ có tác hại gì đối với cây trồng?
9. Hãy trình bày quá trình đồng hóa nitrat và amon của cây và ý nghĩa của quá trình này?
10. Sự cố định nitơ phân tử nhờ các vi sinh vật như thế nào? Ý nghĩa của quá trình cố định đạm sinh học trong nền Nông nghiệp sinh thái?
11. Hãy trình bày cơ sở sinh lý của việc bón phân hợp lý cho cây trồng?

Chương 7

SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT

Mục tiêu

- Giúp học sinh hiểu được sự sinh trưởng và phát triển là kết quả hoạt động của các chức năng sinh lý diễn ra đồng thời trong cây. Hocmon là yếu tố quan trọng điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây. Đây là nhóm các chất hữu cơ đặc hiệu được hình thành trong cây, để điều chỉnh toàn bộ quá trình sinh trưởng và phát triển của cây. Con người cũng đã sản xuất nhiều chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp để điều chỉnh cây trồng, nhằm tăng năng suất và chất lượng nông phẩm.

- Trên cơ sở hiểu biết về sinh trưởng và phát triển, con người có thể điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng theo hướng có lợi.

Nội dung tóm tắt

- Sinh trưởng và phát triển là kết quả hoạt động tổng hợp của tất cả các hoạt động sinh lý xảy ra trong cây, là hai mặt biến đổi về lượng và chất, đan xen nhau

- Nhân tố có ý nghĩa quyết định điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây là hocmon. Các chất thuộc nhóm kích thích sinh trưởng gồm có auxin, giberelin, xytokinin; các chất ức chế sinh trưởng gồm axit abxixic, etylen... Các chất điều hòa sinh trưởng tổng hợp được sử dụng điều chỉnh sinh trưởng và phát triển của cây trồng.

- Sự sinh trưởng, phát triển của toàn cây bắt nguồn từ sự sinh trưởng và phân hóa tế bào. Sự sinh trưởng của tế bào gồm có sự phân chia tế bào, sự dẫn tế bào và sự phân hóa của tế bào; ứng dụng trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào

- Sự tương quan giữa các cơ quan đang sinh trưởng tạo nên tính toàn vẹn của thực vật. Tương quan kích thích và tương quan ức chế.

- Sự ra hoa của cây là bước ngoặt chuyển từ giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng sang giai đoạn sinh sản. Nhiệt độ thấp và quang chu kỳ thuận lợi là hai yếu tố quan trọng nhất cảm ứng sự ra hoa.

- Sự hình thành quả được bắt đầu bằng sự thụ phấn và thụ tinh. Người ta có thể xử lý auxin hoặc GA cho hoa trước khi thụ tinh để tạo quả không có hạt.

- Sự chín của quả là một quá trình biến đổi sinh hoá và sinh lý gắn liền với các biến đổi về màu sắc, độ mềm, mùi vị... Biến đổi sinh lý đặc trưng là tăng hô hấp bột phát trong quả và thay đổi cân bằng hormone.

- Sự rụng lá, hoa, quả là một phản ứng thích nghi của cây. Các điều kiện ngoại cảnh "stress" như nhiệt độ quá cao và thấp, hạn hoặc úng, sâu bệnh... đều cảm ứng sự rụng.

- Trạng thái ngủ nghỉ là một trạng thái và phản ứng thích nghi của cây đối với điều kiện bất thuận cho sinh trưởng cũng như để duy trì nòi giống. Có hai trạng thái ngủ nghỉ: ngủ nghỉ bắt buộc và ngủ nghỉ sâu.

I. KHÁI NIỆM CHUNG

Định nghĩa

- Sinh trưởng là sự tạo mới các yếu tố cấu trúc một cách không thuận nghịch của tế bào, mô và toàn cây và kết quả dẫn đến sự tăng về số lượng, kích thước, thể tích, sinh khối của chúng.

Đây là phạm trù biến đổi về lượng.

Ví dụ: sự phân chia và sự dẫn của tế bào, sự lớn lên của quả, lá, hoa..., sự nảy lộc, đâm chồi, đẻ nhánh... Các biểu hiện này không thể đảo ngược được. Còn sự tăng kích thước và khối lượng hạt do hút nước vào không thể xem là sinh trưởng vì đó là quá trình thuận nghịch nên khi ta phơi khô, hạt trở về như cũ...

- Phát triển là quá trình biến đổi về chất bên trong tế bào, mô và toàn cây để dẫn đến sự thay đổi về hình thái và chức năng của chúng.

Đây là phạm trù biến đổi về chất.

Ví dụ: sự nảy mầm của hạt là một quá trình phát triển vì từ hạt ở trạng thái ngủ nghỉ chuyển thành cây con là cơ thể sống; sự ra hoa là một bước ngoặt chuyển từ giai đoạn sinh trưởng các cơ quan dinh dưỡng sang giai đoạn hình thành các cơ quan sinh sản... Ở mức độ tế bào thì sự phân hoá tế bào thành các mô chức năng khác nhau được xem là sự phát triển của tế bào.

- Mối quan hệ giữa sinh trưởng và phát triển:

+ Sinh trưởng và phát triển là hai quá trình diễn ra đồng thời nên khó phân biệt được ranh giới giữa chúng. Có thể xem đây là hai mặt của quá trình biến đổi chất và lượng luôn diễn ra trong cơ thể. Trong thực tế, sinh trưởng và phát triển thường biểu hiện đan xen nhau và rất khó tách bạch. Chẳng hạn, hạt nảy mầm thành cây con là quá trình phát triển. Tiếp sau đó, sự tăng về số lượng và kích thước của các cơ quan như rễ, lá, mầm... được xem là sinh trưởng. Thế rồi, các cơ quan phân hoá thành các mô riêng biệt như mô lá, mô rễ, mô dẫn... Sự phân định chức năng của các mô thuộc về phạm trù phát triển...

+ Dựa vào mối quan hệ giữa sinh trưởng và phát triển mà trong đời sống của cây, người ta chia ra hai giai đoạn chính là giai đoạn sinh trưởng phát triển dinh dưỡng và giai đoạn sinh trưởng phát triển sinh sản (giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng và sinh trưởng sinh thực). Trong giai đoạn thứ nhất thì hoạt động sinh trưởng và phát triển của các cơ quan dinh dưỡng (rễ, thân, lá) chiếm ưu thế. Còn trong giai đoạn thứ hai thì hoạt động sinh trưởng, phát triển của cơ quan sinh sản, cơ quan dự trữ chiếm ưu thế. Với mục đích kinh tế của mình mà con người có khả năng điều chỉnh cây trồng sao cho tỷ lệ giữa hai giai đoạn đó là thích hợp nhất. Chẳng hạn, với các cây trồng thu hoạch các bộ phận thân lá như rau, đậu, mía, thuốc lá... thì phải kéo dài giai đoạn thứ nhất và ức chế giai đoạn thứ hai. Để đạt mục đích đó, người ta thường tác động một số biện pháp như sử dụng phân đạm, nước, độ dài ngày không thích hợp, kể cả yếu tố giống nữa... Nếu trong giai đoạn đầu, cây thiếu nước, thiếu đạm, sinh trưởng còi cọc thì rất chóng ra hoa, hình thành củ.

Với các cây lấy hạt, củ như hoà thảo, khoai tây... thì phải điều khiển sao cho giai đoạn đầu thân lá đạt được một mức độ nhất định để tăng khả năng quang hợp và tích lũy cho cây thì mới cho ra hoa, kết quả, tạo củ...; tức cây trồng có tỷ lệ cân đối giữa hai giai đoạn sinh trưởng, phát triển. Có thể hạn chế dinh dưỡng đạm, nước trong giai đoạn thứ hai nhằm hạn chế sự sinh trưởng không cần thiết của cơ quan dinh dưỡng để tập trung chất dinh dưỡng cho sự hình thành và tích lũy của cơ quan sinh sản và dự trữ. Trong trường hợp thân lá sinh trưởng quá mạnh, có nguy cơ lốp đổ thì có thể giảm bớt lá, cắt bớt rễ hoặc sử dụng chất ức chế sinh trưởng...

- Phân loại cây theo chu kỳ sinh trưởng phát triển:

Dựa vào chu kỳ sống của cây mà người ta chia thành cây một năm, cây hai năm và cây nhiều năm.

+ Cây một năm là các cây kết thúc chu kỳ sống (ra hoa kết quả, hình thành cơ quan dự trữ...) không bắt buộc phải sang năm sau. Các cây trồng hàng năm: lúa, ngô, khoai, sắn... thuộc nhóm này. Với cây một năm, khi đạt được một mức độ sinh trưởng phát triển nhất định thì chúng ra hoa, kết quả và kết thúc chu kỳ sống của mình.

+ Cây hai năm là các cây mà chu kỳ sống của nó bắt buộc phải gối từ năm này sang năm sau mới ra hoa kết quả bình thường. Trong năm đầu, chúng trải qua giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng, sau mùa đông lạnh giá thì ra hoa kết quả và kết thúc chu kỳ sống của mình. Nếu không thỏa mãn điều kiện lạnh thì chúng không ra hoa, như bắp cải, su hào...

+ Cây nhiều năm có chu kỳ sống kéo dài trong nhiều năm. Chúng có thể ra hoa quả một lần rồi chết như tre, nứa... hoặc ra hoa nhiều lần như các cây ăn quả, cây công nghiệp, cây lâm nghiệp lâu năm...

II. CÁC CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN THỰC VẬT

1. Khái niệm chung

Để cho cây sinh trưởng và phát triển tốt thì không những cây cần các chất dinh dưỡng như protein, lipid, glucit... để cấu trúc cơ thể và cung cấp năng lượng, mà cây rất cần các chất có hoạt tính sinh học như vitamin, enzym, hormone... mà trong đó các hormone có một vai trò đặc biệt quan trọng trong việc điều chỉnh quá trình sinh trưởng, phát triển và các hoạt động sinh lý của cây.

1.1. Định nghĩa

Các chất điều hoà sinh trưởng, phát triển thực vật là các chất hữu cơ có bản chất hoá học khác nhau nhưng đều có tác dụng điều tiết quá trình sinh trưởng, phát triển của cây từ khi tế bào trứng thụ tinh phát triển thành phôi cho đến khi cây hình thành cơ quan sinh sản, cơ quan dự trữ và kết thúc chu kỳ sống của mình.

1.2. Phân loại các chất điều hoà sinh trưởng thực vật

1.2.1. Dựa vào nguồn gốc

Dựa vào nguồn gốc xuất hiện mà người ta chia các chất điều hoà sinh trưởng thực vật thành hai nhóm: các phytohormon (chất nội sinh) và các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp nhân tạo.

- **Phytohormon:** đây là một nhóm các chất được tổng hợp với một lượng rất nhỏ trong các cơ quan bộ phận nhất định của cây và từ đây được vận chuyển đến các cơ quan khác để điều hoà các hoạt động liên quan đến quá trình sinh trưởng, phát triển của cây để bảo đảm mối quan hệ hài hoà giữa các cơ quan và của toàn cây. Các phytohormon bao gồm: auxin (IAA), gibberelin (GA), xytokinin (zeatin), axit abxixic, etylen...

- Các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp: Ngày nay, bằng con đường tổng hợp hoá học, con người đã tổng hợp nên rất nhiều hợp chất khác nhau có hoạt tính sinh lý tương tự các phytohormon để làm phương tiện điều chỉnh quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng, làm tăng năng suất và phẩm chất nông sản phẩm. Các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp nhân tạo ngày càng phong phú và có nhiều ứng dụng rất quan trọng trong sản xuất. Đó là các auxin tổng hợp, xytokinin tổng hợp, các chất ức chế sinh trưởng...

1.2.2. Dựa vào hoạt tính sinh lý

Các chất điều hoà sinh trưởng, phát triển có thể chia thành hai nhóm có tác dụng đối kháng về hiệu quả sinh lý. Đó là các chất kích thích sinh trưởng và các chất ức chế sinh trưởng.

Các chất kích thích sinh trưởng luôn gây hiệu quả kích thích lên quá trình sinh trưởng của cây khi có nồng độ tác dụng sinh lý. Các chất kích thích sinh trưởng trong cây gồm ba nhóm: Auxin, gibberelin và xytokinin.

Các chất ức chế sinh trưởng luôn luôn gây ảnh hưởng ức chế lên quá trình sinh trưởng của cây. Chúng bao gồm axit abxixic, etylen, các chất phenol...

Trong mỗi một nhóm đó, có thể có các phytohormon và cả các chất tổng hợp hoá học (Bảng 7.1)

1.3. Tầm quan trọng của các chất điều hoà sinh trưởng

Ở động vật và con người thì mọi hoạt động đều được điều hoà bằng hai cơ chế: thần kinh và thuỷ dịch (hormon). Với thực vật, cơ chế điều hoà bằng hệ thần kinh không tồn tại. Vì vậy, mọi hoạt động liên quan đến sinh trưởng, phát triển chỉ được điều hoà bằng cơ chế hormon. Do đó, các phytohormon có tầm quan trọng hơn rất nhiều so với các hormon ở động vật và người. Ngoài ra, các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp ngày nay có rất nhiều ứng dụng trong sản xuất và đã mang lại hiệu quả đáng kể trong việc tăng năng suất và cải thiện chất lượng nông phẩm.

Bảng 7.1. Phân loại các chất điều hoà sinh trưởng ở thực vật

Chất điều hoà sinh trưởng tự nhiên (Phytohormon)	Chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp nhân tạo
A. Chất kích thích sinh trưởng (Stimulators)	
Auxin (IAA, PAA) Giberelin (GA ₁ , GA ₂ , GA ₃ ...GA ₆₀ ...) Xytokinin (Zeatin, zeatinribosid, IPA, Diphenyl urea...)	Auxin tổng hợp (Auxinoit) (α - NAA); IBA, 2,4D; 2,4,5T; ... Xytokinin tổng hợp (kinetin, BA, ...)
B. Chất ức chế sinh trưởng (Inhibitors)	
ABA, các phenol...	Retardant (MH, CCC, TIBA, B ₉ , fosfon, paclobutazol...)
Etylen	CEPA

Danh pháp quốc tế

BA: Benzyl adenyl

IAA: Axit - indol axetic

ABA: Axit abxixic

PAA: Axit phenyl axetic

MH: Malein hydrazit

IBA: Axit - indol butyric

CCC: Chlor Cholin Chlorit

Axit - NAA: - Naphtyl axetic axit

TIBA: Trijot Benzoic Axit

2,4D: 2,4 - Diclorophenoxiaxetic axit

CEPA: Clor Etylen Photphoric Axit

IPA: Isopentenyl adenyl

B₉: Axit N - dimetyl aminosucxiamic

2. Auxin

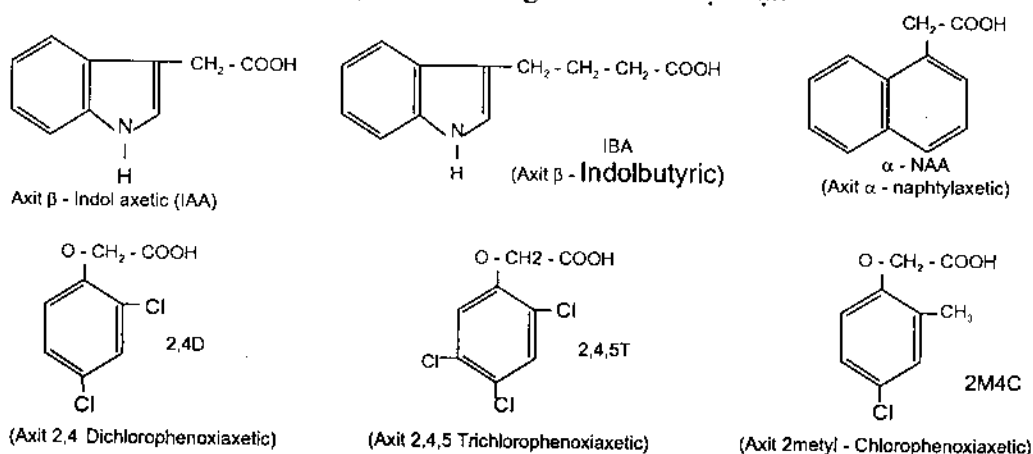
Auxin là phytohormon đầu tiên trong cây được phát hiện vào năm 1934. Trong cây, nó chính là axit indol axetic (IAA). Con người đã tổng hợp rất nhiều các chất có bản chất hóa học khác nhau nhưng chúng có hoạt tính sinh lý tương tự như IAA gọi là auxin tổng hợp. Các auxin tổng hợp được sử dụng rộng rãi trong sản xuất là IBA, NAA, 2,4D...

2.1. Sự trao đổi auxin trong cây

Sự trao đổi auxin trong cây diễn ra theo 3 quá trình: tổng hợp mới, phân hủy và chuyển hoá thuận nghịch giữa hai dạng tự do và liên kết.

2.1.1. Sự tổng hợp auxin

Cơ quan chính tổng hợp auxin trong cây là chồi ngọn. Từ đây, nó được vận chuyển phân cực khá nghiêm ngặt xuống các cơ quan phía dưới theo hướng gốc (không vận chuyển ngược lại), nên càng xa đỉnh ngọn thì hàm lượng của auxin càng giảm dần. Ngoài chồi ngọn ra thì các cơ quan còn non đang sinh trưởng cũng có khả năng tổng hợp một lượng nhỏ auxin như lá non, quả non, phôi hạt... Chất tiền thân tổng hợp nên IAA trong cơ thể là axit amin tryptophan. Quá trình tổng hợp IAA trong cây theo một sơ đồ chung cho tất cả thực vật.



Hình 7.1: Công thức hoá học của một số auxin

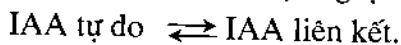
2.1.2. Sự phân giải

Auxin trong cây có thể bị phân hủy sau khi đã sử dụng xong hoặc bị dư thừa trong cây. IAA bị phân hủy thành sản phẩm không có hoạt tính sinh lý. Sự phân hủy có thể bằng enzym IAA - oxidaza, hoặc bằng quang oxi hóa, trong đó con đường oxi hoá được xúc tác bằng enzym IAA - oxidaza là quan trọng nhất. Đây là một enzym có hoạt tính mạnh nhất ở trong rễ cây, vì khi xuống rễ auxin không vận chuyển ngược lại được mà bị phân hủy. Sản phẩm của phân hủy IAA không còn hoạt tính sinh lý (3 - metylen oxidole).

2.1.3. Sự chuyển hoá thuận nghịch giữa dạng auxin tự do và auxin liên kết

- Auxin có thể ở dạng tự do có hoạt tính sinh lý nhưng hàm lượng dạng này chỉ chiếm khoảng 5% hàm lượng IAA trong cây.

- Chủ yếu IAA ở dạng liên kết với một số chất khác như liên kết với axit amin (IAA - glyxin, IAA - aspartat, IAA - alanin...) hoặc với đường (IAA - glucosit, IAA - glucan...). IAA liên kết không có hoạt tính sinh lý hoặc có hoạt tính rất thấp. Chúng là dạng dự trữ IAA để khi cần thiết thì giải phóng IAA tự do. Hai dạng auxin này có thể biến đổi thuận nghịch cho nhau khi cần thiết:



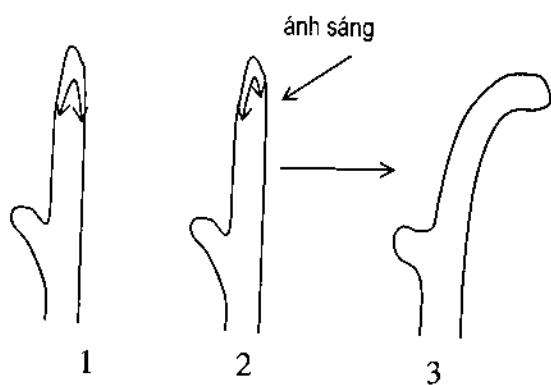
Có thể xem ba quá trình: tổng hợp, phân huỷ và chuyển hoá thuận nghịch giữa hai dạng auxin là sự điều chỉnh hàm lượng của auxin trong cây, bảo đảm cho cây sinh trưởng bình thường. Khi trong cây thiếu auxin cho sinh trưởng thì auxin lập tức được tổng hợp mới hoặc chuyển từ dạng liên kết sang dạng tự do. Ngược lại, khi dư thừa hoặc đã sử dụng xong thì chúng có thể bị phân huỷ hoặc chuyển sang dạng liên kết không hoạt tính.

2.2. Vai trò sinh lý của auxin

- Auxin có tác dụng kích thích mạnh lên sự dẫn chiều ngang của tế bào, làm cho tế bào phình to lên. Sự dẫn của các tế bào gây nên sự tăng trưởng của cơ quan và toàn cây.

- Auxin có tác dụng điều chỉnh tính hướng của cây như tính hướng quang, hướng địa, hướng thủy...

Tính hướng là một trong những đặc tính vốn có của thực vật. Cây có thể sinh trưởng hướng về tác nhân kích thích bên ngoài như cây sinh trưởng vươn về phía chiếu sáng (hướng quang), rễ đâm xuống đất (hướng địa), rễ tìm đến nguồn nước (hướng thủy) hay nguồn phân bón (hướng hoá)...



Hình 7.2: Auxin và tính hướng quang của mầm hạt

1. Mầm sinh trưởng trong tối hay trong ánh sáng đồng đều mọi phía thì IAA phân bố đều mọi phía.

2. Khi chiếu sáng một chiều, mặt khuất sáng tích điện dương nên IAA phân bố về đó...

3. Gây nên quang hướng động do sinh trưởng không đều ở hai phía.

Ta có thể lấy ví dụ về tính hướng quang. Khi có chiếu sáng một hướng thì cây sẽ sinh trưởng về phía chiếu sáng. Đây là do sự phân bố không đều nhau của auxin ở hai phía của thân. Thường auxin phân bố nhiều ở phía khuất ánh sáng và kích thích sự sinh trưởng ở đó mạnh hơn phía chiếu sáng. Kết quả làm cây uốn cong về phía chiếu sáng... (Hình 7.2.)

- Auxin điều chỉnh hiện tượng ưu thế ngọn:

+ Ưu thế ngọn: là đặc tính quan trọng của thực vật. Đó là sự sinh trưởng của chồi ngọn hoặc rễ chính sẽ ức chế sự sinh trưởng của chồi bên hoặc rễ phụ. Khi có sự tồn tại của chồi ngọn thì các chồi bên bị ức chế tương quan. Nếu loại trừ chồi ngọn hoặc rễ chính, chồi bên hoặc rễ phụ thoát khỏi trạng thái ức chế và lập tức sinh trưởng.

Có hai quan điểm giải thích vai trò của auxin đối với hiện tượng ưu thế ngọn là ức chế trực tiếp và ức chế gián tiếp. Chồi ngọn là cơ quan tổng hợp auxin với hàm lượng cao. Khi vận chuyển xuống dưới, các chồi bên bị auxin ức chế. Cắt chồi ngọn, hàm lượng auxin bị giảm xuống và các chồi bên được kích thích sinh trưởng. Đó là quan điểm ức chế trực tiếp của auxin. Quan điểm ức chế gián tiếp của auxin cho rằng, auxin kích thích sự hình thành chất ức chế sinh trưởng (etylen) và chất ức chế này đã gây nên sự ức chế các chồi bên. Dù là quan điểm nào thì auxin cũng có vai trò điều chỉnh đối với hiện tượng ưu thế ngọn.

Trong sản xuất, việc tạo hình cho cây cảnh, cây ăn quả, cây công nghiệp... bằng biện pháp cắt, tỉa chồi hoặc cưa đốn nhằm mục đích loại trừ ưu thế ngọn để cho chồi bên và các cành bên mọc ra. Việc cưa đốn sẽ tạo ra các chồi mới, làm trẻ hoá vườn cây là một trong các biện pháp kỹ thuật quan trọng nhằm cải tạo vườn cây ăn quả, cây công nghiệp...

Để cải tạo các vườn cây ăn quả, cây công nghiệp... như táo, xoài, cà phê... người ta thường dùng biện pháp cưa đốn phục hồi. Có hai biện pháp đốn là đốn đau sát gốc và đốn phớt gần ngọn. Tùy theo mục đích cải tạo mà người ta chọn phương pháp cưa đốn thích hợp.

+ Điều chỉnh sự hình thành rễ:

Trong sự hình thành rễ, đặc biệt là rễ bất định phát sinh từ các cơ quan dinh dưỡng (giâm cành, chiết cành) thì hiệu quả của auxin là rất đặc trưng. Có thể xem auxin là hormone hình thành rễ. Vai trò của auxin với sự hình thành rễ được chứng minh rõ ràng trong nuôi cấy mô. Nếu trong môi trường có chất auxin thì mô nuôi cấy chỉ xuất hiện rễ mà thôi. Auxin có tác dụng hoạt hoá các

tế bào vùng xuất hiện rễ để tạo nên mầm rễ bất định. Sau đó các mầm rễ sinh trưởng dài ra thành rễ bất định.

- Điều chỉnh sự hình thành, sự sinh trưởng của quả và tạo quả không hạt:

+ Vai trò auxin trong sự hình thành quả: Tế bào trứng sau khi thụ tinh xong sẽ phát triển thành phôi và sau đó là hạt. Bầu nhụy sẽ lớn lên thành quả. Phôi hạt là nguồn tổng hợp auxin quan trọng. Auxin này sẽ khuếch tán vào bầu và kích thích bầu sinh trưởng thành quả. Vì vậy, quả chỉ được hình thành sau khi thụ tinh vì nếu như không có thụ tinh thì không có nguồn auxin nội sinh cho sự sinh trưởng của bầu thành quả và hoa sẽ rụng. Thông thường trên một cây, các quả có kích thước, hình dạng rất khác nhau. Điều đó hoàn toàn phụ thuộc vào hàm lượng auxin được tạo nên trong phôi hạt và cả sự phân bố khác nhau theo các hướng của quả. Nếu sự vận chuyển của auxin đồng đều theo các hướng thì quả có dạng đều; còn nếu sự vận chuyển đó không đều ở các hướng khác nhau thì quả tạo nên có hình dáng không đều, khác nhau.

+ Tạo quả không hạt: Việc xử lý auxin ngoại sinh cho hoa trước khi thụ phấn, thụ tinh sẽ thay thế được nguồn auxin vốn được hình thành trong phôi mà không cần phải thụ phấn, thụ tinh. Auxin xử lý sẽ khuếch tán vào bầu nhụy và kích thích bầu lớn lên thành quả không thụ tinh, có nghĩa là quả không có hạt. Đó chính là cơ sở sinh lý của việc tạo quả không hạt thông qua xử lý auxin.

- Điều chỉnh sự rụng của lá, hoa, quả...:

+ Sự rụng của lá, hoa, quả là do sự hình thành tầng rời ở cuống cơ quan. Auxin có hiệu quả rõ rệt trong việc ức chế sự hình thành tầng rời, do đó mà nó có thể kìm hãm sự rụng của lá, hoa và đặc biệt có ý nghĩa là kìm hãm sự rụng của quả. Thực chất thì sự rụng ngoài auxin còn được điều chỉnh bằng các hocmon khác như axit abxixic (ABA) và etylen.

+ Việc xử lý auxin để ngăn ngừa sự rụng là biện pháp kỹ thuật rất có ý nghĩa để chống rụng cho quả non, tăng tỷ lệ đậu quả và góp phần tăng năng suất quả.

- Điều chỉnh sự chín của quả:

Trong quá trình chín của quả, có sự kích thích của etylen, nhưng tác dụng đối kháng thuộc về auxin, tức là cân bằng của auxin/etylen quyết định trạng thái chín của quả. Auxin kìm hãm, làm chậm sự chín của quả. Vì vậy, trong trường hợp muốn quả chậm chín thì có thể xử lý auxin cho quả xanh trên cây hoặc sau khi thu hoạch.

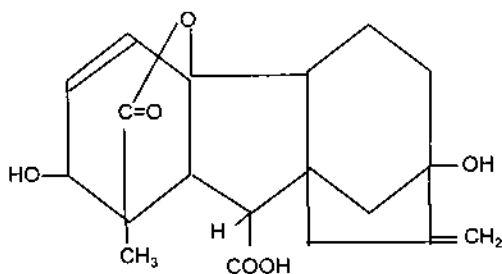
Ngoài ra, auxin còn có vai trò điều chỉnh nhiều quá trình khác như quá trình trao đổi chất, các hoạt động sinh lý, sự vận động trong cây...

3. Giberelin

Giberelin là nhóm phytohormon thứ hai được phát hiện vào năm 1955 - 1956. Khi nghiên cứu cơ chế gây nên bệnh lúa von (cây lúa sinh trưởng chiều cao quá mức gây nên bệnh lý), các nhà khoa học đã chiết tách được chất gây nên sinh trưởng mạnh của cây lúa bị bệnh. Đó chính là axit giberelic (GA_3). Giberelin cũng được xem là một phytohormon quan trọng của thế giới thực vật.

- Ngày nay, người ta đã phát hiện ra trên 60 loại giberelin trong cây và ký hiệu là GA_1 , GA_2 , GA_3 , ..., GA_{60} ...; trong đó GA_3 có hoạt tính sinh lý mạnh nhất và dạng GA được sản xuất và sử dụng hiện nay trong sản xuất. GA_3 được sản xuất bằng con đường lên men và chiết xuất sản phẩm từ dịch nuôi cấy nấm...

- Giberelin được tổng hợp chủ yếu trong lá non, một số cơ quan non đang sinh trưởng như phôi hạt đang nảy mầm, quả non, rễ non... Sự vận chuyển của nó trong cây theo hệ thống mạch dẫn và không phân cực như auxin. GA trong cây cũng có thể ở dạng tự do và dạng liên kết với các hợp chất khác.



Hình 7.3: Công thức hoá học của GA_3

* Vai trò sinh lý của GA :

+ Hiệu quả rõ rệt nhất của GA là kích thích mạnh mẽ sự sinh trưởng về chiều cao của thân, chiều dài của cành, rễ, sự kéo dài của lóng cây hoà thảo. Hiệu quả này có được là do ảnh hưởng kích thích đặc trưng của GA lên sự dẫn theo chiều dọc của tế bào.

Trong tự nhiên, tồn tại các đột biến lùn. Các đột biến này có chiều cao thấp hơn nhiều so với các cây bình thường. Đây là các đột biến gen đơn giản, do thiếu một gen nào đó trong quá trình tổng hợp giberelin. Với các đột biến này thì việc xử lý GA sẽ rất hiệu quả. Trong sản xuất, nếu muốn tăng chiều cao, tăng sinh khối thì người ta có thể xử lý GA .

+ GA kích thích sự nảy mầm của hạt, củ, nên nó có tác dụng đặc trưng trong việc phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ của chúng. GA có tác dụng hoạt hoá sự

hình thành các enzym thuỷ phân trong hạt như amylaza. Enzym này sẽ xúc tác phản ứng biến đổi tinh bột thành đường tạo điều kiện cho sự nảy mầm.

Trong sản xuất, muốn phá trạng thái ngủ nghỉ, tăng tỷ lệ nảy mầm của các hạt, củ... thì có thể xử lý GA_3 cho chúng.

+ Trong nhiều trường hợp, GA có hiệu quả kích thích sự ra hoa. Theo học thuyết ra hoa của Trailakhyan thì GA là một trong hai thành viên của hocmon ra hoa là GA và antesin. GA cần cho sự hình thành và phát triển của trụ dưới hoa (cuống hoa), còn antesin cần cho sự phát triển của hoa.

Xử lý GA có thể làm cho cây ngày dài ra hoa trong điều kiện ngày ngắn hoặc làm cho bắp cải, su hào ra hoa trong điều kiện của Việt Nam.

+ GA có hiệu quả trong việc phân hoá giới tính đực. Nó ức chế sự hình thành hoa cái và kích thích hình thành hoa đực. Có thể sử dụng GA để tăng tỷ lệ hoa đực cho cây có hoa đực, hoa cái riêng biệt như bầu bí...

+ GA có ảnh hưởng kích thích lên sự hình thành quả và tạo quả không hạt. Hiệu quả này cũng tương tự như của auxin, nhưng một số cây trồng có phản ứng đặc hiệu với GA như nho, anh đào... Trong việc sản xuất nho thì biện pháp xử lý GA có ý nghĩa quan trọng trong việc tăng tỷ lệ đậu quả và quả không hoặc ít hạt, tăng năng suất quả nho.

Ngoài ra, GA có ảnh hưởng điều chỉnh lên một số quá trình trao đổi chất và hoạt động sinh lý của cây. GA là một trong những chất có ứng dụng khá hiệu quả trong sản xuất.

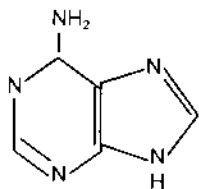
4. Xytokinin

Xytokinin là nhóm phytohocmon thứ ba được phát hiện vào năm 1963. Khi nuôi cấy mô tế bào thực vật, người ta phát hiện ra một nhóm chất hoạt hoá sự phân chia tế bào mà thiếu chúng thì sự nuôi cấy mô không thành công. Xytokinin trong cây chủ yếu là chất zeatin. Các xytokinin tổng hợp được sử dụng khá rộng rãi trong nuôi cấy mô tế bào là kinetin và benzyl adenin (BA).

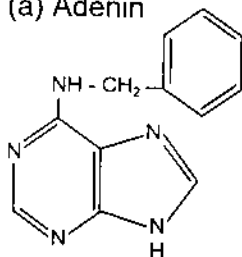
Cơ quan tổng hợp xytokinin là hệ thống rễ. Từ rễ, xytokinin được vận chuyển lên các bộ phận trên mặt đất theo hướng ngược chiều với auxin nhưng không có tính phân cực rõ rệt như auxin. Ngoài rễ ra, một số cơ quan non đang sinh trưởng cũng có khả năng tổng hợp một lượng nhỏ bổ sung thêm cho nguồn xytokinin của rễ.

- Vai trò sinh lý của xytokinin:

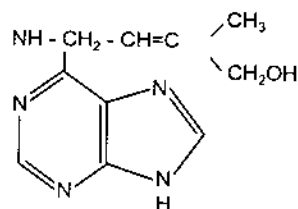
+ Hiệu quả sinh lý đặc trưng nhất của xytokinin là hoạt hoá sự phân chia tế bào. Hiệu quả này có được là do nó kích thích sự tổng hợp axit nucleic, protein và có mặt trong ARN vận chuyển.



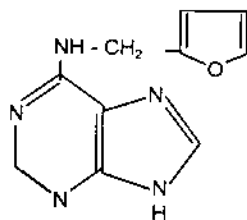
(a) Adenin



Benzyl adenin



Zeatin



Kinetin

Hình 7.4: Công thức hoá học của một số xytokinin chủ yếu

+ Xytokinin là hormone hình thành chồi vì nó kích thích mạnh mẽ sự phân hoá chồi. Chính vì vậy mà cùng với auxin, nó điều chỉnh hiện tượng ưu thế ngọn, giải phóng các chồi bên khỏi sự ức chế tương quan của chồi ngọn. Hiệu quả này của xytokinin là đối kháng với auxin (phụ thuộc tỷ lệ giữa auxin/xytokinin). Trong môi trường nuôi cấy mô, nếu chỉ có xytokinin mà không có auxin thì mô nuôi cấy chỉ hình thành chồi. Lợi dụng hiệu quả này mà người ta sử dụng xytokinin để tăng sự hình thành chồi trong nuôi cấy mô để tăng hệ số nhân giống.

+ Xytokinin là hormone hoá trẻ. Nó có tác dụng kìm hãm sự hoá già và kéo dài tuổi thọ của cây. Sự hoá trẻ gắn liền với hiệu quả ức chế các quá trình phân huỷ, tăng quá trình tổng hợp đặc biệt là tổng hợp protein, axit nucleic và diệp lục. Biện pháp kích thích sự phát triển của bộ rễ (bằng dinh dưỡng và nước) để tổng hợp xytokinin có ý nghĩa trong việc kéo dài tuổi thọ của cây.

+ Xytokinin có hiệu quả lên sự phân hoá giới tính cái, làm tăng tỷ lệ hoa cái của các cây đơn tính như các cây trong họ bầu bí và các cây có hoa đực, hoa cái riêng rẽ như nhãn, vải...

+ Xytokinin có tác dụng kích thích sự nảy mầm của hạt, củ. Do vậy, trong nhiều trường hợp, nó cũng có tác dụng phá ngủ như GA nhưng hiệu quả không cao như GA.

Cần lưu ý rằng, mọi biện pháp tác động liên quan đến bộ rễ cây đều có quan hệ trực tiếp đến hàm lượng xytokinin nội sinh trong cây, do vậy sẽ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây. Chẳng hạn, muốn cây ra hoa thì cần giảm hàm lượng xytokinin trong cây nên phải ức chế sự phát triển của rễ, như trường hợp đào quất để ra hoa và quả vào dịp Tết...

5. Axit abxixic (ABA)

ABA là một chất ức chế sinh trưởng khá mạnh được phát hiện vào năm 1966. Công thức hoá học của axit abxixic thể hiện trong hình 7.5.

ABA được tổng hợp ở hầu hết các cơ quan rễ, lá, hoa, quả, củ... nhưng chủ yếu là cơ quan sinh sản. Sau khi hình thành hoa thì hàm lượng của ABA

tăng lên rất nhanh. ABA được tích lũy nhiều trong các cơ quan đang ngủ nghỉ, cơ quan dự trữ, cơ quan sắp rụng. Sự tích lũy ABA sẽ kìm hãm quá trình trao đổi chất, giảm sút các hoạt động sinh lý và có thể chuyển cây vào trạng thái ngủ nghỉ sâu.

Khi gặp bất cứ một điều kiện “stress” nào của môi trường như hạn, rét, nóng, mặn, sâu bệnh... thì hàm lượng của ABA tăng rất nhanh trong lá. Đây là một phản ứng thích nghi của cây.

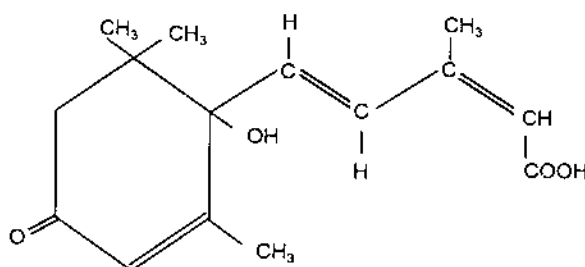
- Vai trò sinh lý của ABA:

+ Điều chỉnh sự rụng:

ABA kích thích sự hình thành tầng rời gây nên sự rụng. Khi có tác nhân cảm ứng sự rụng như nhiệt độ quá cao hay quá thấp, úng, hạn, sâu bệnh... thì hàm lượng ABA trong lá, quả tăng lên nhanh gây nên sự rụng của chúng.

Các biện pháp giảm hàm lượng ABA hoặc sử dụng tác nhân đối kháng sinh lý với ABA như auxin có thể ngăn ngừa hiện tượng rụng.

+ Điều chỉnh sự ngủ nghỉ:



Hình 7.5: Công thức hóa học của ABA

Trong cơ quan đang ngủ nghỉ, hàm lượng ABA tăng lên nhiều lần so với cơ quan đang sinh trưởng nên gây ức chế sự nảy mầm. Thời gian ngủ nghỉ kéo dài đến khi nào hàm lượng ABA trong đó giảm đến mức tối thiểu. Thực ra trạng thái ngủ nghỉ được điều chỉnh bằng cân bằng hormone ABA/GA.

Vì vậy, mọi biện pháp làm giảm ABA hoặc xử lý chất có tác dụng đối kháng với ABA như GA đều có khả năng phá ngủ, kích thích nảy mầm. Chẳng hạn, xử lý lạnh và bảo quản lạnh có tác dụng giảm hàm lượng ABA rất nhanh (giảm 70% cho hạt và 30% cho quả, củ) nên hạt và củ có thể nảy mầm khi gieo. Xử lý GA cho củ, hạt đang ngủ nghỉ có thể làm cho chúng nảy mầm.

+ Điều chỉnh sự đóng mở của khí khổng:

Khi hàm lượng ABA tăng lên trong lá thì khí khổng đóng lại để hạn chế thoát hơi nước. ABA gây nên hiện tượng "lỗ thủng K⁺" của khí khổng, tức là thúc đẩy dòng vận động của K⁺ ra khỏi tế bào bảo vệ, tế bào mất sức trương và khí khổng đóng lại.

+ ABA được xem như là hormone "stress":

Khi cây gặp các điều kiện bất thuận của môi trường thì hàm lượng ABA tăng lên nhanh chóng nên ức chế các hoạt động sống của cây. Điều này đã giúp cây chống chịu tạm thời với điều kiện bất thuận đó. Chẳng hạn, khi cây gặp hạn thì hàm lượng ABA trong lá tăng lên, khí khổng đóng lại và cây tránh được mất nước.

Sự tăng hàm lượng ABA làm cho cây sinh trưởng chậm lại cũng là một cơ chế chống chịu của cây khi gặp "stress".

+ ABA là hormone hoá già:

Mức độ hoá già của cơ quan và của cây gắn liền với sự tích lũy ABA trong chúng. Khi hình thành cơ quan sinh sản và dự trữ là lúc ABA được tổng hợp và tích lũy nhiều nhất và tốc độ hoá già cũng tăng lên.

Từ những hiểu biết về vai trò sinh lý của ABA, ta có thể tác động nhằm làm giảm ảnh hưởng không có lợi của ABA đối với cây trồng. Người ta thường dùng các chất có tác dụng đối kháng với ABA như sử dụng auxin để phòng chống rụng, GA để phá ngủ, hoặc kích thích sự phát triển của bộ rễ nhằm cung cấp nguồn cytokinin để ngăn chặn sự hoá già của cây...

6. Etylen

Etylen là chất khí đơn giản ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) nhưng nó là một phytohormone quan trọng trong cây. Nó điều chỉnh nhiều quá trình sinh trưởng và phát triển

của cây. Nó được tổng hợp trong tất cả các tế bào, các mô nhưng nhiều nhất là các mô già và đặc biệt trong quả đang chín. Khác với các phytohormon khác được vận chuyển theo hệ thống mạch dẫn, etylen là chất khí nên được vận chuyển bằng phương thức khuếch tán, do đó phạm vi vận chuyển không xa.

- Vai trò sinh lý của etylen:

+ Etylen là hormon điều chỉnh sự chín:

Khi quá trình chín của quả bắt đầu thì sự tổng hợp etylen trong quả tăng lên rất nhanh và đạt đỉnh cao nhất lúc quả chín hoàn toàn và sau đó cũng giảm rất nhanh. Sự tăng nhanh và giảm nhanh tạo nên một đỉnh bột phát của etylen trong quả chín. Đỉnh bột phát của etylen thường trùng với đỉnh hô hấp bột phát của quả chín, nên giữa etylen và hô hấp của quả trong quá trình chín có mối quan hệ mật thiết với nhau. Có thể xem etylen là hormon của sự chín. Sự có mặt của nó đã làm tăng hoạt tính của các enzym liên quan đến quá trình chín của quả và tăng tính thấm của tế bào thịt quả. Vì vậy mà quá trình chín diễn ra nhanh chóng.

Muốn quá trình chín của quả nhanh chóng và đồng đều thì ta xử lý chất sản sinh ra etylen đó là ethrel cho quả trên cây hoặc sau thu hoạch.

- Etylen điều chỉnh sự rụng:

Cùng với ABA, etylen kích thích sự hình thành tầng rời ở cuống lá và quả gây nên rụng nhanh chóng. Etylen hoạt hóa sự tổng hợp nên các enzym xelulaza và pectinaza phân hủy thành tế bào và hoạt động phân huỷ thành tế bào của các enzym này chỉ đặc trưng cho nhóm tế bào tầng rời mà thôi.

Tuy nhiên, sự rụng được điều chỉnh thông qua cân bằng giữa các chất điều tiết sinh trưởng là auxin/ABA + etylen. Tỷ lệ này cao sẽ ngăn ngừa sự rụng và ngược lại là hoạt hoá sự rụng. Khi gặp điều kiện "stress", sự tổng hợp ABA tăng cường sẽ kích thích sự hình thành tầng rời. Xử lý auxin cho lá, hoa và quả thì ngăn ngừa tầng rời xuất hiện và khắc phục được sự rụng của chúng.

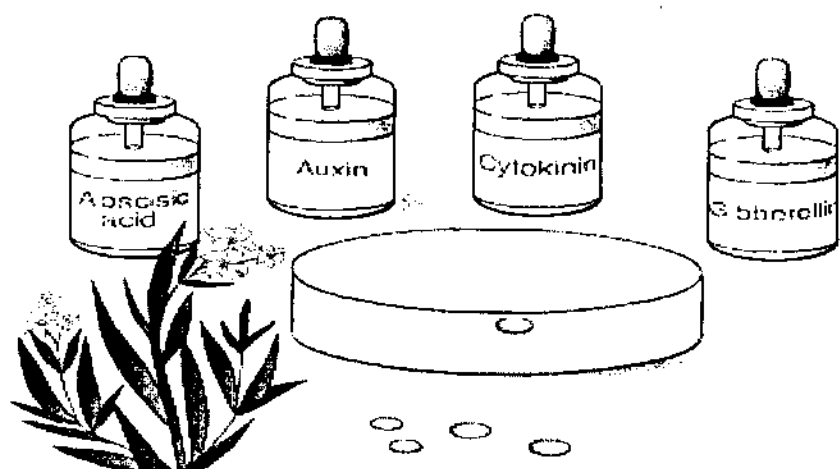
+ Etylen kích thích sự ra hoa, đặc biệt là ra hoa trái vụ ở nhiều thực vật. Trong sản xuất, người ta thường kích thích cho dừa ra hoa quả thêm một vụ thu hoạch nữa nhờ xử lý ethrel (chất sản sinh etylen). Vì vậy, trong nghề trồng dừa, việc xử lý ethrel và có thể cả đất đèn (sản sinh axetylen) để tăng thêm một vụ dừa nữa là một kỹ thuật rất quan trọng.

+ Etylen có tác động lên sự phân hoá giới tính cái cùng với xytokinin. Xử lý etylen có thể tăng tỷ lệ hoa cái, đặc biệt hiệu quả đối với cây họ bầu bí.

+ Ngoài ra, etylen cũng có tác dụng lên sự hoá già (cùng với ABA), lên sự hình thành rễ (tương tự như auxin), quá trình trao đổi chất và các hoạt động sinh lý của cây...

7. Các chất làm chậm sinh trưởng (Retardant)

Các chất làm chậm sinh trưởng là một nhóm các chất tổng hợp nhân tạo được ứng dụng khá rộng rãi và có hiệu quả trong sản xuất. Hoạt tính sinh lý của chúng là: ức chế sự sinh trưởng dân của tế bào làm cây thấp lùn, ức chế sự nảy mầm, xúc tiến sự ra hoa, tăng hàm lượng diệp lục... Vì vậy, chúng được sử dụng nhiều vì mục đích làm thấp cây, cứng cây, chống lốp đổ (CCC), kéo dài bảo quản nông phẩm (MH), rụng lá và nhanh chín (CEPA), ra hoa (Alar, paclobutazol)...



Hình 7.6: Thí nghiệm chứng minh khả năng kích thích nảy mầm của giberelin

7.1. CCC (Clor Cholin Chlorit Axit)

- CCC được xem là chất kháng GA vì nó kìm hãm tổng hợp GA. Do vậy, CCC ức chế sự dân của tế bào, ức chế sinh trưởng chiều cao, làm ngấn các lóng cây hòa thảo lại nên có tác dụng chống lốp đổ.

- CCC còn tăng sự tổng hợp diệp lục nên tăng hoạt động quang hợp, xúc tiến ra hoa quả sớm và không gây độc cho cây.

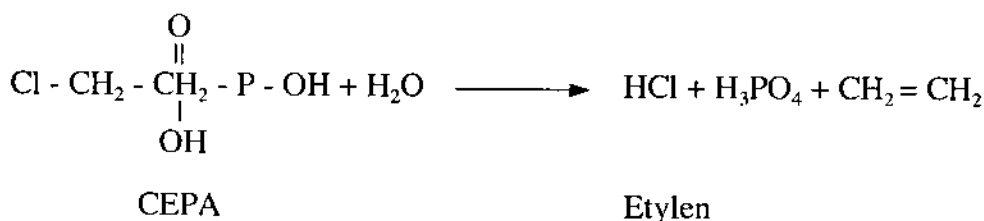
- CCC có thể được phun lên cây hoặc bón vào đất, tốc độ thấm vào cây nhanh và tồn tại trong cây một số tuần rồi bị phân hủy.

7.2. MH (Malein hydrazit)

MH là chất kháng auxin vì nó kích thích hoạt tính của enzym phân hủy auxin là IAA - oxidaza. Tác dụng đặc trưng của MH là ức chế sự nảy mầm nên được sử dụng trong bảo quản khoai tây, hành tỏi để kéo dài thời gian ngủ nghỉ. MH có khả năng làm thui hoa và chồi nách thuốc lá nên được sử dụng để thay công đánh hoa, tỉa chồi trong kỹ thuật trồng thuốc lá. MH xúc tiến sự hoá già nhanh, làm khô và rụng lá nên có thể làm rụng lá trước khi thu hoạch...

7.3. CEPA (Chlor Etylen Photphoric Axit)

- CEPA ngoài thị trường còn được gọi là ethrel. Đây là một chất lỏng, có pH nghiêng về axit. Khi thấm vào cây, gặp pH trung tính sẽ thủy phân để giải phóng etylen và chính etylen gây hiệu quả sinh lý. Phản ứng thủy phân ethrel như sau:



- Ethrel có hiệu quả sinh lý rất đa dạng lên cây trồng và cũng có nhiều ứng dụng rộng rãi nhất trong việc điều chỉnh cây trồng. Trong sản xuất, người ta sử dụng ethrel để kích thích sự chín của quả, kích thích sự tiết nhựa mủ cho cao su, kích thích sự ra hoa cho nhiều cây trồng như dưa, làm rụng lá trước khi thu hoạch đối với đậu tương, bông, làm tăng tỷ lệ hoa cái...

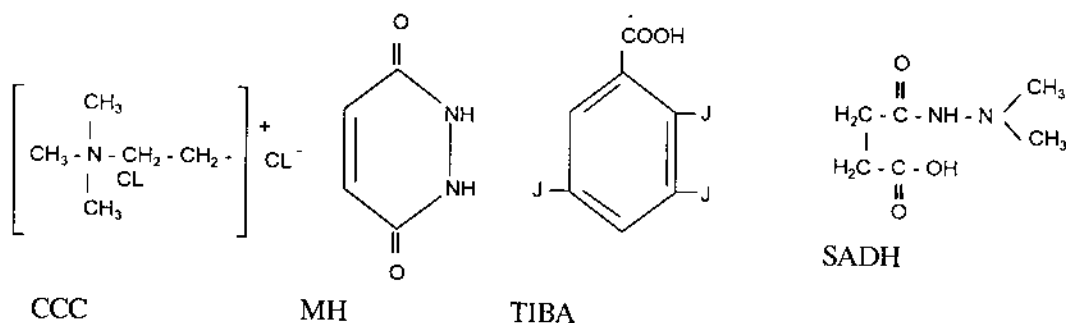
7.4. TIBA (Trijot benzoic axit)

TIBA là chất kháng auxin, làm giảm ưu thế ngọn, xúc tiến sự phân cành, kích thích sự ra hoa và hình thành củ...

- PBZ (Paclobutazol) là chất ức chế sinh trưởng, được sử dụng khá rộng rãi trong việc điều chỉnh sự ra hoa của nhiều cây ăn quả như xoài, nhãn, vải, sầu riêng, măng cụt... Xử lý PBZ có thể điều chỉnh sự phát lộc, ra hoa tập trung và có thể làm chậm sự ra hoa quả để tránh rét lúc nở hoa. Chẳng hạn, xử lý cho xoài để ra hoa tập trung và có thể làm chậm ra hoa đến tháng 4, tháng 5 ở miền Bắc, tránh các đợt rét và mưa phùn từ tháng 1 đến tháng 3 hàng năm...

- SADH (Succinic Acid Dimethyl Hydrazit)

SADH có hiệu quả rõ rệt lên sự ra hoa kết quả của cây, ức chế sinh trưởng và tăng tính chống chịu của cây với điều kiện bất thuận. Nó được sử dụng rộng rãi trong việc điều chỉnh ra hoa quả của các cây ăn quả, đặc biệt được sử dụng rộng rãi ở các nước ôn đới...



Hình 7.7: Công thức hoá học của một số retardant

8. Sự cân bằng hormone trong cây

Trong bất cứ một cơ quan, bộ phận nào của cây cũng đều tồn tại đồng thời nhiều hormone có hoạt tính sinh lý rất khác nhau. Vì vậy mà các biểu hiện sinh trưởng và phát triển là kết quả tổng hợp của nhiều hormone ở trong trạng thái cân bằng. Người ta phân ra hai loại cân bằng hormone là cân bằng chung và cân bằng riêng.

8.1. Cân bằng hormone chung

8.1.1. Nguyên tắc chung

Cân bằng hormone chung là sự cân bằng của hai nhóm chất điều tiết sinh trưởng đối kháng nhau về hoạt tính sinh lý, đó là nhóm chất kích thích sinh trưởng và nhóm chất ức chế sinh trưởng.

- Với cây hàng năm: Sự cân bằng này được thiết lập trong suốt đời sống của cây từ khi cây nảy mầm cho đến khi cây ra hoa quả, ra củ rồi già đi và kết thúc chu kỳ sống của mình. Lúc cây còn non, các chất kích thích sinh trưởng được tổng hợp nhiều trong các cơ quan dinh dưỡng như lá, rễ, chồi... và kích thích sự hình thành và sinh trưởng của các cơ quan dinh dưỡng một cách mạnh mẽ. Theo sự tăng của tuổi cây, dần dần các chất ức chế sinh trưởng bắt đầu được tổng hợp (ABA, etylen...) và gây ức chế sinh trưởng lên

cây, cây sinh trưởng chậm dần. Đến một thời điểm nào đó, hai nhóm này cân bằng nhau và đó chính là thời điểm chuyển giai đoạn: từ giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng chuyển sang giai đoạn sinh trưởng sinh thực, biểu hiện bằng sự hình thành hoa. Sau khi hình thành cơ quan sinh sản thì các chất ức chế sinh trưởng được tổng hợp rất mạnh và chiếm ưu thế nên làm cây già đi nhanh chóng (Hình 7.8).

- Với các cây lâu năm: Chúng ra hoa quả nhiều lần nên quy luật cân bằng hocmon chung phức tạp hơn. Quy luật biến đổi cân bằng chung của cây hàng năm và cây lâu năm là như nhau cho đến khi cây ra hoa quả lần đầu.

Từ sau lần ra hoa thứ nhất, với cây lâu năm thì sự cân bằng được thiết lập theo chu kỳ ra hoa về sau. Cứ sau mỗi lần ra hoa quả thì đến thời kỳ phát lộc mới, nhóm kích thích sinh trưởng lại tăng lên và ngược lại các nhóm ức chế sinh trưởng có giảm xuống để cho sinh trưởng của chồi mới. Khi các chồi già đi chuẩn bị ra hoa thì các chất ức chế sinh trưởng được tăng cường và các chất kích thích sinh trưởng giảm xuống. Sự cân bằng giữa hai nhóm chất được thiết lập và cây ra hoa... Cứ thế, quy luật cân bằng hocmon được thiết lập theo chu kỳ ra hoa của cây.

8.1.2. Ý nghĩa của cân bằng hocmon chung

- Sự cân bằng chung sẽ điều chỉnh toàn bộ quá trình phát triển cá thể của cây từ giai đoạn nảy mầm cho đến khi kết thúc chu kỳ sống của mình. Tại bất cứ thời điểm nào trong đời sống của cây, ta cũng có thể chỉ ra một tỷ lệ nhất định giữa ảnh hưởng kích thích và ảnh hưởng ức chế.

- Việc điều khiển thời gian ra hoa của cây cũng có nghĩa là điều khiển sự cân bằng hocmon chung trong cây. Người ta có thể tác động làm cho cây trổ ra hoa sớm hơn (sớm đạt cân bằng giữa hai nhóm kích thích và ức chế) hoặc ngược lại, làm cho cây ra hoa quả muộn (đạt cân bằng hocmon này muộn hơn). Có thể sử dụng các điều kiện ngoại cảnh hoặc các biện pháp kỹ thuật để điều khiển cân bằng hocmon chung đó của cây theo hướng có lợi cho con người.

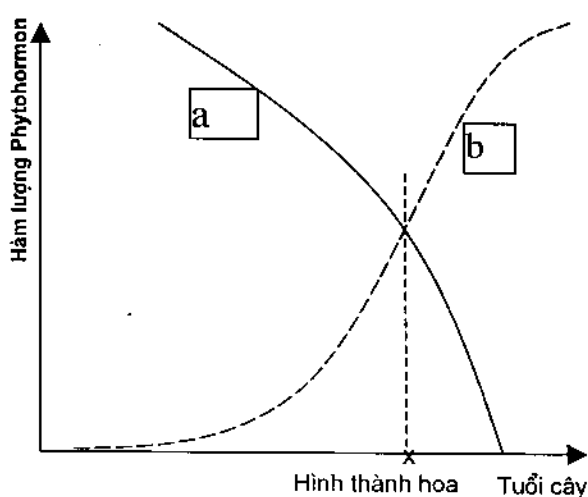
8.2. Cân bằng hocmon riêng

8.2.1. Nguyên tắc chung

- Các hiện tượng sinh trưởng phát triển trong cây như sự ra rễ, đâm chồi, nảy lộc, ra lá, ra hoa, hình thành quả, sự nảy mầm, sự chín, sự già hoá,

sự ngủ nghỉ... đều được điều chỉnh bằng tỷ lệ giữa các nhóm hormone gọi là cân bằng hormone riêng. Cân bằng hormone riêng là sự cân bằng của hai hoặc vài hormone quyết định đến một biểu hiện sinh trưởng, phát triển nào đấy của cây.

- Sự cân bằng hormone riêng có thể được thiết lập giữa các chất trong cùng nhóm kích thích sinh trưởng như sự hình thành rễ hoặc chồi, hiện tượng ưu thế ngọn (auxin/xytokinin)... Nhưng thông thường là giữa chất thích sinh trưởng và ức chế sinh trưởng như sự ngủ nghỉ và nảy mầm (ABA/GA), sự chín, sự rụng, sự ra củ...



Hình 7.8 : Cân bằng hormone chung giữa chất kích thích (a) và chất ức chế sinh trưởng (b) (cây hàng năm)

8.2.2. Những ví dụ về cân bằng hormone riêng trong cây

- Sự hình thành rễ hoặc chồi là do tỷ lệ cân bằng auxin/xytokinin quyết định. Auxin là hormone ra rễ, còn xytokinin là hormone hình thành chồi. Tỷ lệ cân bằng này sẽ quy định mức độ hình thành rễ và chồi khác nhau trong cây. Trong nuôi cấy mô, để điều chỉnh sự hình thành rễ hoặc chồi thì người ta thay đổi tỷ lệ này trong môi trường nuôi cấy. Trong giai đoạn đầu, để tăng hệ số nhân, người ta thường giảm tỷ lệ này (tăng hàm lượng xytokinin) để kích thích hình thành nhiều chồi. Sau đó, để tạo cây hoàn chỉnh (có chồi và rễ) thì người ta tăng tỷ lệ này (tăng hàm lượng auxin) để kích thích hình thành rễ. Đây là nguyên lý cơ bản của nuôi cấy mô tế bào thực vật.

- Sự ngủ nghỉ và nảy mầm là sự cân bằng của ABA/GA. Sự tích lũy ABA nhiều sẽ ức chế sinh trưởng và cơ quan sẽ ngủ nghỉ; còn sự tích lũy GA sẽ kích thích nảy mầm. Tỷ lệ của hai chất này quyết định trạng thái ngủ hay nảy mầm của cơ quan. Người ta có thể phá ngủ bằng xử lý GA và kéo dài ngủ nghỉ bằng xử lý ABA (thường thay thế bằng MH).

-- Sự chín của quả được điều chỉnh bởi cân bằng của etylen/auxin. Etylen kích thích chín nhanh còn auxin thì ức chế quá trình chín của quả. Vì vậy, muốn chín nhanh thì ta xử lý etylen, còn muốn chậm chín thì ta xử lý auxin.

- Hiện tượng ưu thế ngọn được điều chỉnh bởi cân bằng auxin/xytokinin. Auxin được tổng hợp trong đỉnh sinh trưởng và làm tăng ưu thế ngọn; còn xytokinin thì được tổng hợp trong rễ và làm yếu ưu thế ngọn. Đi từ ngọn xuống rễ, tỷ lệ cân bằng này giảm dần và hiện tượng ưu thế ngọn cũng giảm dần.

- Trạng thái trẻ và già của cơ quan trên cây được điều chỉnh bằng cân bằng của xytokinin/ABA. Hàm lượng xytokinin cao quyết định sự hoá trẻ, còn hàm lượng ABA cao làm cây hoá già nhanh. Như vậy, sự hóa trẻ liên quan đến hệ thống rễ là cơ quan tổng hợp xytokinin, còn sự hóa già gắn liền với sự phát triển của cơ quan sinh sản... Theo mức độ hoá già (tuổi cây tăng) thì tỷ lệ này càng giảm, tức mức độ hoá trẻ giảm và hoá già tăng.

- Sự rụng của cơ quan được điều chỉnh bởi cân bằng của auxin/ABA + etylen tức do ba hocmon quyết định. Trong cơ quan sắp rụng thì hàm lượng auxin rất thấp còn hàm lượng của ABA và cả etylen lại rất cao, nên sự hình thành tầng rời được hoạt hoá. Người ta xử lý auxin để kìm hãm sự rụng, xử lý ethrel (chất sản sinh etylen) kích thích sự rụng.

- Phân hoá giới tính đực và cái là do cân bằng của GA/xytokinin + etylen. GA trong cây liên quan đến hình thành giới tính đực, còn giới tính cái được điều chỉnh bằng hai hocmon là xytokinin và etylen... Người ta có thể xử lý GA để tăng tỷ lệ hoa đực, còn xytokinin hoặc etylen tăng hình thành hoa cái...

- Sự hình thành củ là do cân bằng của GA/ABA. Hàm lượng GA cao sẽ ức chế sự hình thành tia củ và phình to củ, còn hàm lượng ABA cao sẽ thuận lợi cho sự phình to của củ. Có thể sử dụng CCC là chất kháng GA để xúc tiến sự hình thành củ...

8.2.3. Ý nghĩa của cân bằng hocmon riêng

Tất cả các quá trình sinh trưởng và phát triển của cây được biểu hiện bằng các quá trình phát sinh hình thái riêng biệt của cây. Các quá trình này được điều chỉnh bằng tỷ lệ giữa các nhóm hocmon nhất định. Hiểu biết quy luật điều chỉnh hocmon của các cân bằng riêng này rất có ý nghĩa trong việc điều chỉnh cây trồng theo hướng có lợi cho con người. Hầu hết các ứng dụng của chất điều hoà sinh trưởng đối với cây trồng đều dựa trên các cân bằng hocmon này.

9. Một số ứng dụng chất điều hoà sinh trưởng trong sản xuất

Ngày nay, chất điều hoà sinh trưởng đã và đang được ứng dụng khá rộng rãi trong sản xuất để làm tăng năng suất cây trồng và cải thiện chất lượng nông sản phẩm. Chất điều hoà sinh trưởng chỉ là các chất có hoạt tính sinh lý, nên khi sử dụng chúng, ta cần tuân thủ một số nguyên tắc sử dụng cơ bản.

9.1. Các nguyên tắc sử dụng chất điều hoà sinh trưởng

9.1.1. Nguyên tắc nồng độ

Hiệu quả của chất điều hoà sinh trưởng lên cây trồng hoàn toàn phụ thuộc vào nồng độ sử dụng. Nồng độ thấp thường gây hiệu quả kích thích, nồng độ cao thường gây ảnh hưởng ức chế, còn nồng độ rất cao có thể gây chết. Tùy theo chất sử dụng và tùy theo loại cây trồng mà nồng độ kích thích, ức chế hoặc gây chết là khác nhau. Vì vậy, tùy theo mục đích sử dụng mà ta chọn nồng độ xử lý thích hợp. Chẳng hạn, khi cần kích thích sinh trưởng, tăng sinh khối... ta thường sử dụng các chất kích thích sinh trưởng với nồng độ thấp (vài chục ppm); còn khi muốn ức chế sinh trưởng các cơ quan dinh dưỡng ta sử dụng nồng độ cao khoảng hàng nghìn ppm; muốn làm rụng lá, khô lá, chết cây... thì nồng độ sử dụng của chúng là rất cao (hàng chục nghìn ppm, có khi ở dạng bột)...

9.1.2. Nguyên tắc phối hợp

Các chất điều hoà sinh trưởng chỉ có tác dụng hoạt hoá quá trình trao đổi chất và sinh trưởng mà không có ý nghĩa về dinh dưỡng nên không thể thay thế chất dinh dưỡng được. Vì vậy, khi sử dụng chúng cần phối hợp với việc thỏa mãn các nhu cầu về dinh dưỡng, nước và điều kiện ngoại cảnh thì mới có hiệu quả. Ví dụ như khi xử lý auxin để tăng đậu quả, nếu như thiếu nước và thiếu dinh dưỡng thì các quả non sẽ bị rụng ngay.

- Ngoài ra, ta cũng cần quan tâm đến sự đối kháng sinh lý của các chất xử lý ngoại sinh và các hormone nội sinh trong cây thì mới có hiệu quả tốt được. Sự đối kháng này thường xảy ra giữa các chất kích thích và chất ức chế sinh trưởng...

- Khi sử dụng cho mục đích diệt cỏ dại thì ta phải quan tâm đến tính độc chọn lọc của thuốc. Chất sử dụng chỉ có hại cho cỏ dại mà không gây hại cho cây trồng, thậm chí tính chọn lọc có thể cho từng loại cỏ dại...

9.2. Một số ứng dụng phổ biến của các chất điều hoà sinh trưởng

- Kích thích sự sinh trưởng nhanh, tăng chiều cao, tăng sinh khối, tăng năng suất: GA là sản phẩm không độc nên có thể sử dụng cho các loại rau ăn lá, củ, quả để làm tăng năng suất. Nồng độ sử dụng thường rất thấp, vài ppm đến vài chục ppm tùy theo cây. Với cây lấy chiều cao như đậu, mía... sử dụng GA sẽ tăng năng suất mà không giảm phẩm chất... Ví dụ như với đậu, nồng độ GA₃ khoảng 20 - 50ppm có thể tăng chiều cao gần gấp đôi.

- Kích thích sự tạo rễ trong nhân giống bằng giâm cành và chiết cành:

Người ta sử dụng auxin như IBA, α - NAA, 2,4D... để tăng tỷ lệ ra rễ, rút ngắn thời gian ra rễ, tăng hệ số nhân giống. Tùy theo chất sử dụng và loại cây trồng cũng như tùy theo phương pháp xử lý mà nồng độ sử dụng khác nhau. Thường áp dụng ba phương pháp chính để xử lý auxin cho sự ra rễ bất định:

- + Phương pháp xử lý nồng độ loãng: nồng độ xử lý vào khoảng vài chục ppm. Với việc giâm cành thì ta ngâm phần gốc vào dung dịch trong thời gian 12 đến 24 giờ rồi cắm cành giâm vào giá thể; còn với chiết cành thì người ta trộn dung dịch xử lý với đất bó bầu trước khi bó bầu lại.

- + Phương pháp xử lý nồng độ đặc: nồng độ xử lý khoảng vài nghìn ppm. Với giâm cành thì ta nhúng rất nhanh phần gốc vào dung dịch rồi cắm ngay vào giá thể; còn với chiết cành thì ta dùng bông tẩm dung dịch xử lý và chỉ cần bôi lên trên khoanh vỏ, nơi sẽ xuất hiện rễ trước khi bó bầu...

- + Sử dụng dạng bột: có nhiều chế phẩm giâm chiết cành dạng bột, trong đó có chất điều hòa sinh trưởng auxin với một tỷ lệ nhất định được phối trộn với một loại bột nào đó. Khi giâm cành, ta chỉ cần chấm vết cắt của cành giâm vào chế phẩm bột rồi cắm vào giá thể.

- Điều chỉnh sự ngủ nghỉ của hạt, củ...:

- + Kích thích sự nảy mầm (phá ngủ nghỉ): trong trường hợp muốn kích thích nảy mầm thì ta xử lý GA_3 . GA sẽ xâm nhập vào cơ quan đang ngủ nghỉ làm lệch cân bằng hormone về phía GA thuận lợi cho sự nảy mầm. Để phá ngủ cho khoai tây mới thu hoạch, người ta có thể ngâm hay phun GA_3 nồng độ khoảng 2 - 5ppm cho củ giống rồi ủ trong một thời gian nhất định thì củ khoai tây có thể nảy mầm, tạo củ giống trồng ngay được.

- + Kéo dài thời gian ngủ nghỉ: muốn kéo dài thời gian ngủ nghỉ trong bảo quản thì ta sử dụng chất ức chế sinh trưởng. Chẳng hạn, muốn bảo quản khoai tây hoặc hành tỏi, ta có thể sử dụng malein hydrazit (MH) với nồng độ 500 đến 2500ppm để kéo dài thời gian ngủ nghỉ của chúng, chống tóp cho củ hành tỏi.

- Điều chỉnh ra hoa của cây:

- + Việc sử dụng các chất điều hòa sinh trưởng để kích thích sự ra hoa sớm hay ức chế ra hoa muộn là ứng dụng có hiệu quả trong sản xuất. Để cho dưa ra hoa thêm một vụ trái, người ta có thể phun ethep cho cây, xử lý paclobutazol cho sự ra hoa của xoài, nhãn, vải, sầu riêng... hoặc SADH cho sự ra hoa của táo, hay có thể xử lý GA_3 cho sự ra hoa lấy hạt giống của xà lách, bắp cải...

+ Người ta có thể điều chỉnh giới tính đực và cái cho một số cây trồng để tăng năng suất quả và có thể sản xuất hạt lai của các cây trồng có hoa đơn tính như các cây họ bầu bí. Phun GA có thể tạo cây mang hoa đực, còn phun xytokinin hay ethrel có thể tạo ra 100% cây mang hoa cái. Chúng thụ phấn cho nhau để tạo hạt giống lai.

- Tăng sự đậu quả và tạo quả không hạt:

Có thể sử dụng auxin hoặc GA để tăng tỷ lệ đậu quả và tạo quả không cần thụ tinh. Sử dụng các auxin với nồng độ kích thích cho cà chua, cam chanh, bầu bí... hoặc GA cho nho, anh đào sẽ tăng tỷ lệ đậu quả, tăng năng suất quả. Nếu phun cho hoa trước khi thụ tinh thì chúng khuếch tán vào bầu thay thế nguồn nội sinh từ phôi để tạo quả không thụ tinh và quả sẽ không hạt hoặc ít hạt.

- Điều chỉnh sự chín của quả:

+ Muốn rút ngắn sự chín của quả, xử lý ethrel là hiệu quả nhất. Ethrel vào quả sẽ thủy phân để giải phóng etylen kích thích chín nhanh. Nồng độ ethrel dao động từ 500 đến 5000ppm. Sử dụng SADH nồng độ 1000 - 5000ppm cũng có hiệu quả tốt cho sự chín của quả.

+ Muốn kéo dài thời gian chín thì ta xử lý các chất auxin. Có thể sử dụng 2,4D nồng độ 2 - 10ppm hoặc α - NAA nồng độ 10 - 20ppm cho quả trên cây hoặc sau khi thu hoạch đều có hiệu quả tốt.

Ví dụ, trong trường hợp quýt không chín kịp Tết, ta có thể xử lý ethrel với nồng độ thích hợp, còn nếu chín sớm quá thì ta có thể kìm hãm bằng xử lý auxin cũng với nồng độ thích hợp.

- Ngăn ngừa sự rụng lá, hoa, quả:

Sự rụng là xuất hiện tăng rồi ở cuống lá, quả do tỷ lệ cân bằng của auxin/ABA + etylen điều chỉnh. Để chống rụng, giữ quả trên cây thì người ta có thể xử lý auxin như α - NAA; 2,4D... cho quả xanh của táo, cà chua, lê, cam, chanh... hoặc xử lý GA₃ cho quả nho non. Nồng độ sử dụng tùy theo từng loại quả. Ví dụ như với lê thì nồng độ α - NAA là 10ppm, còn với táo thì 20ppm...

- Tăng tính chống chịu cho cây trồng:

Để tăng tính chống chịu cho cây trồng với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận, người ta thường sử dụng các chất ức chế sinh trưởng. Chất được sử dụng nhiều nhất vào mục đích này là CCC. CCC có thể tăng tính chịu phân đạm, chống lốp đổ, tăng tính chịu hạn, lạnh, mặn, sâu bệnh và do đó mà tăng năng suất cây trồng. Sử dụng 10kg CCC/ha có thể làm tăng năng suất 30% lúa mì. Với lúa, CCC cũng có khả năng tăng tính chống đổ trong điều kiện thâm canh, có thể tăng năng suất

20%. Để tăng tính chống hạn cho các cây trồng, ta có thể sử dụng CCC nồng độ 500 - 2000ppm, Alar nồng độ 500 - 6000ppm, tùy theo cây trồng. CCC, SADH, MH đều có khả năng tăng tính chịu lạnh, chịu sâu bệnh cho cây trồng...

- Trong sản xuất lúa lai, không thể không dùng đến GA. Bởi vì, GA kích thích kéo dài cổ bông làm lúa trở thoát, tạo thuận lợi cho quá trình tung phấn, quá trình thụ tinh để tạo hạt lúa lai, tăng năng suất hạt giống lúa lai.

- Làm thui hoa thuốc lá, ức chế mầm nách thay cho việc ngắt tỉa hoa, chồi nách bằng tay mất rất nhiều công. Phun MH với nồng độ dao động 10 - 25% trong nước vào giai đoạn bắt đầu có nụ hoa đầu tiên (90% số cây). Đây là biện pháp có hiệu quả kinh tế cao và rất nhiều nước trồng thuốc lá sử dụng.

- Các ứng dụng khác của chất điều hoà sinh trưởng đối với cây trồng:

- + Sử dụng ethrel để tăng khả năng tiết nhựa mủ và tăng năng suất cho cao su. Ethrel có tác dụng kéo dài thời gian liền sẹo của vết cắt nên tăng thời gian tiết nhựa mủ, tăng năng suất mủ cao su.

- + Sử dụng GA nồng độ 10 - 100ppm có thể làm tăng năng suất mía đường lên 25%

- + Sử dụng GA với 1 - 3mg cho 1kg đại mạch nảy mầm làm tăng chất lượng malt bia, tăng hàm lượng α - amylaza trong mầm đại mạch, tăng chất lượng bia...

Các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp ngày càng nhiều và khả năng ứng dụng của chúng cũng ngày càng rộng rãi, đã và đang mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể cho sản xuất nông nghiệp.

III. SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÂN HOÁ TẾ BÀO - NUÔI CẤY MÔ TẾ BÀO THỰC VẬT (NUÔI CẤY IN VITRO)

Sự sinh trưởng của tế bào được chia thành hai giai đoạn: giai đoạn phân chia tế bào và giai đoạn dẫn của tế bào. Tiếp sau đó, tế bào sẽ phân hoá thành các mô có cấu trúc và chức năng khác nhau, nên giai đoạn này là sự phát triển của tế bào.

1. Giai đoạn phân chia tế bào

- Các mô phân sinh: Sự phân chia tế bào xảy ra trong các mô phân sinh. Có ba loại mô phân sinh trong cây:

- + Mô phân sinh đỉnh nằm tận cùng của thân, cành, rễ. Sự hoạt động phân chia tế bào của nó làm cho cây tăng trưởng chiều dài, chiều cao.

- + Mô phân sinh lóng nằm ở giữa các đốt cây hoà thảo. Sự phân chia tế bào của nó làm kéo dài đốt cây hoà thảo, tăng chiều cao.

+ Mô phân sinh tượng tầng nằm ở giữa gỗ và libe. Hoạt động phân chia tế bào của mô này cho ra bên ngoài là mô libe và vào trong là gỗ. Mô này có nhiệm vụ làm cho cây tăng trưởng về đường kính thân, cành, rễ.

- Đặc trưng của giai đoạn phân chia tế bào:

+ Các tế bào trong giai đoạn phôi sinh có kích thước bé, đồng nhất, thành tế bào mỏng, chưa có không bào, nhân to và toàn bộ thể tích tế bào là một khối chất nguyên sinh.

+ Số lượng tế bào tăng lên nhanh chóng nhưng kích thước tế bào chỉ đạt bằng tế bào mẹ thì bắt đầu phân chia đôi (Hình 7.9a).

- Điều kiện cần thiết:

+ Điều kiện nội tại: Sự có mặt của xytokinin là điều kiện tiên quyết vì nó là hormone hoạt hoá sự phân chia tế bào. Để tăng khối lượng chất nguyên sinh thì quá trình sinh tổng hợp các chất cấu tạo chất nguyên sinh được tăng cường như protein, axit nucleic, lipid...

+ Điều kiện ngoại cảnh: Thuộc về các điều kiện ngoại cảnh, trước hết là nước và nhiệt độ. Mô phân sinh bão hoà nước là điều kiện tối ưu cho sự phân chia tế bào. Nhiệt độ tối ưu là khoảng 20 - 25°C. Nếu gặp hạn và rét thì sự phân chia tế bào bị ức chế.

2. Giai đoạn dẫn của tế bào

Sau giai đoạn phân chia thì tế bào bước vào giai đoạn dẫn để tăng nhanh về kích thước. Sự sinh trưởng của cơ quan và toàn cây phụ thuộc vào sự dẫn của tế bào.

- Đặc trưng của giai đoạn tế bào dẫn:

+ Sự hình thành không bào: Tế bào bắt đầu xuất hiện không bào, ban đầu là nhiều túi nhỏ, sau đó liên kết với nhau thành các túi to và cuối cùng thành một không bào trung tâm chiếm hầu hết thể tích của tế bào, dồn ép chất nguyên sinh và nhân ra sát thành tế bào. Không bào chứa các chất bài tiết hữu cơ và vô cơ khác nhau như các axit hữu cơ, các sắc tố dịch bào, các muối vô cơ... tạo nên áp suất thẩm thấu, nhờ đó mà tế bào hút nước gây nên sức trương để có lực dẫn tế bào.

+ Tăng nhanh kích thước tế bào: Trong giai đoạn này, kích thước tế bào tăng lên rất nhanh. Có trường hợp trong vòng vài giờ, kích thước tế bào tăng lên hơn chục lần so với tế bào phôi sinh (Hình 7.9b). Khi tế bào ngừng dẫn là lúc kích thước tế bào và của cơ quan ổn định. Sự tăng nhanh kích thước tế bào do hai hiệu ứng: tăng sự dẫn của thành tế bào và tăng thể tích không bào và khối lượng chất nguyên sinh.

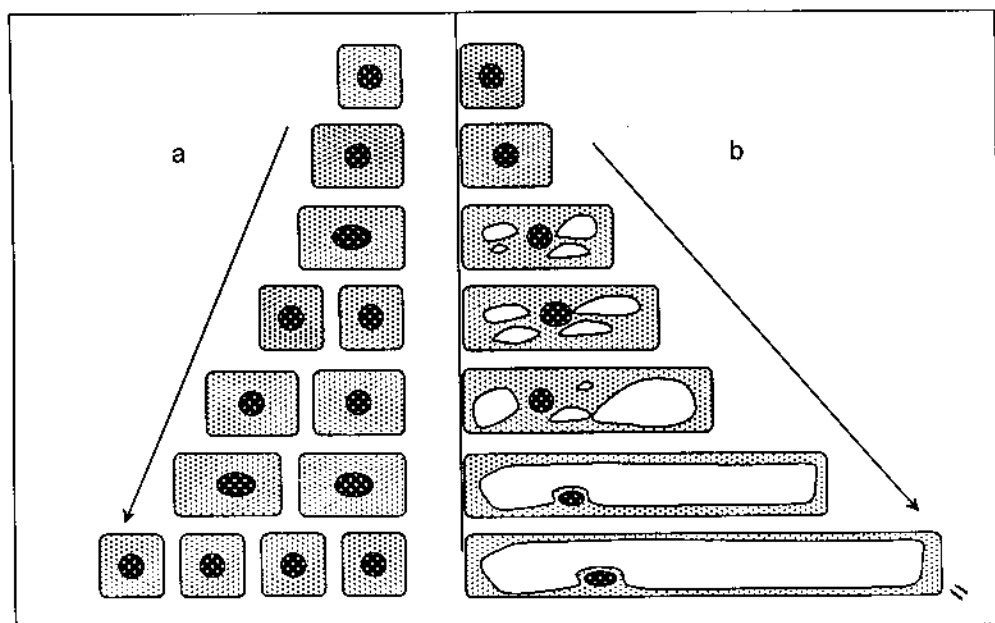
- Điều kiện cần cho sự dẫn tế bào:

+ Điều kiện nội tại: Trước hết, phải có các chất hormone kích thích sự dẫn tế bào là auxin và gibberelin. Auxin kích thích tế bào dẫn theo chiều ngang, còn gibberelin thì theo chiều dọc. Nếu thiếu cả hai hormone này thì tế bào không thể dẫn được, còn thiếu một trong hai chất thì sự dẫn của tế bào mất cân đối. Ví dụ như thiếu GA thì cây bị lùn, còn thiếu IAA thì cây vươn cao nhiều.

Giai đoạn này có sự tăng nhanh kích thước tế bào nên cũng cần các chất cấu tạo nên thành tế bào và chất nguyên sinh như xenluloza, pectin, protein, axit nucleic, lipid...

+ Các điều kiện ngoại cảnh: Điều kiện ngoại cảnh quan trọng nhất là nước. Sự hấp thu nước thẩm thấu vào tế bào làm tăng sức trương nước (P) gây một sức đẩy lên thành tế bào giống như bơm không khí vào bóng cao su, có một ý nghĩa quyết định cho sự dẫn của tế bào.

Ngoài ra, nhiệt độ và chất dinh dưỡng cũng rất quan trọng cho sự dẫn của tế bào. Ví dụ, các nguyên tố N, S và P là thành phần của protein, photpholipit, axit nucleic là các chất cơ bản của chất nguyên sinh; Ca trong pectat canxi cấu tạo nên thành tế bào... Do vậy, hạn, rét và đói dinh dưỡng sẽ kìm hãm sự sinh trưởng của cây.



Hình 7. 9: Giai đoạn phân chia (a) có sự tăng số lượng tế bào và giai đoạn dẫn (b) tăng về kích thước tế bào

- Điều chỉnh pha dẫn của tế bào:

+ Kích thích sự dẫn của tế bào: Trong trường hợp cây sinh trưởng kém, tốc độ dẫn của tế bào chậm, ta có thể sử dụng các biện pháp tưới nước đầy đủ, bón phân, đặc biệt là phân đạm, xử lý các chất kích thích sinh trưởng hoạt hoá sự dẫn tế bào như auxin và giberelin.

+ Ức chế pha dẫn của tế bào: Trong thực tế, nếu muốn kìm hãm sự sinh trưởng không cần thiết của cây (chẳng hạn trong trường hợp có nguy cơ bị lốp đổ) thì ta có thể sử dụng các biện pháp sau:

- Tạo điều kiện khô hạn trong thời gian mà các tế bào tập trung dẫn. Ví dụ, lúc lúa đứng cái là lúc lúa vươn lóng mạnh, các tế bào dẫn nhanh, nên việc rút nước phơi ruộng trong giai đoạn này sẽ kìm hãm sự dẫn của tế bào nên hạn chế được lúa bị lốp đổ.

- Sử dụng các chất trong nhóm ức chế sinh trưởng như CCC là chất kháng GA trong cây. CCC sẽ kìm hãm sự dẫn của tế bào làm cây lùn, cứng cây và có thể chống đổ. CCC rất có hiệu quả đối với cây hoà thảo nhất là lúa mì.

3. Sự phân hoá, phản phân hoá và tính toàn năng của tế bào

3.1. Sự phân hóa và phản phân hoá tế bào

3.1.1. Sự phân hoá tế bào

Giai đoạn phân chia và dẫn của tế bào là hai giai đoạn của sự sinh trưởng tế bào. Trong hai giai đoạn này, tế bào chưa có những đặc trưng riêng về cấu trúc và chức năng. Các tế bào gần như giống nhau.

Sau đó, các tế bào bắt đầu phân hoá thành các mô chuyên hóa đảm nhiệm các chức năng khác nhau. Các tế bào trong giai đoạn này đã có các đặc trưng khác nhau về cấu trúc và chức năng. Ví dụ: tế bào mô bì có ngấm cutin hay bản, sáp... làm nhiệm vụ bảo vệ; mô dậu có chứa lục lạp và diệp lục làm nhiệm vụ quang hợp; một số tế bào mất chất nguyên sinh và hóa gỗ để làm nhiệm vụ vận chuyển nước và chống đỡ... Thực vật có khoảng 15 loại mô chuyên hoá khác nhau nhưng chúng đều có nguồn gốc từ một tế bào hợp tử đầu tiên phân hoá thành. Có thể nói rằng sự phân hoá tế bào là sự chuyển tế bào phôi sinh thành các tế bào của các mô chuyên hoá.

3.1.2. Sự phản phân hoá tế bào

Sự phản phân hoá tế bào là quá trình diễn ra ngược với sự phân hoá tế bào. Các tế bào đã phân hoá trong các mô chức năng không mất đi khả năng

phân chia của mình mà trong các điều kiện nhất định, chúng có thể quay trở lại đóng vai trò như mô phân sinh và có khả năng phân chia để cho ra các tế bào mới. Chẳng hạn như khi giâm cành, chiết cành, từ các mô đã chuyên hóa được kích thích bằng việc cắt rời khỏi cơ thể mẹ, bằng khoanh vỏ hoặc bằng xử lý hóa chất hay bó bầu... thì các tế bào ở vết cắt sẽ có khả năng phân chia mạnh mẽ (sưng to) đó là cơ sở của sự hình thành rễ mới. Trong kỹ thuật nuôi cấy mô, ta có thể lấy một mẫu mô nào đó của cây (đã phân hóa) cho vào nuôi trong môi trường thích hợp, chúng lại phân chia để cho ra các tế bào mới hình thành mô sẹo rồi từ đấy phân hoá thành các cơ quan như rễ và chồi...

3.2. Tính toàn năng của tế bào

Cơ sở của hiện tượng phân hoá và phản phân hoá tế bào là tính toàn năng của tế bào.

Haberland (1902) lần đầu tiên đã quan niệm rằng, mỗi một tế bào bất kỳ của một cơ thể sinh vật đa bào đều có khả năng tiềm tàng để phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh. Theo quan điểm của sinh học hiện đại thì mỗi một tế bào đã chuyên hoá chứa một lượng thông tin di truyền (bộ ADN) tương đương với một cơ thể trưởng thành. Vì vậy, trong điều kiện nhất định, một tế bào bất kỳ đều có thể phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh. Đặc tính đó của tế bào gọi là tính toàn năng của tế bào.

Như vậy thì bất cứ một tế bào nào cũng có thể thành một cây hoàn chỉnh và đó cũng là cơ sở của kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào (in vitro) và kỹ thuật nhân bản. Người ta có thể biến một tế bào bất kỳ (hoặc một mẫu mô) thành một cơ thể hoàn chỉnh khi nuôi cấy nó trong một môi trường thích hợp, có đầy đủ các điều kiện cần thiết cho tế bào đó phản phân hoá và phân hoá cơ quan...

3.3. Nuôi cấy mô tế bào thực vật (nuôi cấy in vitro)

Nuôi cấy mô tế bào thực vật là một lĩnh vực của công nghệ sinh học thực vật.

Dựa trên tính toàn năng của tế bào và khả năng phân hoá và phản phân hoá của chúng mà người ta có thể tái sinh cây từ một tế bào hay một mẫu mô nào đấy.

- Điều kiện cần thiết của nuôi cấy in vitro:

+ Điều kiện trước tiên là vô trùng. Tất cả các khâu nuôi cấy đều được thanh trùng: dụng cụ nuôi cấy, mẫu nuôi cấy, môi trường (giá thể) và các thao tác nuôi cấy... Sự thành công hay thất bại của công việc nuôi cấy mô là phụ thuộc

vào việc vô trùng. Nếu có một khâu nào đó không vô trùng thì mẫu nuôi cấy lập tức bị nhiễm vi sinh vật hoặc nấm và sẽ chết.

+ Phòng thí nghiệm nuôi cấy mô là phòng thí nghiệm chuyên hoá cao, với các thiết bị chuyên dụng. Nó bao gồm một phòng chuẩn bị mẫu, phòng cấy mẫu, phòng nuôi cấy và nhà lưới để đưa cây ra đất. Tùy theo quy mô và mục đích mà diện tích các bộ phận khác nhau. Các thiết bị quan trọng nhất của phòng nuôi cấy mô gồm có nồi hấp để vô trùng dụng cụ và mẫu nuôi cấy, máy cấy vô trùng để thao tác cấy mẫu, phòng nuôi có đủ ánh sáng nhân tạo và điều hoà nhiệt độ... để nuôi cấy.

+ Môi trường nuôi cấy là giá thể có đầy đủ chất dinh dưỡng, các hoạt chất như các nguyên tố vi lượng, vitamin, chất điều hoà sinh trưởng. Tùy theo từng loại cây và cơ quan nuôi cấy mà người ta đã có các môi trường riêng cho chúng. Ví dụ: Môi trường cơ bản nhất là môi trường MS (Murashige Skoog) cho nhiều đối tượng cây trồng, môi trường Anderson cho cây thân gỗ nhỏ, môi trường Gamborg cho nuôi cấy tế bào trần, môi trường CHU cho nuôi cấy bao phấn...

- Các bước tiến hành:

Quá trình nuôi cấy mô gồm các giai đoạn sau đây:

+ Tạo vật liệu khởi đầu cho việc nuôi cấy: Tùy theo từng loại cây mà ta chọn các bộ phận nuôi cấy thích hợp. Trong nhiều trường hợp, bộ phận nuôi cấy thích hợp nhất là chồi. Sau đó cần thiết phải khử trùng mẫu trước khi đưa vào nuôi cấy bằng hoá chất khử trùng. Mẫu đó được cấy trong môi trường khởi động để tái sinh cây.

+ Giai đoạn nhân nhanh: Vật liệu khởi đầu in vitro được chuyển sang môi trường nhân nhanh có bổ sung xytokinin để tái sinh từ một chồi thành nhiều chồi. Hệ số nhân phụ thuộc vào số lượng chồi tạo ra trong một ống nghiệm.

+ Giai đoạn ba là tạo cây hoàn chỉnh: Người ta tách các chồi riêng ra và cho vào môi trường tạo rễ có bổ sung auxin. Mỗi chồi khi ra rễ là thành một cây hoàn chỉnh.

+ Giai đoạn thứ tư là ra cây: Khi cây trong ống nghiệm đã đủ tiêu chuẩn (về chiều cao, số lá, số rễ), được chuyển ra trồng ngoài điều kiện tự nhiên. Trước khi trồng ngoài đất, cây trong ống nghiệm thường được chuyển ra trồng vào giá thể xốp nhẹ (trấu hun, xơ dừa...) đặt trong nhà lưới có điều chỉnh ánh sáng, độ ẩm thích hợp cho cây thích nghi dần với môi trường tự nhiên. Sau một thời gian cây con cứng cáp sẽ được trồng ra đất.

Trên đây là tóm tắt toàn bộ quy trình vi nhân giống in vitro chung của các cây trồng. Tùy theo từng loại cây mà có các quy trình nhân giống riêng mang tính đặc thù cho giống. Muốn có quy trình nhân giống riêng thì phải tiến hành các nghiên cứu riêng cho từng giống.

- Ứng dụng nuôi cấy in vitro:

+ Nhân giống vô tính: Đây là một lĩnh vực ứng dụng của nuôi cấy mô có hiệu quả nhất hiện nay. Ưu việt của phương pháp này là trong một thời gian ngắn, ta có thể tạo ra một số lượng cây giống lớn đồng đều, có thể phủ kín một diện tích đất nhất định mà các phương pháp nhân giống khác không thể thay thế được. Ngoài ra, phương pháp này không phụ thuộc nhiều vào điều kiện thời tiết, có thể tiến hành quanh năm. Trong trường hợp muốn nhân nhanh các giống cây trồng quý hiếm hoặc không thể nhân bằng các phương pháp khác thì sử dụng phương pháp nhân giống bằng nuôi cấy mô là rất hiệu quả. Đây là một hướng ứng dụng rộng rãi nhất ở Việt Nam hiện nay. Nhiều phòng thí nghiệm nuôi cấy mô, nhiều trung tâm sản xuất cây giống đã cung cấp cây giống có chất lượng cao cho sản xuất như chuối, dưa, các loại lan, cây cảnh, cây lâm nghiệp...

+ Làm sạch bệnh để phục tráng giống: Các cây trồng, đặc biệt là các cây nhân giống vô tính thường bị thoái hóa rất nhanh do nhiễm bệnh, đặc biệt là bệnh virus. Người ta có thể nuôi cấy mô phân sinh là mô không mang mầm bệnh để tạo cây sạch bệnh và giống đã được phục tráng. Bộ môn Sinh lý thực vật trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội đã tiến hành phục tráng giống khoai tây Thường Tín đã bị thoái hóa nặng bằng kỹ thuật nuôi cấy mô đỉnh sinh trưởng. Vì nuôi cấy mô đỉnh sinh trưởng sạch bệnh nên củ giống sản xuất hoàn toàn sạch bệnh và năng suất tương đương với năng suất khoai tây trồng từ củ giống siêu nguyên chủng Akersegen nhập nội từ Pháp (năng suất trên 20 tấn/ha)... Sử dụng phương pháp vi ghép đỉnh sinh trưởng trong ống nghiệm để làm sạch bệnh cho cam chanh, để phục tráng các giống cam đã bị thoái hóa do nhiễm bệnh virus...

+ Tạo giống: Có thể nuôi cấy hạt phấn để tạo cây đơn bội (1n). Từ các cá thể đơn bội, ta có thể nhị bội để tạo dòng đồng hợp tử tuyệt đối chỉ sau một thế hệ mà bằng con đường tự phối thì phải mất 5 - 7 thế hệ. Người ta có thể nuôi cấy tế bào trần (tế bào đã loại bỏ thành tế bào) và dung hợp các tế bào trần tức là trộn lẫn chất nguyên sinh của hai tế bào để tạo ra hợp tử bằng lai vô tính giữa

hai tế bào trần (lai soma) và tái sinh cây, ta thu được cây lai có đặc tính của bố và mẹ...

Có thể sử dụng nuôi cấy mô tế bào để chọn giống cây trồng chống chịu với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận như chịu hạn, chịu mặn, chịu bệnh... Người ta nuôi cấy tế bào tạo ra mô callus và sử dụng các mô callus để chọn lọc dòng. Ví dụ như người ta gây khô hạn cho các tế bào callus rồi chọn lọc các tế bào sống sót để tái sinh cây thì ta thu được các cây có khả năng chịu hạn...

Ngoài ra, ta có thể sử dụng phương pháp nuôi cấy mô trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu như về di truyền, sinh lý, hoá sinh, dược học...

IV. SỰ TƯƠNG QUAN SINH TRƯỞNG TRONG CÂY

Cơ thể thực vật là một chỉnh thể cân đối, toàn vẹn. Tính toàn vẹn đó được đảm bảo bằng các mối tương quan mật thiết giữa các cơ quan, giữa các bộ phận đang sinh trưởng trong cây.

Mối quan hệ hài hoà đó được duy trì bằng hai tác nhân đối kháng về sinh lý: tác nhân kích thích và tác nhân ức chế. Các tác nhân kích thích bắt nguồn từ hệ thống rễ, các lá non, chồi non, lá mầm màu xanh... Còn các tác nhân ức chế bắt nguồn từ các cơ quan đang hoá già như các lá già, các cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ. Có thể phân chia sự tương quan sinh trưởng trong cây thành tương quan kích thích và tương quan ức chế.

1. Tương quan kích thích

Tương quan kích thích xảy ra khi bộ phận này sinh trưởng sẽ kích thích bộ phận khác sinh trưởng theo. Một ví dụ điển hình là mối tương quan giữa hệ thống rễ và thân lá. Khi hệ thống rễ sinh trưởng tốt thì sẽ kích thích thân lá sinh trưởng mạnh và ngược lại.

- Nguyên nhân gây nên tương quan kích thích:

+ Về dinh dưỡng: Rễ sẽ cung cấp nước và các chất khoáng cho các bộ phận trên mặt đất và ngược lại, các bộ phận trên mặt đất sẽ vận chuyển các sản phẩm quang hợp từ lá xuống cho rễ sinh trưởng...

+ Về hormone: Rễ là cơ quan tổng hợp xytokinin và vận chuyển lên cung cấp cho sự sinh trưởng của các chồi, làm trẻ hoá các bộ phận trên mặt đất và ngược lại, chồi ngọn và lá non là nguồn auxin và cả gibberelin cho sự hình thành, sinh trưởng của hệ thống rễ.

- Ý nghĩa :

Hiểu biết mối quan hệ này là rất có ý nghĩa trong việc điều chỉnh cây trồng. Nếu muốn thân lá sinh trưởng mạnh, chậm ra hoa, hình thành củ thì cần có các biện pháp kích thích bộ rễ sinh trưởng mạnh để tổng hợp nhiều xytokinin làm trẻ hoá cây, ức chế ra hoa. Ngược lại, nếu muốn các bộ phận trên mặt đất ngừng sinh trưởng để chuyển sang giai đoạn ra hoa kết quả và tích lũy thì ta ngăn chặn sự sinh trưởng của bộ rễ bằng hạn chế nước, hạn chế cung cấp đạm và có thể chặt bớt rễ (đào quất, nhấc dây khoai...). Việc điều khiển ra hoa là công việc rất quen thuộc của nghề làm vườn.

2. Tương quan ức chế

Tương quan ức chế xảy ra khi bộ phận này sinh trưởng sẽ ức chế sự sinh trưởng của các bộ phận khác. Ví dụ như sự sinh trưởng của chồi ngọn sẽ ức chế các chồi bên hoặc sự ức chế lẫn nhau giữa các cơ quan dinh dưỡng và cơ quan sinh sản...

2.1. Hiện tượng ưu thế ngọn

Hiện tượng ưu thế ngọn là một đặc tính phổ biến của thực vật. Chồi ngọn hoặc rễ chính luôn luôn ức chế sự sinh trưởng của các chồi bên hoặc các rễ phụ. Đó là sự ức chế tương quan. Nếu chồi ngọn hoặc rễ chính bị loại bỏ thì chồi bên hoặc rễ phụ được giải phóng khỏi sự ức chế tương quan và lập tức sinh trưởng.

- Nguyên nhân gây ra ưu thế ngọn :

+ Về nguyên nhân dinh dưỡng:

Chồi ngọn hoặc rễ chính là trung tâm sinh trưởng mạnh nên chúng thu hút các chất dinh dưỡng về phía mình, làm cho các chồi bên hoặc rễ bên nghèo dinh dưỡng và không sinh trưởng được.

+ Về nguyên nhân hormone:

Có hai quan điểm về vai trò hormone trong hiện tượng ưu thế ngọn:

Auxin ức chế trực tiếp: Chồi ngọn là cơ quan tổng hợp auxin với hàm lượng cao và khi vận chuyển xuống dưới đã ức chế các chồi bên. Nếu loại bỏ chồi ngọn thì hàm lượng auxin trong các chồi bên cũng giảm xuống và gây nên sự kích thích sinh trưởng của các chồi bên.

Auxin ức chế gián tiếp: Auxin được sản xuất trong chồi ngọn sẽ hoạt hoá tạo nên một chất ức chế sinh trưởng (chẳng hạn như etylen) và chính chất này sẽ ức chế sinh trưởng của chồi bên.

Dù giải thích theo quan điểm nào thì auxin vẫn có vai trò quan trọng trong việc điều chỉnh hiện tượng ưu thế ngọn.

Ý nghĩa của hiện tượng ưu thế ngọn:

- Kỹ thuật đốn tạo hình: Trong thực tế, muốn cho các chồi bên sinh trưởng, hạn chế chiều cao của cây thì người ta phải phá ưu thế ngọn tức cắt chồi ngọn để cho các chồi bên mọc ra. Việc loại bỏ chồi ngọn tức là phá bỏ ưu thế ngọn là biện pháp quan trọng trong kỹ thuật cắt tỉa và đốn tạo hình, làm trẻ cây để cải tạo cho các vườn cây cảnh, cây ăn quả và cây công nghiệp.

Trong sản xuất, người ta có hai phương pháp loại ưu thế ngọn là phương pháp đốn đầu, tức đốn sát gốc và phương pháp đốn phớt gần ngọn. Đốn đầu sẽ cho chồi non hơn, làm cây trẻ hóa hơn nhưng chậm thu hoạch hơn đốn phớt. Do đó, tùy theo mục tiêu cải tạo vườn cây mà ta chọn phương pháp đốn thích hợp. Tốt hơn hết là luân phiên đốn đầu và đốn phớt giữa các vườn để lúc nào cũng có thu hoạch. Biện pháp đốn tạo hình được sử dụng phổ biến đối với cây táo, cây dâu, nhiều cây ăn quả khác...

- Kỹ thuật đốn cải tạo: Các vườn cây ăn quả, cây công nghiệp đã già cỗi và cho năng suất thấp, người ta có thể cải tạo bằng đốn đầu kết hợp với ghép cải tạo các giống mới lên các chồi mới phát sinh. Bằng phương pháp đốn kết hợp ghép cải tạo ta có thể có vườn cây mới, có chất lượng cao mà không cần phải phá bỏ để trồng mới. Hiện nay, việc cải tạo vườn cà phê giống cũ hoặc đã già bằng phương pháp đốn kết hợp với ghép giống mới là một tiến bộ kỹ thuật đang được áp dụng tại Tây Nguyên...

2.2. Tương quan giữa các cơ quan dinh dưỡng và cơ quan sinh sản

Đây là mối tương quan ức chế. Khi thân, lá, rễ sinh trưởng mạnh thì sẽ ức chế việc hình thành các cơ quan sinh sản và sự hình thành hoa quả ức chế sự sinh trưởng của các cơ quan dinh dưỡng.

- Nguyên nhân:

+ Về dinh dưỡng: Khi các cơ quan dinh dưỡng đang sinh trưởng mạnh, nguồn chất dinh dưỡng sẽ được ưu tiên tập trung cho sự sinh trưởng của chúng và do đó, thiếu chất dinh dưỡng cho việc hình thành cơ quan sinh sản và dự trữ. Khi hoa, quả, củ được hình thành, chúng là những trung tâm thu hút chất dinh dưỡng về mình và do đó mà các cơ quan dinh dưỡng thiếu chất dinh dưỡng và không thể sinh trưởng được.

+ Về hocmon: Các hocmon hình thành trong cơ quan dinh dưỡng và cơ quan sinh sản thường có tác dụng đối kháng nhau. Các chất kích thích sinh

trưởng được hình thành trong các cơ quan dinh dưỡng (auxin được hình thành trong chồi ngọn, gibberelin trong lá non, xytokinin trong hệ thống rễ) lại ức chế hình thành hoa. Ngược lại, các chất ức chế sinh trưởng (ABA, etylen...) được hình thành mạnh trong các cơ quan sinh sản và dự trữ lại, ức chế sinh trưởng của các cơ quan dinh dưỡng.

Do vậy, khi thân lá tốt tươi thì hoa chậm hình thành và khi hoa xuất hiện thì thân lá ngừng hoặc chậm sinh trưởng...

- Ý nghĩa:

Hiểu biết này có ý nghĩa quan trọng trong việc điều chỉnh mối quan hệ giữa chúng theo hướng có lợi cho con người. Có hai hướng tác động:

+ Với các cây lấy thân lá (rau, mía, thuốc lá...), ta phải ức chế sự hình thành hoa quả để kéo dài giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng. Có thể sử dụng các biện pháp: bón phân đạm, nước và cả xử lý các chất kích thích sinh trưởng, xử lý quang chu kỳ không phù hợp... Tùy theo từng giống cây trồng mà ta có các biện pháp khác nhau. Ví dụ, như với mía ta xử lý quang gián đoạn, với rau ta bón phân và nước hoặc với thuốc lá ta xử lý chất diệt chồi, thui hoa...

+ Với các cây lấy hạt hoặc củ, muốn có năng suất cao thì thân lá phải phát triển tốt để quang hợp tích lũy về cơ quan dự trữ. Do vậy, trong giai đoạn đầu, ta cần có các biện pháp kích thích thân lá phát triển (phân bón, nước, chất kích thích sinh trưởng...). Đến một mức độ phát triển đầy đủ thì ta phải ức chế phát triển thân lá để cho cây ra hoa và hình thành củ, quả... tập trung dinh dưỡng và tích lũy cho cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ để có năng suất tối ưu. Có thể sử dụng biện pháp hạn chế cung cấp nước, hạn chế phân đạm, bố trí thời vụ hợp lý, sử dụng chất ức chế sinh trưởng...

V. SỰ NẢY MẦM CỦA HẠT

Sự nảy mầm của thực vật bao gồm sự nảy mầm của hạt, củ, căn hành, chồi ngủ..., nhưng quan trọng nhất là sự nảy mầm của hạt.

Hạt phơi khô có hàm lượng nước 12 - 14% thì chúng luôn ở trạng thái ngủ nghỉ, không nảy mầm. Trạng thái ngủ nghỉ có thể kéo dài chừng nào độ ẩm hạt vẫn duy trì ở mức an toàn. Tuy nhiên, khi ta cho hạt tiếp xúc với nước, chúng hút nước trương lên và bắt đầu phát động sinh trưởng rồi nảy mầm.

Sự nảy mầm của hạt có thể xem là bắt đầu của quá trình sinh trưởng, phát triển của cây. Từ hạt đang ngủ nghỉ chuyển sang trạng thái nảy mầm là

cả một quá trình biến đổi sâu sắc và nhanh chóng về hoá sinh và sinh lý xảy ra trong hạt.

1. Biến đổi hoá sinh

Đặc trưng nhất của các biến đổi hoá sinh trong khi nảy mầm là sự tăng đột ngột hoạt động thuỷ phân xảy ra trong hạt. Các hợp chất dự trữ dưới dạng các polyme như tinh bột, protein, lipit... bị phân giải thành các chất đơn giản như các đường đơn, axit amin, axit béo... phục vụ cho sự nảy mầm. Chính vì vậy mà các enzym thuỷ phân được hoạt hoá rất nhanh. Mức độ hoạt hoá của các enzym thuỷ phân phụ thuộc vào tính chất đặc trưng và thành phần hoá học của hạt.

- Với các loại hạt dự trữ chủ yếu là tinh bột, hoạt tính của enzym amylaza được tăng lên nhanh khi hạt chuẩn bị nảy mầm. Vào 8 ngày sau khi các loại hạt dự trữ tinh bột nảy mầm thì hoạt tính của enzym này tăng lên 22 lần. Kết quả làm cho tinh bột bị thuỷ phân thành đường, làm nguyên liệu cho hô hấp và tăng áp suất thẩm thấu trong hạt.

- Các hạt có thành phần dự trữ chủ yếu là protein như hạt đậu đỗ thì hoạt tính của enzym proteaza tăng lên mạnh mẽ hơn các enzym khác. Protein sẽ bị phân hủy thành các axit amin, rồi các axit amin này được sử dụng để tổng hợp nên các protein mới phục vụ cho sự sinh trưởng của mầm non.

- Các hạt chứa nhiều lipit như hạt lạc, vừng, hướng dương, cọ dầu... thì hoạt tính của enzym lipaza là ưu thế. Lipit được phân hủy thành các axit béo phục vụ cho việc khai thác năng lượng và xây dựng tế bào của cây con.

2. Biến đổi sinh lý

2.1. Biến đổi hô hấp

Biến đổi sinh lý đặc trưng nhất trong quá trình nảy mầm là hô hấp. Ngay sau khi hạt hút nước thì hoạt tính của các enzym hô hấp tăng lên mạnh, làm cường độ hô hấp của hạt tăng lên rất nhanh. Khi hạt thóc hút nước có độ ẩm 30 - 35% thì cường độ hô hấp tăng lên hàng nghìn lần so với lúc hạt khô. Chẳng hạn, 1kg thóc khô giải phóng 0,3 - 0,4mg CO₂/ngày, còn khi hút ẩm trên 30% thì có thể lên 1000 - 2000mg CO₂/ngày. Việc tăng hô hấp đã giúp cây có đủ năng lượng và các nguyên liệu cần thiết cho sự nảy mầm.

2.2. Biến đổi cân bằng hormone

Trong quá trình nảy mầm, cân bằng hormone của trạng thái ngủ nghỉ và nảy mầm bị thay đổi. Sự cân bằng hormone điều chỉnh quá trình nảy mầm là cân

bằng GA/ABA. Khi hạt đang ngủ nghỉ thì hàm lượng ABA rất cao và GA là không đáng kể. Nhưng khi ta ngâm hạt, phôi phát động sinh trưởng thì phôi tăng cường tổng hợp gibberelin nên hàm lượng của chúng tăng nhanh trong hạt, còn ngược lại, hàm lượng ABA giảm dần.

Vì vậy, trong thực tiễn sản xuất, việc phá ngủ nghỉ của hạt, xử lý nảy mầm để gieo kịp thời vụ là biện pháp rất có ý nghĩa. Người ta xử lý GA₃ hoặc có thể xử lý nhiệt độ thấp cho hạt để giảm hàm lượng ABA và tăng hàm lượng GA trong phôi hạt. Khi cân bằng hormone nghiêng về phía GA thì hạt sẽ nảy mầm.

3. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh đến sự nảy mầm

3.1. Nhiệt độ

- Giới hạn nhiệt độ cho sự nảy mầm phụ thuộc vào các loại hạt khác nhau:

Nhiệt độ tối ưu cho sự nảy mầm của đa số thực vật là khoảng 25 - 28°C.

Với các cây nhiệt đới thì nhiệt độ tối ưu vào khoảng 30 - 35°C.

Nhiệt độ tối cao cho sự nảy mầm của hạt cây nhiệt đới là 37 - 40°C và cây ôn đới là 35 - 37°C.

Nhiệt độ tối thấp dao động nhiều, tùy theo khả năng chịu lạnh của thực vật. Các hạt của thực vật xứ lạnh có nhiệt độ tối thấp cho nảy mầm thấp hơn nhiều so với các hạt của thực vật vùng nhiệt đới (Bảng 7.2).

- Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ các phản ứng hoá sinh diễn ra trong quá trình nảy mầm và cường độ hô hấp của hạt. Khi mầm xuất hiện thì nhiệt độ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của mầm.

Bảng 7.2. Giới hạn nhiệt độ cho sự nảy mầm của một số hạt

Loại thực vật	Nhiệt độ (°C)		
	Tối thấp	Tối ưu	Tối cao
Mạch (<i>Hordeum vulgare</i>)	3 - 4	26	28 - 30
Mì (<i>Triticum aestivum</i>)	3 - 4	25	32
Ngô (<i>Zea mays</i>)	8 - 10	35	45
Lúa (<i>Oryza sativa</i>)	10 - 12	35 - 37	44 - 50
Đậu Hà Lan (<i>Pisum sativum</i>)	1 - 2	30	35
Củ cải đường (<i>Brassica napus</i>)	1 - 2	30	40

Hướng dương (<i>Helianthus annuus</i>)	8 - 9	28	35
Dưa hấu (<i>Citrullus vulgaris</i>)	12 - 14	35	40
Thuốc lá (<i>Nicotinana tabacum</i>)	13 - 14	28	32 - 35
Bông (<i>Gossypium</i>)	12 - 26	37 - 44	44 - 50

- Với đa số thực vật, hạt nảy mầm ở nhiệt độ thấp là điều kiện tốt cho cây trải qua giai đoạn xuân hoá, ảnh hưởng tốt cho quá trình sinh trưởng và phát triển của thế hệ sau. Chính vì vậy mà việc bảo quản hạt giống và củ giống trong kho lạnh làm cho chất lượng hạt giống và củ giống tăng lên rất nhiều. Biện pháp bảo quản giống trong kho lạnh hiện nay được coi là biện pháp bảo quản tiên tiến và được sử dụng khá phổ biến trong sản xuất của nhiều cơ sở sản xuất giống cây trồng.

3.2. Hàm lượng nước trong hạt

- Nước là điều kiện rất quan trọng cho sự nảy mầm. Hạt khô trong không khí có độ ẩm 10 - 14% thì ngủ nghỉ. Khi hạt hút nước đạt hàm lượng 50 - 70% thì hạt bắt đầu phát động sinh trưởng và nảy mầm.

- Nước là dung môi cho các phản ứng hoá sinh trong hạt đang nảy mầm và là điều kiện cần thiết cho hô hấp của hạt, cho quá trình sinh trưởng của mầm. Ngâm hạt vào nước là biện pháp đầu tiên trong kỹ thuật ngâm ủ hạt giống.

3.3. Hàm lượng oxi trong khí quyển

Oxi rất cần cho sự nảy mầm vì cần cho hô hấp của hạt. Tuy nhiên, phản ứng của hạt với hàm lượng oxi trong việc nảy mầm là rất khác nhau. Hạt lúa mì nảy mầm thuận lợi trong không khí; trong khi đó hạt lúa thì có thể nảy mầm tốt trong nước khi hàm lượng oxi chỉ đạt 0,2%.

Ngoài ra, sự nảy mầm còn phụ thuộc vào ánh sáng, nồng độ dung dịch đất... Có rất nhiều loại hạt chỉ nảy mầm khi có ánh sáng, còn trong tối thì chúng không nảy mầm được. Khi ta gieo hạt vào đất có nồng độ muối cao thì sự nảy mầm bị ức chế vì áp suất thẩm thấu của đất có thể cao hơn áp suất thẩm thấu của hạt, hạt không hút được nước...

Vì vậy, trong quá trình ngâm ủ hạt giống, người ta thường sử dụng nước ấm (3 sôi, 2 lạnh) và ủ ấm để có nhiệt độ tối ưu cho sự nảy mầm. Khi ủ, ta cần

đào hạt để có đủ oxi cho hạt hô hấp và giải phóng CO_2 tích tụ trong khối hạt có thể ức chế nảy mầm. Khi gieo, nếu gặp mưa phải tháo nước và phá váng để cung cấp oxi cho hạt nảy mầm tốt...

VI. SỰ HÌNH THÀNH HOA

Sự hình thành hoa là dấu hiệu của việc chuyển tiếp cây từ giai đoạn sinh trưởng, phát triển dinh dưỡng sang giai đoạn sinh trưởng, phát triển sinh sản bằng việc chuyển hướng đột ngột từ hình thành chồi non, lá non sang hình thành mầm hoa.

Có thể chia quá trình hình thành hoa thành ba giai đoạn:

- Giai đoạn cảm ứng sự hình thành hoa.
- Giai đoạn hình thành mầm hoa.
- Giai đoạn sinh trưởng của hoa và phân hoá giới tính.

Giai đoạn quan trọng nhất và có tính chất quyết định nhất đến sự hình thành hoa là giai đoạn cảm ứng sự hình thành hoa. Đây chính là thời điểm chuyển giai đoạn từ việc phân hoá mầm chồi và lá sang phân hoá mầm hoa. Yếu tố cảm ứng cho sự hình thành hoa trước tiên là các nhân tố ngoại cảnh, mà trong đó quan trọng nhất là nhiệt độ và ánh sáng. Trong phần này, ta chỉ đề cập đến vai trò của nhiệt độ thấp (xuân hoá) và ánh sáng (quang chu kỳ) trong việc cảm ứng hình thành hoa của thực vật.

1. Cảm ứng hình thành hoa bởi nhiệt độ thấp (Sự xuân hoá)

1.1. Sự xuân hoá

Có rất nhiều thực vật mà nhiệt độ, đặc biệt là nhiệt độ thấp có ý nghĩa rất quan trọng cho sự hình thành hoa của chúng. Ví dụ như với các cây hai năm như su hào, bắp cải... nếu thời kỳ dinh dưỡng của chúng trải qua một mùa đông lạnh thì sang năm sau mới ra hoa. Còn nếu như không có tác động của nhiệt độ thấp thì chúng giữ lại trạng thái dinh dưỡng không xác định. Một ví dụ khác: với cây lúa mì mùa đông, người ta phải gieo hạt vào trước mùa đông. Hạt giống được vùi trong tuyết qua đông. Sang mùa xuân, khi tuyết tan và ấm thì hạt nảy mầm, cây sinh trưởng, phát triển và ra hoa kết hạt bình thường. Còn nếu gieo vào mùa xuân thì chúng chỉ sinh trưởng mà không ra hoa. Người ta có thể cho nảy mầm trong phòng và giữ trong điều kiện nhiệt độ thấp nhất định rồi gieo vào tháng 3 - 4 thì chúng sinh trưởng phát triển bình thường. Do đó mà người ta có thể biến lúa mì mùa đông thành lúa mì mùa xuân và từ đó khái niệm

"xuân hoá" ra đời để chỉ ảnh hưởng của nhiệt độ thấp lên quá trình phát triển của thực vật.

1.2. Phân nhóm thực vật theo cảm ứng xuân hoá

- Yêu cầu về xuân hoá của thực vật thường được phân thành hai nhóm sau:

+ Nhóm bắt buộc xuân hoá: Những thực vật thuộc nhóm này thường cảm ứng rất rõ rệt với nhiệt độ thấp. Chúng chỉ ra hoa khi có điều kiện nhiệt độ thấp thích hợp (nhiệt độ xuân hoá) vào một giai đoạn sinh trưởng phát triển nhất định của cây. Nếu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ xuân hoá thì chúng không ra hoa. Nhóm này gồm các thực vật như củ cải đường, rau cần tây, bắp cải, su hào... Với các thực vật này, việc xử lý lạnh cho hạt là không có ý nghĩa.

+ Nhóm không bắt buộc xuân hoá: Với các thực vật này, nếu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ xuân hoá thì cây vẫn ra hoa nhưng muộn hơn. Các thực vật này miễn cảm với nhiệt độ thấp trong giai đoạn quả và hạt, như lúa mì mùa đông, lúa mạch, đậu Hà Lan, xà lách, củ cải đỏ...

- Cơ quan cảm thụ nhiệt độ thấp:

Trong phản ứng xuân hoá, cơ quan tiếp nhận nhiệt độ thấp là đỉnh sinh trưởng ngọn. Chỉ cần đỉnh sinh trưởng chịu tác động của nhiệt độ thấp là đủ để gây nên sự phân hoá mầm hoa mà không cần tác động nhiệt độ thấp ở các cơ quan khác. Điều đó chứng tỏ rằng, chỉ có các tế bào đang phân chia ở đỉnh sinh trưởng mới cảm nhận ảnh hưởng của nhiệt độ thấp.

- Giới hạn nhiệt độ xuân hoá:

Giới hạn nhiệt độ cho phản ứng xuân hoá rất khác nhau tùy theo thực vật. Nhìn chung thì giới hạn đó trong khoảng 0 - 15°C. Các cây ôn đới thường có nhiệt độ xuân hoá thấp hơn các cây nhiệt đới. Trong khoảng nhiệt độ xuân hoá, nếu nhiệt độ càng thấp thì thời gian tiếp xúc càng ngắn và ngược lại. Chẳng hạn, với lúa mạch mùa đông, giới hạn nhiệt độ xuân hoá từ -4°C đến 14°C, nhưng hiệu quả nhất là 1 - 7°C, nếu trên 7°C thì cường độ xuân hoá giảm nhanh. Nhiệt độ xuân hoá của củ cải đường từ 0°C đến 10°C (thích hợp là 7°C), ở hành tỏi là 8 - 17°C...

Kết quả nghiên cứu của Hoàng Minh Tấn và Nguyễn Quang Thạch (1990) về việc xử lý nhiệt độ thấp để sản xuất hoa loa kèn trái vụ đã xác định ảnh hưởng mạnh mẽ của nhiệt độ xuân hoá lên sự ra hoa của hoa loa kèn trắng. Nếu muốn hoa loa kèn ra hoa trong dịp tết Nguyên đán thì nhiệt độ xử lý củ giống là 5 - 8°C trong 15 - 20 ngày, nếu nhiệt độ xử lý 10°C thì thời gian xử lý kéo

dài đến 30 ngày... Đây là một tiến bộ kỹ thuật đã được sử dụng khá hiệu quả cho các vùng trồng hoa ở miền Bắc.

1.3. Giai đoạn mẫn cảm nhiệt độ xuân hoá

Các thực vật khác nhau có giai đoạn mẫn cảm với nhiệt độ thấp khác nhau. Với đa số cây lấy hạt như các cây hoà thảo thì giai đoạn xuân hoá là lúc nảy mầm và có thể trong giai đoạn bảo quản hạt. Với các cây khác thì giai đoạn xuân hoá sẽ là một thời kỳ sinh trưởng dinh dưỡng nào đấy. Ví dụ như thời kỳ trái lá bàng ở cây bắp cải là lúc mẫn cảm với nhiệt độ thấp.

- Hiện tượng phản xuân hoá:

Thời gian tác động của nhiệt độ thấp cần phải liên tục, trong một khoảng thời gian nhất định tùy theo giống. Nếu thời kỳ xuân hoá chưa kết thúc thì tác động của nhiệt độ cao sẽ làm mất tác dụng của xuân hoá, cây không ra hoa. Đó là sự phản xuân hoá. Chẳng hạn, cây bắp cải gặp rét liên tục trong giai đoạn trái lá bàng thì ra hoa, còn rét không liên tục thì không ra hoa. Nhiệt độ để có thể gây phản xuân hoá cũng khác nhau. Chẳng hạn, lúa mạch đen, mùa xuân bị phản xuân hoá ở nhiệt độ 15°C, còn củ cải đường ở 23 - 24°C...

Kết quả nhiều năm xử lý hoa loa kèn trái vụ của chúng tôi cho thấy: Nếu trong thời gian xử lý trong kho lạnh mà mất điện thì hiệu quả xuân hoá của năm đó sẽ giảm. Tùy theo thời gian mất điện mà hiệu quả ra hoa trái vụ giảm nhiều hay ít.

Để giải thích cho hiện tượng phản xuân hoá, Purvise (1957) đã đưa ra sơ đồ sau:



A là chất tiền thân của sự xuân hoá; A' là sản phẩm chưa ổn định, còn B là sản phẩm ổn định của xuân hoá. $A \rightleftharpoons A'$ chỉ sự xuân hoá xảy ra ở nhiệt độ thấp và phản xuân hoá ở nhiệt độ cao chừng nào xuân hoá chưa kết thúc. Khi quá trình xuân hoá đã kết thúc, hình thành sản phẩm B ổn định thì hiệu quả của phản xuân hoá là không đáng kể.

- Ý nghĩa của hiện tượng xuân hoá:

Hiểu biết về xuân hoá của cây có ý nghĩa nhất định trong sản xuất.

+ Bằng xử lý nhiệt độ thấp, người ta có thể biến cây lúa mì mùa đông thành lúa mì mùa xuân, biến cây hai năm thành cây một năm.

+ Với hầu hết cây trồng, việc xử lý hoặc bảo quản hạt giống, củ giống ở nhiệt độ thấp (trong tủ lạnh hoặc kho lạnh) sẽ có tác dụng rất tốt cho thế hệ

sau, rút ngắn thời gian sinh trưởng, ra hoa nhanh, tăng năng suất và phẩm chất thu hoạch. Chẳng hạn, việc xử lý nhiệt độ thấp cho củ giống hoa loa kèn có thể tạo ra hoa loa kèn trái vụ vào dịp tết Nguyên đán, làm tăng hiệu quả kinh tế cho người sản xuất hoa. Nếu bảo quản củ giống khoai tây trong điều kiện nhiệt độ thấp thì chất lượng củ giống rất cao, cây sinh trưởng phát triển tốt và năng suất khoai tây cao hơn. Do đó, bảo quản giống trong kho lạnh là biện pháp để giống tốt nhất hiện nay.

2. Sự cảm ứng ra hoa bởi ánh sáng (Quang chu kỳ)

2.1. Khái niệm quang chu kỳ

- Xuất xứ: Quan niệm về quang chu kỳ đã được Garner và Allard (1920) đề xuất đầu tiên khi nghiên cứu một đột biến thuốc lá có tên là Mariland mamooth. Vì nó không ra hoa trong khi các cây khác đã ra hoa và hình thành hạt, nên họ đưa nó vào trong nhà kính để tránh rét mùa đông. Đến dịp Noen năm đó thì nó ra hoa. Hạt của chúng được gieo trong năm sau và kết quả vẫn như năm đầu. Họ phát hiện ra rằng, vào dịp Noen, thời gian trong ngày là ngắn nhất. Nếu trồng chúng trong điều kiện chiếu sáng ngày ngắn nhân tạo thì nó ra hoa bình thường. Nó là cây phản ứng ánh sáng ngày ngắn. Họ cũng phát hiện ra nhiều cây trồng phản ứng ánh sáng ngày dài. Từ đó, hiện tượng quang chu kỳ được quan tâm nghiên cứu.

2.2. Định nghĩa

Độ dài chiếu sáng ban ngày và bóng tối ban đêm có một vai trò rất quan trọng trong việc điều chỉnh quá trình phát triển ở thực vật. Rất nhiều quá trình phát triển của cây chịu tác động của quang chu kỳ như sự ra hoa, sự hình thành củ, sự ngủ nghỉ, sự rụng lá mùa đông... nhưng ảnh hưởng của quang chu kỳ đến sự ra hoa là quan trọng nhất.

Theo quan niệm hiện nay thì quang chu kỳ được định nghĩa như sau:

Độ dài chiếu sáng tới hạn trong ngày có tác dụng điều tiết quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và phụ thuộc vào các loài khác nhau gọi là hiện tượng quang chu kỳ.

Như vậy, mỗi loài thực vật có một thời gian chiếu sáng tới hạn nhất định, làm mốc xác định để phân loại cây theo phản ứng quang chu kỳ.

- Phân nhóm cây theo phản ứng quang chu kỳ:

Tùy theo mức độ mẫn cảm của cây với quang chu kỳ mà người ta chia thực vật thành ba nhóm: cây ngày ngắn, cây ngày dài và cây trung tính.

+ Nhóm cây ngày ngắn gồm những thực vật mà chúng chỉ ra hoa khi có thời gian chiếu sáng trong ngày ngắn hơn thời gian chiếu sáng tối hạn. Nếu thời gian chiếu sáng vượt quá thời gian tối hạn thì cây không ra hoa mà chỉ ở trạng thái sinh trưởng dinh dưỡng. Ví dụ như thuốc lá, lúa, kê, đậu, hoa cúc... là những cây ngày ngắn.

+ Nhóm cây ngày dài gồm các thực vật mà chúng ra hoa khi độ dài chiếu sáng trong ngày dài hơn độ dài chiếu sáng tối hạn. Nếu thời gian chiếu sáng ngắn hơn thời gian tối hạn thì không ra hoa. Ví dụ các thực vật có quê hương ở vùng ôn đới như mì, mạch, củ cải đường, bắp cải, su hào... thuộc cây ngày dài.

+ Các cây trung tính không mẫn cảm với quang chu kỳ mà chúng chỉ ra hoa khi đạt được mức độ sinh trưởng nhất định, như có được số lá cần thiết thì ra hoa. Ví dụ cây cà chua có thể coi là cây trung tính.

- Vai trò thời kỳ sáng và thời kỳ tối:

Một vấn đề quan trọng đặt ra là trong phản ứng quang chu kỳ thì thời kỳ sáng hay thời kỳ tối quyết định cho sự ra hoa? Rất nhiều thí nghiệm tiến hành theo hướng trên và cho ra kết quả rõ ràng:

+ Với cây ngày ngắn, ta có thể thiết kế thí nghiệm sau:

10 giờ sáng + 14 giờ tối $\longrightarrow$ Ra hoa

10 giờ sáng + 10 giờ tối $\longrightarrow$ Không ra hoa

14 giờ sáng + 14 giờ tối $\longrightarrow$ Ra hoa

Như vậy, thời kỳ tối quyết định sự ra hoa của cây ngày ngắn chứ không phải thời kỳ sáng. Vì vậy, cây ngày ngắn đúng ra là cây đêm dài vì chúng cần bóng tối dài hơn để phân hóa hoa.

+ Thí nghiệm tương tự cho cây ngày dài:

15 giờ sáng + 9 giờ tối $\longrightarrow$ Ra hoa

15 giờ sáng + 15 giờ tối $\longrightarrow$ Không ra hoa

9 giờ sáng + 9 giờ tối $\longrightarrow$ Ra hoa

Kết quả đó cũng chứng tỏ độ dài tối quyết định sự ra hoa và cây ngày dài thực chất là cây đêm ngắn vì chúng cần độ dài tối ngắn hơn để ra hoa. Do đó có thể suy ra rằng, cây ngày dài (đêm ngắn) khi trồng trong điều kiện ngày ngắn (đêm dài) thì không ra hoa, nhưng nếu chia đêm dài thành hai đêm ngắn (Quang gián đoạn) thì chúng lại ra hoa ngay cả trong điều kiện ngày ngắn (Hình 7.10).

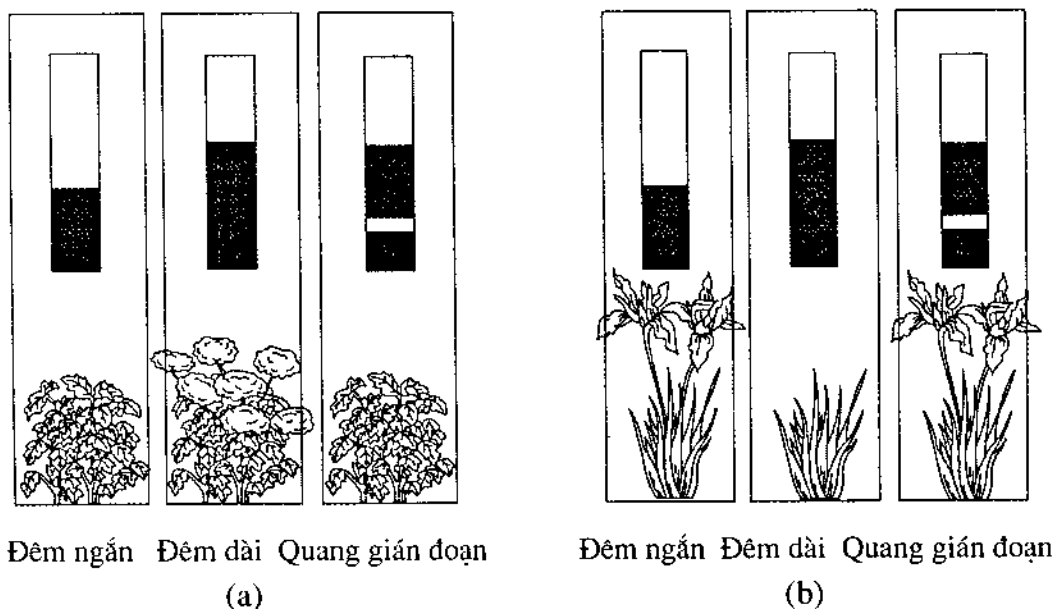
Như vậy, bóng tối là yếu tố cảm ứng và có ý nghĩa quyết định cho sự ra hoa của cả cây ngày ngắn và cây ngày dài. Vì vậy, nhiều người đề nghị sử dụng độ dài tối tới hạn để thay cho độ dài chiếu sáng tới hạn. Cây ngày ngắn ra hoa khi độ dài tối vượt quá độ dài tối tới hạn và cây ngày dài ra hoa khi độ dài tối ngắn hơn độ dài tối tới hạn.

Vậy thời gian chiếu sáng có ý nghĩa gì trong việc điều chỉnh ra hoa? Thực ra thì độ dài chiếu sáng trong ngày chỉ có ý nghĩa về định lượng, tức liên quan đến số lượng hoa và kích thước hoa mà không ảnh hưởng đến sự ra hoa.

- Quang gián đoạn:

Với nhóm cây ngày ngắn, nếu ta ngắt quãng thời gian tối bằng chiếu sáng ngắn hạn vào ban đêm thì sẽ làm mất hiệu ứng quang chu kỳ, có nghĩa là đã chia đêm dài thành hai đêm ngắn và như vậy cây không thể ra hoa được. Hiện tượng đó gọi là quang gián đoạn. Chẳng hạn, để phá bỏ sự ra hoa không có lợi của mía thì người ta thường bắn pháo sáng vào giữa đêm để chia đêm dài thành hai đêm ngắn.

Tuy nhiên, với cây ngày dài là cây đêm ngắn thì quang gián đoạn không có hiệu quả phá bỏ sự ra hoa (Hình 7.10).



Hình 7.10: Hiệu ứng quang gián đoạn ở cây ngày ngắn (a) và cây ngày dài (b).

- Cơ quan cảm thụ quang chu kỳ:

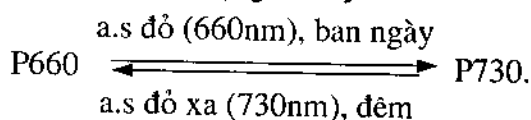
Cơ quan tiếp nhận quang chu kỳ cảm ứng là lá. Tuy nhiên, không cần thiết tất cả các lá trên cây nhận quang chu kỳ cảm ứng mà chỉ cần một số lá hoặc cành nhận quang chu kỳ cảm ứng là đủ.

- Bản chất của quang chu kỳ:

Quan điểm hiện đại để giải thích bản chất của quang chu kỳ là học thuyết phytochrom.

Thành tựu nổi bật nhất của sinh lý thực vật trong thời gian gần đây là phát hiện ra phytochrom, một sắc tố thực vật có khả năng điều chỉnh nhiều quá trình phát triển của cây, trong đó có quá trình ra hoa của thực vật dưới tác động của quang chu kỳ.

Hendrick và Borthwick là những người đầu tiên phát hiện ra phytochrom. Khi họ nghiên cứu phổ tác động ra hoa của cây ngày ngắn và ngày dài (ảnh hưởng ánh sáng có bước sóng khác nhau lên sự hình thành hoa), họ đã rút ra một nhận xét rất quan trọng là ánh sáng đỏ có bước sóng 660nm kìm hãm sự ra hoa của cây ngày ngắn và kích thích sự ra hoa của cây ngày dài. Ngược lại, ánh sáng vùng cuối đỏ (đỏ xa) có bước sóng 730nm lại kìm hãm sự ra hoa của cây ngày dài và kích thích ra hoa của cây ngày ngắn. Điều đó chứng tỏ rằng, tồn tại trong cây một hệ thống sắc tố nào đấy hấp thụ ánh sáng đỏ và cuối đỏ. Các sắc tố này có khả năng điều chỉnh sự ra hoa của cây ngày ngắn và cây ngày dài. Sắc tố đó là phytochrom và nó tồn tại dưới hai dạng có khả năng biến đổi thuận nghịch. Một dạng có cực đại hấp thụ ánh sáng có bước sóng 660nm (P660) và dạng khác hấp thụ ánh sáng 730nm (P730). Dạng P730 là dạng hoạt động sinh lý.



Để ra hoa được, các cây ngày ngắn phải giảm đến mức tối thiểu dạng P730, nên chúng cần đêm dài để biến đổi P730 thành P660. Ngược lại, cây ngày dài cần tích lũy tối đa hàm lượng P730 cho sự ra hoa của chúng, nên chúng cần ngày dài hơn đêm để biến đổi P660 thành P730.

Bản chất tác dụng của phytochrom lên sự ra hoa vẫn chưa hoàn toàn sáng tỏ. Phytochrom là một chất tiếp nhận ánh sáng trong cây để gây nên các biến đổi liên quan đến sự ra hoa. Có thể P730 có tác dụng tăng tính thấm của màng, thay đổi thế điện hoá qua màng, giải phóng các enzym vốn liên kết với màng nên làm tăng tốc độ biến đổi của các quá trình hoá sinh và sinh lý trong cây.

Mặt khác, P730 có vai trò hoạt hoá gen để tổng hợp nên các protein đặc hiệu cho quá trình phân hoá mầm hoa...

- Vận dụng hiểu biết về quang chu kỳ vào sản xuất:

Hiểu biết về quang chu kỳ có một ý nghĩa quan trọng trong sản xuất.

+ Nhập nội giống cây trồng:

Với các cây lấy hạt, củ, quả... thì quang chu kỳ nơi xuất xứ phải phù hợp với quang chu kỳ nơi nhập đến. Nếu sai lệch về quang chu kỳ thì chúng sẽ không ra hoa, không hình thành củ... Còn với các cây lấy cơ quan dinh dưỡng như rau ăn lá, đay, mía, thuốc lá..., ta không cần chú ý nhiều đến quang chu kỳ, hoặc quang chu kỳ không thuận lợi thì càng tốt vì chúng ta cần ức chế sự ra hoa của chúng...

+ Bố trí thời vụ trồng:

Đối với các cây trồng mẫn cảm với quang chu kỳ, khi gặp quang chu kỳ thuận lợi chúng sẽ ra hoa ngay, bất chấp thời gian sinh trưởng được bao nhiêu. Do đó, phải bố trí thời vụ sao cho chúng phát triển đủ các cơ quan dinh dưỡng để khi gặp quang chu kỳ cảm ứng, chúng ra hoa quả thì mới có năng suất cao. Còn nếu bố trí không đúng thời vụ thích hợp thì hoặc thời gian sinh trưởng thân lá quá dài hoặc quá ít đều không có lợi cho việc hình thành năng suất.

+ Thực hiện quang gián đoạn:

Với rất nhiều cây trồng, việc ra hoa của chúng là có hại cho năng suất và chất lượng nông sản như mía, thuốc lá... Nếu chúng ta phá bỏ hoặc kìm hãm sự ra hoa của chúng thì có lợi cho kinh tế. Để đạt được mục đích đó, chúng ta có thể thực hiện quang gián đoạn đối với chúng. Chẳng hạn, mía và thuốc lá là cây ngày ngắn, tức cần đêm dài để ra hoa. Lợi dụng đặc tính đó mà các vùng trồng mía tập trung như ở Hawaii, Cuba... thường bắn pháo sáng vào ban đêm để chia đêm dài thành hai đêm ngắn vào giai đoạn phân hóa mầm hoa nhằm phá bỏ ra hoa của chúng.

+ Ngoài ra, khi lai giống mà bố và mẹ không có quang chu kỳ phù hợp thì ta phải thực hiện quang chu kỳ nhân tạo để chúng ra hoa cùng một lúc thuận lợi cho quá trình thụ phấn, thụ tinh.

VII. SỰ HÌNH THÀNH QUẢ VÀ SỰ CHÍN CỦA QUẢ

1. Sự hình thành quả

1.1. Sự thụ phấn, thụ tinh

- Sự thụ phấn, thụ tinh là khởi đầu cho sự hình thành quả và hạt. Thụ phấn là quá trình mà hạt phấn rơi lên trên núm nhụy. Sau khi rơi trên núm nhụy, hạt

phấn nảy mầm tạo nên ống phấn. Ống phấn sinh trưởng, chui vào vòi nhụy, kéo dài tận noãn. Tại đây, quá trình thụ tinh xảy ra.

- Điều quan trọng trước tiên là hạt phấn nảy mầm và ống phấn sinh trưởng:

Điều kiện cho hạt phấn nảy mầm và ống phấn sinh trưởng là: có độ ẩm nhất định, được đảm bảo bởi dịch tiết của núm nhụy và độ ẩm không khí; có các chất dinh dưỡng và các phytohormon (có bản chất auxin và giberelin) cho sự nảy mầm và sinh trưởng của ống phấn. Các chất này được dự trữ trong hạt phấn và có thể có trong dịch tiết của núm nhụy.

Người ta chứng minh là hạt phấn chứa một lượng auxin nhất định. Nếu lấy dịch chiết của hạt phấn xử lý cho núm nhụy ở một số loài thì bầu hoa cũng có thể sinh trưởng thành quả. Tuy nhiên, hàm lượng của auxin trong hạt phấn có hạn nên nó chỉ có tác dụng cho sự thụ tinh mà không có ý nghĩa cho việc hình thành quả.

Dịch tiết của núm nhụy cũng có chứa các chất tương tự auxin có khả năng kích thích sự nảy mầm và sinh trưởng của ống phấn. Do vậy, hạt phấn nảy mầm tốt trên môi trường agar có bổ sung dịch chiết của núm nhụy. Ngoài ra, núm nhụy còn có thể tiết ra một chất ức chế sinh trưởng nào đó để ức chế sự nảy mầm của hạt phấn khác loài rơi lên trên nó, gây nên sự không phù hợp và tuyệt giao giữa hạt phấn và núm nhụy của các cây khác loài; đây cũng là trở ngại cho sự lai xa.

1.2. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh lên sự thụ phấn, thụ tinh

Sự thụ phấn và thụ tinh chịu tác động rất nhiều của các điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, ẩm độ không khí, gió...

- Nhiệt độ: khi gặp nhiệt độ thấp, hạt phấn không thể nảy mầm và ống phấn không sinh trưởng được nên quá trình thụ tinh không xảy ra, phôi không hình thành và không có hạt, tỷ lệ lép cao. Đó là trường hợp mà khi cây nở hoa gặp rét, tỷ lệ lép tăng lên và năng suất kinh tế giảm nghiêm trọng.

Nhiệt độ quá cao cũng không thuận lợi cho sự thụ tinh vì ống phấn sinh trưởng không bình thường và có thể chất nguyên sinh của ống phấn dễ bị biến tính ở nhiệt độ cao.

- Ẩm độ không khí ảnh hưởng trực tiếp đến sự nảy mầm của hạt phấn. Độ ẩm quá thấp thì hạt phấn không có khả năng nảy mầm. Vì vậy, nếu cây nở hoa mà gặp gió Tây Nam ở miền Trung khô nóng, năng suất giảm nghiêm trọng.

Tuy nhiên, nếu cây nở hoa mà gặp mưa to, hạt phấn dễ bị trôi khỏi núm nhụy và bao phấn khó tung phấn ra thì sự thụ phấn cũng gặp trở ngại. Độ ẩm không khí cao quá cũng dễ gây nấm bệnh cho hoa.

- Gió là điều kiện quan trọng cho sự thụ phấn chéo nhờ gió, nhưng gió to cũng không thuận lợi cho quá trình thụ phấn vì hạt phấn rất nhẹ, dễ bị cuốn theo gió và rất khó tiếp xúc với núm nhụy nên hiệu quả của sự thụ phấn sẽ bị giảm.

Vì vậy, nông dân ta thường có câu ca dao:

“Đói thì ăn rấy ăn khoai,

Đừng thấy lúa trổ tháng hai mà mừng”.

Ở miền Bắc nước ta, nhiệt độ mùa đông thường thấp kết hợp với gió mùa Đông Bắc mạnh là những điều kiện không thuận lợi cho thụ phấn, thụ tinh của các cây trồng. Ở các tỉnh miền Trung, gió Tây Nam vừa có độ ẩm không khí thấp, vừa nóng và mạnh cũng là điều kiện bất thuận cho thụ phấn và thụ tinh... Vì vậy, khi bố trí thời vụ cho một cây trồng nào đó, ta phải tránh các điều kiện ngoại cảnh bất thuận lúc ra hoa, kết hạt...

1.3. Sự hình thành và sinh trưởng của quả

- Nguyên lý hình thành quả:

Sau khi hoa được thụ tinh, hợp tử sẽ phát triển thành phôi và sau đó là hạt, bầu sinh trưởng thành quả.

Phôi hạt là nơi tổng hợp mạnh mẽ các chất kích thích sinh trưởng có bản chất auxin và gibberelin. Các chất này khuếch tán vào bầu và kích thích bầu lớn lên thành quả. Vì vậy, quả chỉ được hình thành sau khi thụ tinh, tức phải có nguồn hormone nội sinh từ phôi. Nếu không thụ tinh thì hoa sẽ rụng và quả không được hình thành.

- Kích thước và hình dáng của quả:

Hàm lượng và sự vận chuyển của các hormone nội sinh từ phôi đến các tế bào trong bầu nhụy quyết định hình dáng và kích thước của quả. Nếu sự vận chuyển của hormone ra mọi hướng của bầu không đều nhau thì các quả tạo nên sẽ có hình dáng không bình thường. Chính vì vậy mà trong một cây, quả của nó không đồng nhất về kích thước và hình dáng. Kích thước của quả thường tỷ lệ với hàm lượng hormone được sản sinh trong phôi hạt. Sự sinh trưởng của quả cũng có thể được hỗ trợ bởi hormone từ các cơ quan khác chuyển đến khi mà phôi hạt không cung cấp đủ, nhất là các quả có kích thước lớn.

- Quả không hạt:

Quả không có hạt là các quả được hình thành không thông qua quá trình thụ tinh. Mặc dù phôi hạt không được hình thành nhưng nguồn hormone cho quả sinh trưởng vẫn được cung cấp đầy đủ. Có hai trường hợp hình thành quả không hạt:

+ Tạo quả không hạt nhân tạo:

Sự tạo quả không hạt có thể xảy ra nhờ xử lý các hormone ngoại sinh. Nếu ta phun các chất điều hoà sinh trưởng ngoại sinh (auxin hoặc gibberelin) cho hoa trước khi thụ tinh thì các hormone này sẽ khuếch tán vào bầu thay cho nguồn nội sinh từ phôi để kích thích các tế bào của bầu lớn lên thành quả. Trong trường hợp này, quả cũng được hình thành mà không cần thụ tinh, tức là quả sẽ không có hạt. Đây là cơ sở để tạo quả không hạt đối với cây ăn quả.

Người ta xử lý auxin với nồng độ nhất định cho hoa cà chua, bầu bí, cam quýt... hoặc GA₃ cho nho có thể tạo nên quả không hạt hoặc ít hạt hơn. Xử lý vào lúc hoa chưa có quá trình thụ tinh xảy ra thì mới có hiệu quả tốt.

+ Quả không hạt trong tự nhiên:

Trong thực tế, tồn tại nhiều loại quả không hạt như chuối, dưa, dâu tây... Có thể có nhiều nguyên nhân hình thành quả không hạt trong tự nhiên:

Nguyên nhân về di truyền: các cây tam bội, lệch bội... sẽ không kết hạt. Do vậy, để tạo giống cây ăn quả không hạt, người ta có thể tạo giống tam bội.

Hàm lượng auxin nội sinh trong bầu hoa rất cao, có khả năng kích thích bầu sinh trưởng thành quả mà không cần có nguồn auxin trong phôi hạt giải phóng ra. Người ta đã phân tích hàm lượng auxin trong bầu của các loài có hạt (có thụ tinh) và không hạt (không thụ tinh). Kết quả là hàm lượng auxin trong bầu của các loài không hạt cao hơn nhiều so với các loài có hạt.

Cũng có thể có quá trình thụ tinh xảy ra nhưng trong quá trình phát triển, phôi bị teo dần đi và thui đi mà không hình thành hạt và thường đạt được trước khi quả chín như đối với nho, anh đào, đào...

Sự hình thành quả không hạt có thể là hoàn toàn (không có hạt) hoặc không hoàn toàn (ít hạt hơn). Tùy theo các loại thực vật và điều kiện cụ thể mà chúng có cơ chế tạo quả không hạt khác nhau.

2. Sự chín của quả

- Các biến đổi sinh lý của quả trong quá trình chín: Các biến đổi sinh lý đặc trưng nhất cho sự chín của quả là biến đổi về hô hấp và cân bằng hormone trong quá trình chín của quả.

+ Biến đổi hô hấp

Trong quá trình chín, cường độ hấp của quả tăng rất nhanh và sau đó cũng giảm hô hấp rất nhanh tạo nên một đỉnh hô hấp, gọi là hô hấp bột phát. Đỉnh hô hấp bột phát trùng với lúc quả chín hoàn toàn. Hô hấp bột phát thay đổi theo từng loại quả. Hô hấp bột phát càng mạnh thì tốc độ chín càng nhanh.

Người ta phân thành hai loại quả: quả có hô hấp bột phát và quả không hô hấp bột phát. Các quả có hô hấp bột phát có tốc độ chín rất nhanh như chuối, mít, đu đủ, xoài, nhãn, vải... Còn quả không có hô hấp bột phát (cũng tăng hô hấp nhưng không tăng nhanh) thường chín rất chậm như cam, chanh, bưởi, dưa, bí...

Sự hô hấp bột phát còn phụ thuộc vào điều kiện thu hái. Khi quả được thu hái thì hô hấp bột phát tăng nhanh hơn chưa thu hái và tốc độ chín cũng nhanh hơn. Ngoài ra, nhiệt độ thấp kìm hãm hô hấp bột phát và kìm hãm sự chín, còn nhiệt độ cao thì ngược lại...

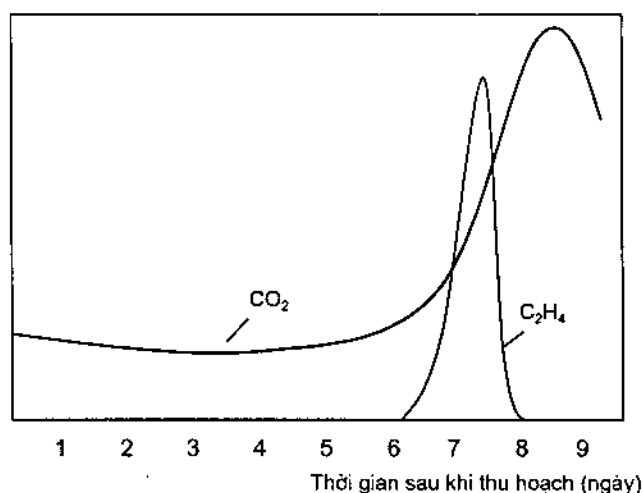
+ Biến đổi hormone

Sự chín của quả được điều chỉnh bởi cân bằng hormone auxin/etylen. Quả xanh có hàm lượng auxin cao và etylen rất thấp. Nhưng khi quả chín thì auxin bị phân hủy và sự tổng hợp etylen tăng nhanh. Ví dụ với quả lê, hàm lượng etylen tăng lên 6 lần trước khi hô hấp bột phát, còn với táo thì tăng 10 lần... Sự tăng hàm lượng etylen cũng rất nhanh và sau đó giảm cũng rất nhanh, tạo nên đỉnh bột phát của etylen gần trùng với đỉnh của hô hấp (Hình 7.11). Thực ra, sự tăng etylen là nguyên nhân kích thích mạnh hô hấp bột phát.

Nếu ức chế hô hấp thì sự chín bị kìm hãm. Chẳng hạn như bảo quản quả trong túi polyetylen, trong kho lạnh, sử dụng MH... đều có tác dụng ức chế hô hấp của quả.

Sự giải phóng CO_2

Hàm lượng Etylen



Hình 7.11: Mối quan hệ giữa hô hấp và hàm lượng etylen trong quả đang chín

Do vậy, có thể điều chỉnh sự cân bằng auxin/etylen để xử lý quá trình chín của quả (kìm hãm hay kích thích)...

- Biến đổi hoá sinh trong quá trình quả chín:

Khi quả chín, có sự biến đổi hoá sinh rất mạnh mẽ và nhanh chóng gắn liền với các biến đổi về màu sắc, độ mềm và hương vị đặc trưng cho từng loại quả.

+ Biến đổi màu sắc:

Trong quả xanh, hàm lượng diệp lục rất cao nên màu sắc của quả chủ yếu là màu xanh của diệp lục. Trong thời gian này, quang hợp của quả cũng đóng góp một phần quan trọng để cung cấp các chất dinh dưỡng cho quả. Khi quả chín, diệp lục bị phân hủy rất nhanh mà không được tổng hợp thêm nữa, trong khi đó carotenoid không bị phân hủy mà có thể được tổng hợp mới nên màu sắc của quả chín chủ yếu là màu của carotenoid (vàng, da cam, đỏ...).

Tuy nhiên, quá trình biến đổi các sắc tố này khác nhau ở mỗi loại quả nên màu sắc của quả chín cũng không giống nhau. Chẳng hạn như ở chuối thì diệp lục phân hủy nhanh nhưng carotenoid không phân hủy nên quả hoá vàng nhanh. Ở táo, hàm lượng diệp lục giảm và hàm lượng xanthophyl tăng nên quả có màu đậm hơn... Ngoài ra, trong quá trình chín có sự xuất hiện của một số sắc tố dịch bào nên quả có màu sắc sặc sỡ, đặc trưng cho từng loại quả. Quả dâu đất chín có sự tăng hàm lượng sắc tố dịch bào antocyan và flavon nên màu sắc đỏ tươi...

Nhiệt độ cao, cường độ ánh sáng mạnh sẽ kích thích biến đổi màu của quả trong quá trình chín của chúng.

+ Biến đổi độ mềm:

Quả còn xanh rất cứng do các tế bào dính kết chặt với nhau bằng chất pectat canxi. Khi quả chín, do hoạt tính của enzym pectinaza tăng nhanh nên pectat canxi bị phân hủy và các tế bào rời rạc. Quá trình này xảy ra càng nhanh khi hàm lượng etylen càng cao. Nhiệt độ cao làm nhanh quá trình phân hủy pectat canxi làm quả mềm nhanh hơn.

+ Biến đổi về vị:

Quả xanh thường có vị chua, chát, đắng... là do nó chứa các axit hữu cơ, tanin, alcaloit... Khi quả chín các vị chua, chát, đắng, cay dần dần biến mất và vị ngọt xuất hiện.

Các quả có dự trữ tinh bột như chuối, đu đủ, xoài, dưa hấu, dưa bở... thì sự phân huỷ tinh bột thành đường là chính.

Các quả không có tinh bột như cam, quýt, khế... thì sự chuyển hoá axit hữu cơ, tanin... thành đường là quan trọng.

+ Biến đổi về mùi:

Quả xanh thường không có mùi đặc trưng, nhưng quả chín sẽ xuất hiện mùi rất đặc trưng cho từng loại quả. Đây là các chất hữu cơ bay hơi được tổng hợp nhanh chóng trong quá trình chín. Các chất này có bản chất là các este, aldehyt, xeton... đặc trưng cho từng loại quả.

Trong thực tế, người ta có biện pháp rầm cho quả chín nhanh. Mục đích là tạo điều kiện nhiệt độ thích hợp cho sự chín và xử lý một số chất kích thích sự chín như thấp hương, ủ một số lá có hương như lá xoan, xử lý etylen hoặc axetylen... Người ta thường xử lý ethrel (chất sản sinh etylen) để kích thích sự chín cho quả trên cây hoặc sau thu hoạch rất có hiệu quả.

VIII. SỰ RỤNG CỦA CƠ QUAN

Sự rụng là sự phân tách một phần của cây khỏi cơ thể mẹ, như sự rụng lá, rụng nụ, rụng quả...

- Sự rụng là một trong những quá trình sinh lý phức tạp ở trong cây gắn liền với tuổi và sự hoá già của cơ quan. Một số thực vật có sự rụng lá về mùa thu trước khi vào đông do điều kiện thời tiết quá khắc nghiệt, nhưng sang mùa xuân thì chúng thay bộ lá mới có hoạt động sinh lý mạnh hơn. Với các cây gỗ thường xanh quanh năm thì sự rụng lá xảy ra thường xuyên để thay thế các lá già không còn khả năng quang hợp nữa thành các lá mới có sức sống cao hơn. Như vậy thì sự rụng là một quy luật có tính chất thích nghi tự nhiên của cây.

- Các quả non thường có thời kỳ rụng tập trung gọi là rụng quả sinh lý. Sự rụng quả sinh lý là do lượng quả đậu quá nhiều so với khả năng cung cấp dinh dưỡng và hocmon của cây. Do không đủ hocmon và dinh dưỡng cho quả sinh trưởng nên một số quả phải tự cắt đi để nhường hocmon và dinh dưỡng cho các quả khác sinh trưởng. Sự rụng của quả thường mạnh mẽ vào lúc phôi sinh trưởng nhanh và lúc phình to của quả, vì lúc này chúng cần nhiều chất dinh dưỡng và hocmon nhất. Vì vậy, sự rụng của lá và quả có thể xem là một phản ứng thích nghi của cây để mà tồn tại.

- Nguyên nhân sự rụng:

+ Khi có các yếu tố cảm ứng sự rụng thì tầng rời xuất hiện nhanh chóng ở gốc cuống lá và cuống quả. Tầng rời gồm một số lớp tế bào nhu mô đặc

biệt có đặc trưng là tế bào bé, tròn, chất nguyên sinh đặc, gian bào ít, thiếu yếu tố sợi trong hệ thống dẫn. Trong tế bào này, enzym pectinaza có hoạt tính mạnh nên lớp pectin gắn kết các tế bào bị phân huỷ nhanh... Các đặc điểm cấu trúc đó làm cho vùng tế bào này yếu hơn các vùng khác nên chỉ cần một tác động cơ giới nhỏ như gió nhẹ, côn trùng, chim... có thể gây nên sự rụng của chúng.

+ Sự rụng của cơ quan được điều chỉnh bằng tỷ lệ giữa auxin/ABA + etylen. Trong lá xanh, auxin được tổng hợp trong phần lá và vận chuyển qua cuống lá ngăn cản quá trình tạo tầng rời. Nhưng khi lá già thì không còn khả năng tổng hợp auxin nữa mà thay vào đó là tổng hợp ABA và etylen và do đó kích thích tầng rời xuất hiện. Như vậy, etylen và ABA có tác dụng đối kháng với auxin trong sự rụng của lá và quả. Khi có một tác nhân nào đó cảm ứng sự rụng thì lập tức trong lá và quả tăng cường tổng hợp, tích lũy ABA và etylen, tầng rời xuất hiện, gây ra sự rụng của chúng.

- Điều kiện ngoại cảnh cảm ứng sự rụng:

Sự rụng còn chịu tác động rất mạnh mẽ của các nhân tố ngoại cảnh như nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp, hạn hoặc úng, sâu bệnh, thiếu dinh dưỡng... Đây là các nhân tố cảm ứng sự xuất hiện tầng rời, vì khi gặp các điều kiện "stress" này thì trong chúng tăng mạnh tổng hợp ABA và etylen. Vì vậy, trong sản xuất, để hạn chế sự rụng thì người ta phải đảm bảo các điều kiện thuận lợi về nước, dinh dưỡng cũng như bố trí thời vụ thích hợp...

- Điều chỉnh sự rụng:

Trong sản xuất, người ta điều chỉnh sự rụng theo hai hướng:

+ Kìm hãm sự rụng: muốn kìm hãm sự rụng lá và quả thì người ta phải xử lý các chất auxin cho quả non và lá đồng thời bảo đảm đủ nước và dinh dưỡng cho cây. Hiện nay trên thị trường tồn tại khá nhiều các chế phẩm phun qua lá. Các chế phẩm này cũng có tác dụng hạn chế sự rụng. Thành phần của chúng có auxin, một số nguyên tố vi lượng và đa lượng cần thiết. Các chế phẩm này phun cho quả non có thể tăng tỷ lệ đậu quả, phòng ngừa việc xuất hiện tầng rời.

+ Xúc tiến sự rụng: có nhiều trường hợp cần làm rụng lá trước khi thu hoạch để bổ sung nguồn chất hữu cơ cho đất và tạo điều kiện dễ dàng cho thu hoạch. Muốn vậy, ta có thể xử lý các chất ức chế sinh trưởng, chất gây rụng lá. Người ta có thể phun dung dịch ethrel hoặc một số chất khác như natri clorat, ammoni xitrat... lên lá trước khi thu hoạch để làm rụng bộ lá nhưng không rụng quả (đậu tương, bông...).

IX. TRẠNG THÁI NGỦ NGHỈ CỦA THỰC VẬT

1. Khái niệm về sự ngủ nghỉ

- Hoạt động sinh trưởng của các thực vật bậc cao luôn chịu tác động theo mùa rõ rệt. Những cây lâu năm thì có mùa sinh trưởng nhanh, có mùa sinh trưởng chậm, thậm chí có thời gian cây ngừng sinh trưởng và bước vào một thời kỳ ngủ nghỉ. Còn những thực vật hàng năm thì chu kỳ sống kết thúc bằng sự chết, nhưng các hạt, củ, căn hành của chúng vẫn sống trong trạng thái ngừng sinh trưởng và ngủ nghỉ.

- Trong thời kỳ ngủ nghỉ đó, có một sự giảm sút mạnh mẽ các quá trình trao đổi chất, các hoạt động sinh lý trong cơ thể dẫn đến cây ngừng sinh trưởng. Các thực vật ôn đới vào mùa đông thường trút lá và bước vào trạng thái ngủ đông cho đến mùa xuân thì bắt đầu sinh trưởng lại. Như vậy, sự ngủ nghỉ được xem là một phản ứng thích nghi của cây và có thể trở thành một đặc tính di truyền của loài.

2. Các trạng thái ngủ nghỉ

Có hai trạng thái ngủ nghỉ do các nguyên nhân khác nhau điều chỉnh: ngủ nghỉ bắt buộc và ngủ nghỉ sâu.

- Ngủ nghỉ bắt buộc xảy ra khi gặp điều kiện ngoại cảnh không thuận lợi cho sự sinh trưởng như thiếu nước, nhiệt độ thấp, quang chu kỳ không thích hợp... Trong các trường hợp đó, cơ thể buộc phải ngừng sinh trưởng và bước vào trạng thái ngủ nghỉ. Ví dụ như các loại hạt phơi khô có hàm lượng nước 10 - 14% (nước tự do không còn) thì chúng bước vào trạng thái ngủ nghỉ bắt buộc, nhưng khi ta ngâm các hạt đó vào nước thì lập tức chúng nảy mầm ngay. Một số thực vật trước khi vào đông, do điều kiện nhiệt độ thấp không thuận lợi cho sinh trưởng nên chúng rụng lá và ngủ nghỉ đông bắt buộc; nhưng khi sang xuân, có điều kiện thuận lợi thì chúng nảy lộc, đâm chồi mạnh mẽ...

Trạng thái ngủ nghỉ bắt buộc là phản ứng thích nghi của cây chống lại các điều kiện bất lợi để sống sót, vì ở trạng thái ngủ nghỉ, tính chống chịu của cây với điều kiện bất thuận tăng lên rất nhiều.

- Ngủ nghỉ sâu xảy ra không phải do điều kiện ngoại cảnh bất thuận cho sinh trưởng mà do nguyên nhân nội tại của chúng không cho phép sinh trưởng được nên phải ở trạng thái ngủ nghỉ sâu. Sự ngủ nghỉ sâu được điều chỉnh bằng các tác nhân bên trong, nên có khi người ta gọi là ngủ nghỉ nội sinh. Vì vậy mà trong thời gian đang ngủ nghỉ, dù điều kiện ngoại cảnh rất thuận lợi cho sinh

trưởng cũng không thể làm chúng sinh trưởng được. Ví dụ như củ khoai tây, củ hành tỏi, củ hoa loa kèn... sau khi thu hoạch xong mà đem gieo thì không thể nảy mầm được mà phải có một thời gian ở trong trạng thái ngủ nghỉ sâu. Thời gian ngủ nghỉ sâu là bao nhiêu thì hoàn toàn phụ thuộc vào giống mà không phụ thuộc vào ngoại cảnh. Nhiều loại hạt, đặc biệt là các hạt có vỏ dày và cứng cũng phải có thời gian ngủ nghỉ nhất định hoặc phải xử lý mới nảy mầm được. Ngủ nghỉ sâu cũng là một phản ứng thích nghi của cây có tính lịch sử và đã trở thành đặc tính di truyền của giống.

3. Nguyên nhân ngủ nghỉ sâu

Sự ngủ nghỉ, đặc biệt là ngủ nghỉ sâu do nhiều nguyên nhân chi phối. Có thể có ba loại nguyên nhân cơ bản sau:

- Sự cân bằng hormone:

Sự cân bằng hormone trong cơ quan hoặc cây điều chỉnh sự ngủ nghỉ là GA/ABA. Trong trường hợp cân bằng này, nếu nghiêng về phía tích lũy quá nhiều axit abscisic mà hàm lượng của gibberelin quá thấp thì quá trình ngủ nghỉ của chúng được hoạt hoá. Sự có mặt một lượng lớn ABA trong cơ quan và cây đang ngủ nghỉ đã ức chế toàn bộ quá trình biến đổi trong chúng, đặc biệt là sự sinh tổng hợp các enzym thủy phân để phân huỷ các chất dự trữ thành chất đơn giản cần cho sự nảy mầm.

Trạng thái ngủ nghỉ sẽ chấm dứt khi nào hàm lượng ABA giảm xuống mức tối thiểu, đồng thời hàm lượng GA tăng lên ở mức cần thiết để cho các gen tổng hợp các enzym thủy phân được hoạt hoá nên cần một thời gian nhất định để phân huỷ dần dần ABA cũng như tích lũy dần GA, nếu không có sự xử lý của con người.

- Cấu tạo của lớp vỏ hạt, vỏ củ:

Lớp vỏ hạt, vỏ củ... bao bọc bên ngoài làm nhiệm vụ bảo vệ nên chúng thường rất bền vững về cơ học. Mặt khác, chúng không thể thấm nước, thấm khí nên phôi hạt, mầm củ không thể tiến hành trao đổi chất bình thường và chúng không thể nảy mầm được. Loại hạt có vỏ dày và cứng như hạt táo, đào, mận, trầu, sỏ... hoặc vỏ củ khoai tây cấu tạo bằng bản không thể thấm nước, thấm khí... Chúng cần một thời gian nhất định để tính thấm của lớp vỏ đối với nước và khí (O_2 đi vào và CO_2 đi ra khỏi hạt) tăng dần lên. Quá trình trao đổi chất của hạt và củ bình thường thì chúng mới nảy mầm được.

- Phôi hạt chưa chín xong về sinh lý:

Có hai khái niệm về sự chín:

Chín hình thái là chín của vỏ quả, hạt được biểu hiện bằng màu sắc, độ mềm, hương vị... Chín sinh lý là sự chín của phôi hạt. Khi phôi hạt hoàn thành tất cả các biến đổi chất để có thể cho một cơ thể mới ra đời thì gọi là chín sinh lý.

Quá trình chín hình thái và chín sinh lý thường xảy ra cùng một lúc nhưng không phải bao giờ cũng kết thúc cùng nhau. Thông thường thì sự chín hình thái kết thúc trước chín sinh lý, nên sau khi thu hoạch xong thì quá trình chín sinh lý vẫn tiếp tục. Người ta gọi quá trình chín tiếp tục sau thu hoạch gọi là chín sau. Trong thời gian chín sau, chúng ở trạng thái ngủ nghỉ. Độ dài của thời gian chín sau tùy thuộc vào đặc điểm của giống. Ví dụ như với nhiều giống lúa, sau khi thu hoạch xong, hạt của chúng không thể nảy mầm 100% vì có một tỷ lệ nhất định chưa chín xong. Sau một thời gian bảo quản nhất định (tùy giống), chúng kết thúc chín sau và sẽ nảy mầm.

4. Điều chỉnh trạng thái ngủ nghỉ

Từ việc hiểu biết các nguyên nhân gây ra sự ngủ nghỉ mà ta có thể can thiệp để điều chỉnh sự ngủ nghỉ theo hướng có lợi cho con người. Sự điều chỉnh này có thể theo hai hướng: phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ làm nảy mầm gọi là phá ngủ và kéo dài thời kỳ ngủ nghỉ trong kho bảo quản.

- Phá ngủ: Để phá ngủ, người ta sử dụng các biện pháp sau đây:

+ Biện pháp cơ giới thường được sử dụng với các loại hạt có vỏ cứng. Người ta chà xát cho mỏng vỏ, ghè nhẹ cho nứt vỏ (không gây thương tổn phôi hạt), hoặc dùng axit ngâm cho mỏng vỏ ngoài... Với củ khoai tây thì có thể làm xây xát lớp vỏ bên ngoài củ. Tuy nhiên, biện pháp cơ giới rất dễ gây thương tổn và dễ dàng cho nấm bệnh xâm nhập.

+ Biện pháp tăng tính thấm cho vỏ hạt và củ như biện pháp xếp lớp: xếp một lớp hạt, một lớp cát ẩm thì sau một thời gian nhất định, tính thấm của hạt tăng lên và hạt có thể nảy mầm. Biện pháp xếp lớp thường được ứng dụng với các hạt có vỏ cứng ở các nước ôn đới như hạt đào, hạt mận...

+ Biện pháp phá ngủ quan trọng nhất là sử dụng các chất kích thích sinh trưởng để điều chỉnh sự cân bằng hormone theo hướng nảy mầm. Người ta thường sử dụng gibberelin (GA_3) để tăng tỷ lệ GA/ABA , kích thích nảy mầm. Ví dụ, để phá ngủ cho củ khoai tây, tạo củ giống trồng thêm vụ khoai tây mới, ta có thể phun hoặc ngâm khoai tây mới thu hoạch với dung dịch GA_3 nồng độ 2 -

5ppm rồi ủ cho nảy mầm. Nếu ta kết hợp đồng thời vừa điều chỉnh cân bằng hormone và tính thấm thì hiệu quả phá ngủ sẽ cao hơn. Tập thể các nhà khoa học ở trường Đại học Nông nghiệp I đã nghiên cứu thành công quy trình phá ngủ tổng hợp cho khoai tây, đảm bảo sau 7 ngày tỷ lệ nảy mầm đạt 90 - 100%. Biện pháp này bao gồm các công đoạn: phun GA_3 kết hợp với thioure, sau đó xông hơi bằng CS_2 hoặc CCl_4 trong 3 ngày rồi đem ủ ẩm. Sau 7 ngày có thể đem củ giống nảy mầm trồng lại được.

+ Biện pháp xử lý nhiệt độ thấp cũng có thể kích thích sự nảy mầm của hạt, củ giống. Khi xử lý nhiệt độ thấp, hàm lượng GA tăng lên và ABA giảm đi. Ví dụ: Ta có thể xử lý nhiệt độ thấp cho củ giống hành tỏi, loa kèn, lay ơn... trong một thời gian nhất định, tùy theo giống thì chẳng những chúng nảy mầm ngay khi trồng mà sự sinh trưởng của cây rất tốt, rút ngắn thời gian sinh trưởng. Biện pháp này có thể làm cho hoa loa kèn ra hoa sớm vào dịp Tết, tăng hiệu quả kinh tế rất nhiều. Biện pháp bảo quản lạnh hạt giống và củ giống là biện pháp rất có hiệu quả hiện nay.

- Kéo dài thời kỳ ngủ nghỉ:

Biện pháp kéo dài thời kỳ ngủ nghỉ thường được áp dụng trong việc bảo quản, vì trạng thái ngủ nghỉ là trạng thái bảo quản tốt nhất, ít hao hụt nhất. Người ta sử dụng các chất có tác dụng ức chế nảy mầm như MH (malein hydrazit), MENA (metyl este của α - NAA)... cho việc bảo quản củ khoai tây, hành tỏi... Có thể phun các chất này trước khi thu hoạch hoặc sau khi thu hoạch.

Chúng ta có thể kéo dài thời kỳ ngủ nghỉ của nông phẩm bằng bảo quản ở nhiệt độ thấp trong tủ lạnh và trong kho lạnh. Nhiệt độ thấp có thể làm chậm sự nảy mầm của hạt trong kho lạnh, nhưng chúng có thể nảy mầm ngay khi gieo ra ruộng.

Câu hỏi ôn tập

1. Quan niệm như thế nào về sinh trưởng và phát triển, mối quan hệ hữu cơ giữa hai quá trình đó trong cây? Nêu nguyên tắc chung điều chỉnh sinh trưởng và phát triển của các cây rau ăn lá và cây hòa thảo?
2. Hãy phân biệt phytohormon và chất điều hòa sinh trưởng nói chung và chất điều hòa sinh trưởng tổng hợp? Cho ví dụ.

3. Hãy nêu vai trò sinh lý của các phytohormon đối với quá trình sinh trưởng, phát triển của cây (auxin, gibberelin, xytokinin, axit abxixic và etylen)?
4. Hãy trình bày các quan điểm về cân bằng hocmon (cân bằng chung và cân bằng riêng) trong cây và nêu lên ý nghĩa của cân bằng đó trong sự điều chỉnh quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và cây trồng theo hướng có lợi cho con người.
5. Hãy nêu các ứng dụng của các chất điều hòa sinh trưởng trong sản xuất, cho ví dụ cụ thể.
6. Sự phân hóa, phản phân hóa và tính toàn năng của tế bào là gì? Ý nghĩa của các đặc tính này?
7. Có một mẫu mô cây trồng quý hiếm, muốn nhân nhanh nó trong ống nghiệm thì phải tiến hành như thế nào và cần điều kiện gì?
8. Hãy cho ví dụ cụ thể về tương quan kích thích và tương quan ức chế trong cây và phân tích các nguyên nhân gây ra các tương quan đó trong cây. Người ta điều chỉnh các tương quan đó trong sản xuất như thế nào thì tốt nhất?
9. Nêu những biến đổi sinh lý và hóa sinh đặc trưng của quá trình nảy mầm của hạt. Biện pháp điều chỉnh sự nảy mầm của hạt trong sản xuất?
10. Hãy trình bày hiện tượng xuân hóa đối với cây trồng và ý nghĩa của nó?
11. Hãy nêu hiện tượng quang chu kỳ và ứng dụng quang chu kỳ trong sản xuất?
12. Các điều kiện nội tại và ngoại cảnh ảnh hưởng đến thụ phấn và thụ tinh? Hiểu biết đó có ý nghĩa gì trong sản xuất?
13. Hãy nêu nguyên tắc và biện pháp tạo quả không hạt?
14. Những biến đổi sinh lý và sinh hóa đặc trưng cho quá trình chín của quả. Biện pháp điều chỉnh sự chín của quả?
15. Nguyên nhân sự rụng? Các biện pháp điều chỉnh sự rụng có lợi cho con người?
16. Có mấy loại ngủ nghỉ và nguyên nhân gây ra sự ngủ nghỉ đó? Nêu các biện pháp điều chỉnh sự ngủ nghỉ trong sản xuất?

Chương 8

TÍNH CHỐNG CHỊU SINH LÝ CỦA THỰC VẬT VỚI CÁC ĐIỀU KIỆN NGOẠI CẢNH BẤT THUẬN

Mục tiêu

- Giúp học sinh hiểu về tính chống chịu sinh lý của cây như là một phản ứng thích nghi của cây đối với các nhân tố sinh thái bất thuận để tồn tại, phát triển và duy trì nòi giống của mình. Các hiểu biết về tính chống chịu sinh lý của cây trồng giúp con người đề xuất các biện pháp nhằm tăng khả năng sản xuất của các cây trồng, trên các vùng sinh thái luôn có các nhân tố bất thuận xảy ra. Tìm hiểu cụ thể tác hại và bản chất của cơ chế chống chịu của các nhân tố sinh thái bất thuận như nhiệt độ cao, nhiệt độ thấp, hạn, úng, mặn đất...

- Trên cơ sở hiểu biết về tính chống chịu của thực vật với điều kiện ngoại cảnh bất thuận để ứng dụng theo hướng làm thích ứng các cây trồng với các điều kiện bất thuận, hoặc làm tăng tính chống chịu cho cây trồng hay chọn giống chống chịu với các nhân tố bất thuận.

Nội dung tóm tắt

- Tính chống chịu sinh lý của cây trồng là sự thích nghi của cây đối với các nhân tố ngoại cảnh “stress” để tồn tại, phát triển và bảo tồn nòi giống của mình.

- Hạn đất, hạn không khí và hạn sinh lý gây ra mất cân bằng nước trong cây và gây tác hại nghiêm trọng đến quá trình sinh trưởng, phát triển và năng suất.

- Nhiệt độ cao quá làm rối loạn quá trình trao đổi chất theo hướng tăng quá trình phân giải protein, giải phóng NH_3 gây độc làm rối loạn các hoạt động sinh lý, ngăn cản quá trình thụ tinh làm giảm năng suất cây trồng.

- Nhiệt độ thấp (lạnh) gây tác hại nghiêm trọng đến cây trồng. Nhiệt độ thấp làm thương tổn hệ thống màng trong tế bào theo hướng chuyển từ trạng

thải lỏng hoạt động sang trạng thái đông đặc, ảnh hưởng đến quá trình thụ tinh nên hạt bị lép, giảm năng suất nghiêm trọng.

- Việc thừa muối trong đất sẽ làm tăng áp suất thẩm thấu của dung dịch đất và cây không lấy được nước, gây hạn sinh lý, ức chế các hoạt động sống trong cây, ức chế sinh trưởng, giảm năng suất cây trồng.

- Ngập úng sẽ làm cho đất yếm khí, thiếu oxi cho hô hấp của rễ nên gây hạn sinh lý. Cây chịu úng thường có hệ thống thông khí dẫn oxi từ không khí xuống cung cấp cho rễ hô hấp.

- Lốp do thừa đạm làm cho cây sinh trưởng quá mức, còn đổ là do mô cơ giới phát triển yếu làm cho gốc cây không chống đỡ được với khối lượng lớn thân lá trên mặt đất. Lốp đổ đã làm giảm năng suất cây trồng nghiêm trọng.

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Các nhân tố sinh thái

Như chúng ta vẫn thường nói: Cơ thể và môi trường là một khối thống nhất. Cơ thể thực vật luôn cần thiết các điều kiện ngoại cảnh mà người ta thường gọi là *các nhân tố sinh thái* để tồn tại, sinh trưởng, phát triển và tái tạo nên thế hệ mới. Ví dụ như cây hấp thu năng lượng ánh sáng mặt trời, nước và không khí để tổng hợp nên các chất hữu cơ cần thiết cho mình.

Các nhân tố sinh thái của thực vật bao gồm: nhiệt độ, ánh sáng, nước, các chất khoáng trong đất, không khí (chủ yếu là CO_2 và O_2), sâu bệnh hại... Các nhân tố sinh thái thường thay đổi có tính chất chu kỳ theo ngày (sáng, trưa, chiều, đêm), mùa trong năm (xuân, hạ, thu, đông). Trải qua bao thế hệ, do quá trình chọn lọc tự nhiên lâu đời mà thực vật đã có phản ứng thích nghi với các biến đổi có tính chu kỳ đó của các nhân tố sinh thái.

2. Các nhân tố "stress" của môi trường

Tuy các biến đổi của các nhân tố sinh thái có tính chu kỳ khá ổn định, nhưng đôi khi có những biến đổi vượt ra khỏi giới hạn sống bình thường của cơ thể thực vật gọi là các nhân tố "stress". Các nhân tố "stress" của môi trường bao gồm: nhiệt độ quá cao (nóng) hay quá thấp (rét), thiếu nước (hạn) hay thừa nước (úng), thừa muối trong đất (mặn), sâu bệnh hại...

3. Các tính chống chịu sinh lý

- Trong trường hợp gặp điều kiện môi trường quá thái, nếu thực vật không có những thích ứng mang đặc trưng chống chịu với những biến đổi "stress" này thì sẽ

bị tiêu diệt ngay. Trong điều kiện đó, có nhiều thực vật chẳng những tồn tại được mà còn có khả năng sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất ở các mức độ khác nhau, tùy mức độ chống chịu của chúng với điều kiện “stress” đó.

- Phù hợp với các điều kiện sinh thái bất thuận trên, thực vật có các tính chống chịu tương ứng: Tính chống chịu hạn, tính chống chịu úng, tính chống chịu nóng, tính chống chịu rét, tính chống chịu mặn, tính chống đổ (chịu phân), tính chống chịu sâu bệnh và miễn dịch...

4. Ý nghĩa của việc nghiên cứu tính chống chịu của cây trồng

- Đề xuất các biện pháp nhằm giảm thiểu tác hại do các điều kiện bất thuận gây ra cho cây như bố trí thời vụ để tránh gặp điều kiện bất thuận, pha loãng nồng độ muối trong đất, che chắn gió rét...

- Đưa ra các biện pháp xử lý để tăng tính chống chịu cho cây trồng khi gặp yếu tố bất thuận, như xử lý hoá chất để tăng tính chống rét, chống nóng, chống lốp đổ, chống sâu bệnh...

- Chọn tạo các giống cây trồng có khả năng chống chịu với các điều kiện ngoại cảnh “stress” để đưa vào trồng ở các vùng sinh thái khác nhau, thường có các nhân tố bất thuận xảy ra như vùng hạn hán ở miền Trung, Tây Nguyên, miền núi, hoặc vùng đất mặn ven biển...

5. Những nội dung nghiên cứu

Bất cứ đặc tính chống chịu nào của cây trồng cũng được xem xét trên các góc độ sau:

- Tác hại của nhân tố bất thuận đó gây ra đối với cây trồng và các nguyên nhân cây chết khi gặp nhân tố “stress”.

- Bản chất của các cây trồng có khả năng chống chịu, tồn tại và phát triển tốt trong điều kiện bất thuận ở mức độ tế bào và trên toàn cây...

- Trên cơ sở đó mà đề xuất các biện pháp hữu hiệu để khắc phục tác hại và làm tăng tính chống chịu cho cây khi gặp nhân tố bất thuận của môi trường, sử dụng tốt nhất các vùng sinh thái bất thuận trong sản xuất.

II. TÍNH CHỐNG CHỊU HẠN CỦA THỰC VẬT

1. Các loại hạn đối với thực vật

Hạn là hiện tượng xảy ra khi cây bị thiếu nước. Do thiếu nước mà lượng nước hút vào cây không bù đắp được lượng nước bay hơi đi qua các bộ phận trên mặt đất, làm cho cây mất cân bằng nước và bị héo. Có ba dạng hạn đối với cây:

1.1. Hạn đất

Xảy ra khi lượng nước dự trữ cho cây hấp thu trong đất bị cạn kiệt nên cây không hút đủ nước và mất cân bằng nước. Hạn đất thường xảy ra với các vùng có lượng mưa trung bình rất thấp và kéo dài nhiều tháng trong năm như các tỉnh miền Trung, Tây Nguyên... vào mùa khô.

1.2. Hạn không khí

Xảy ra khi độ ẩm không khí quá thấp làm cho quá trình thoát hơi nước của cây quá mạnh và cũng có thể dẫn đến mất cân bằng nước trong cây. Hạn không khí thường xảy ra ở các vùng có gió khô và nóng như mùa có gió Tây Nam của các tỉnh miền Trung, mùa khô ở Tây Nguyên hoặc đôi lúc gió mùa Đông Bắc cũng có độ ẩm không khí thấp...

1.3. Hạn sinh lý

Xảy ra do trạng thái sinh lý của cây không cho phép cây hút nước được, mặc dù trong môi trường không thiếu nước. Do rễ cây không lấy được nước mà quá trình bay hơi nước vẫn diễn ra nên cây vẫn mất cân bằng nước. Ví dụ như khi đất yếm khí, rễ cây thiếu oxi để hô hấp nên không có đủ năng lượng cho hút nước; hoặc khi nồng độ muối trong đất quá cao, vượt quá nồng độ dịch bào của rễ làm rễ cây không hút nước được; hay trường hợp nhiệt độ của đất quá thấp cũng xảy ra hạn sinh lý...

Hạn sinh lý nếu nghiêm trọng và kéo dài thì cũng tác hại như hạn đất và không khí. Nếu hạn đất kết hợp với hạn không khí thì mức độ tác hại đối với cây còn tăng lên nhiều.

2. Tác hại của hạn đối với cây

2.1. Hệ thống keo nguyên sinh chất bị biến đổi mạnh

- Thay đổi các tính chất lý hoá của chất nguyên sinh: tăng độ nhớt chất nguyên sinh làm chậm các hoạt động sống, giảm mức độ phân tán, khả năng thủy hoá và tính đàn hồi của keo nguyên sinh chất...

- Thay đổi đặc tính hoá keo từ trạng thái sol rất linh động, thuận lợi cho các hoạt động sống sang trạng thái coaxecva hoặc gel kém linh động, cản trở các hoạt động sống...

2.2. Quá trình trao đổi chất

Lúc thiếu nước sẽ bị đảo lộn từ hoạt động tổng hợp là chủ yếu, khi đủ nước chuyển hướng sang phân giải khi thiếu nước. Quá trình phân giải quan trọng

nhất là phân giải protein và axit nucleic. Kết quả là giải phóng và tích lũy NH_3 gây độc cho cây và có thể làm cây chết.

2.3. Hoạt động sinh lý bị kìm hãm

- Thiếu nước sẽ ức chế hoạt động quang hợp do khí khổng đóng nên thiếu CO_2 , lục lạp có thể bị phân huỷ, ức chế sự tổng hợp diệp lục, lá bị héo và khô chết làm giảm diện tích quang hợp, sự vận chuyển sản phẩm quang hợp ra khỏi lá và về cơ quan dự trữ bị tắc nghẽn...

- Thiếu nước ban đầu sẽ làm tăng hô hấp vô hiệu, về sau giảm hô hấp nhanh, hiệu quả sử dụng năng lượng của hô hấp rất thấp vì hô hấp sản sinh nhiệt là chính.

- Hạn làm mất cân bằng nước trong cây: lượng nước thoát ra lớn hơn lượng nước hấp thu vào cây làm cho cây bị héo.

- Dòng vận chuyển vật chất trong cây bị ức chế rất mạnh. Sự hút chất khoáng giảm do tốc độ dòng thoát hơi nước giảm. Thiếu nước sẽ kìm hãm tốc độ vận chuyển chất đồng hoá về các cơ quan dự trữ và có thể có hiện tượng "chảy ngược dòng" các chất đồng hoá từ các cơ quan dự trữ về các cơ quan dinh dưỡng. Kết quả là làm giảm năng suất kinh tế của cây trồng...

2.4. Quá trình sinh trưởng và phát triển bị kìm hãm

- Ức chế sinh trưởng:

Thiếu nước thì đỉnh sinh trưởng không tiến hành phân chia được, quá trình dẫn của tế bào bị ức chế làm cho cây sinh trưởng chậm. Do đó, nước được xem là yếu tố rất nhạy cảm trong sự sinh trưởng của tế bào. Trong trường hợp cần ức chế sinh trưởng không cần thiết của cây, như lúc cây có nguy cơ bị lốp thì ta có thể tạo điều kiện khô hạn để ức chế sự dẫn kéo dài của tế bào, ức chế sinh trưởng chiều cao. Ví dụ, ta có thể rút nước phơi ruộng cho lúa vào giai đoạn đứng cái, là lúc phần lớn các tế bào đang tập trung dẫn...

- Ức chế ra hoa kết quả:

Thiếu nước ảnh hưởng đến quá trình phân hoá hoa và đặc biệt là quá trình thụ tinh. Khi gặp hạn, hạt phấn không nảy mầm, ống phấn không sinh trưởng được, sự thụ tinh không xảy ra và hạt sẽ bị lép, giảm năng suất nhiều...

3. Bản chất của cây thích nghi và chống chịu khô hạn

3.1. Tránh hạn (trốn hạn)

- Những thực vật này thường sống ở những sa mạc khô hạn, có thời gian mưa rất ngắn trong năm. Đây là những thực vật có thời gian sinh trưởng rất ngắn, gọi là

các cây đoản sinh. Hạt của chúng nảy mầm ngay khi bắt đầu có mưa, đất còn ẩm. Sau đó, chúng sinh trưởng và phát triển rất nhanh chóng, hình thành hạt rồi chết trước khi mùa khô đến. Hạt của chúng chịu hạn rất tốt vì có thời gian ngủ nghỉ rất dài suốt mùa khô, đợi đến mùa mưa năm sau lại nảy mầm.

- Nói chung, những thực vật này không có những đặc trưng chống chịu hạn thực sự mà nó chỉ có chu kỳ sống quá ngắn ngủi nên tránh được hạn và có đặc tính phát triển dẻo dai. Nghiên cứu sâu về các thực vật đoản sinh người ta nhận thấy chúng có hai nhóm: Một nhóm nhờ nước mưa về mùa đông thường có dạng lá hình hoa thị để tăng khả năng nhận ánh sáng yếu hơn trong mùa đông và có con đường quang hợp C_3 ; còn nhóm khác nhờ nước mưa mùa hè và chúng có con đường quang hợp C_4 để tăng khả năng quang hợp và tích lũy.

- Trong công tác chọn giống cây trồng chống chịu hạn, các nhà chọn giống quan tâm nhiều đến tính chín sớm, có thời gian sinh trưởng ngắn. Với các giống chín sớm, ta có thể bố trí thời vụ để tránh được thời kỳ hạn nặng trong năm. Thực tế thì các giống chín sớm cũng có khả năng chống hạn tốt hơn các giống khác.

3.2. Giảm khả năng mất nước

Giảm sự mất nước với các cây trồng cũng là đặc trưng thích ứng với khô hạn. Có nhiều cách mà các thực vật chịu hạn có được là:

- Đặc tính quan trọng nhất là đóng khí khổng để giảm sự thoát hơi nước khi gặp hạn. Khí khổng của những thực vật chịu hạn này thường rất nhạy cảm với thiếu nước. Các thực vật loại này thường sống ở sa mạc và thường là các thực vật CAM nên có xu hướng mở khí khổng vào ban đêm để nhận CO_2 . Các cây xương rồng ở sa mạc có thể đóng khí khổng liên tục trong thời gian rất dài nếu sức hút nước của đất quá lớn. Ví dụ như sau 7 tháng không có mưa thì sức hút nước của cây chỉ tăng 1 - 6 atm, trong khi đó sức hút nước của đất tăng 90atm. Các nghiên cứu của Viện lúa Quốc tế IRRI cho thấy, mức độ đóng khí khổng của lúa cạn cao hơn nhiều so với lúa nước.

- Các thực vật chống chịu hạn thường có tầng cutin dày hơn để giảm lượng nước bay hơi qua cutin.

- Giảm sự hấp thu năng lượng ánh sáng mặt trời bằng cách vận động lá theo hướng song song với tia sáng tới để nhận năng lượng ít nhất, nhất là vào ban trưa hoặc có thể cuộn lá lại hay cụp lá xuống.

- Giảm diện tích lá để giảm bề mặt bay hơi nước. Lá của nhiều thực vật có thể biến thành gai như xương rồng. Lá của chúng thường sinh trưởng rất chậm

khi thiếu nước. Lá rất nhạy cảm với thiếu nước nên một số lá bị rụng đi hay khô chết đi để giảm bề mặt bay hơi nước...

3.3. Duy trì khả năng hấp thu nước

- Có hệ rễ phát triển rất mạnh và phân bố sâu xuống mạch nước ngầm để lấy nước. Số lượng và mật độ rễ cũng rất cao và tỷ lệ rễ/thân lá cao hơn nhiều, nhất là khi chúng gặp hạn.

- Về giải phẫu thì chúng có số lượng và đường kính mạch dẫn tăng lên để tăng khả năng vận chuyển nước lên thân lá.

- Tăng áp suất thẩm thấu và sức hút nước của mô bằng khả năng điều chỉnh thẩm thấu của các thực vật này. Các chất điều chỉnh thẩm thấu có thể là muối kali, axit hữu cơ, đường... tùy theo loại cây trồng. Khả năng điều chỉnh thẩm thấu (tự làm tăng áp suất thẩm thấu) là đặc tính quan trọng nhất của thực vật chống chịu hạn.

Chính nhờ các đặc điểm mang tính bản chất của các cây thích nghi và chống chịu hạn mà giúp cây lấy được nước có hiệu quả nhất, trong điều kiện cung cấp nước rất khó khăn.

3.4. Duy trì tính nguyên vẹn về cấu trúc và chức năng sinh lý của tế bào

- Đặc điểm chung nhất của thực vật chống chịu hạn là trong điều kiện thiếu nước, chất nguyên sinh của tế bào vẫn giữ được nguyên vẹn mà không bị thương tổn về cấu trúc và chức năng. Hệ thống màng không bị tổn thương nên không rò rỉ các chất ra ngoài, các bào quan vẫn duy trì cấu trúc và chức năng của chúng.

- Độ nhớt và tính đàn hồi duy trì ở mức cao. Các protein và enzym bền vững, không bị biến tính và không bị phân huỷ lúc thiếu nước...

3.5. Các hoạt động trao đổi chất và sinh lý vẫn duy trì được mà không bị đảo lộn khi gặp hạn

Quá trình sinh trưởng và phát triển cũng như việc hình thành năng suất được tiến hành ở mức độ khác nhau, tùy theo khả năng chống chịu hạn của chúng. Năng suất của các cây trồng giảm nhiều hay ít tùy theo mức độ hạn và khả năng chống chịu hạn của chúng...

4. Vận dụng vào sản xuất

Hạn là yếu tố hạn chế năng suất cây trồng quan trọng sau sâu bệnh hại. Để hạn chế tác hại của hạn, có hai chiến lược cơ bản đặt ra là:

- Làm tăng khả năng sản xuất của cây trồng bằng các biện pháp kỹ thuật cải tiến trong điều kiện bị hạn.

- Chọn tạo giống cây trồng có khả năng cho năng suất cao trong điều kiện bị hạn.

4.1. Cải lương giống cây trồng

- Thanh lọc nhanh chóng các giống cây trồng có các đặc điểm chịu hạn. Mục đích là chọn ra các vật liệu khởi đầu cho công tác chọn tạo giống chống chịu hạn. Đây là công việc rất phức tạp vì số lượng các giống dòng đưa vào thanh lọc là rất lớn.

Viện lúa IRRI năm 1973 đã đưa vào thanh lọc một quần thể gồm 7000 giống, dòng lúa có mức độ phản ứng với nước rất khác nhau.

Người ta dựa vào các chỉ tiêu khác nhau để thanh lọc. Chẳng hạn như dựa vào thời gian sinh trưởng ngắn để chọn giống trốn hạn, hoặc dựa vào các đặc điểm về hình thái, giải phẫu hay các chỉ tiêu sinh lý liên quan đến tính chống chịu hạn... Cũng có thể người ta tạo điều kiện khô hạn nhân tạo rồi đánh giá khả năng sống sót và phục hồi sau hạn của chúng...

- Chọn lọc và lai tạo giống là công tác tiếp theo của các nhà chọn tạo giống:

+ Người ta có thể đưa các giống đã thanh lọc được vào tập đoàn khảo nghiệm trong điều kiện sản xuất, thử thách chúng ở các vùng khô hạn để chọn ra các giống chống chịu hạn.

+ Các nhà tạo giống tiến hành lai các vật liệu chọn được có định hướng, để tạo ra giống mới mang đặc tính chống chịu hạn mong muốn cho sản xuất.

- Có thể sử dụng công nghệ sinh học trong công tác tạo giống chống chịu hạn là một hướng nghiên cứu hiện đại:

+ Bằng công nghệ chuyển gen chống hạn vào cây trồng, ta có thể nhanh chóng tạo giống chống hạn lý tưởng. Tuy nhiên, đây là hướng tạo giống tương lai ở nước ta.

+ Hiện nay, người ta có thể sử dụng công nghệ tế bào trong công tác tạo giống chịu hạn, bằng phương pháp chọn dòng tế bào có khả năng chống chịu hạn rồi tái sinh cây bằng nuôi cấy in vitro. Các cây này có đặc tính chống chịu hạn.

Viện Công nghệ sinh học đã sử dụng phương pháp thối dòng không khí khô nóng vào mô nuôi cấy rồi chọn lọc mô sống sót và tái sinh cây trong ống nghiệm. Sau đó, người ta chọn lọc rồi đưa khảo nghiệm trong sản xuất để chọn ra giống chống chịu hạn. Bằng công nghệ đó mà họ đã chọn ra được một số giống lúa chống hạn đang được trồng trong sản xuất (DR1, DR2...).

4.2. Biện pháp tăng tính chịu hạn cho cây trồng

- Phương pháp tẩm hạt giống của Ghenken: ngâm ướt hạt giống rồi phơi khô kiệt và lặp lại nhiều lần trước khi gieo. Cây mọc lên có khả năng chịu hạn...

- Xử lý các nguyên tố vi lượng như Cu, Zn, Mo... bằng cách xử lý hạt trước khi gieo hoặc phun lên cây ở giai đoạn sinh trưởng nhất định cũng có khả năng tăng tính chịu hạn cho cây.

- Sử dụng một số chất có khả năng làm giảm thoát hơi nước, tăng hiệu quả sử dụng nước. Các chất này thường là axit usnic, usnat amon, axetat phenyl đồng... Thực nghiệm bón 12,5kg axit usnic/ha đã làm tăng năng suất đậu đỗ lên 37,7%, của kê là 34%, của lúa mì là 18% và tăng năng suất dưa hấu là 26% so với đối chứng không bón.

III. TÍNH CHỐNG CHỊU NÓNG CỦA THỰC VẬT

1. Tác hại của nhiệt độ cao đối với cây

1.1. Giới hạn nhiệt độ cao bị hại

- Với vùng nhiệt đới, đa số thực vật có giới hạn nhiệt độ trên là 45°C. Vượt quá nhiệt độ này thì thực vật sẽ chết. Nói chung, chúng chỉ tồn tại ở 45 - 55°C trong 1 - 2 giờ. Các thực vật ôn đới thì giới hạn trên là 35 - 40°C. Với nhiệt độ này chúng sinh trưởng rất kém và năng suất thấp. Còn vượt quá nhiệt độ này, các cây ôn đới sẽ chết.

- Các mô khác nhau chịu nhiệt độ cao khác nhau. Chẳng hạn, hạt phơi khô đang ngủ nghỉ có thể chịu được nhiệt độ lên đến 100°C trong thời gian ngắn. Các mô quả thường chịu nhiệt độ cao hơn các mô khác.

1.2. Triệu chứng cây bị hại và thương tổn ở nhiệt độ cao

- Với các cây con, triệu chứng bị hại giống như triệu chứng nhiễm nấm bệnh gây thối nhũn cây và thường gặp ở cây lanh, lúa mạch, lúa mì, đậu đỗ...

- Lá bị hại: biểu hiện bị hại ở lá là lá thường mất màu hay có thể bị biến dạng, các mép lá bị hỏng và vết hoại thư lan ra toàn lá như ở khoai tây, rau diếp, bắp cải...

- Nguyên nhân cây chết ở nhiệt độ cao trước hết và quan trọng nhất là protein bị biến tính, bị phân huỷ giải phóng NH_3 gây độc amon cho cây. Việc giảm hàm lượng N - protein, tích lũy amoniac và tích lũy N - phiprotein có thể coi là nguyên nhân quan trọng dẫn đến thương tổn và làm chết cây.

- Hệ thống màng bị thương tổn: do sự biến tính của protein mà làm mất hoạt tính của hệ thống màng sinh học và hệ thống enzym. Sự thương tổn màng dẫn đến hiện tượng rò rỉ các chất ra ngoài tế bào, phá huỷ chức năng bình thường của hệ thống màng. Hoạt động trao đổi chất bị rối loạn, quá trình phân huỷ ưu thế...

- Các hoạt động sinh lý của cây khi gặp nhiệt độ cao đều rối loạn như ức chế quang hợp vì lục lạp và diệp lục bị phân huỷ, hô hấp vô hiệu, mất cân bằng trong trao đổi nước...

Do đó, quá trình sinh trưởng và phát triển của cây bị ức chế, nhất là quá trình thụ tinh không xảy ra bình thường làm hạt lép và giảm năng suất...

Ví dụ về tác hại của nhiệt độ cao với cây lúa: Trong giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng, khi cây gặp nhiệt độ cao thì chóp lá trắng, lá chuyển sang vàng với các vết trắng lốm đốm, đẻ nhánh rất kém. Còn trong giai đoạn trổ hoa và nở hoa, nhiệt độ cao ảnh hưởng đến thụ tinh và vào chắc của hạt thóc, làm tăng tỷ lệ hạt lép và lửng. Yoshida đã xác định nhiệt độ tới hạn đối với lúa là nhiệt độ mà số hoa thụ tinh giảm xuống dưới 80%. Ví dụ như giống NN₂₂ có nhiệt độ tới hạn là 36,5°C, IR 747-B2-6 là 35°C, BKN 6624-46-2 là 32°C...

2. Bản chất của thực vật thích nghi và chống chịu nóng

2.1. Khả năng tránh nóng

- Phản xạ các tia sáng tới của mặt trời để giảm nhiệt độ đốt nóng cây. Các thực vật sống ở sa mạc thường có khả năng phản xạ ánh sáng của lá nhiều nhất. Các thực vật này có thể phản xạ đến 70% tia hồng ngoại, là tia sáng chủ yếu đốt nóng cây

- Vận động quay bản lá tránh vuông góc với tia sáng tới để tiếp nhận ánh sáng ít nhất, nhất là vào những giờ ban trưa.

- Thoát hơi nước mạnh để giảm nhiệt độ bề mặt lá. Sự thoát hơi nước có thể giảm nhiệt độ của lá đến 30%, giúp cho lá khỏi bị thương tổn vì nhiệt độ cao và quá trình quang hợp có thể thực hiện được.

2.2. Cấu trúc nguyên sinh chất, đặc biệt cấu trúc của hệ thống màng sinh học bền vững

Không bị thương tổn khi gặp nhiệt độ tăng cao của môi trường. Các cây chống chịu nóng có tỷ lệ axit béo bão hoà/axit béo chưa bão hoà cao hơn nhiều

so với thực vật khác. Các axit béo bão hoà có thể bảo vệ cho protein cấu trúc membran không bị biến tính, làm ổn định cấu trúc của màng...

2.3. Hàm lượng nước liên kết

Trong cây, nước rất có ý nghĩa đối với tính chống nóng của cây. Hàm lượng nước liên kết cao giúp bảo vệ cho keo nguyên sinh chất không bị biến tính.

Những cây xương rồng sống ở sa mạc có hàm lượng nước liên kết rất cao, bằng 2/3 lượng nước có trong cây nên khả năng chống chịu nóng rất tốt.

2.4. Các quá trình trao đổi chất và các hoạt động sinh lý

Vấn duy trì được, không bị đảo lộn do cấu trúc nguyên vẹn của màng và hệ thống chất nguyên sinh vẫn duy trì ở nhiệt độ cao.

- Các protein khá bền vững nên không bị phân huỷ ở nhiệt độ cao như các thực vật mẫn cảm nhiệt độ, tránh được nguyên nhân quan trọng gây chết ở nhiệt độ cao.

- Quá trình quang hợp vẫn duy trì ở nhiệt độ cao vì lục lạp và diệp lục không bị phân huỷ. Các thực vật bình thường có tồn tại *điểm bù nhiệt độ*. Đó là nhiệt độ tại đó có cường độ quang hợp cân bằng cường độ hô hấp. Trên điểm bù nhiệt độ, cây đói dinh dưỡng và sẽ chết. Với các thực vật chịu nóng, do khả năng duy trì quang hợp tốt ở nhiệt độ cao nên ta không phát hiện được điểm bù nhiệt độ của chúng. Đây cũng là cơ chế giúp cây chống chịu nóng.

- Các hoạt động sinh lý khác như quá trình trao đổi nước, dinh dưỡng khoáng, vận chuyển vật chất trong cây... vẫn duy trì được mà không bị gián đoạn.

Tuỳ theo mức độ nóng và khả năng chống chịu của chúng với nhiệt độ cao mà năng suất thu hoạch có thể giảm nhiều hay ít...

3. Vận dụng vào sản xuất

- Có thể xử lý cho cây để làm tăng khả năng chịu nóng khi gặp nhiệt độ cao như biện pháp tẩm hạt giống của Ghenken, xử lý bằng các nguyên tố vi lượng như Zn, Cu, B... hoặc một số axit hữu cơ để giải độc amôn trong điều kiện protein phân huỷ ở nhiệt độ cao (axit malic, axit xitric...).

- Chọn tạo giống chống chịu nóng để đưa vào trồng ở các vùng thường xuyên có nhiệt độ cao. Công việc đầu tiên là thanh lọc nhanh chóng để chọn ra các vật liệu khởi đầu có một số đặc tính chịu nóng. Tiếp theo là lai tạo giống có định hướng để tạo ra các giống mới có khả năng chống chịu nóng. Các giống này sẽ được khảo nghiệm trong sản xuất trước khi trở thành giống quốc gia...

IV. TÍNH CHỐNG CHỊU LẠNH CỦA THỰC VẬT

1. Tác hại của nhiệt độ thấp đối với cây

1.1. Giới hạn nhiệt độ thấp bị hại

- Đa số các thực vật nhiệt đới có giới hạn nhiệt độ bị hại là 10 - 12°C. Dưới nhiệt độ đó, các cây trồng có thể chết. Chẳng hạn như cây bông chết ở 3°C, cây ca cao chết ở 8°C, mạ xuân 3 lá chết ở 10°C... Các thực vật nhiệt đới mẫn cảm với nhiệt độ thấp hơn nhiều so với thực vật ôn đới. Các cây trồng ôn đới có nhiệt độ thấp gây hại khoảng 0 - 5°C. Tuy nhiên, nhiều thực vật qua được mùa đông trong điều kiện tuyết phủ và đóng băng. Cây thông có thể tồn tại suốt mùa đông ở - 40°C nhưng chúng chết vào mùa hè khi nhiệt độ hạ xuống 1 - 2°C... vì trong mùa đông, chúng ở trong tình trạng ngủ nghỉ nên có khả năng chịu lạnh tốt hơn...

- Tác hại của lạnh còn phụ thuộc vào giai đoạn sinh trưởng của cây. Theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Quang Thạch và Hoàng Minh Tấn thì tính mẫn cảm đối với nhiệt độ của cây mạ tăng dần từ nứt nanh, nảy mầm, 1 lá, 2 lá và 3 lá. Cây mạ ở giai đoạn 3 lá dễ chết rét nhất vì đây là giai đoạn cây chuyển từ dị dưỡng (nhờ dinh dưỡng của hạt) sang tự dưỡng (tự quang hợp). Từ giai đoạn 4 lá trở đi thì tính chịu rét của mạ tăng dần. Tuy nhiên, giai đoạn ra hoa và trở bông của cây lúa rất mẫn cảm với nhiệt độ thấp. Thực vật ở trạng thái ngủ nghỉ có khả năng chịu lạnh tốt nhất.

1.2. Hệ thống chất nguyên sinh bị thương tổn

- Độ nhớt chất nguyên sinh tăng mạnh khi gặp lạnh làm cản trở các hoạt động sống xảy ra trong tế bào.

- Hệ thống màng sinh học trong chất nguyên sinh bị thương tổn. Đây có thể xem là biến đổi quan trọng nhất có thể gây ra sự chết cho cây. Đối với các thực vật kém chịu lạnh, nhiệt độ hạ thấp làm thay đổi trạng thái của màng từ trạng thái lỏng rất linh động, hoạt động sống mạnh, chuyển sang trạng thái đông đặc lại (trạng thái rắn - gel) kém linh động và không duy trì hoạt động bình thường. Nhiệt độ mà tại đó trạng thái màng chuyển từ lỏng sang rắn gọi là *nhiệt độ chuyển pha*. Mỗi thực vật có một nhiệt độ chuyển pha nhất định. Với thực vật mẫn cảm nhiệt độ thì nhiệt độ chuyển pha khoảng 10 - 12°C. Các thực vật chịu lạnh thì nhiệt độ chuyển pha thấp hơn nhiều. Dưới nhiệt độ chuyển pha thì cấu trúc màng bị phá huỷ và cũng phá huỷ các quá trình trao đổi chất, năng lượng trong tế bào và trong cây.

Thành phần lipit cấu trúc màng có ý nghĩa quan trọng quyết định tính bền vững của màng. Với thực vật kém chịu lạnh thì thành phần photpholipit - serin ưu thế hơn photpholipit - colin và ngược lại.

1.3. Các hoạt động sinh lý bị ức chế mạnh

- Quang hợp bị giảm mạnh vì lục lạp và diệp lục bị phá hủy, sản phẩm quang hợp ứ đọng trong lá...
- Hô hấp bị ức chế nên thiếu năng lượng cho hoạt động sống và chống rét.
- Cân bằng nước phá hủy, cây mất cân bằng nước dẫn đến hạn sinh lý và bị héo. Nhiều cây trồng khi nhiệt độ hạ thấp dưới 10°C thì bị héo và chết...
- Dòng vận chuyển chất hữu cơ bị kìm hãm, làm giảm năng suất kinh tế...

1.4. Quá trình sinh trưởng phát triển và hình thành năng suất bị ức chế mạnh

- Lạnh làm chậm sự nảy mầm của hạt, chậm sinh trưởng, giảm khả năng đẻ nhánh, kéo dài thời gian sinh trưởng...
- Hạt phấn không nảy mầm, ống phấn không sinh trưởng được nên thụ tinh không thực hiện được, hạt lép và giảm năng suất nghiêm trọng.

Tuỳ theo mức độ giảm nhiệt độ và khả năng chịu lạnh mà năng suất giảm nhiều hay ít. Vì vậy, nếu cây trồng ra hoa kết quả mà gặp rét thì năng suất giảm nhiều, có khi không có thu hoạch.

Nông dân ta có câu ca dao:

“Đói thì ăn ráy, ăn khoai

Đừng thấy lúa trở tháng hai mà mừng”.

Lúa trở gặp rét thì không thể thụ tinh được, tỷ lệ lép tăng lên (Tháng hai vẫn còn nhiều đợt rét đậm).

2. Bản chất của thực vật thích nghi và chống chịu lạnh

2.1. Hệ thống màng của tế bào nguyên vẹn và bền vững

Đây là đặc tính có tính chất quyết định cho tính chống chịu của cây với nhiệt độ hạ thấp. Các thực vật chống chịu lạnh có cấu trúc của màng bền vững theo hướng thay đổi các thành phần lipit trong màng. Việc tăng hàm lượng của các photpholipit - colin và giảm các chất steroid đã làm cho màng bền vững hơn, hạ thấp được nhiệt độ đối pha từ pha lỏng sang pha rắn của màng nên khả năng chống chịu của cây tốt hơn. Do ở nhiệt độ thấp, màng vẫn ở trạng thái lỏng mà không bị đông kết nên các chức năng của màng vẫn tiến hành bình thường, đặc biệt các ion và các chất khác không thấm ra khỏi rễ vào đất.

2.2. Sự tăng hàm lượng axit abxixic (ABA)

- Sự tăng hàm lượng ABA trong các thực vật chống chịu lạnh cũng là một cơ chế chống chịu của cây. Các cơ quan đang ngủ nghỉ có hàm lượng ABA rất cao nên có khả năng chịu lạnh rất tốt. Vì vậy, các thực vật ôn đới trước khi vào đông, chúng rụng lá và tích lũy ABA để bước vào giai đoạn ngủ nghỉ đông. Chúng có thể tồn tại suốt mùa đông ở nhiệt độ rất thấp (âm 30 - 40°C), trong khi đó chúng có thể chết ở mùa hè khi nhiệt độ xuống 1 - 2°C.

- Bản chất tác động của ABA lên tính chống lạnh có liên quan đến cấu trúc màng. ABA tăng cường tổng hợp các photpholipit - colin và ức chế tổng hợp các steroid và do đó mà làm giảm tỷ lệ steroid/photpholipit - colin, giảm tính nhạy cảm của màng với nhiệt độ thấp

Bảng 9.1. Ảnh hưởng của ABA lên tỷ lệ steroid/photpholipit - colin trong lá lúa mì, đậu cô ve và ngô (Farkas, 1981)

Nồng độ		Steroid/photpholipit - colin tự do	
Lúa mì	ABA (mol)	Đậu cô ve	Ngô
0,30	0	6,33	2,70
0,15	10^{-7}	4,03	1,28
0,04	10^{-4}	2,10	0,30

- Việc xử lý CCC (Clo Colin Clorit) đã ức chế tổng hợp gibberelin và các chất steroid, vì giai đoạn đầu của sự tổng hợp ở cả hai chất này là như nhau. Đây là cơ sở tác động lên tính chịu lạnh của CCC, nó vừa ức chế sinh trưởng chiều cao, vừa thay đổi cấu trúc của màng.

2.3. Các hoạt động trao đổi chất vẫn duy trì tốt trong điều kiện lạnh

Do cấu trúc màng không bị thương tổn, các protein và hệ thống enzym ít mất cảm với nhiệt độ nên keo nguyên sinh chất không bị biến tính, không bị phân hủy như các thực vật không chịu lạnh.

2.4. Các hoạt động sinh lý quan trọng trong cây chống chịu lạnh vẫn diễn ra bình thường trong điều kiện lạnh

- Quang hợp vẫn tiến hành tốt trong điều kiện lạnh vì lục lạp và diệp lục không bị phá hủy.

- Hô hấp có bị giảm nhưng hiệu quả năng lượng vẫn bảo đảm tốt.
- Các quá trình sinh lý khác trong cây chịu lạnh như trao đổi nước, chất khoáng, vận chuyển vật chất trong cây không bị ức chế nhiều...
- Kết quả là cây vẫn sinh trưởng và phát triển bình thường khi gặp lạnh. Quá trình thụ tinh vẫn diễn ra nên vẫn cho năng suất thu hoạch trong điều kiện lạnh. Tuy theo nhiệt độ hạ thấp và khả năng chống chịu của cây trồng mà năng suất giảm nhiều hay ít. Các thực vật chống chịu lạnh tốt thì mức độ giảm năng suất là không đáng kể.

3. Vận dụng vào sản xuất

Các hiểu biết về cơ chế chống chịu lạnh của cây trồng giúp cho ta đề xuất các biện pháp nhằm tăng cường khả năng chịu lạnh của chúng và chọn tạo các giống cây trồng có khả năng chống chịu lạnh.

3.1. Luyện hạt giống

Người ta xử lý hạt giống ở nhiệt độ thấp trong thời gian nhất định trước khi gieo có thể làm cho cây chịu được nhiệt độ thấp. Có lẽ dưới tác dụng của nhiệt độ thấp, cây có khả năng tích lũy các chất thuận lợi cho việc giảm nhiệt độ chuyển pha của membran.

Xử lý nhiệt độ thấp cho cà chua 11 ngày đã làm cây con không chết rét, trong khi đối chứng không xử lý nhiệt độ thấp bị chết trên 60%...

3.2. Xử lý hoá học

- Xử lý các chất retardant như CCC, AMO 1618 (piperidin cacboxilat) và cả etanolamin đã làm thay đổi cấu trúc của màng, tăng cường tổng hợp các chất photpholipit - colin, giảm các chất steroid nên giảm được nhiệt độ chuyển pha có thể gây chết, tăng tính chống chịu lạnh. Do đó, biện pháp xử lý CCC là biện pháp phổ biến vừa tăng khả năng chống đổ, vừa tăng tính chống lạnh cho cây trồng.

- Có thể xử lý một số nguyên tố vi lượng như Cu, Zn, Mo... hoặc nitơ, kali cũng có khả năng tăng tính chịu lạnh cho các cây trồng. Chúng có tác động vào tính chất lý hoá của chất nguyên sinh theo hướng tăng tính chịu lạnh. Ví dụ như xử lý sulphat amon 0,25% cho bông đã làm tăng tính chịu lạnh và tăng năng suất 4 - 5 tạ/ha. Xử lý hạt giống bằng supe photphat và tro bếp (20g supe photphat + 20g tro bếp hoà trong 1 lít nước rồi ngâm hạt trong 1 ngày) cũng tăng tính chống chịu lạnh cho cây.

Người ta thường bón tro bếp để tăng tính chống rét cho mạ xuân, có lẽ trong tro bếp chứa rất nhiều kali. Nhiệt độ thấp sẽ làm tăng độ nhớt chất nguyên sinh và cản trở các hoạt động sống nên cây chết rét. Kali trong tro bếp sẽ làm giảm độ nhớt về mức bình thường nên cây có thể qua được rét.

3.3. Biện pháp cải lương giống cây trồng

Việc chọn tạo giống có khả năng chống chịu nhiệt độ thấp là một hướng quan trọng của các nhà chọn tạo giống cây trồng.

- Trước hết, người ta tiến hành thanh lọc nhanh chóng để chọn lọc ra các vật liệu khởi đầu có các đặc tính chống chịu lạnh ở các mức độ khác nhau...

- Công việc tiếp theo là đưa chúng ra khảo nghiệm và đánh giá trong sản xuất, thử thách với điều kiện lạnh để chọn ra các giống có khả năng chống chịu lạnh và năng suất cao, ổn định trong điều kiện lạnh. Bằng phương pháp lai tạo các vật liệu đó với nhau có định hướng, các nhà tạo giống có thể tạo được các giống mới có đặc tính chống chịu lạnh tốt để đưa vào trồng ở các vùng luôn có nhiệt độ thấp...

V. TÍNH CHỐNG CHỊU MẶN CỦA THỰC VẬT

1. Đất nhiễm mặn

Cây cần thiết hút các chất khoáng tan trong đất để cung cấp cho các hoạt động sống của cây. Tuy nhiên, nếu hàm lượng muối tan dư thừa trong đất mà người ta gọi là đất mặn thì sẽ gây ức chế đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cây. Thành phần các ion khoáng gây mặn cho đất thường là Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{+++} , Cl^- , SO_4^{--} , Al^{+++} , Fe^{++} ..., trong đó muối NaCl là thành phần chính gây mặn cho đất.

Đất mặn thường phân bố ở dọc theo bờ biển nên đất bị nhiễm mặn NaCl của nước biển. Ngoài ra, còn có các đất phèn, do hàm lượng nhôm và sắt trong đất quá cao như nhiều vùng ở đồng bằng sông Cửu Long. Nói chung đất mặn thường kèm theo chua (độ pH thấp) nên thường gọi là đất chua mặn. Hai tác nhân chua và mặn đều ảnh hưởng xấu đến cây.

Năm 1980, Viện Quy hoạch và thiết kế Nông nghiệp đã công bố kết quả điều tra đất mặn ở Việt Nam với diện tích là 991202 ha, chiếm 3% đất tự nhiên của cả nước. Nguyên nhân mặn chủ yếu là muối NaCl . Nhiều diện tích đất mặn ven biển chưa khai thác tốt vì chưa có các giống cây trồng thích ứng và chống chịu mặn, một số giống được trồng có khả năng chịu mặn tốt thì lại có năng suất rất thấp.

Chính vì vậy mà việc nghiên cứu bản chất của tính chống chịu mặn để có biện pháp cải tạo đất mặn và khai thác tốt đất mặn hiện nay là vô cùng quan trọng.

2. Tác hại của mặn đối với cây

2.1. Gây hạn sinh lý

Việc dư thừa muối trong đất đã làm tăng áp suất thẩm thấu của dung dịch đất. Cây lấy được nước và chất khoáng từ đất khi nồng độ muối tan trong đất nhỏ hơn nồng độ dịch bào của rễ, tức áp suất thẩm thấu và sức hút nước của rễ cây phải lớn hơn áp suất thẩm thấu và sức hút nước của đất. Nếu độ mặn của đất tăng cao đến mức sức hút nước của đất vượt quá sức hút nước của rễ thì chẳng những cây không lấy được nước trong đất mà còn mất nước vào đất. Cây không hấp thu được nước, nhưng quá trình thoát hơi nước của lá vẫn diễn ra bình thường làm mất cân bằng nước, gây nên hạn sinh lý.

Việc tăng áp suất thẩm thấu trong đất mặn quá mức là nguyên nhân quan trọng nhất gây hại cho cây trồng trên đất mặn.

2.2. Mặn ảnh hưởng đến các hoạt động sinh lý của cây

- Sự trao đổi nước: mặn thường cản trở sự hấp thu nước của cây và có thể gây nên hạn sinh lý và cây bị héo lâu dài.

- Sự tổng hợp xytokinin bị ngừng vì rễ là cơ quan tổng hợp phytohormon này nên cây thiếu xytokinin, ảnh hưởng đến sinh trưởng của các cơ quan trên mặt đất.

- Sự hút khoáng của rễ cây bị ức chế nên cây thiếu chất khoáng. Do thiếu P nên quá trình photophoryl hoá bị kìm hãm và cây thiếu năng lượng.

- Sự vận chuyển và phân bố các chất đồng hoá trong mạch libe bị kìm hãm nên các chất hữu cơ tích lũy trong lá ảnh hưởng đến quá trình tích lũy vào cơ quan dự trữ...

- Sự dư thừa các ion trong đất gây nên sự rối loạn tính thấm của màng nên cây không thể kiểm tra được các chất đi qua màng, làm rò rỉ các ion ra ngoài rễ. Quá trình trao đổi chất, đặc biệt là trao đổi protein bị rối loạn dẫn đến tích lũy các axit amin và amit trong cây...

2.3. Kìm hãm sinh trưởng

Sự ức chế sinh trưởng của cây khi bị mặn là đặc trưng rõ rệt nhất. Trong đất mặn, các thực vật kém chịu mặn ngừng sinh trưởng do các chức năng sinh lý bị kìm hãm. Nồng độ muối càng cao thì kìm hãm sinh trưởng càng mạnh.

Cây lúa khi bị mặn có chiều cao bị giảm, đẻ nhánh rất kém, trổ muộn và chín cũng muộn. Cây lúa mẫn cảm nhất với mặn vào giai đoạn 1 - 2 lá và sau đó là giai đoạn trổ, còn ở giai đoạn chín thì mặn ảnh hưởng ít hơn...

Tùy theo mức độ mặn và khả năng chống chịu của cây mà chúng giảm, năng suất nhiều hay ít.

3. Bản chất của các thực vật có khả năng thích nghi và chống chịu mặn

3.1. Mức độ chống chịu mặn của các cây trồng

Các thực vật khác nhau có khả năng chống chịu rất khác nhau với độ mặn của môi trường. Người ta phân thành các mức độ chịu mặn của các cây trồng như sau:

- Các cây trồng chịu mặn yếu gồm ngô, nhiều giống lúa, đậu đỗ, khoai tây... Chúng thường bị chết khi nồng độ muối đạt đến 0,4%.

- Những cây trồng chịu mặn trung bình gồm cà chua, củ cải, bông... Các thực vật nhóm này có khả năng chịu được nồng độ muối 0,4 - 0,6%.

- Các cây trồng chịu mặn khá như củ cải đường, bầu bí, dưa hấu, một số giống lúa trên đất mặn, cói... có khả năng sống bình thường khi nồng độ muối trong đất đạt 0,7 - 1%. Trên đất mặn, chúng có khả năng cho năng suất tốt.

3.2. Các đặc điểm thích nghi về giải phẫu, hình thái

Mặn có thể làm thay đổi một số đặc tính của cây mà các đặc tính đó có thể cải thiện được cân bằng nước trong trường hợp đất mặn. Chúng có lá ít và nhỏ, giảm số lượng khí khổng, tăng độ mỏng nước, làm dày tầng cutin và sáp phủ trên lá, giảm sự hình thành mô dẫn, lignin hoá rễ sớm... Do sự sinh trưởng chậm của các bộ phận trên mặt đất nên giảm tỷ lệ thân lá/rễ. Tất cả các đặc điểm đó giúp cho cây giảm sự dẫn nước và thoát hơi nước để duy trì sự cân bằng nước trong điều kiện đất mặn.

3.3. Sự điều chỉnh thẩm thấu

Do áp suất thẩm thấu của cây thấp hơn của đất nên cây không hút được nước. Các thực vật chịu mặn có khả năng tự điều chỉnh thẩm thấu để làm tăng áp suất thẩm thấu trong tế bào vượt quá áp suất thẩm thấu của đất. Tốc độ và thời gian điều chỉnh thẩm thấu phụ thuộc vào loài thực vật. Người ta đo được tốc độ điều chỉnh thẩm thấu trung bình là 1atm/ngày. Tốc độ này chỉ theo kịp các biến đổi xảy ra trong đất mặn. Tùy thuộc vào thực vật mà có các cách điều chỉnh thẩm thấu khác nhau.

- Một số thực vật có khả năng tích lũy một lượng muối cao trong tế bào, chủ yếu là muối NaCl và có thể có cả K^+ ...

- Một số thực vật có khả năng tổng hợp và tích lũy một số chất hữu cơ đơn giản, có phân tử lượng thấp để tăng áp suất thẩm thấu. Các chất tích lũy chủ yếu là các axit hữu cơ, axit amin, các đường. Khi gặp môi trường mặn thì trong cây lập tức tổng hợp các chất hữu cơ nhóm này để tự điều chỉnh áp suất thẩm thấu của chính mình. Ngoài ra, các hợp chất prolin, betain, putressin cũng được hình thành khi bị mặn.

3.4. Hình thành các khoang chứa muối, tiết muối để giảm nồng độ muối có thể gây độc trong cây

- Các thực vật chịu mặn có khả năng hình thành nhiều tế bào đồng nhất gọi là các hạch muối. Chúng có nhiệm vụ thu gom muối ở các tế bào khác của lá và thân. Các túi muối hoạt động trong một thời gian ngắn rồi vỡ ra, tung muối ra mặt lá. Các túi muối khác được hình thành và tiếp tục thu gom muối. Nồng độ muối trong các túi muối cao gấp 60 lần so với các tế bào khác. Bằng cách này mà cây có thể duy trì nồng độ muối thấp trong lá.

- Một số thực vật hình thành các túi muối nhưng chỉ đóng vai trò "giảm giữ" muối mà không loại ra khỏi lá. Số lượng túi muối càng nhiều thì khả năng chịu mặn càng cao.

Cũng có một số thực vật tích lũy nhiều muối trong lá rồi khi lá chết đi, muối được loại ra khỏi cây...

4. Vận dụng vào thực tiễn sản xuất

4.1. Cải tạo đất mặn

- Đất mặn có hàm lượng muối cao nên việc giảm nồng độ muối trong đất bằng biện pháp thau chua rửa mặn là dễ áp dụng nhất. Người ta tháo nước ngọt vào ruộng để pha loãng nồng độ muối trong đất, làm cho áp suất thẩm thấu của dung dịch đất giảm xuống thấp hơn áp suất thẩm thấu của rễ cây. Nhờ vậy mà cây hút được nước và chất khoáng.

Chính vì vậy, biện pháp thủy lợi cho vùng đất phèn mặn là biện pháp hàng đầu để sử dụng có hiệu quả vùng đất này.

- Đất mặn ven biển thường có độ pH rất thấp. Do đó, biện pháp có hiệu quả nhất là sử dụng vôi và lân để cải tạo đất chua mặn, làm tăng độ pH trong đất và cải thiện được chế độ dinh dưỡng của đất mặn.

Các nghiên cứu của trường Đại học Nông nghiệp I cho thấy: bón vôi và lân trên đất mặn đã làm tăng năng suất lúa lên khoảng 18 - 25%.

- Với các vùng đất phèn như ở đồng bằng sông Cửu Long, người ta có biện pháp ép phèn, hạ phèn. Đào kênh rạch để hạ mực nước xuống thấp kéo theo phèn xuống dưới để giảm nồng độ sắt, nhôm di động trong tầng đất canh tác. Nếu không áp dụng biện pháp này thì khó mà canh tác được trên đất phèn.

4.2. Cải lương giống cây trồng chống chịu mặn

- Công việc trước tiên là phải thanh lọc nhanh chóng các giống cây trồng theo tiêu chí chịu mặn. Người ta sử dụng các chỉ tiêu đơn giản liên kết với tính chịu mặn. Viện lúa Quốc tế IRRI đã sử dụng phương pháp đếm số lá chết sau một tháng xử lý mặn NaCl 0,4% cho mạ. Dựa vào sự sai khác về tỷ lệ lá chết để đánh giá mức độ chịu mặn của các giống lúa. Cũng có thể sử dụng các chỉ tiêu khác như tỷ lệ nảy mầm, mức độ giảm chiều cao, sự điều chỉnh thẩm thấu... trong điều kiện bị mặn. Bằng phương pháp thanh lọc nhanh, người ta có thể chọn ra các vật liệu khởi đầu để tiến hành chọn tạo giống chống chịu mặn.

- Công việc tiếp theo là đưa các giống đã thanh lọc ra khảo nghiệm trên đồng ruộng có độ mặn khác nhau để chọn ra các giống chịu mặn ở các mức độ khác nhau.

- Các nhà chọn tạo giống tiến hành lai tạo giữa các vật liệu chọn lọc để tạo ra các giống cây trồng mới có khả năng chống chịu mặn để đưa vào trồng ở các vùng đất mặn. Đây là công việc phức tạp và lâu dài mà các nhà tạo giống phải tiến hành để sử dụng có hiệu quả diện tích đất mặn rộng lớn ở nước ta.

- Có thể sử dụng các phương pháp của công nghệ sinh học trong tạo giống cây trồng nói chung và giống chống chịu mặn nói riêng. Việc đơn giản nhất là chọn dòng tế bào chịu mặn rồi nhân in vitro để tạo ra giống chịu mặn. Người ta xử lý tế bào trong dung dịch muối có nồng độ khác nhau rồi chọn các tế bào sống sót để tái sinh cây và nhân chúng. Các cây tái sinh từ chọn dòng tế bào chịu mặn có các đặc tính chống chịu mặn.

Tương lai, bằng công nghệ chuyển gen chống chịu mặn vào cây trồng ta có thể tạo ra các giống có khả năng chống chịu mặn có định hướng và ổn định.

VI. TÍNH CHỐNG CHỊU ỨNG CỦA CÂY TRỒNG

1. Tác hại của ngập nước đối với cây trồng

- Ứng là hiện tượng thừa nước đối với cây trồng. Đây là trường hợp khá phổ biến ở nước ta. Có nhiều mức độ ứng khác nhau: Những vùng trũng bị ngập ứng quanh năm, nhưng có những vùng chỉ ngập ứng vào mùa mưa nhiều

và cũng có trường hợp úng tạm thời sau các trận mưa to... Dù ở mức độ nào thì úng cũng gây ra tác hại ở các mức độ khác nhau đối với các cây trồng.

- Tác hại cơ bản là khi ngập nước, các mao quản đất được lấp đầy nước, không khí bị đuổi ra khỏi các mao quản và do đó đất hoàn toàn thiếu oxi. Do đất thiếu oxi nên rễ cây hô hấp yếm khí, không đủ năng lượng cho việc hút nước và hút khoáng. Đây cũng là một trường hợp xảy ra hạn sinh lý cho cây trồng ảnh hưởng đến các hoạt động sinh lý và năng suất. Tùy theo mức độ ngập úng và giai đoạn sinh trưởng khác nhau mà tác hại của úng đối với cây trồng khác nhau. Ví dụ như cây lúa khi ngập úng 25% chiều cao thì năng suất giảm 18 - 25%, còn ngập 75% thì giảm năng suất 30 - 50%. Khi ngập úng, diện tích quang hợp bị giảm và đẻ nhánh giảm.

- Trong điều kiện yếm khí, các quá trình lên men, đặc biệt lên men butyric trong đất xảy ra và sản sinh các chất gây độc cho hệ rễ.

Bảng 8.2. Mối quan hệ giữa mức độ ngập úng và giảm năng suất lúa (Pande, 1976)

(%)	Giai đoạn sinh trưởng	Chiều cao bị ngập (%)	Năng suất
0	Đối chứng (ngập nước 5 ± 2 cm)	Mạ đến đẻ nhánh tối đa	100
25			75
50			62
75			58
25			74
50	Đẻ nhánh tối đa đến trổ	Trổ đến chín	64
75			56
25			71
50			66
75			50

2. Các đặc điểm thích nghi của thực vật chịu úng

- Các thực vật chịu úng thường có hệ thống rễ ít mẫn cảm với điều kiện yếm khí và nhất là không bị độc do các chất sản sinh trong điều kiện yếm khí.

- Đặc điểm thích nghi quan trọng là trong thân, rễ của chúng có hệ thống các gian bào rất lớn thông nhau thành một hệ thống để dẫn oxi từ không khí

trên mặt đất xuống cung cấp cho rễ hô hấp. Mặc dù đất yếm khí nhưng rễ vẫn được cung cấp đầy đủ oxi. Đây là đặc trưng cơ bản nhất giúp cây sống trong điều kiện thường xuyên ngập nước. Các thực vật sống ở đầm lầy như các loại sủ vệt thường có các rễ chọc lên khỏi mặt bùn để dẫn không khí xuống rễ nằm ngập sâu dưới bùn... Cây lúa cũng có hệ thống gian bào phát triển mạnh trong thân và rễ, nên có thể sống thường xuyên trong đất ngập nước...

3. Vận dụng vào sản xuất

- Thực hiện chế độ tưới tiêu hợp lý cho cây trồng. Trong trường hợp gặp úng thì phải có biện pháp tiêu nước. Rễ các cây trồng cạn thường rất nhạy cảm với thừa nước trong đất nên sau khi mưa to mà bị úng thì ta phải nhanh chóng tháo nước cho chúng và phải phá váng, xới xáo đất để tăng oxi cho rễ nếu thấy cần thiết.

- Chọn tạo các giống chống chịu úng để đưa vào trồng trên các vùng thường bị úng. Ví dụ như người ta chọn tạo các giống lúa chịu úng cho các vùng ngập úng khác nhau:

+ Với các vùng ngập úng không thường xuyên thì có thể chọn các giống lúa cao cây trung bình (110 - 130cm). Các giống này cao hơn các giống thấp cây nhưng lại thấp hơn các giống lúa cao cây truyền thống. Chúng thích hợp cho các vùng thỉnh thoảng mới ngập úng.

+ Với các vùng trũng thường xuyên và sâu thì công tác chọn tạo giống phức tạp hơn. Phương hướng chung là chọn tạo các giống lúa có khả năng vươn theo độ sâu của nước, tương tự như lúa nổi nhưng có năng suất cao. Người ta chuyển các gen vươn cao của giống lúa nổi vào các giống thấp cây có năng suất cao. Các giống này gọi là các giống lúa nước sâu. Khi không bị úng thì chúng vẫn thấp cây, còn khi nước sâu thì chúng vươn theo mực nước...

+ Hiện nay, các cơ sở nghiên cứu về lúa đã chọn tạo một số giống lúa có khả năng chịu úng ở mức độ khác nhau (ký hiệu là U) và đang được trồng ở các vùng trũng ngập úng...

VII. TÍNH CHỐNG CHỊU LỚP ĐỎ CỦA CÂY TRỒNG

1. Tác hại của lớp đỏ

- Lớp và đỏ là hai hiện tượng khác nhau nhưng thường đi kèm nhau. Lớp là nguyên nhân dẫn đến đỏ. Lớp đỏ có thể xảy ra với các cây trồng nhưng phổ biến là các cây đơn tử diệp như lúa, ngô, lúa mì... vì các thực vật này không có

rễ cọc nên rễ thường ăn nông và đặc biệt là mô cơ giới, hệ thống dẫn kém phát triển hơn cây song tử diệp.

- Lốp là do thừa dinh dưỡng, nhất là thừa đạm nên cây sinh trưởng quá mạnh. Khi bị lốp, thân lá phát triển quá mức, diện tích lá quá cao, vượt quá chỉ tiêu hệ số lá tối thích, các lá che khuất nhau nên quang hợp giảm, năng suất giảm nghiêm trọng, có khi không cho thu hoạch. Ngoài ra, trong điều kiện bị lốp, cây dễ bị nhiễm sâu bệnh nhiều hơn...

- Đổ rạp thường xảy ra khi bị lốp. Khi bị lốp, các glucit được huy động vào cho sinh trưởng thân lá nên thiếu glucit để hình thành nên các polimer như hemixenluloza, xenluloza, pectin, lignin... Do đó, các mô cơ giới nhất là ở phần gốc cây không được hình thành và gốc cây rất yếu. Do khối lượng của thân lá quá lớn nên cây bị đổ rạp, nhất là khi gặp mưa, gió to hoặc bão.

- Lốp đổ làm giảm năng suất cây trồng nghiêm trọng. Mức độ giảm năng suất phụ thuộc vào thời gian bị đổ rạp. Đổ vào các giai đoạn sinh trưởng càng sớm thì càng tác hại, có khi không cho thu hoạch. Đổ vào giai đoạn lúa chín ít tác hại hơn vào giai đoạn trổ và làm hạt...

2. Đặc điểm của các thực vật chống đổ

- Đặc điểm quan trọng nhất của các cây trồng có khả năng chống đổ là có mô cơ giới phát triển mạnh làm cho cây cứng, hệ thống dẫn phát triển và hoá gỗ, hàm lượng silic cao trong thân và lá nên cây cứng hơn...

- Loại hình chống lốp đổ: thấp cây và có lá mọc thẳng đứng, góc độ lá và thân nhỏ, cứng cây... Các giống lúa cũ thường cao và lá không đứng nên rất dễ đổ. Các giống lúa mới có năng suất cao thường có chiều cao thấp và bộ lá đứng. Nhờ vậy mà ta có thể cấy dày mà không bị lốp đổ. Những giống lúa này thường có tỷ lệ thân lá/rễ cân đối, không quá cao như các giống cũ.

Những đặc điểm trên là các đặc điểm của loại hình cây trồng chịu thâm canh, chịu phân. Với các cây trồng đó, chúng ta có thể sử dụng phân bón, đặc biệt là phân đạm để điều khiển phát triển của diện tích lá mà không bị đổ. Đây là điều kiện quan trọng để tăng năng suất.

3. Vận dụng vào sản xuất

- Chế độ dinh dưỡng cân đối:

Để phòng hiện tượng lốp có thể xảy ra, ta phải bảo đảm chế độ dinh dưỡng cân đối, nhất là giữa N, P, K, tránh việc thừa dinh dưỡng, nhất là thừa đạm. Với

mỗi loại cây trồng cần xác định tỷ lệ và liều lượng các loại phân bón thích hợp để cho năng suất cao nhất mà không gây ra lớp đổ.

- Khắc phục nguy cơ lớp đổ:

Nếu quần thể có nguy cơ lớp đổ thì ta phải có biện pháp làm giảm diện tích lá, có thể bằng cắt tỉa bớt lá. Với ruộng lúa tốt quá nên áp dụng biện pháp tháo nước phơi ruộng vào giai đoạn lúa đứng cái để ức chế sinh trưởng chiều cao có thể dẫn đến lớp đổ.

- Xử lý hoá chất:

Để chống lớp đổ, ta có thể sử dụng chất ức chế sinh trưởng để ức chế sinh trưởng chiều cao và tăng cường hình thành mô cơ giới. Chất được sử dụng nhiều nhất vào mục đích chống đổ trong điều kiện thâm canh cao là CCC (Clo Colin Clorit). CCC kìm hãm tổng hợp GA nên có tác dụng ức chế sự dẫn của tế bào theo chiều dọc, làm giảm sinh trưởng chiều cao. Các cây ngũ cốc khi sử dụng CCC có thể giảm chiều cao 20 - 30%. CCC có hiệu quả nhất với lúa mì nên xử lý CCC là biện pháp bắt buộc trong thâm canh lúa mì. Với lúa thì CCC cũng có hiệu quả tốt trong điều kiện thâm canh nhưng hiệu quả thấp hơn lúa mì. Người ta phun hay bón CCC vào đất với liều lượng 5 - 8kg/ha vào giai đoạn 5 - 6 lá thì có thể tăng năng suất lúa mì lên 3 - 5 tạ/ha...

- Cải lương giống cây trồng theo hướng chịu phân đạm và chống đổ:

Đây là một hướng chọn tạo giống quan trọng đã và đang được tiến hành và thu được các kết quả quan trọng.

Cuộc cách mạng về giống lúa đã đưa ra hàng loạt các giống lúa mới chịu thâm canh cao, chống chịu lớp đổ và cho năng suất cao hơn rất nhiều so với các giống lúa cũ không chịu phân và dễ lớp đổ. Các giống này có đặc điểm ngoại hình chung là thấp cây, góc lá nhỏ, cây cứng... Nhờ vậy mà ta có thể làm tăng diện tích lá để tăng quang hợp bằng cách cấy dày, bón phân nhiều mà không bị lớp đổ...

Câu hỏi ôn tập

1. Tính chống chịu sinh lý của cây là gì? Cây có các tính chống chịu nào? Hiểu biết về tính chống chịu của cây với điều kiện ngoại cảnh bất thuận có ý nghĩa gì trong sản xuất?
2. Thiếu nước gây tác hại gì cho cây và năng suất cây trồng?

3. Những đặc điểm nào chứng tỏ cây thích nghi và chống chịu với khô hạn? Ứng dụng các hiểu biết đó vào sản xuất.
4. Tại sao cây chết ở nhiệt độ cao? Những đặc trưng nào giúp cây chống chịu với nhiệt độ cao? Hiểu biết đó có ý nghĩa gì trong sản xuất?
5. Nêu một vài tác hại chủ yếu của lạnh đối với cây. Việc thay đổi cấu trúc của màng có ý nghĩa gì trong tính chịu lạnh của cây? Cơ sở khoa học của biện pháp xử lý CCC và tro bếp để chống rét?
6. Tác hại chủ yếu nhất của mặn đối với cây? Các cây sống được trên đất mặn cần có đặc điểm thích nghi gì? Các biện pháp thường sử dụng để cải tạo đất phèn mặn?
7. Tại sao nhiều thực vật bị chết khi đất ngập nước? Cấu trúc đặc trưng của cây thích nghi với đất ngập úng? Phương hướng chọn tạo giống cho các vùng bị úng.
8. Nguyên nhân gây nên lớp vỏ? Các biện pháp khắc phục hiện tượng lớp vỏ cho cây trồng? Hãy mô phỏng đặc điểm chính của giống lúa chịu thâm canh và chống lớp vỏ?

THỰC TẬP SINH LÝ THỰC VẬT

I. MỤC TIÊU

1. Minh họa cho các kiến thức trong bài giảng phần lý thuyết sinh lý thực vật.
2. Bổ sung các kiến thức mà phạm vi phần lý thuyết không đề cập được.
3. Cung cấp các phương pháp nghiên cứu trong lĩnh vực sinh lý thực vật đặc biệt, cung cấp phương pháp xác định các chỉ tiêu cần thiết trong nghiên cứu sinh lý thực vật.

Chương trình thực tập sinh lý thực vật được phân bố trong 15 tiết, gồm 5 bài thực tập. Mỗi bài thực tập gồm một số thí nghiệm nhất định. Trong mỗi thí nghiệm, chúng tôi sẽ trình bày cụ thể các phần sau đây:

1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ.
2. Nguyên lý của phương pháp thí nghiệm.
3. Cách tiến hành cụ thể của từng thí nghiệm.
4. Kết luận và các câu hỏi cho từng thí nghiệm.

II. YÊU CẦU VỀ KỸ NĂNG

Sau mỗi bài thực tập, sinh viên nắm vững về nguyên lý và cách tiến hành. Trên cơ sở đó vận dụng trong các nghiên cứu ngoài thực tế.

Yêu cầu sinh viên làm bài tường trình của các thí nghiệm, theo những nội dung sau:

1. Tên thí nghiệm.
2. Nguyên lý của phương pháp.
3. Giải thích và trình bày các kết quả đạt được trong thí nghiệm sau khi đã tính toán.
4. Trả lời các câu hỏi theo yêu cầu của từng thí nghiệm và rút ra kết luận.

Bài 1

SINH LÝ TẾ BÀO THỰC VẬT

I. MỤC TIÊU

- Minh họa cho sinh viên hiểu rõ hơn một số đặc tính và chức năng sinh lý ở mức độ tế bào của thực vật.
- Giúp cho sinh viên biết cách tiến hành thí nghiệm để xác định một số hoạt động sinh lý diễn ra trong tế bào thực vật.
- Sinh viên cần có thái độ nghiêm túc, cẩn thận và chính xác khi thao tác các thí nghiệm.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN

Sinh viên cần nắm vững phần lý thuyết các vấn đề về hoạt động sinh lý của tế bào thực vật như: hiện tượng co nguyên sinh chất; tính thấm của chất nguyên sinh; áp suất thẩm thấu của tế bào; hoạt động hút nước của tế bào.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm thực hành: Phòng thí nghiệm.

1.2. Thiết bị dụng cụ: Kim mũi móc hoặc lưỡi dao cạo, lam kính, lamên, ống nhỏ giọt hoặc pipet, giấy thấm, kính hiển vi, ống nghiệm, đèn cồn hoặc nồi đun cách thủy, dao sắc, kẹp gỗ, đĩa petri, đĩa sứ, khoan nút chai (hoặc nắp bút máy hoặc kéo sắc); ống nghiệm xếp hai dãy trên giá đỡ (mỗi dãy 5 ống nghiệm); Pipet 5ml, pipet 1ml.

1.3. Thời gian thực hành: 5 tiết (số lượng sinh viên cho mỗi nhóm thực hành từ 10 - 20 sv).

2. Trình tự tiến hành

Chương 1 được thực hiện với 4 thí nghiệm sau:

2.1. Thí nghiệm 1: Hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh

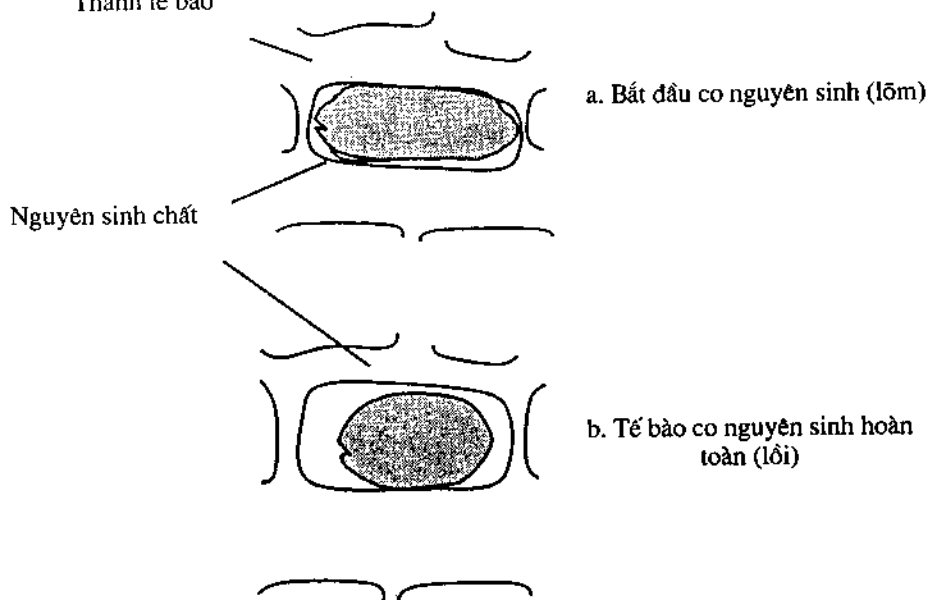
2.1.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ

+ Mẫu thực vật: Củ hành tía hoặc lá thài lài tía

+ Hóa chất: Dung dịch Glyxerin 5%, 10% hoặc dung dịch Sacarôza 1,5M.

+ Dụng cụ: Kim mũi mác hoặc lưỡi dao cạo, lam kính, lamên, ống nhỏ giọt hoặc pipet, giấy thấm, kính hiển vi.

Thành tế bào



Hình 1: Các trạng thái co nguyên sinh của tế bào biểu bì củ hành tía

2.1.2. Nguyên lý của phương pháp

Tế bào thực vật là hệ thống thẩm thấu sinh học, trong đó dịch tế bào tương đương với dung dịch gây thẩm thấu, còn màng sinh chất và hệ thống chất nguyên sinh được coi như một màng bán thấm.

Vì vậy, khi ngâm tế bào với các dung dịch có nồng độ khác nhau thì sẽ có 3 trường hợp sau:

- Nếu dung dịch có nồng độ nhỏ hơn nồng độ dịch bào (dung dịch nhược trương) thì nước sẽ đi từ bên ngoài dung dịch vào trong tế bào làm thể tích của tế bào tăng lên, tế bào trương nước.

- Nếu dung dịch có nồng độ bằng nồng độ dịch bào (dung dịch đẳng trương) thì lượng nước đi vào và đi ra khỏi tế bào là cân bằng nhau. Thể tích của tế bào không thay đổi.

- Nếu dung dịch có nồng độ lớn hơn nồng độ dịch bào (dung dịch ưu trương) thì nước sẽ từ bên trong không bào đi ra bên ngoài làm cho thể tích ở không bào co lại dẫn đến chất nguyên sinh cũng co theo. Vì thành tế bào có tính đàn hồi nên không bị co theo chất nguyên sinh nên làm cho chất nguyên sinh co lại và tách ra khỏi thành tế bào, gây nên hiện tượng co nguyên sinh.

Tùy theo mức độ co nguyên sinh mà có hai trạng thái co nguyên sinh như sau: co nguyên sinh lõm - đó là khi tế bào bắt đầu co nguyên sinh, chất nguyên sinh mới tách ra ở phần góc của tế bào và co nguyên sinh lõm - đó là khi chất nguyên sinh đã tách ra hoàn toàn khỏi thành tế bào và co tròn lại. (Hình 1)

Tuy nhiên, hiện tượng co nguyên sinh có tính thuận nghịch, tức là sau khi co nguyên sinh lõm thì xảy ra hiện tượng phản co nguyên sinh. Bởi vì các chất tan gây co nguyên sinh có khả năng đi qua được lớp chất nguyên sinh để vào không bào làm cho nồng độ dịch bào tăng lên, đến một lúc nào đó thì nồng độ dịch bào lại lớn hơn nồng độ dung dịch bên ngoài và nước lại đi vào tế bào và tế bào lại trở về trạng thái ban đầu.

2.1.3. Cách tiến hành

Dùng kim mũi mác hoặc dao bóc một lớp tế bào biểu bì của củ hành tía rồi đặt lên trên lam kính. Nhỏ một giọt dung dịch Glyxerin 5% lên trên miếng biểu bì đó rồi đẩy lamên lại. Bắt đầu quan sát hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh trên kính hiển vi. Cũng lặp lại cách tiến hành như trên nhưng làm với dung dịch Glyxerin 15%. Quan sát hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh ở hai nồng độ Glyxerin 5% và 15%.

2.1.4. Kết luận và câu hỏi

- Tại sao tế bào có hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh?
- Vẽ hình và giải thích hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh.
- So sánh và giải thích hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh ở hai nồng độ Glyxerin 5% và 15%.

2.2. Thí nghiệm 2: Tính thấm của chất nguyên sinh sống và chết

2.2.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ

+ Mẫu thực vật: Củ su hào hoặc củ khoai tây hoặc quả bí xanh.

+ Hóa chất: Dung dịch Indigocarmin 0,2%, nước cất.

+ Dụng cụ: Ống nghiệm, đèn cồn hoặc nồi đun cách thủy, dao sắc, kẹp gỗ, đĩa petri.

2.2.2. Nguyên lý của phương pháp

Tế bào thực vật là hệ thống thẩm thấu sinh học, bởi vậy chất nguyên sinh được coi như màng bán thấm nhưng vẫn có khả năng cho các chất tan đi qua một cách chọn lọc (đó là các chất cần thiết cho hoạt động sống của tế bào). Tuy nhiên, khả năng thẩm chọn lọc các chất tan chỉ xảy ra khi tế bào sống, còn tế bào đã chết thì khả năng này không còn nữa nên khi tế bào chết thì các chất tan đi vào hoặc đi ra khỏi tế bào một cách dễ dàng.

2.2.3. Cách tiến hành

Dùng dao cắt củ su hào đã bóc vỏ (khoai tây hoặc bí xanh) thành những miếng có kích thước khoảng 2cm x 1cm x 0,5cm rồi cho vào 2 ống nghiệm và đổ ngập nước. Một ống nghiệm để nguyên không đun sôi, một ống nghiệm đun sôi trên lửa đèn cồn trong khoảng từ 1 - 2 phút, sau đó nhỏ khoảng 5 giọt dung dịch Indigocarmin 0,2% vào cả hai ống nghiệm, ngâm trong 15 phút. Vớt các miếng su hào ở cả hai ống nghiệm đặt trên đĩa petri, dùng dao cắt đôi và quan sát sự thẩm Indigocarmin vào miếng su hào ở phần lát cắt cả hai trường hợp bị đun sôi và để nguyên.

2.2.4. Kết luận và trả lời câu hỏi

- Ý nghĩa tính thẩm của chất nguyên sinh.
- So sánh sự thẩm vào của Indigocarmin ở hai trường hợp trên và giải thích hiện tượng?
- Từ hiện tượng thẩm của Indigocarmin ở hai trường hợp trên, hãy cho biết Indigocarmin là chất được tế bào chọn thẩm hay không?

2.3. Thí nghiệm 3: Xác định áp suất thẩm thấu của tế bào bằng phương pháp co nguyên sinh

2.3.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ

- + Mẫu thực vật: Củ hành tía hoặc lá thái lải tía
- + Hóa chất: Dung dịch NaCl (hoặc Sacarosa) với các nồng độ đã pha: 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5M, 0,6M.
- + Dụng cụ: Đĩa sứ, lưới dao cạo hoặc kim mũi mác, lam kính, lamên, kính hiển vi.

2.3.2. Nguyên lý của phương pháp

Áp suất thẩm thấu được tính theo công thức sau: $\Pi = R \cdot T \cdot C_i$

Trong đó Π - áp suất thẩm thấu

R - hằng số khí có giá trị là 0,0831

T - nhiệt độ tuyệt đối = $t^0 + 273$

i - hệ số điện ly được tính theo công thức $i = 1 + \alpha (n - 1)$

(Trong đó α là bậc điện ly; n là số ion phân ly). Đối với dung dịch NaCl với các nồng độ như trên có giá trị của i tương ứng như sau:

Nồng độ NaCl (M): 1,0 0,8 0,7 0,6 0,5 0,4 0,3 0,2 0,1

Giá trị của i: 1,62 1,64 1,66 1,68 1,70 1,73 1,75 1,78 1,83

C - Nồng độ dịch bào

Như vậy, trong công thức tính áp suất thẩm thấu, còn cần xác định giá trị của nồng độ dịch bào để áp dụng vào công thức tính áp suất thẩm thấu.

Có nhiều phương pháp xác định nồng độ dịch bào. Trong thí nghiệm này, chúng ta sử dụng phương pháp co nguyên sinh để xác định nồng độ dịch bào. Phương pháp này dựa trên cơ sở xác định được nồng độ đẳng trương (nồng độ dung dịch bằng nồng độ dịch bào), từ đó suy ra nồng độ dịch bào. Muốn vậy, ta ngâm tế bào vào dãy dung dịch NaCl có nồng độ khác nhau, rồi lần lượt quan sát để tìm nồng độ nào bắt đầu gây co nguyên sinh (nồng độ ưu trương) để xác định nồng độ dịch bào (đẳng trương) theo công thức:

N. độ bắt đầu gây co + N. độ trước đó chưa co

$$\text{Nồng độ dịch bào} = \frac{\text{N. độ bắt đầu gây co} + \text{N. độ trước đó chưa co}}{2}$$

2.3.3. Cách tiến hành

Lần lượt lấy các dung dịch NaCl với nồng độ 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5M, 0,6M ra đĩa sứ. Dùng dao bóc biểu bì củ hành rồi lần lượt ngâm vào các dung dịch NaCl có nồng độ từ 0,2M đến 0,6M. Mỗi nồng độ ngâm cách nhau 5 phút và các nồng độ đều được ngâm trong 20 phút, như vậy khi ngâm đến nồng độ 0,6M thì bắt đầu quan sát nồng độ 0,2M (đã đủ 20 phút), cứ như vậy mỗi nồng độ quan sát trong 5 phút và tìm nồng độ nào mà ở đó bắt đầu gây co nguyên sinh và trung bình cộng với nồng độ ngay trước đó chưa gây co nguyên sinh để xác định giá trị của nồng độ dịch bào. Áp dụng công thức tính áp suất thẩm thấu của tế bào.

2.3.4. Kết luận và trả lời câu hỏi

- Ý nghĩa của việc xác định áp suất thẩm thấu?
- Xác định nồng độ dịch bào và áp dụng công thức tính áp suất thẩm thấu?
- Trình bày kết quả quan sát theo bảng sau:

Nồng độ NaCl	0,2M	0,3M	0,4M	0,5M	0,6M
Mức độ co nguyên sinh					
Vẽ hình theo quan sát					

2.4. Thí nghiệm 4: Xác định sức hút nước của tế bào theo phương pháp sacdacop

2.4.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ

- + Mẫu thực vật: Lá tươi
- + Hóa chất: Dung dịch NaCl nồng độ 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5M, 0,6M; dung dịch xanh methylen 5%.
- + Dụng cụ: Khoan nút chai (hoặc nắp bút máy hoặc kéo sắc) giữ ống nghiệm và ống nghiệm xếp hai dãy, mỗi dãy 5 ống nghiệm; Pipet 5ml, pipet 1ml.

2.4.2. Nguyên lý của phương pháp

Sức hút nước của tế bào được tính theo công thức $S = \Pi - P$ (S là sức hút nước; Π là áp suất thẩm thấu; P là sức trương của tế bào).

Phương pháp này dựa trên sự so sánh sức hút nước giữa tế bào (Stb) và sức hút nước của dung dịch ngâm tế bào (Sdd). Cụ thể:

Nếu $Stb > Sdd$ thì tế bào sẽ hút nước của dung dịch làm cho nồng độ dung dịch tăng lên, vì vậy tỷ trọng của dung dịch sẽ lớn hơn ban đầu.

Nếu $Stb < Sdd$ thì dung dịch sẽ hút nước của tế bào làm cho nồng độ dung dịch giảm xuống, tỷ trọng của dung dịch sẽ giảm xuống.

Nếu $Stb = Sdd$ thì quá trình trao đổi nước cân bằng, nồng độ của dung dịch không thay đổi, tỷ trọng của dung dịch cũng không thay đổi.

Trong trường hợp đó, vì $Stb = Sdd$ mà Sdd được tính bằng áp suất thẩm thấu của dung dịch, bởi vậy, áp suất thẩm thấu của dung dịch bằng sức hút nước của tế bào. Trong thí nghiệm này, chúng ta cần tìm nồng độ đẳng trương bằng cách so sánh tỷ trọng của dung dịch sau khi ngâm mô với dung dịch đối chứng không ngâm.

2.4.3. Cách tiến hành

Có hai dãy ống nghiệm xếp song song trên giá. Dùng pipet lấy vào mỗi ống nghiệm của hai hàng đối xứng 5ml dung dịch NaCl lần lượt nồng độ từ 0,2M đến 0,6M (dùng bút đánh dấu nồng độ). Dùng mũi khoan (hoặc nắp bút, kéo cắt) khoan các mảnh lá, cho vào mỗi ống nghiệm của một dãy ống nghiệm 15 - 20 bản lá (số lượng đồng đều ở các ống nghiệm), còn dãy ống nghiệm thứ hai làm đối chứng (không có bản lá) để so sánh. Ngâm trong

khoảng 15 phút (diễn ra sự trao đổi nước giữa lá và dung dịch). Sau đó nhuộm màu dung dịch của dây ống nghiệm ngâm lá bằng cách nhỏ vào mỗi ống nghiệm 1 - 2 giọt xanh methylen.

So sánh sự thay đổi tỷ trọng của dung dịch ngâm lá với dung dịch đối chứng theo từng cặp nồng độ tương ứng, bằng cách dùng pipet lấy 1 giọt dung dịch màu ngâm lá cẩn thận, cho pipet vào sâu giữa ống nghiệm đối chứng nhẹ nhàng nhỏ 1 giọt dung dịch màu vào ống nghiệm. Quan sát sự di chuyển của giọt dung dịch màu trong ống nghiệm, tìm nồng độ mà giọt màu lơ lửng, đó chính là nồng độ đẳng trương, tại nồng độ này có $S_{tb} = S_{dd}$ nên tỷ trọng của dung dịch không thay đổi sau thời gian ngâm lá. Mà sức hút nước của dung dịch chính bằng áp suất thẩm thấu của dung dịch: $S_{dd} = \Pi = R \cdot T \cdot C_i$

Do đó $S_{tb} = R \cdot T \cdot C_i$ (C_i là nồng độ đẳng trương).

2.4.4. Kết luận và trả lời câu hỏi

a. Ghi kết quả theo dõi ở bảng sau:

Nồng độ dung dịch (M)	Áp suất TT ở 20°C (atm)	Sự chuyển động của giọt dd
0,2	0,537	
0,3	0,821	
0,4	1,125	
0,5	1,449	
0,6	1,803	

b. Xác định sức hút nước của tế bào lá trong thí nghiệm này.

Bài 2

TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA THỰC VẬT

I. MỤC TIÊU

- Minh họa cho phần lý thuyết về chức năng trao đổi nước của cây. Đồng thời giúp sinh viên hiểu biết về cơ quan trao đổi nước của cây như rễ cây, lá cây, khí khổng...

- Sinh viên biết phương pháp xác định một số chỉ tiêu trong hoạt động trao đổi nước của cây như xác định thể tích của rễ cây, diện tích lá cây, điều khiển sự đóng mở khí khổng bằng hoá chất...

- Sinh viên cần có thái độ nghiêm túc, cẩn thận và chính xác khi tiến hành thí nghiệm

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN

Sinh viên cần nắm vững kiến thức trong phần lý thuyết về cơ quan tiến hành trao đổi nước trong cây như rễ cây, thân cây, lá cây, khí khổng... Nắm vững các hoạt động trong quá trình trao đổi nước của cây như: hút nước, vận chuyển nước, thoát nước.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm thực hành: Phòng thí nghiệm

1.2. Thiết bị, dụng cụ: Dụng cụ đo thể tích rễ, Pipet, bông, giấy lọc; cân điện kỹ thuật, thước kẻ, bút chì, kéo; kim mũi mác hoặc mũi giao nhọn, kính hiển vi, lam, lamen, giấy thấm; trắc vi vật kính, trắc vi thị kính, tủ sấy.

1.3. Thời gian thực hành: 5 tiết (số lượng sinh viên cho mỗi nhóm thực hành từ 10 - 20sv).

2. Trình tự thực hành

Chương 2 được thực hiện theo 7 thí nghiệm sau:

2.1. Thí nghiệm 1: Xác định thể tích rễ cây

2.1.1. Đối tượng, hoá chất, dụng cụ

+ Mẫu thực vật: Cây có bộ rễ còn nguyên vẹn (tốt nhất là cây được trồng trong dung dịch).

+ Hoá chất: Nước oxi già (H_2O_2), nước sạch.

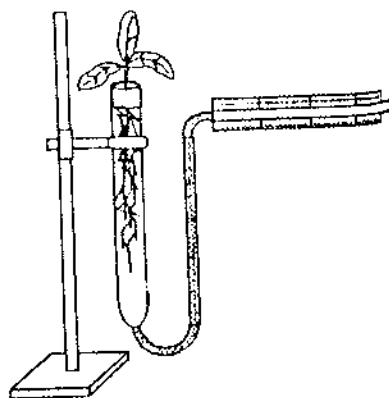
+ Dụng cụ: Dụng cụ đo thể tích rễ, Pipet, bông, giấy lọc.

2.1.2. Nguyên tắc của phương pháp

Để đo thể tích bộ rễ, người ta sử dụng một ống thủy tinh gắn với ống cao su, đầu kia ống cao su gắn với một pipet có chia độ. Đổ nước vào bình thủy tinh sao cho đủ ngập bộ rễ. Nước ở ống thủy tinh được đo bằng lượng nước ở pipet nằm ngang.

Nhúng bộ rễ cây vào ống thủy tinh, nước sẽ dâng lên làm dâng theo mức nước ở pipet (hình vẽ).

Lấy bộ rễ ra khỏi ống thủy tinh và xác định lại thể tích bằng lượng nước.



Hình 2: Dụng cụ đo thể tích

2.1.3. Cách tiến hành

Đổ nước sạch vào bình thủy tinh, gắn pipet vào một đầu ống cao su để pipet lệch với hướng nằm ngang một góc nhỏ. Lấy đầu thủy tinh nhúng vào nước để thử độ nhạy của hệ thống (nếu sự chuyển dịch của mức nước ở pipet nhanh tức là nhạy). Ghi lại mức nước ban đầu trong pipet.

Nhúng bộ rễ cây vào ống thủy tinh, mức nước sẽ tăng lên, ghi lại mức nước tăng. Lặp đi lặp lại 3 lần (chú ý sau mỗi lần cần nhẹ nhàng vẩy sạch nước dính ở rễ cây). Lấy giá trị trung bình tương ứng với thể tích bộ rễ.

2.1.4. Kết luận và trả lời câu hỏi

a. Xác định thể tích rễ của hai loại cây trồng?

b. Nhận xét về khả năng hút nước của hai loại cây thí nghiệm?

2.2. Thí nghiệm 2: Các phương pháp đo diện tích lá

Chỉ số diện tích lá là một chỉ tiêu quan trọng được sử dụng cho việc xác định các chỉ tiêu quan trọng khác như cường độ thoát hơi nước, cường độ quang hợp, cường độ hô hấp... Sau đây là một số phương pháp đo diện tích lá đơn giản.

2.2.1. Phương pháp cân

Có hai loại: Cân trực tiếp và cân gián tiếp

* *Cân trực tiếp:*

- Đối tượng, dụng cụ:

+ Mẫu thực vật: Lá cây tươi.

+ Dụng cụ: Cân điện kỹ thuật, thước kẻ, bút chì, kéo.

- Nguyên tắc của thí nghiệm:

Phương pháp này được sử dụng cho các loại cây mà lá cây có sự phân bố đồng đều phần gân lá và thịt lá. Diện tích lá sẽ được xác định qua khối lượng của toàn bộ lá cần đo và khối lượng của một đơn vị diện tích lá (cm^2 , dm^2 ...).

- Cách tiến hành:

Đo và cắt một đơn vị diện tích lá nhất định (chẳng hạn 1cm^2 , 1dm^2 ...) rồi đem cân được khối lượng P_1 . Sau đó cân toàn bộ lá cần đo diện tích được khối lượng P_2 . Diện tích lá được tính bằng tỷ số P_2/P_1 .

* *Cân gián tiếp:*

- Đối tượng, dụng cụ:

+ Mẫu thực vật: Lá cây tươi.

+ Dụng cụ: Cân điện kỹ thuật, giấy gram, thước kẻ, bút chì, kéo.

- Nguyên tắc của thí nghiệm:

Phương pháp này được sử dụng cho các loại cây mà lá cây có sự phân bố không đồng đều phần gân lá và thịt lá trên các vị trí của lá. Diện tích lá sẽ được xác định gián tiếp qua hình lá in trên giấy, tức là qua khối lượng của hình lá in trên giấy và khối lượng của một đơn vị diện tích giấy (cm^2 , dm^2 ...).

- Cách tiến hành:

Đo và cắt một đơn vị diện tích giấy nhất định (chẳng hạn 1cm^2 , 1dm^2 ...) rồi đem cân được khối lượng P_1 . Sau đó in hình lá trên giấy đó và cắt toàn bộ hình lá cần đo đem cân được khối lượng P_2 . Diện tích lá được tính bằng tỷ số P_2/P_1 .

2.2.2. Phương pháp sử dụng hệ số (K)

- Đối tượng, dụng cụ:

+ Mẫu thực vật: Lá cây tươi.

+ Dụng cụ: Thước kẻ, bút chì, kéo.

- Nguyên tắc của thí nghiệm:

Phương pháp này thường sử dụng đối với các lá cây có hình dài như lá lúa, ngô... còn các lá có hình khác thì độ chính xác kém. Diện tích lá được xác định

thông qua chiều dài, chiều rộng và hệ số K được biết trước. Hệ số K tùy thuộc vào các loại cây có hình lá khác nhau.

- Cách tiến hành:

Đo chiều dài lá (D) và chiều rộng lá (R)

• Diện tích (S) của lá (hình 3):

$$S = D.R.K$$

Hệ số lá K được tính: $K = S'/D.R$

S' là diện tích lá được tính theo các phương pháp trên. Việc xác định hệ số K cần được lặp lại trên nhiều lá ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau của cây để xác định hệ số K chung cho từng loại cây.

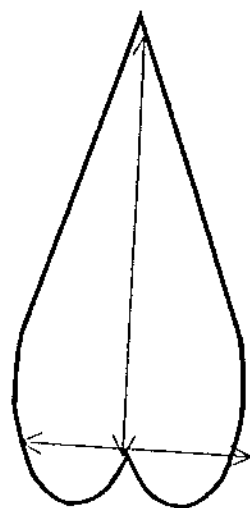
2.2.3. Phương pháp dùng máy

- Đối tượng, dụng cụ:

+ Mẫu thực vật: Lá cây tươi

+ Dụng cụ: Máy đo diện tích lá

- Cách tiến hành:



Hình 3: Phương pháp hệ số K

Trước khi tiến hành đo cần chọn chế độ của máy cho đúng mục đích cần sử dụng (đo diện tích, đo chu vi, đo chiều dài, chiều rộng...). Sau đó đặt lá và máy dùng thanh quét ta quét trên toàn bộ lá thì trên máy sẽ hiện ngay số liệu diện tích lá.

2.2.4. Kết quả và trả lời câu hỏi

Đo diện tích của lá cây rồi điền số liệu vào bảng sau

STT	Loại lá	P.P. cân	P.P. hệ số K	P.P. đo máy
1				
2				
3				

2.3. Thí nghiệm 3: Quan sát sự đóng mở của khí khổng dưới kính hiển vi

2.3.1. Đối tượng, hoá chất, dụng cụ

+ Mẫu thực vật: Lá thái lải.

+ Hoá chất: Dung dịch glyxerin 5% và 15%, nước cất.

+ Dụng cụ: Kim mũi móc hoặc mũi dao nhọn, kính hiển vi, lam, lamen, giấy thấm.

2.3.2. Nguyên tắc của thí nghiệm

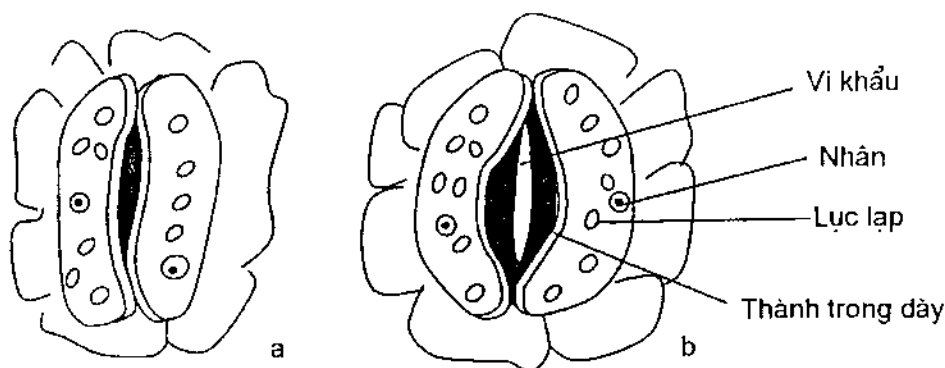
Khí khổng là những khe hở nhỏ nằm trên biểu bì của lá, thông giữa khoảng gian bào của lá với khí quyển. Qua khí khổng, hơi nước từ trong cây bay ra ngoài và CO_2 từ bên ngoài khuếch tán vào trong lá. Vì vậy, việc đóng mở khí khổng là điều kiện quan trọng cho quá trình trao đổi nước và trao đổi khí của cây.

Sự đóng mở của khí khổng là phụ thuộc vào sức trương nước của hai tế bào bảo vệ. Khi tế bào bảo vệ no nước thì khí khổng mở còn tế bào bảo vệ mất nước thì khí khổng đóng lại.

Trong thí nghiệm này, chúng ta điều khiển khí khổng đóng mở nhân tạo để quan sát bằng cách sử dụng tác nhân hoá chất làm cho tế bào bảo vệ mất nước, đồng thời sử dụng nước để tế bào bảo vệ ở trạng thái trương nước. Qua đó có sự vận động đóng mở khí khổng để quan sát dưới kính hiển vi.

2.3.3. Cách tiến hành

Dùng kim mũi mác hoặc mũi dao nhọn bóc biểu bì mặt dưới của lá thài lài và đặt lên lam kính. Nhỏ một giọt glyxerin 5%, đặt lamén lại và quan sát khí khổng dưới kính hiển vi. Vì nồng độ 5% glyxerin lớn hơn nồng độ dịch bào nên tế bào mất nước làm khí khổng đóng. Tiếp theo điều khiển khí khổng mở bằng cách nhỏ một giọt nước bên mép lamén và đặt miếng giấy thấm ở mép lamén đối diện, theo nguyên tắc mao quản thì miếng giấy thấm sẽ hút bớt glyxerin và nước sẽ được dẫn vào bên trong làm loãng dung dịch glyxerin. Vì vậy, tế bào bảo vệ lại trương nước nên khí khổng mở. Nếu muốn điều khiển khí khổng đóng lại thì ta lại dùng dung dịch glyxerin 5% và cũng thao tác như trên.



Hình 4: Trạng thái đóng (a), mở (b) của khí khổng

2.3.4. Kết quả và trả lời câu hỏi

- Vẽ hình trạng thái đóng mở khí khổng quan sát được trên kính.
- Giải thích nguyên nhân gây đóng mở khí khổng và quy luật vận động khí khổng trong ngày?

2.4. Thí nghiệm 4: Đếm số lượng khí khổng trên kính hiển vi

2.4.1. Đối tượng, dụng cụ

- + Mẫu thực vật: Lá thài lài.
- + Dụng cụ: Kính hiển vi, trắc vi vật kính, trắc vi kính, kim mũi mác hoặc mũi dao nhọn.

2.4.2. Nguyên tắc của thí nghiệm

Chỉ tiêu về số lượng khí khổng trên một đơn vị diện tích lá là rất quan trọng quyết định đến hoạt động thoát hơi nước của cây. Số lượng khí khổng trên một đơn vị diện tích lá thường phụ thuộc vào yếu tố về giống cây trồng, tuổi lá và điều kiện ngoại cảnh. Chỉ tiêu này cũng phản ánh khả năng chịu hạn của cây.

Sử dụng trắc vi thị kính và trắc vi vật kính để xác định diện tích của hiển vi trường. Đếm số lượng khí khổng trên hiển vi trường (đếm lặp lại ít nhất 3 lần ở 3 vị trí của lá). Từ đó tính số lượng khí khổng trên một đơn vị diện tích lá.

2.4.3. Cách tiến hành

Dùng kim mũi mác hoặc mũi dao nhọn bóc một lớp biểu bì lá đặt lên lam kính, nhỏ một giọt nước rồi đẩy lamên lại và quan sát dưới kính hiển vi. Đếm số lượng khí khổng trên một hiển vi trường. Đếm ít nhất 3 lần ở các vị trí lá khác nhau, rồi lấy giá trị trung bình. Từ đó tính số lượng khí khổng trên 1cm^2 lá khi đã biết diện tích của hiển vi trường.

Lập lại thí nghiệm với hai mặt lá của cùng một loại lá, giữa các tuổi lá khác nhau, giữa các lá của các cây khác nhau...

2.4.4. Kết quả và trả lời câu hỏi

- Điền kết quả diện tích hiển vi trường vào bảng sau:

Lần 1 (cm^2)	Lần 2 (cm^2)	Lần 3 (cm^2)	Trung bình (cm^2)

- Điền kết quả số lượng khí khổng vào bảng và giải thích kết quả:

Loại lá	Mặt trên	Mặt dưới	Giải thích

2.5. Thí nghiệm 5: Xác định khả năng thoát hơi nước của lá

2.5.1. Đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu

- + Mẫu thực vật: lá cây tươi (cắm trong chậu nước hoặc cây ngoài tự nhiên).
- + Dụng cụ: cặp gỗ có gắn hai tấm kính, miếng giấy lọc có tẩm CoCl_2 5% (sấy khô có màu xanh); đồng hồ bấm giây; panh.

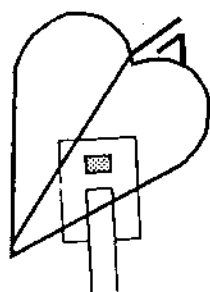
2.5.2. Nguyên lý của phương pháp

Giấy tẩm CoCl_2 khi khô có màu xanh, khi bị ẩm sẽ chuyển màu hồng. Dựa vào mức độ chuyển màu của miếng để xác định khả năng thoát hơi nước của lá.

2.5.3. Cách tiến hành

Giữ nguyên lá trên cành cây, dùng kẹp gỗ có gắn kính kẹp vào lá cây (kẹp sát vào lá, tránh để không khí bên ngoài vào làm ẩm giấy và không được làm xây xát lá). Dùng panh gấp hai miếng giấy tẩm CoCl_2 đặt vào mặt trong của bản kính, hai miếng hai mặt lá, lên hai mặt của lá rồi dùng kẹp có gắn kính để kẹp lại (hình 5). Bắt đầu tính giờ đến khi miếng giấy hoàn toàn chuyển từ màu xanh sang màu hồng.

Thời gian chuyển màu sẽ cho biết khả năng thoát hơi nước của lá. Thời gian càng lâu thì khả năng thoát hơi nước càng chậm và ngược lại.



Hình 5: Dụng cụ xác định khả năng THN

2.5.4. Kết quả và trả lời câu hỏi

- So sánh khả năng thoát hơi nước giữa mặt trên và mặt dưới cùng một lá.
- So sánh khả năng thoát hơi nước giữa các lá non có gì khác nhau trên cùng một cây và giải thích?

Loại lá	Thời gian chuyển màu miếng giấy CoCl_2	
	Mặt trên	Mặt dưới
Non		
Bánh tẻ		
Già		

2.6. Thí nghiệm 6: Xác định cường độ thoát hơi nước của lá cây

2.6.1. Phương pháp cân nhanh

- Đối tượng, dụng cụ:

- + Mẫu thực vật: Cành lá tươi (cắm trong nước để giữ lá tươi).

+ Dụng cụ: Cân chính xác, kéo sắc.

- Nguyên lý của phương pháp:

Dựa vào sự thay đổi khối lượng của lá tươi sau khi cắt ra khỏi cây trong một thời gian ngắn. Khối lượng thay đổi giữa hai lần cân chính là lượng nước mà lá thoát đi trong thời gian đó. Xác định được diện tích lá thí nghiệm, ta tính ngay được cường độ thoát hơi nước của lá theo công thức:

$$I_{\text{THN}} = \frac{W_2 - W_1}{2} \times \frac{60}{S} \quad (\text{gam nước thoát đi/cm}^2/\text{h})$$

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Cắt lá ra khỏi cành, xác định nhanh chóng khối lượng của lá (W_1). Để lá thoát hơi nước trong 2 phút (nếu để lâu hơn lá sẽ héo không chính xác). Cân nhanh khối lượng của lá lần hai (W_2). Sau đó xác định diện tích lá bằng phương pháp cân (S), áp dụng công thức tính cường độ thoát hơi nước (I_{THN}). Lập lại thí nghiệm 3 lần, tính giá trị thoát hơi nước trong bình.

- Kết quả và trả lời câu hỏi:

- Giải thích tại sao phải thao tác nhanh giữa hai lần cân trong thí nghiệm?
- Điền kết quả vào bảng sau:

Lần lặp lại	W_1 (g)	W_2 (g)	Diện tích lá (cm^2) -
Lần 1			
Lần 2			
Lần 3			
Trung bình			

2.6.2. Phương pháp hấp thủy kế

- Đối tượng, dụng cụ:

+ Mẫu thực vật: Cành lá tươi hoặc cả cây con (lúa, ngô, khoai lang...).

+ Dụng cụ: Đồng hồ, pipet.

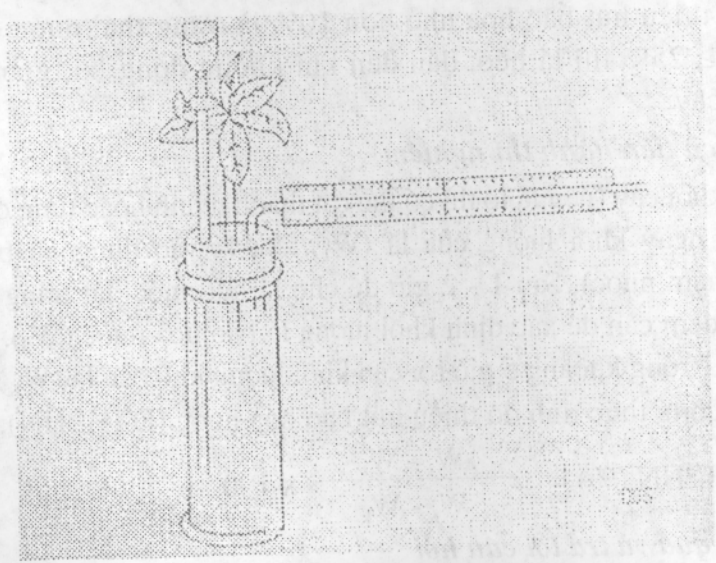
- Nguyên lý của phương pháp:

Hấp thủy kế (hình 6) là dụng cụ để đo lượng nước mà lá cây hoặc cả cây hấp thu vào trong thời gian thí nghiệm, mà lượng nước thoát đi trên lá xấp xỉ bằng lượng nước hấp thu vào trong cùng thời gian đó. Vì vậy, chúng ta biết được lượng nước hấp thu vào, từ đó sẽ tính được cường độ thoát hơi nước của toàn cây hoặc lá cây.

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Đặt cây con hoặc cành lá qua lỗ của nắp bình vào trong bình rồi nhét bông thật kín (có thể gắn bằng paraphin).

Cho nước qua phễu vào bình, nếu thấy có sự chuyển động của mức nước ở ống thuỷ nằm ngang thì tức là hệ thống kín. Đánh dấu mức nước ban đầu trên ống thuỷ tinh. Sau 5 phút, mức nước trong hệ thống sẽ bị giảm đi, đồng thời mức nước ban đầu sẽ chạy đến vị trí mới. Dùng pipet nhỏ nước qua phễu vào trong bình cho đến khi mức nước trở về trạng thái ban đầu, qua đó ta tính được lượng nước đã mất đi trong 5 phút. Xác định diện tích lá bằng phương pháp cân để tính cường độ thoát hơi nước của cây (số gam nước thoát đi/cm² lá/h). Lặp lại thí nghiệm 2 lần rồi lấy số liệu trung bình.



Hình 6: Hấp thủy kế

Tiến hành thí nghiệm so sánh cường độ thoát hơi nước trên cùng một loại lá ở các điều kiện khác nhau: trong bóng râm, ngoài nắng. Hoặc so sánh cường độ thoát hơi nước của các loại lá cây khác nhau.

- Kết quả và trả lời câu hỏi:

- a. Trình bày vai trò của hoạt động thoát hơi nước của cây?
- b. Điền kết quả thí nghiệm vào bảng sau:

STT	Các loại lá	Lần 1 (Số ml nước)	Lần 2 (Số ml nước)	Trung bình (Số ml nước)

2.7. Thí nghiệm 7: Xác định độ thiếu hụt bão hoà nước của lá cây

2.7.1. Đối tượng, dụng cụ

+ Mẫu thực vật: Lá cây tươi mới cắt khỏi cành.

+ Dụng cụ: Cân kỹ thuật, kéo sắc, tủ sấy.

2.7.2. Nguyên lý của thí nghiệm

Độ thiếu hụt bão hoà nước là lượng nước thêm vào cho lá đạt trạng thái bão hoà nước hoàn toàn. Đây là chỉ tiêu quan trọng chi phối mọi hoạt động sinh lý của lá. Độ thiếu hụt bão hoà nước được biểu thị bằng % so với lượng nước bão hoà hoàn toàn của lá.

Từ chỉ số về độ thiếu hụt bão hoà để ta biết được trạng thái nước của cây. Nếu độ thiếu hụt bão hoà nhỏ hơn 10% là trạng thái nước của cây bình thường, nếu $\geq 25\%$ thì lá héo, dẫn đến khí khổng đóng lại, giảm quang hợp gây hại cho cây.

2.7.3. Cách tiến hành thí nghiệm

Cắt lá ra khỏi cây (nếu lá to thì có thể cắt thành mảnh hoặc từng đoạn) rồi đem cân xác định ngay khối lượng của lá (W_1), đặt lá vào dụng cụ bão hoà nước (miếng mút thấm nước). Sau 1 - 2 giờ để cho lá hút nước đạt trạng thái bão hoà hoàn toàn thì đem cân để xác định khối lượng lá bão hoà nước (W_s). Sấy khô lá ở nhiệt độ 100°C trong khoảng 5 giờ rồi cân khối lượng khô của lá (W_k).

Áp dụng công thức tính độ thiếu hụt bão hoà nước (ĐTHBHN):

$$\text{ĐTHBHN (\%)} = \frac{W_s - W_1}{W_s - W_k} \times 100$$

2.7.4. Kết quả và trả lời câu hỏi

Trình bày kết quả thí nghiệm, áp dụng công thức để tính độ thiếu hụt bão hoà nước của lá cây? Giải thích trạng thái nước của cây tại thời điểm đó?

Bài 3

QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT

I. MỤC TIÊU

- Minh họa cho phân lý thuyết về hoạt động quang hợp của cây xanh. Giúp cho sinh viên hiểu rõ về cơ quan thực hiện quang hợp (lá cây, diệp lục), cường độ quang hợp và hiệu suất quang hợp.
- Sinh viên biết phương pháp chiết rút và xác định hàm lượng diệp lục, xác định cường độ quang hợp và hiệu suất quang hợp.
- Sinh viên cần thực hiện nghiêm túc, chính xác theo phân hướng dẫn cụ thể trong các thí nghiệm.

II. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hành

1.1. Địa điểm thực hành: Phòng thí nghiệm

1.2. Thiết bị, dụng cụ:

Cối chày sứ, phễu lọc, giấy lọc, cân kỹ thuật, bình sắc ký, giấy sắc ký, máy so màu; ống nghiệm, giá cầm ống nghiệm; bình tam giác 1000ml (hoặc bình tròn 1000ml), nút cao su có lỗ, dao, kéo, dây buộc, giấy đen, buret 2 vòi, buret 1 vòi, bình trụ 5 lít có nút đậy dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

1.3. Thời gian thực hiện: 5 tiết

2. Trình tự thực hành

Thực hành chương 3 theo 5 thí nghiệm sau:

2.1. Thí nghiệm 1: Phương pháp chiết xuất và định hướng sắc tố lá cây

2.1.1. Đối tượng, dụng cụ, hoá chất

+ Mẫu thực vật: Lá cây tươi (lá cây khoai lang, lá cây dâu, lá cây sắn dây...).

+ Dụng cụ: cối chày sứ, phễu lọc, giấy lọc, cân kỹ thuật, bình sắc ký, giấy sắc ký, máy so màu.

+ Hoá chất: dung môi hữu cơ: rượu ethylic (hoặc axeton), CaCO_3 .

2.1.2. Nguyên lý của thí nghiệm

Các sắc tố của lá cây không hoà tan trong nước mà chỉ hoà tan trong dung môi hữu cơ. Vì vậy, dùng các dung môi hữu cơ để chiết xuất sắc tố ra khỏi lá và định lượng trên máy so màu dựa vào quang phổ hấp thụ cực đại của từng sắc tố riêng biệt.

2.1.3. Cách tiến hành thí nghiệm

Cân 3 gam lá tươi cho vào cối nghiền với CaCO_3 (để trung hoà axit hữu cơ trong lá), nghiền thật nhỏ với rượu, lọc qua phễu đặt trên ống đông hoặc bình định mức, nghiền và lọc cho đến khi dung dịch chảy qua phễu không còn màu xanh. Định mức đến thể tích cần thiết. Dung dịch thu được là hỗn hợp của các sắc tố diệp lục a, diệp lục b, caroten, xantophil. Định lượng từng loại sắc tố trên máy so màu.

2.2. Thí nghiệm 2: Các phương pháp phân ly sắc tố

2.2.1. Phương pháp Craus

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:

+ Mẫu thực vật: dung dịch chiết xuất sắc tố ở thí nghiệm 1.

+ Dụng cụ: ống nghiệm, giá cầm ống nghiệm.

+ Hoá chất: Benzen, nước cất.

- Nguyên lý của thí nghiệm:

Hai nhóm sắc tố quang hợp đó là sắc tố xanh (diệp lục - chlorophil) và sắc tố vàng (caroten và xantophil). Các sắc tố khác nhau thường tan trong dung môi khác nhau. Thường diệp lục và caroten tan trong benzen tốt hơn, còn xantophil thì tan trong rượu tốt hơn. Vì vậy, lớp benzen nhẹ hơn sẽ nổi lên trên có màu xanh của diệp lục, còn lớp rượu ở dưới sẽ có màu vàng của xantophil.

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Lấy vào ống nghiệm 2ml dung dịch rút sắc tố (thí nghiệm 1). Thêm 3ml benzen và 1ml nước cất. Bịt miệng ống nghiệm bằng ngón tay cái, lắc mạnh nhiều lần, sau đó để yên trên giá một vài phút rồi quan sát, lúc này dung dịch sẽ phân ly thành hai lớp: lớp trên là benzen có màu xanh vì hoà tan diệp lục và caroten, lớp dưới là rượu có màu vàng vì hoà tan xantophil.

2.2.2. Phương pháp sắc ký trên giấy

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:

+ Mẫu thực vật: lá cây được chiết xuất sắc tố dạng dung dịch (thí nghiệm 1).

+ Dụng cụ: bình sắc ký, giấy sắc ký.

+ Hoá chất: rượu ethylic, axeton, ether Petrol.

- Nguyên lý của phương pháp:

Giấy sắc ký có khả năng hấp phụ các sắc tố khác nhau. Khi có dung môi đẩy thì các sắc tố chạy trên giấy với tốc độ khác nhau, vì vậy chúng dừng lại ở các vị trí khác nhau trên giấy tạo nên các vệt màu sắc tố trên giấy. Cắt các vệt màu riêng biệt và hoà tan trong dung môi hữu cơ ta sẽ có dung dịch các sắc tố riêng biệt.

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Chuẩn bị dung dịch:

D₁: axeton/rượu = 3/1 dùng chiết rút sắc tố.

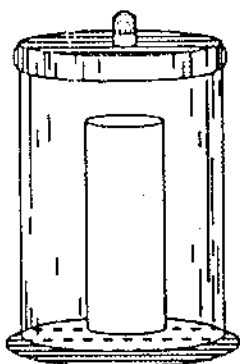
D₂: ether petrol/rượu = 20/1 dùng để đẩy sắc tố trên giấy sắc ký.

Cắt giấy sắc ký với kích thước 31x16cm. Dùng micropipet lấy 1 - 3ml dung dịch sắc tố đưa lên giấy sắc ký thành vệt dài và nhỏ ở mép giấy, cách mép giấy khoảng 2cm.

Để vệt khô lại tiếp tục đưa dung dịch lên cho đến hết lượng dung dịch cần phân tích.

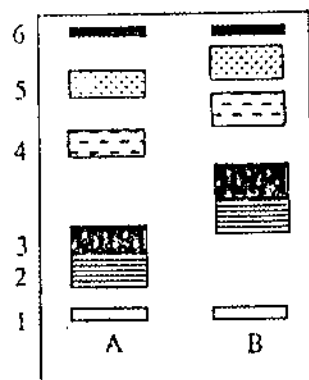
Cuộn giấy sắc ký đặt vào trong bình có đồ sẵn dung dịch D₂ không vượt quá vệt sắc tố (hình 7, 8).

Hình 7: Bình sắc ký



- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Vạch xuất phát | 2. Chlorophyll b |
| 2. Chlorophyll a | 4. Violaxanthin |
| 5. Lutein | 6. Caroten |

Hình 8: Sơ đồ vệt sắc tố trên giấy sắc kí



Đậy nắp bình kín. Sau khoảng 10 - 20 phút, khi dung môi kéo theo sắc tố chạy lên cao khoảng 10 - 12cm và phân bố ở các vị trí khác nhau. Thường vệt ở gần vạch xuất phát nhất là diệp lục a, sau đó là diệp lục b và trên cùng là caroten.

Muốn định lượng các sắc tố ta dùng kéo cắt riêng biệt các vệt sắc tố rồi hoà tan vào dung dịch D₁, sau đó định lượng bằng cách so màu trên máy.

- Kết quả thí nghiệm:

Hãy giải thích các hiện tượng xảy ra trong thí nghiệm?

2.3. Thí nghiệm 3: Một số tính chất hoá học của diệp lục

2.3.1. Đối tượng, dụng cụ, hoá chất

+ Mẫu thực vật: lá cây được chiết rút sắc tố dạng dung dịch (thí nghiệm 1).

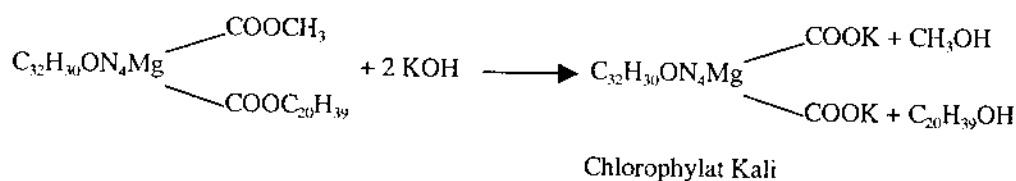
+ Dụng cụ: ống nghiệm, giá ống nghiệm, pipet.

+ Hoá chất: KOH 20% (hoặc tinh thể), HCl 2N, Benzen, axetat đồng, nước cất

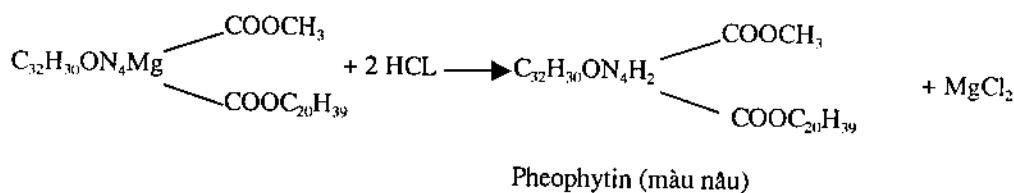
2.3.2. Nguyên lý của thí nghiệm

Diệp lục là ester của axit chlorophylic với hai rượu methylic và phytol. Vì vậy, diệp lục có phản ứng của một ester:

+ Phản ứng với kiềm (xà phòng hoá) để tạo muối chlorophylat (vì còn giữ nhân Mg nên chlorophylat vẫn có màu xanh).

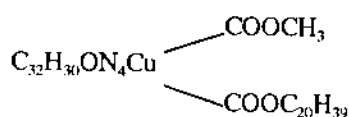


+ Phản ứng với axit tạo pheophytin (vì mất nhân Mg nên có màu nâu)



+ Phản ứng tạo hợp chất hữu cơ có nhân kim loại (hợp chất cơ - kim).

Pheophytin có thể trở thành hợp chất có màu xanh lục khi có phản ứng với hợp chất để ion kim loại hoá trị 2 thay thế ion hydrrô ở nhân, lúc đó sẽ tạo thành hợp chất kim loại hoá trị 2 (hay gọi tắt là hợp chất cơ - kim) có màu xanh lục bền vững. Phản ứng này thường được sử dụng trong việc bảo quản màu xanh của mẫu thực vật.



Hợp chất cơ - kim (màu xanh lục).

2.3.3. Cách tiến hành thí nghiệm

+ Dùng pipet lấy 2ml dung dịch chiết rút sắc tố vào ống nghiệm. Cho thêm 1ml KOH 20% (hoặc 1 - 2 tinh thể KOH), thêm 1ml benzen và 1 - 2ml nước cất. Lắc nhẹ rồi để yên trên giá một vài phút, dung dịch sẽ phân làm hai lớp: lớp benzen ở trên có màu vàng và lớp rượu ở dưới có màu xanh vì hoà tan sản phẩm xà phòng hoá là muối chlophyllat Kali.

+ Lấy 2ml dung dịch chiết rút sắc tố vào ống nghiệm, thêm vào vài giọt HCl 3N, lắc nhẹ ta thấy màu nâu xuất hiện đó là pheophytin.

+ Tiếp tục cho vào ống nghiệm đó vài tinh thể axetat đồng, lắc nhẹ ta thấy màu xanh xuất hiện (đó là hợp chất cơ - kim).

2.3.4. Kết luận và trả lời câu hỏi

Viết các phương trình phản ứng và giải thích các hiện tượng xảy ra trong các phản ứng?

2.4. Thí nghiệm 4: Phương pháp xác định cường độ quang hợp

2.4.1. Xác định cường độ quang hợp theo phương pháp Ivanop Kótovich

* Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:

+ Mẫu thực vật: cành lá cây tươi.

+ Dụng cụ: bình tam giác 1000ml (hoặc bình tròn 1000ml), nút cao su có lỗ, dao, kéo dây buộc, giấy đen, buret 2 vòi, buret 1 vòi, bình trụ 5 lít có nút kín đựng dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

+ Hoá chất: HCl 0,02N, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,02N, nước cất.

* Nguyên lý của phương pháp:

Cường độ quang hợp được đo bằng lượng CO_2 hấp thu trong thời gian cây quang hợp trên một đơn vị diện tích lá (Số mg CO_2 hấp thu/cm² lá/1 giờ).

Lượng CO_2 hấp thu được xác định trong bình kín có lá cây đặt ngoài sáng. Hiệu số giữa lượng CO_2 trước và sau khi thí nghiệm chính là lượng CO_2 mà cây sử dụng để quang hợp trong thời gian thí nghiệm.

Để xác định lượng CO_2 trong bình ta kết hợp với $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Từ lượng $\text{Ba}(\text{OH})_2$ tác dụng với CO_2 ta sẽ tính được lượng CO_2 trong bình đối chứng và bình thí nghiệm.

Tuy nhiên, trong thời gian cây tiến hành quang hợp thì cây cũng tiến hành quá trình hô hấp và thải CO_2 vào bình. Vì vậy, để xác định chính xác lượng CO_2 sử dụng trong quang hợp, ta cần xác định lượng CO_2 thải ra trong hô hấp bằng cách có một bình cây che sáng để tiến hành hô hấp và xác định cường độ

hô hấp. Tiếp theo, cần xác định diện tích lá để áp dụng công thức tính cường độ quang hợp và cường độ hô hấp của cây.

** Cách tiến hành thí nghiệm:*

Chuẩn bị 3 bình:

- Bình đối chứng (không có cây).
- Bình quang hợp (có cây đặt ngoài ánh sáng).
- Bình hô hấp (có cây đặt trong bóng tối).

Mở nút bình trước khi thí nghiệm để không khí trong và ngoài bình là như nhau, rồi đậy nút lại. Cho lá cây vào bình quang hợp và hô hấp rồi đậy nút lại (Hình 9).

- Bình quang hợp đặt ngoài sáng. Bình hô hấp lấy giấy đen bao lại và đặt trong bóng tối.

- Bình đối chứng cũng đậy lại và đặt trong phòng thí nghiệm. Sau 30 phút, nhẹ nhàng lấy lá cây ra khỏi bình và đậy nút lại. Lấy vào mỗi bình 20ml Ba(OH)_2 0,02 N qua lỗ trên nút bình. Lắc tròn nhẹ nhàng để tác dụng với CO_2 trong bình. Sau đó dùng HCl 0,02 N để chuẩn lại lượng Ba(OH)_2 còn dư cho đến khi dung dịch chuyển từ màu hồng sang trắng.

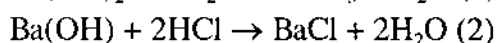
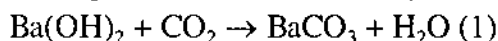
Chú ý:

- Vì Ba(OH)_2 dễ thay đổi nồng độ khi tác dụng với CO_2 của không khí nên trước khi tính toán phải xác định lại nồng độ thực của Ba(OH)_2 . Muốn vậy ta lấy 20ml Ba(OH)_2 vào bình tam giác và chuẩn độ với HCl 0,02 N. Số ml HCl sẽ là lượng cần thiết để trung hoà hết 20ml Ba(OH)_2 với nồng độ đúng của nó.

- Số liệu thu được về sự đồng hoá CO_2 chỉ là số liệu của quang hợp biểu kiến, vì lượng CO_2 do hô hấp còn chưa được tính đến. Vì vậy phải xác định cường độ hô hấp để tính được cường độ quang hợp thực.

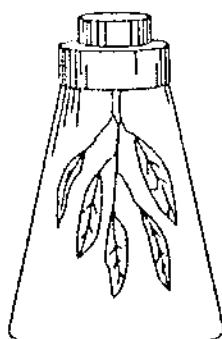
** Cách tính toán:*

Thí nghiệm được tiến hành dựa trên hai phản ứng:



Gọi lượng chuẩn độ HCl ở bình quang hợp là A ml; bình hô hấp là B ml; bình đối chứng là C ml.

Lượng chuẩn độ lại 20ml Ba(OH)_2 là X ml



Hình 9: Bình quang hợp

Vậy lượng CO_2 có trong bình đối chứng là $(X - C). 0,44$

Lượng CO_2 có trong bình quang hợp là $(X - A). 0,44$

Lượng CO_2 mà cây sử dụng trong quang hợp là: $(X - C).0,44 - (X - A). 0,44$

$$I_{qhb} = \frac{(X - C).0,44 - (X - A).0,44}{t} \cdot \frac{60}{S}$$

Lượng CO_2 có trong bình hô hấp là $(X - B). 0,44$

Lượng CO_2 thải ra trong hô hấp là: $(X - B).0,44 - (X - A). 0,44$

$$I_{hh} = \frac{(X - B).0,44 - (X - A). 0,44}{t} \cdot \frac{60}{S}$$

Vậy cường độ quang hợp thực là: $I_{qht} = I_{qhb} + I_{hh}$

** Kết luận và trả lời câu hỏi:*

- Từ số liệu thu được trong thí nghiệm, tính kết quả theo công thức trên.
- So sánh sự giống và khác nhau giữa việc xác định cường độ quang hợp và cường độ hô hấp?

2.4.2. Phương pháp xác định cường độ quang hợp trên máy

- Đối tượng, dụng cụ:
- + Mẫu thực vật: cành lá cây tươi
- + Dụng cụ: máy đo cường độ quang hợp
- Nguyên lý của thí nghiệm:

Máy đo cường độ quang hợp dựa trên nguyên lý về xác định nồng độ CO_2 trước và sau khi thí nghiệm của dòng khí chạy qua cây trong một thời gian nhất định.

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Trước khi tiến hành cần kiểm tra độ kín của buồng lá. Cho dòng khí chạy qua, chỉ số về nồng độ CO_2 của dòng khí sẽ được hiển thị trên máy. Đặt lá vào buồng kín rồi cho dòng khí chạy qua trong một thời gian nhất định, trên máy sẽ hiển thị chỉ số về nồng độ CO_2 sau khi cây quang hợp. Qua số liệu về nồng độ CO_2 trước và sau khi thí nghiệm, ta tính được cường độ quang hợp một cách nhanh chóng và chính xác.

2.5. Thí nghiệm 5: Xác định hiệu suất của quang hợp

2.5.1. Đối tượng, dụng cụ

- + Mẫu thực vật: cây tươi nguyên vẹn (cả thân, rễ, lá).
- + Dụng cụ: cân chính xác, tủ sấy, kéo, thước kẻ.

2.5.2. Nguyên lý của thí nghiệm

Hiệu suất quang hợp là lượng chất hữu cơ cây tích lũy được trên một đơn vị diện tích lá trong một ngày đêm. Dựa vào lượng chất khô tăng lên giữa hai lần lấy mẫu (cách nhau T ngày), ta tính được hiệu suất quang hợp theo công thức:

$$HSQH = \frac{W_2 - W_1}{1/2 (L_1 + L_2) \cdot T}$$

Trong đó: W_1 , W_2 là khối lượng chất khô cân lần 1 và 2

L_1 , L_2 là diện tích lá đo lần 1 và 2

T là thời gian cách nhau giữa hai lần lấy mẫu

2.5.3. Cách tiến hành thí nghiệm

Nhổ 5 - 10 cây nguyên vẹn một cách ngẫu nhiên của ô thí nghiệm, rửa sạch đất. Xác định nhanh chóng diện tích lá (L_1) bằng phương pháp cân. Sau đó đem sấy toàn bộ cây ở nhiệt độ 80°C trong 6 - 8 giờ. Cân ta được khối lượng W_1 . Để cây sinh trưởng sau T ngày lại tiếp tục tiến hành như trên thu được số liệu L_2 , W_2 . Áp dụng công thức tính hiệu suất quang hợp.

2.5.4. Kết quả thí nghiệm

a. Tiến hành đo hiệu suất quang hợp của một số cây, điền số liệu vào bảng sau:

Loại cây	W_1	W_2	L_1	L_2

b. Nêu ý nghĩa của chỉ tiêu hiệu suất quang hợp.

Bài 4

DINH DƯỠNG KHOÁNG

I. MỤC TIÊU

- Minh họa cho kiến thức lý thuyết phần nghiên cứu về vai trò các nguyên tố khoáng đối với cây trồng, phương pháp thủy canh và phương pháp xác định đoán nhanh nhu cầu dinh dưỡng của cây.

- Rèn luyện cho sinh viên kỹ năng thực hiện thí nghiệm ngoài nhà lưới và kỹ năng phân tích trong phòng thí nghiệm.

- Sinh viên biết cách thực hiện thí nghiệm để xác định một số chỉ tiêu về dinh dưỡng khoáng của cây. Đồng thời giúp sinh viên làm quen với phương pháp thủy canh.

II. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hành

1.1. Địa điểm thực hành

Phòng thí nghiệm và nhà lưới

1.2. Thiết bị, dụng cụ

Bình trồng cây, giá thể, máy đo pH (hoặc giấy đo pH); hộp xốp lót nilon màu để đựng dung dịch, nhà màn chung hoặc nhà màn mini cho từng hộp trồng cây, rọ nhựa nhồi trấu hun; lọ, miếng kính, cối chày sứ, đĩa (hoặc miếng kính), pipet.

1.3. Thời gian thực hiện: 5 tiết

2. Trình tự thực hiện

Bài thực hành chương 4 được thực hiện với 3 thí nghiệm sau:

2.1. Thí nghiệm 1: Các phương pháp nghiên cứu dinh dưỡng khoáng

Để nghiên cứu dinh dưỡng khoáng thường sử dụng các phương pháp trồng cây khác nhau. Sau đây là một số phương pháp, mỗi phương pháp có những ưu nhược điểm nhất định. Tùy thuộc vào từng điều kiện cụ thể để áp dụng từng phương pháp.

2.1.1. Phương pháp trồng cây trong dung dịch

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:
- + Mẫu thực vật: cây giống (hoặc hạt giống).
- + Dụng cụ: bình trồng cây, giá thể, máy đo pH (hoặc giấy đo pH).
- + Hoá chất: các loại hoá chất trong thành phần của dung dịch dinh dưỡng theo MS hoặc Knop.

- Nguyên lý của thí nghiệm:

Dựa vào lượng chất dinh dưỡng biết trước khi pha dung dịch và phân tích lượng chất dinh dưỡng còn lại, sau khi trồng cây trong một thời gian nhất định để biết được lượng chất dinh dưỡng mà cây sử dụng.

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Dung dịch trồng cây là yếu tố quan trọng nhất để quyết định sự thành công trong thí nghiệm, vì vậy cần chuẩn bị pha chế dung dịch một cách chính xác theo thành phần của từng loại dung dịch sử dụng.

Trồng cây trong giá thể và đặt vào dung dịch dinh dưỡng. Trong thời gian thí nghiệm, cần theo dõi sự biến đổi của pH. Cần sục khí liên tục, tránh để hệ rễ bị yếm khí.

Tiến hành phân tích dung dịch sau thí nghiệm, ta sẽ biết được lượng chất dinh dưỡng mà cây sử dụng trong thời gian thí nghiệm.

2.1.2. Phương pháp trồng cây trong chậu đất

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:
- + Mẫu thực vật: cây giống (hoặc hạt giống).
- + Dụng cụ: bình trồng cây, đất, phân vô cơ.
- Nguyên lý của thí nghiệm:

Dựa vào thành phần dinh dưỡng của đất đã biết trước, dựa vào lượng phân bón bổ sung và sau đó phân tích thành phần dinh dưỡng còn lại trong đất để biết được lượng chất dinh dưỡng mà cây sử dụng trong thời gian thí nghiệm.

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Đất được đập nhỏ, phơi khô, cho vào chậu (không được đập nhỏ hơn 0,4mm). Phân bón được trộn đều vào đất. Chậu có kích thước to, nhỏ là tùy

thuộc vào kích thước của từng loại cây. Điều chỉnh độ ẩm thích hợp cho đất trồng cây vào và chăm sóc bình thường. Sau thời gian thí nghiệm, đem phân tích lại lượng chất dinh dưỡng của đất, ta sẽ biết được lượng chất dinh dưỡng mà cây đã sử dụng trong thời gian thí nghiệm.

2.1.3. Phương pháp trồng cây ngoài đồng

Phương pháp này được tiến hành theo đúng phương pháp đã phổ biến cả thể trong giáo trình phương pháp thí nghiệm. Khi bố trí thí nghiệm ta cần xác định:

- Mục đích thí nghiệm
- Phương pháp bố trí thí nghiệm
- Sơ đồ thí nghiệm
- Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển của cây
- Xử lý số liệu

2.2. Thí nghiệm 2: Giới thiệu phương pháp thủy canh (Hydroponics)

2.2.1. Khái niệm

Thủy canh là kỹ thuật trồng cây không dùng đất, mà trồng trực tiếp vào dung dịch dinh dưỡng.

2.2.2. Ưu điểm của phương pháp

- Không phải làm đất, không cỏ dại
- Trồng được nhiều vụ, có thể trái vụ, không cần tưới
- Không phải dùng thuốc phòng trừ sâu bệnh, trừ cỏ dại
- Năng suất cao hơn từ 25 - 500%
- Sản phẩm hoàn toàn sạch, đồng nhất
- Có thể huy động lực lượng lao động là người già hoặc trẻ con
- Không tích lũy chất độc, không gây ô nhiễm môi trường

2.2.3. Đối tượng, dụng cụ, hoá chất

- + Mẫu thực vật: cây giống (hoặc hạt giống)
- + Dụng cụ: hộp xốp lót nilon màu để đựng dung dịch
Nhà màn chung hoặc nhà màn mini cho từng hộp trồng cây
Rọ nhựa nhồi trấu hun.
- + Hoá chất: Thành phần hoá chất trong chất dinh dưỡng nuôi cây

2.2.4. Cách tiến hành

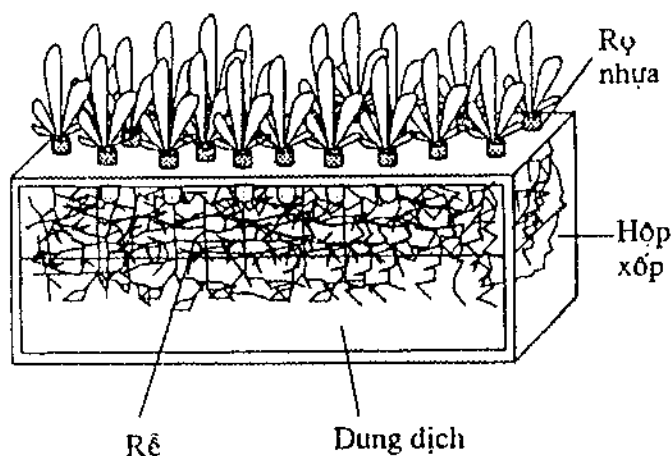
Trước khi tiến hành thí nghiệm cần chuẩn bị khung, màn và hộp xốp (Hình 10), khoan nắp hộp xốp kích thước và số lượng tùy theo từng loại cây.

Pha dung dịch vào hộp theo đúng thành phần và nồng độ của từng loại dung dịch dinh dưỡng.

Chuẩn bị rọ gieo hạt hoặc trồng cây: cắt mảnh lưới lót dưới đáy rọ, tấm ướt trấu hun rồi nhồi vào rọ. Đặt rọ vào các lỗ khoan trên nắp hộp.

Gieo hạt hoặc trồng cây vào rọ với độ sâu khoảng 1 - 2cm rồi dùng trấu hun lấp kín.

Trong thời gian thí nghiệm cần theo dõi thường xuyên mực nước trong hộp, nếu lượng dung dịch tụt xuống 15cm so với mép hộp thì cần bổ sung thêm dung dịch.



Hình 10: Mô hình thuỷ canh của Trung tâm nghiên cứu và phát triển rau châu Á

2.3. Thí nghiệm 3: Phương pháp chẩn đoán nhanh nhu cầu dinh dưỡng

Việc phát hiện nhanh chóng các nguyên tố dinh dưỡng trong cây có thể cho biết cây thừa hay thiếu dinh dưỡng, qua đó góp phần đề xuất biện pháp bón phân hợp lý cho cây. Phương pháp này dựa vào các phản ứng đặc trưng giữa các nguyên tố và các thuốc thử đặc trưng. Dựa vào các mức độ màu của phản ứng so với thang chuẩn, ta có thể biết được hàm lượng của từng nguyên tố.

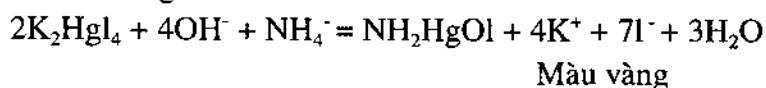
2.3.1. Phát hiện nhanh chóng Amon (NH_3)

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:

+ Mẫu thực vật: lá tươi

- + Dụng cụ: lọ, miếng kính, cối chày sứ
- + Hoá chất: thuốc thử Nettle, thang màu chuẩn
- Nguyên lý của phương pháp:

Dựa vào phản ứng của thuốc thử Nettle trong môi trường kiềm với amon sẽ cho ta màu vàng:



- Cách tiến hành thí nghiệm:

Cân 2g lá cho vào cối sứ nghiền nát, cho thêm 6ml nước cất vào hoà đều thành dung dịch, sau đó dùng pipet lấy 0,5ml dung dịch vào lọ nhỏ. Nhỏ một giọt thuốc thử nettle lên miếng giấy lọc để trên nắp kính. Lấy 1ml NaOH 30% nhanh chóng cho vào lọ rồi đặt miếng kính có giọt nettle lên miệng lọ có bôi vaselin. Để 15 phút, trong thời gian này thỉnh thoảng lắc, dung dịch sẽ chuyển màu vàng. So với thang màu chuẩn để biết hàm lượng amon tự do trong cây.

2.3.2. Phát hiện nhanh chóng Nitrat (NO_3)

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:
- + Mẫu thực vật: thân cây (hoặc cuống lá, hoặc lá cây)
- + Dụng cụ: đĩa sứ (hoặc miếng kính), pipet
- + Hoá chất: thuốc thử diphenilamin, thang màu chuẩn của nitrat
- Nguyên lý của thí nghiệm:

Thuốc thử diphenilamin hoà tan trong axit sulfuric đậm đặc kết hợp với nitrat tạo thành hợp chất, màu xanh chàm. Mức độ màu tỷ lệ thuận với hàm lượng NO_3^-

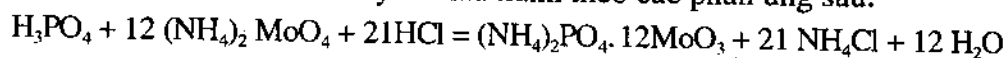
- Cách tiến hành thí nghiệm:

Cắt 1 - 3 lát cắt của thân (hoặc cuống lá, lá) đặt vào đĩa sứ hoặc miếng kính. Nhỏ một giọt diphenilamin lên trên lát cắt, màu xanh dần dần xuất hiện, so với thang màu chuẩn để xác định nồng độ nitrat trong cây.

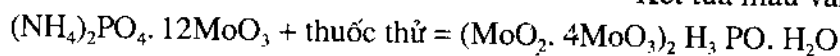
2.3.3. Phát hiện nhanh chóng phospho (P_2O_5)

- Đối tượng, dụng cụ, hoá chất:
- + Mẫu thực vật: thân lá hay cuống lá tươi
- + Dụng cụ: đĩa sứ, pipet
- + Hoá chất: dung dịch molybdat amon, dung dịch $SnCl_2$, thang màu chuẩn
- Nguyên lý của thí nghiệm:

Phospho kết hợp nhanh chóng với molypdat amon sẽ cho kết tủa màu vàng.
 Nếu cho thêm thuốc thử sẽ chuyển màu xanh theo các phản ứng sau:



Kết tủa màu vàng



Phức chất màu xanh

- Cách tiến hành thí nghiệm:

Cắt 2 lát cắt thân hay cuống lá cho vào đĩa sứ, nhỏ 1 giọt molipdat amon, khuấy đều sau đó để yên 1 phút. Nhỏ 1 giọt SnCl_2 khuấy đều, rồi đem so màu với thang màu chuẩn.

Bài 5

SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT

I. MỤC TIÊU

- Minh họa cho kiến thức phân kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào và các chất điều tiết sinh trưởng của thực vật (auxin, xytokinin).
- Trang bị cho sinh viên kiến thức về nuôi cấy mô tế bào (khái niệm, cơ sở khoa học và các điều kiện để nuôi cấy mô tế bào). Đồng thời giúp cho sinh viên có khả năng ứng dụng các chất điều tiết sinh trưởng (auxin, xytokinin) vào thực tiễn sản xuất (giâm, chiết cành...).

II. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hành

1.1. Địa điểm thực hành: Phòng thí nghiệm và ngoài nhà lưới.

1.2. Thiết bị, dụng cụ

Nồi hấp, tủ sấy, phễu lọc, buồng cấy vô trùng; bình nuôi cây thủy tinh; cốc thủy tinh, cát ẩm, kéo cắt cây, bình phun ẩm; giấy lọc hoặc tấm xốp.

1.3. Thời gian thực hành: 5 tiết

2. Trình tự thực hành

Thực hành chương 5 được thực hiện với 3 thí nghiệm sau:

2.1. Thí nghiệm 1: Giới thiệu phương pháp nuôi cấy mô tế bào thực vật

2.1.1. Khái niệm

Nuôi cấy mô tế bào thực vật là nuôi cấy các vật liệu của cây trồng (chồi, lá, thân, rễ, hạt phấn...) hoàn toàn sạch vi sinh vật trên môi trường dung dịch nhân tạo, trong điều kiện vô trùng.

Nuôi cấy mô tế bào đồng nghĩa với nuôi cấy mô tế bào in vitro (trong ống nghiệm).

2.1.2. Cơ sở khoa học của nuôi cấy mô tế bào

Cơ sở khoa học của kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào là dựa vào tế bào có tính toàn năng, tính phân hoá và phản phân hoá.

+ Tính toàn năng của tế bào:

Mỗi tế bào bất kỳ của một sinh vật nào đều mang đầy đủ lượng thông tin di truyền cần thiết của toàn cơ thể loại sinh vật đó. Khi gặp điều kiện thuận lợi, mỗi tế bào sẽ phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh.

+ Tính phân hoá:

Là sự chuyển từ tế bào phôi sinh có chức năng phân chia tế bào thành các mô chuyên hoá đảm nhận các chức năng khác nhau (mô biểu bì, mô dậu, mô dẫn...).

+ Tính phản phân hoá:

Khi các tế bào đã phân hoá thành các mô chức năng riêng biệt nhưng vẫn có thể quay trở về trạng thái chức năng phôi sinh ban đầu khi gặp điều kiện thuận lợi.

2.1.3. Điều kiện của kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào

- Môi trường nuôi cấy:

+ Các nguyên tố dinh dưỡng

Môi trường nuôi cấy phải có đầy đủ các yếu tố dinh dưỡng cần thiết (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B, Mo, I, Co, Zn) cho sự sinh trưởng, phát triển của tế bào cũng như của cơ thể hoàn chỉnh. Cho đến nay đã có nhiều tác giả nghiên cứu đưa ra nhiều môi trường dinh dưỡng khác nhau tùy thuộc từng loại đối tượng cây trồng: môi trường Murashige - Skoog (MS), môi trường Knop, môi trường KnudsonC, môi trường Gamborg...

+ Nguồn cacbon:

Cây in vitro sống chủ yếu bằng con đường dị dưỡng. Vì vậy, việc bổ sung nguồn cacbon hữu cơ vào môi trường nuôi cấy là thành phần bắt buộc. Thường sử dụng đường sacaroza hoặc glucoza hàm lượng 2 - 3%.

+ Vitamin:

Các vitamin được bổ sung vào môi trường là: Thiamin (B_1), Pyridoxin (B_6), Riboflavin (B_2), axit nicotinic, Myo - inositol, vitamin C...

+ Các hợp chất tự nhiên:

Để thúc đẩy khả năng phát sinh hình thái và sự sinh trưởng, phát triển của cây in vitro, trong môi trường nuôi cấy thường được bổ sung thêm các hợp chất

tự nhiên: nước dừa, dịch chiết nấm men, dịch thuỷ phân, dịch chiết ép chuối, khoai tây...

- Các chất điều tiết sinh trưởng:

+ Auxin: kích thích sự hình thành mô sẹo (callus), hình thành rễ bất định, kích thích sự dẫn tế bào.

Các auxin thường dùng: 2,4 Dichloro Phenoxi Axetic Axit (2,4D)

α - Naphtyl Axetic Axit (α - NAA)

β - Indol Axetic Axit (IAA)

β - Indol Butiric Axit (IBA)

Tùy theo mục đích mà nồng độ sử dụng từ 10^{-5} - 10^{-6} M

+ Xytokinin: kích thích sự phân chia tế bào và quyết định sự phân hoá chồi.

Vì vậy, dựa vào tỷ lệ sử dụng Auxin/Xytokinin sẽ quyết định sự phân hoá chồi hay phân hoá rễ.

Các chất thường sử dụng:

Benzil Adenin (BA)

Benzin Amino Phurin (BAP)

Kinetin (Furfuryl Amino Purin)

Zeatin

- Chất làm đông môi trường:

Agar là một polisacarit của tảo thường được sử dụng làm đông môi trường nuôi cấy. Tùy thuộc chất lượng agar mà dùng với hàm lượng từ 5 - 8g/l

- Độ pH môi trường:

Cần chỉnh độ pH môi trường nuôi cấy trong khoảng từ 5,8 - 6,0 thích hợp cho nhiều loại cây trồng.

- Điều kiện vô trùng:

Vô trùng là điều kiện bắt buộc quyết định sự thành công trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào.

+ Thiết bị và hoá chất khử trùng:

Nồi hấp, tủ sấy, phễu lọc và các loại hoá chất khử trùng (HgCl_2 , $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, NaOCl , H_2O_2 ...

+ Buồng cấy vô trùng:

Tùy theo điều kiện có thể dùng buồng tự động lọc khí sạch hoặc buồng khử trùng không khí.

2.1.4. Các giai đoạn nuôi cấy

- + Giai đoạn khởi động mẫu in vitro.
- + Giai đoạn nhân nhanh in vitro.
- + Giai đoạn ra rễ tạo cây in vitro hoàn chỉnh.

2.2. Thí nghiệm 2: Sử dụng auxin trong kỹ thuật giâm chiết cành

2.2.1. Đối tượng, dụng cụ, hoá chất

- + Mẫu thực vật: cành cây bánh tẻ (có tuổi sinh học trung bình).
- + Dụng cụ: cốc thuỷ tinh, cát ẩm, kéo cắt cây, bình phun ẩm.
- + Hoá chất: dung dịch α - NAA.

2.2.2. Nguyên lý của thí nghiệm

Một trong những vai trò sinh lý quan trọng nhất của nhóm chất auxin là kích thích sự hình thành rễ bất định của cành chiết, cành giâm và cây nuôi cấy mô

Trong giai đoạn đầu của sự phát sinh rễ của cành giâm tức là giai đoạn phản phân hoá các tế bào ở vùng sẽ phát sinh rễ để tạo nhanh chóng các tế bào tiền rễ. Giai đoạn này cần hàm lượng auxin rất cao, mà thường với lượng auxin nội sinh không đủ để kích thích nhanh chóng sự hình thành rễ. Do vậy, trong đa số trường hợp, cần xử lý auxin ngoại sinh để xúc tiến nhanh quá trình phát sinh rễ bất định.

Có hai phương pháp xử lý auxin cho cành giâm:

- Phương pháp xử lý nhanh: sử dụng nồng độ auxin cao khoảng từ 1000 - 10.000ppm. Nhúng nhanh phần gốc cành giâm vào dung dịch auxin pha sẵn rồi cắm ngay vào giá thể.

- Phương pháp ngâm: sử dụng nồng độ auxin thấp khoảng từ 10 - 100ppm. Ngâm phần gốc hom giâm vào dung dịch auxin trong 12 - 24 giờ rồi cắm vào giá thể.

2.2.3. Cách tiến hành thí nghiệm

Chọn cành giâm bánh tẻ (cành chanh, bưởi, roi, hoa giấy...), dùng kéo cắt thành từng đoạn dài từ 5 - 15cm, chỉ để lại 1 - 2 lá bánh tẻ không mang bệnh trên một đoạn cành. Nhúng phần gốc vào dung dịch α - NAA có nồng độ thích hợp tùy theo từng đối tượng trong khoảng 3 giây (thường nồng độ thích hợp cho đa số đối tượng cành giâm là 4000 - 6000ppm). Cắm cành giâm vào cát ẩm, sạch. Giữ ẩm thường xuyên cho đến khi xuất hiện rễ. Theo dõi các chỉ tiêu (5 - 7 ngày/lần):

Tỷ lệ hình thành callus (%)

Tỷ lệ hình thành chồi (%)

Tỷ lệ hình thành rễ (%)

Chiều dài rễ, chồi.

2.2.4. Kết quả và trả lời câu hỏi

a. Hãy giải thích giai đoạn hình thành callus trong quá trình giâm cành?

b. Điền kết quả theo dõi vào bảng sau:

Thời gian theo dõi	Tỷ lệ callus (%)	Tỷ lệ ra chồi (%)	Tỷ lệ ra rễ (%)	Chiều dài trung bình rễ (cm)	Chiều dài trung bình chồi (cm)
7 ngày					
14 ngày					
21 ngày					
...					

c. Tại sao các cành có tuổi khác nhau thì khả năng ra rễ khác nhau?

2.3. Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của Xytokinin đến tuổi thọ của lá

2.3.1. Đối tượng, dụng cụ, hoá chất

+ Mẫu thực vật: lá cây tươi

+ Dụng cụ: giấy lọc hoặc tấm xốp

+ Hoá chất: dung dịch BA (Benzil Adenin) nồng độ 5; 10; 15; 20ppm

2.3.2. Nguyên lý của thí nghiệm

Xytokinin còn được gọi là “Hocmon hoá trẻ” vì nó có tác dụng kéo dài tuổi thọ của cơ quan và cây.

Lá cây khi bị tách khỏi cây mẹ thì diệp lục sẽ bị phân huỷ làm mất màu xanh rất nhanh chóng. Nếu lá cây được xử lý xytokinin thì khi tách ra khỏi cây mẹ, màu xanh của lá cây sẽ giữ được lâu hơn tức là tuổi thọ của lá được kéo dài hơn.

Nhúng lá vào dung dịch BA (Benzil Adenin) theo các công thức nồng độ 0; 5; 10; 15; 20ppm, sau đó đặt trên giấy lọc đủ hút ẩm hoặc có thể đặt trên tấm bọt xốp hút ẩm. Đặt lại để che ánh sáng và giảm bay hơi nước.

Sau 5 - 7 ngày quan sát màu sắc của lá.

2.3.3. Kết luận và trả lời câu hỏi

a. Hãy giải thích tại sao xytokinin lại có khả năng kéo dài tuổi thọ của cơ quan và cây?

b. Theo dõi và so sánh kết quả giữa các nồng độ xytokinin trong thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Minh Tấn, Nguyễn Quang Thạch, Trần Văn Phẩm,
Giáo trình Sinh lý thực vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 1994.
2. Vũ Văn Vụ, Vũ Thanh Tâm, Hoàng Minh Tấn,
Sinh lý học thực vật. Nhà xuất bản Giáo dục, 2000.
3. John Dacey, *Ventilation in waterlilies abiological steam engine*.
Hanover University - Germany, 1982.
4. Kenneth C. Tores, *Tisue culture techniques for horticultural crops*.
Published by Van Nostrand Reinhold New York, 1987.
5. Jeffrey C. Suttll, *Plant Physiology*. Published by American society of
plant physiologists, 1998.
6. Judithe E. Grollman, *The plant cell*. Published by American society of
plant physiologists, 1997.
9. Edwin F. George, *Plant propagation by tissue culture*. Printed in Great
Britain by Butler & Tanner Ltd, 1993.

MỤC LỤC

Lời giới thiệu	3
Lời nói đầu	5
Mở đầu	7
Chương 1: SINH LÝ TẾ BÀO THỰC VẬT	9
I. Đại cương về tế bào thực vật	10
II. Khái quát về cấu trúc và chức năng sinh lý của tế bào thực vật ...	10
III. Thành phần hoá học chủ yếu của chất nguyên sinh	19
IV. Đặc tính vật lý của chất nguyên sinh	22
V. Đặc tính hoá keo của chất nguyên sinh	24
VI. Sự trao đổi nước của tế bào thực vật.....	25
Chương 2: SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA THỰC VẬT	32
I. Nước trong cây và vai trò của nước đối với đời sống của cây	33
II. Sự hút nước của rễ cây	36
III. Quá trình vận chuyển nước trong cây.....	44
IV. Sự thoát hơi nước của lá	47
V. Sự cân bằng nước và trạng thái héo của cây	55
VI. Cơ sở sinh lý của việc tưới nước hợp lý cho cây trồng.....	58
Chương 3: QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT	62
I. Khái niệm chung về quang hợp.....	63
II. Cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp, hệ sắc tố quang hợp	65
III. Bản chất của quá trình quang hợp	72
IV. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh đến quang hợp	85
V. Quang hợp và năng suất cây trồng	94
Chương 4: HÔ HẤP CỦA THỰC VẬT.....	102
I. Khái niệm chung về hô hấp của thực vật	103
II. Cơ quan hô hấp và bản chất hoạt động hô hấp ở cây.....	105
III. Các chỉ tiêu nghiên cứu hô hấp	115
IV. Mối quan hệ giữa hô hấp và hoạt động sống trong cây.....	118

V. Ảnh hưởng của các điều kiện ngoại cảnh đến hô hấp	121
VI. Hô hấp và vấn đề bảo quản nông sản phẩm	124
Chương 5: SỰ VẬN CHUYỂN VÀ PHÂN BỐ CÁC CHẤT	
ĐỒNG HOÁ TRONG CÂY	128
I. Khái niệm chung	129
II. Sự vận chuyển các chất đồng hoá ở khoảng cách gần	131
III. Sự vận chuyển các chất đồng hoá ở khoảng cách xa.....	133
IV. Phương hướng vận chuyển và phân bố các chất đồng hoá trong cây	136
V. Ảnh hưởng của các nhân tố ngoại cảnh lên sự vận chuyển và phân bố các chất đồng hóa trong cây.....	139
Chương 6: DINH DƯỠNG KHOÁNG CỦA THỰC VẬT	143
I. Khái niệm chung	144
II. Sự hấp thu và vận chuyển chất khoáng của cây.....	148
III. Ảnh hưởng các nhân tố ngoại cảnh đến sự xâm nhập chất khoáng vào cây.....	151
IV. Vai trò sinh lý của các nguyên tố khoáng thiết yếu	154
V. Vai trò của nitơ và sự đồng hoá nitơ của thực vật	163
VI. Cơ sở sinh lý của việc sử dụng phân bón cho cây trồng.....	170
Chương 7: SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT	175
I. Khái niệm chung	176
II. Các chất điều hoà sinh trưởng, phát triển thực vật.....	178
III. Sự sinh trưởng và phân hoá tế bào - nuôi cấy mô tế bào thực vật (nuôi cấy in vitro)	200
IV. Sự tương quan sinh trưởng của cây	207
V. Sự nảy mầm của hạt.....	210
VI. Sự hình thành hoa.....	214
VII. Sự hình thành quả và sự chín của quả	221
VIII. Sự rụng của cơ quan	227
IX. Trạng thái ngủ nghỉ của thực vật.....	229
Chương 8: TÍNH CHỐNG CHỊU SINH LÝ CỦA THỰC VẬT VỚI CÁC	
ĐIỀU KIỆN NGOẠI CẢNH BẤT THUẬN	234
I. Khái niệm chung	235
II. Tính chống chịu hạn của thực vật.....	236

III. Tính chống chịu nóng của thực vật	242
IV. Tính chống chịu lạnh của thực vật	245
V. Tính chống chịu mặn của thực vật.....	249
VI. Tính chống chịu úng của cây trồng.....	253
VII. Tính chống chịu lớp vỏ của cây trồng	255
THỰC TẬP SINH LÝ THỰC VẬT	259
<i>Bài 1: Sinh lý tế bào thực vật.....</i>	260
<i>Bài 2: Trao đổi nước của thực vật.....</i>	267
<i>Bài 3: Quang hợp của thực vật</i>	277
<i>Bài 4: Dinh dưỡng khoáng.....</i>	285
<i>Bài 5: Sinh trưởng, phát triển của thực vật</i>	291
<i>Tài liệu tham khảo</i>	296

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
SINH LÝ THỰC VẬT
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập
TRƯƠNG ĐỨC HÙNG

Bìa
PHAN ANH TÚ

Kỹ thuật vi tính
HẢI YẾN

Sửa bản in
LÊ XUÂN THỌ

In 810 cuốn, khổ 17 x 24cm, tại Nhà in Hà Nội.
Giấy phép xuất bản số: 25GT/407 CXB ngày 29/3/2005
In xong và nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2005.

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005
KHÔI TRƯỜNG TRUNG HỌC NÔNG NGHIỆP

1. MÁY NÔNG NGHIỆP
2. QUẢN LÝ THIẾT BỊ ĐIỆN
3. CƠ KỸ THUẬT
4. DUNG SAI ĐO LƯỜNG
5. AN TOÀN LAO ĐỘNG
6. KỸ THUẬT CHĂN NUÔI
7. KINH TẾ NÔNG NGHIỆP
8. DƯỢC LÝ
9. GIẢI PHẪU SINH LÝ
10. THỨC ĂN GIA SÚC
11. VỆ SINH GIA SÚC
12. ĐẤT VÀ BẢO VỆ ĐẤT
13. ĐỊA CHÍNH NÔNG NGHIỆP
14. SINH LÝ THỰC VẬT
15. ĐẤT TRỒNG - PHÂN BÓN
16. KỸ THUẬT TRỒNG TRỌT
17. VẼ KỸ THUẬT
18. DT CHỌN GIỐNG CÂY TRỒNG
19. GIA CÔNG KIM LOẠI
20. QUẢN LÝ THỦY NÔNG
21. KỸ SINH TRÙNG
22. CHĂN NUÔI LỢN
23. CHĂN NUÔI TRÂU BÒ
24. KIỂM NGHIỆM THÚ SẢN
25. ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ
26. ĐĂNG KÝ THỐNG KÊ ĐẤT ĐAI
27. CÂY ĂN QUẢ
28. KỸ THUẬT TRỒNG RAU
29. KỸ THUẬT TRỒNG CÂY HOA CẢNH
30. BẢO VỆ THỰC VẬT
31. CẤU TẠO VÀ SỬA CHỮA ĐỘNG CƠ ĐỐT T
32. VẬT LIỆU KIM LOẠI
33. NHIÊN LIỆU

