

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH LÂM ĐỒNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐÀ LẠT

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: SINH LÝ THỰC VẬT
NGHỀ: BẢO VỆ THỰC VẬT
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-... ngày.....tháng....năm
..... của.....

Đà lạt, năm 2017

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Sinh lý học thực vật là khoa học sinh 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 cho ta khả năng điều chỉnh thực vật theo hướng có lợi cho con người. Đây là môn khoa học thực nghiệm và là khoa học cơ sở cho các ngành khoa học kỹ thuật nông nghiệp.

Do ý nghĩa quan trọng của lĩnh vực khoa học này cho nên từ khi ra đời vào cuối thế kỷ XVIII đến nay nó được phát triển nhanh chóng và có nhiều đóng góp to lớn cho khoa học cũng như cho sản xuất nông nghiệp nói riêng và đời sống con người nói chung.

Sinh lý học thực vật là khoa học đã được giảng dạy ở các trường Đại học, Cao đẳng hàng trăm năm nay. Cũng đã có nhiều giáo trình Sinh lý Thực vật được viết phục vụ cho việc giảng dạy, học tập và nghiên cứu lĩnh vực khoa học này.

Ở Việt Nam Sinh lý học Thực vật cũng đã được giảng dạy ở nhiều trường Đại học (ĐHSP, ĐHKHTN, ĐHNL, Cao đẳng Kỹ thuật, ...) và cũng đã có nhiều giáo trình Sinh lý học thực vật được phát hành.

Trên cơ sở những giáo trình hiện có, để có tư liệu học tập, nghiên cứu cho học sinh sinh viên, trước hết là học sinh sinh viên của Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt, tôi biên soạn giáo trình Sinh lý học thực vật này. Sách được dùng làm giáo trình học tập cho học sinh sinh viên Khoa Nông nghiệp thuộc Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt và làm tài liệu tham khảo cho học sinh sinh viên, cán bộ, giáo viên các ngành liên quan.

Giáo trình Sinh lý Thực vật do Ths. Nguyễn Sanh Mân – Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng – Trường Cao đẳng Nghề chủ biên soạn với 5 chương dựa trên đề cương chi tiết môn học Sinh lý thực vật do Bộ Lao động – Thương binh & Xã hội ban hành và Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt ban hành..

Trong quá trình biên soạn, chủ biên đã cố gắng cập nhật những kiến thức, thành tựu của sinh lý học hiện đại và thực tiễn vào. Tuy nhiên, do thời gian, trình độ, nguồn tư liệu có hạn nên không tránh khỏi những thiếu sót. Chủ biên mong nhận được sự nhiều góp ý đóng góp xây dựng của độc giả để giáo trình có chất lượng tốt hơn.

Đà Lạt, ngày 01 tháng 05 năm 2017

Chủ biên: Ths. Nguyễn Sanh Mân

MỤC LỤC

Tuyên bố bản quyền	1
Lời giới thiệu	2
Mục lục	3
CHƯƠNG 1: SINH LÝ TẾ BÀO THỰC VẬT	9
1. Đại cương về tế bào thực vật	9
2. Khái quát về cấu trúc và chức năng sinh lý của tế bào thực vật.....	10
2.1. Vỏ tế bào (thành tế bào)	10
2.2. Chất nguyên sinh tế bào	11
2.3. Nhân:	14
2.4. Không bào	14
3. Thành phần hóa học chủ yếu của chất nguyên sinh	15
3.1. Protein.....	15
3.2. Lipid	17
3.3. Nước	17
3.4 Tính chất lý học và đặc tính hóa keo của nguyên sinh chất tế bào	18
4. Sự trao đổi nước của tế bào thực vật	20
4.1. Tế bào là một hệ thẩm thấu sinh học.....	20
4.2. Quy luật xâm nhập nước vào tế bào.....	21
Bài tập thực hành chương 1: sinh lý tế bào thực vật.....	23
Câu hỏi sử dụng đánh giá học tập của chương 1	28
Ghi nhớ chương 1.....	29
CHƯƠNG 2: SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA THỰC VẬT	30
1. Vai trò của nước đối với đời sống thực vật	30
2. Sự hút nước của rễ cây.....	31
2.1. Cơ quan hút nước	31
2.2. Sự hút nước của rễ cây	32
2.3. Sự hút nước của rễ trong đất và lực cản của quá trình hút nước.....	32
2.4. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh đến sự hút nước của rễ	34
3. Quá trình vận chuyển nước trong cây và sự cân bằng nước trong cây	37
3.1. Con đường vận chuyển nước trong cây	37
3.2. Tốc độ vận chuyển nước trong cây	39

3.3. Động lực vận chuyển nước trong cây.....	43
4. Cơ sở sinh lý của việc tưới nước hợp lý cho cây trồng	44
4.1. Mục đích của tưới nước hợp lý	44
4.2. Cơ sở sinh lý xác định nhu cầu nước của cây	44
4.3. Phương pháp tưới	45
Bài tập thực hành chương 2: Sự trao đổi nước của thực vật	47
Câu hỏi sử dụng đánh giá học tập của chương 2.....	51
Ghi nhớ chương 2	52
CHƯƠNG 3: QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT.....	54
1. Khái niệm chung về Quang hợp	54
1.1. Định nghĩa quang hợp của thực vật.....	54
1.2. Vai trò của quá trình quang hợp đối với thực vật và tự nhiên.....	54
2. Cấu tạo bộ máy quang hợp	56
2.1. Lá - cơ quan quang hợp	56
2.2. Lục lạp	57
2.3. Sắc tố quang hợp và tính chất của chúng	58
3. Quá trình quang hợp thực vật	60
3.1. Pha sáng quang hợp	60
4. Các yếu tố ảnh hưởng đến quang hợp thực vật.....	73
4.1. Ánh sáng.....	74
4.2. Nồng độ CO ₂	75
4.3. Nhiệt độ	76
4.4. Nước	77
4.5. Dinh dưỡng khoáng	77
5. Ý nghĩa của quang hợp thực vật	79
5.1. Quan hệ quang hợp với năng suất	79
5.2. Các biện pháp nâng cao năng suất dựa vào quang hợp.....	79
5.3. Tiềm năng quang hợp ở Việt Nam	82
Thực hành chương 3: quang hợp của thực vật	83
Câu hỏi sử dụng đánh giá học tập của chương 3.....	87
Ghi nhớ chương 3	88
CHƯƠNG 4: HÔ HẤP CỦA THỰC VẬT.....	90

1. Khái niệm chung.....	90
1.1. Khái niệm chung về hô hấp.....	90
1.2. Vai trò hô hấp.....	91
2. Cơ quan hô hấp và bản chất của hoạt động hô hấp thực vật	91
2.1. Ty thể.....	91
2.2. Bản chất của hoạt động hô hấp thực vật.....	92
3. Quá trình hô hấp của thực vật.....	93
3.1. Các con đường biến đổi cơ chất hô hấp.	93
3.2. Trao đổi năng lượng trong hô hấp.....	98
4. Mối quan hệ giữa hô hấp và hoạt động sống trong cây trồng	99
4.1. Hô hấp và quang hợp.....	99
4.2. Hô hấp và sự hấp thu nước và chất dinh dưỡng của cây trồng.....	100
4.3. Hô hấp và tính chống chịu của cây đối với điều kiện ngoại cảnh bất thuận	100
5. Các yếu tố ảnh hưởng đến hô hấp thực vật.....	100
5.1. Hàm lượng nước của mô tế bào	101
5.2. Nhiệt độ	101
5.3. Thành phần khí O ₂ và CO ₂ trong không khí	101
5.4. Dinh dưỡng khoáng.....	102
Bài tập thực hành chương 4: hô hấp của thực vật.....	103
Câu hỏi sử dụng đánh giá học tập của chương 4	107
Ghi nhớ chương 4.....	108
CHƯƠNG 5: SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT.....	109
1. Khái niệm chung.....	109
1.1. Khái niệm về sinh trưởng.	109
1.2. Khái niệm về phát triển.	110
2. Các chất điều hòa sinh trưởng, phát triển thực vật	111
2.1. Khái niệm chung	111
2.2. Phân loại các chất điều hòa sinh trưởng của thực vật	111
2.3. Tầm quan trọng của các chất điều hòa sinh trưởng	123
3. Sự nảy mầm của hạt.....	130
3.1. Biến đổi hóa sinh.....	130

3.2. Biến đổi sinh lý.....	130
3.3. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh đến sự nảy mầm.....	130
4. Sự hình thành hoa	131
4.1. Sự hình thành hoa bởi nhiệt độ (sự xuân hóa).....	131
4.2. Sự cảm ứng ra hoa bởi ánh sáng (quang chu kỳ)	132
5. Sự hình thành quả và sự chín của quả.....	133
5.1. Sự hình thành quả và hạt.	133
5.2. Cơ sở của việc tạo quả không hạt.....	134
5.3. Sinh lý quá trình chín của quả	134
6. Sự rụng các cơ quan.....	136
6.1. Sự rụng lá và quả.....	136
6.2. Về mặt giải phẫu:.....	136
6.3. Cân bằng hormon của sự rụng.....	136
6.4. Ngoại cảnh cảm ứng sự rụng.....	137
6.5. Điều chỉnh sự rụng	137
7. Trạng thái ngủ nghỉ của thực vật	137
7.1. Khái niệm về sự ngủ nghỉ.....	137
7.2. Phân loại các trạng thái ngủ nghỉ	137
7.3. Nguyên nhân ngủ nghỉ sâu	138
7.4. Điều chỉnh trạng thái ngủ nghỉ	139
Bài tập thực hành chương 5: Sinh trưởng và phát triển của thực vật.....	140
Câu hỏi sử dụng đánh giá học tập của chương 5.....	145
Ghi nhớ chương 5	146
TÀI LIỆU THAM KHẢO	148

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Sinh lý thực vật

Mã môn học: MH 07

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun:

- Vị trí: Là môn học cơ sở trong chương trình môn học bắt buộc dùng đào tạo trình độ trung cấp nghề bảo vệ Thực vật.

- Tính chất: là môn học lý thuyết kết hợp với thực hành.

- Ý nghĩa và vai trò của môn học:

- + Ý nghĩa: Làm cơ sở học các môn học chuyên ngành và điều khiển được quá trình sinh trưởng phát triển của cây, phân tích và khắc phục được những hiện tượng gặp trong thực tế.

- + Vai trò: cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản nhất về các quá trình và các phản ứng sinh học xảy ra ở thực vật, phản ứng của thực vật với điều kiện môi trường.

Mục tiêu của môn học/mô đun:

- Về kiến thức:

- + Trình bày được những kiến thức về các quá trình sinh lý cơ bản xảy ra trong cơ thể thực vật (quang hợp, hô hấp, trao đổi nước...)

- + Trình bày được mối quan hệ giữa hoạt động và các chức năng sinh lý với các điều kiện môi trường sống, sự sinh trưởng phát triển.

- Về kỹ năng:

- + Thực hiện được các kỹ thuật làm tiêu bản tế bào thực vật, kiểm tra hiện tượng co nguyên sinh, phản co nguyên sinh, kiểm tra khí giải phóng từ quá trình quang hợp, tách chiết diệp lục, quá trình sinh nhiệt từ hô hấp,....

- + Phân tích và ứng dụng được cơ chế tính chống chịu của thực vật làm cơ sở cho việc thực hiện các biện pháp kỹ thuật thâm canh tăng năng suất và phẩm chất cây trồng.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- + Sinh viên có khả năng làm việc theo nhóm, có khả năng ra quyết định khi làm việc với nhóm, tham mưu với người quản lý và tự chịu trách nhiệm về các quyết định của mình

- + Có khả năng tự nghiên cứu, tham khảo tài liệu có liên quan đến môn học.

+ Có khả năng tìm hiểu tài liệu để làm bài thuyết trình theo yêu cầu của giáo viên.

+ Có khả năng vận dụng các kiến thức liên quan vào các môn học/mô đun tiếp theo.

+ Có ý thức, động cơ học tập chủ động, đúng đắn, tự rèn luyện tác phong làm việc công nghiệp, khoa học và tuân thủ các quy định hiện hành

Nội dung của môn học :

CHƯƠNG 1

SINH LÝ TẾ BÀO THỰC VẬT

Mã chương: MH07-01

Giới thiệu:

Sự hiểu biết về sinh lý tế bào thực vật có ý nghĩa quan trọng trong việc điều chỉnh cây trồng ở mức độ tế bào. Có thể chọn tạo giống cây trồng có khả năng chống chịu với điều kiện ngoại cảnh bất thuận dựa trên các chỉ tiêu về sinh lý tế bào như tính bền vững của hệ thống màng, hệ thống keo nguyên sinh chất, độ nhớt và tính đàn hồi cao, hàm lượng nước liên kết lớn, khả năng điều chỉnh thẩm thấu cao,.. Có thể sử dụng tế bào vào việc nuôi cấy invitro để nhân nhanh giống cây trồng hoặc có thể sử dụng tế bào trần (protoplast) cho mục đích lai giống vô tính bằng dung hợp tế bào trần để tạo con lai soma,....

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc và chức năng của tế bào.
- Phân tích được thành phần hóa học và các đặc tính của chất nguyên sinh.
- So sánh được các hoạt động sinh lý quan trọng diễn ra trong tế bào.

Nội dung chính:

1. Đại cương về tế bào thực vật

- Tế bào là đơn vị cơ sở mà tất cả các cơ thể sống đều hình thành nên từ đó.
- Năm 1667, Robert Hook đã phát hiện ra đơn vị cấu trúc cơ sở của cơ thể sống là “tế bào”. Ông đã mô tả cấu trúc đó. Đồng thời và độc lập với Robert Hook, nhà bác học Hà Lan Antonie Van Leeuwenhock và người Ý Malpighi đã nghiên cứu ở đối tượng động vật và cũng phát hiện ra tế bào.
- Đến thế kỷ XIX, với sự đóng góp của nhà thực vật học Mathias Schleiden và nhà động vật học Theodor Schwann học thuyết tế bào chính thức ra đời (1838).
- Tập hợp các tế bào tạo nên mô, tập hợp các mô tạo nên cơ quan và tập hợp các cơ quan tạo nên cơ thể.
- Mọi tế bào đều có cấu tạo cơ bản như sau:
 - + Mọi tế bào đều có màng sinh chất bao quanh. Trên màng có nhiều kênh dẫn truyền vật chất và thông tin tạo cầu nối giữa tế bào và môi trường bên ngoài.
 - + Mọi tế bào đều có nhân hoặc nguyên liệu nhân chứa thông tin di truyền tế bào. Có vùng nhân định hướng và điều tiết mọi hoạt động của tế bào.
 - + Mọi tế bào đều chứa chất nền gọi là tế bào chất. Tế bào chất chứa các bào quan.

Muốn hiểu biết về sinh lý thực vật thì trước hết phải hiểu biết về cơ sở sinh lý của tế bào.

- Việc nghiên cứu về tế bào được phát triển mạnh và đã đạt được những thành tựu to lớn trong việc nghiên cứu cấu trúc và chức năng của tế bào sau khi kính hiển vi điện tử ra đời.

- Việc nghiên cứu về tế bào học được tiến hành theo hai hướng:

+ Hướng tế bào học: Giữ nguyên tế bào để nghiên cứu và vẽ sơ đồ cấu tạo, tìm ra chức năng của từng bộ phận.

+ Hướng sinh hóa học: Phá vỡ tế bào bằng các phản ứng hóa học và tìm ra các phản ứng sinh hóa xảy ra trong tế bào. Chính các phản ứng này là cơ sở của các quá trình sống.

Hai hướng nghiên cứu này song song và bổ sung cho nhau.

2. Khái quát về cấu trúc và chức năng sinh lý của tế bào thực vật

2.1. Vỏ tế bào (thành tế bào)

- Thành tế bào là đặc trưng cơ bản để phân biệt sự khác nhau giữa tế bào thực vật và tế bào động vật. Ở tế bào động vật không có thành tế bào trong khi đó ở tế bào thực vật có cấu trúc thành tế bào khá vững chắc bao bọc xung quanh.

- Thành tế bào được ví như cái khung ngoài của tế bào, quy định hình dạng của tế bào.

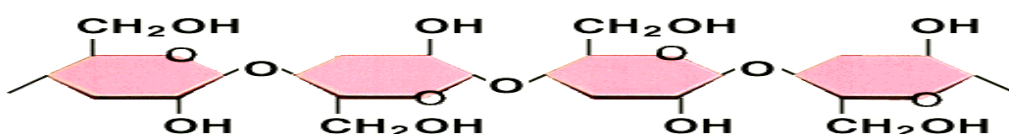
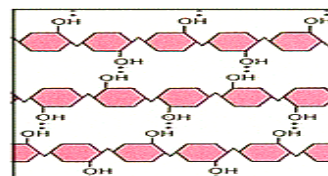
- Thành tế bào bao bọc quanh chất nguyên sinh để ngăn vách tế bào này với tế bào lân cận.

- Thành tế bào giúp quá trình sinh trưởng, ngăn cản sự thâm nhập tự do và tham gia một phần vào sự hấp thụ chất khoáng vào tế bào.

- Thành tế bào thực vật bậc cao gồm cellulose liên kết với pectin và lignin

- Công thức phân tử và hóa học của cellulose là $(C_6H_{10}O_5)_n$ trong đó n là số tự nhiên và dao động trong khoảng từ 5000 – 10000.

Cellulose



2.2. *Chất nguyên sinh tế bào*

Chất nguyên sinh giới hạn giữa không bào và thành tế bào, 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.

Những đặc tính sống của tế bào đều do phần nguyên sinh chất quyết định vì thế người ta gọi nguyên sinh chất là “phần sống của tế bào”

Chất nguyên sinh tế bào bao gồm: tế bào chất, các cơ quan tử (nhân, hạch nhân, ty thể, lục thể và một số bào quan khác).

- Tế bào chất:

Tế bào chất là khối chất sống nằm trong màng nguyên sinh chất, bao quanh các bào quan của tế bào. Tế bào chất không phải là một khối cấu trúc đồng nhất, mà có cấu trúc dị thể, trong đó có chứa các thể vùi (các giọt dầu, các hạt tinh bột), các đại phân tử protein, các sợi ARN... Chất khô của tế bào chất có khoảng 75% protein đơn giản và phức tạp (Nucleoprotein, Glucoprotein, Lipoprotein...) 15-20% lipide. Trong tế bào chất còn chứa nhiều hệ enzyme tham gia quá trình trao đổi chất.

- Ty thể:

Có hình dạng kích thước và số lượng thay đổi tùy theo tế bào và tùy thuộc vào thời kỳ sinh trưởng của cơ thể. Ty thể có dạng hình que, hình sợi, hình hạt, hình thoi. Số lượng ty thể của các tế bào rất khác nhau, có thể từ vài đến vài trăm ty thể trong một tế bào. Ở tế bào có quá trình trao đổi chất mạnh, số lượng ty thể rất cao. Ty thể có thể di chuyển trong tế bào đến vùng có quá trình trao đổi chất mạnh để thực hiện chức năng của nó.

Cấu trúc của ty thể rất phức tạp. Bao ngoài là màng cơ sở có 2 lớp, lớp ngoài tạo thành mặt nhẵn của ty thể, lớp trong cuộn gờ lên thành tấm răng lược. Trên tấm răng lược chứa nhiều hệ enzyme tham gia vào trao đổi chất và năng lượng.

Trên tấm răng lược lại mang các hạt nhỏ gọi là oxyxom có đường kính 8- 10 nm. Các oxyxom ở màng trong có chân ngắn 2 nm gắn vào màng, các hạt ở màng ngoài gắn trực tiếp vào màng, không có chân.

Chức năng của ty thể chủ yếu tham gia vào quá trình hô hấp, là nơi diễn ra chu trình Krebs, chuỗi hô hấp, phosphoryl hóa. Ty thể là trạm năng lượng chủ yếu của tế bào. Chức năng của nó là giải phóng triệt để năng lượng chứa đựng trong nguyên liệu hữu cơ và chuyển hóa thành dạng năng lượng tiện dụng (ATP). Chức năng của ty thể diễn ra trong 3 nhóm quá trình liên quan mật thiết với nhau.

+ Các phản ứng oxy hóa các nguyên liệu (trong chu trình Krebs), tạo ra các sản phẩm cuối cùng là CO_2 , H_2O , đồng thời giải phóng năng lượng chứa trong chất đó.

+ Các phản ứng chuyển năng lượng giải phóng cho hệ thống ATP. Sự oxy hóa các chất đi đôi với sự giải phóng năng lượng và tạo các chất có liên kết cao năng.

+ Vận chuyển điện tử và hydrogen từ nguyên liệu hô hấp đến oxygen của khí trời.

Ngoài chức năng chủ yếu trên, ty thể còn có khả năng tổng hợp protein, phospholipide, acid béo, một số hệ enzyme như cytochrome. Gần đây, người ta phát hiện thấy một lượng ADN và một lượng lớn ARN ở ty thể, khiến một số tác giả cho rằng ty thể có khả năng tổng hợp protein đặc thù và do đó cũng tham gia tích cực vào việc quy định tính di truyền của tế bào sống.

- Lục lạp:

Lục lạp là bào quan đặc trưng của cơ thể tự dưỡng. Lục lạp là bộ máy quang hợp của cây xanh.

Thành phần hóa học của lục lạp gồm các chất làm nhiệm vụ cấu trúc: protein, lipide, glucide... và các chất làm nhiệm vụ chức năng sinh lý: các sắc tố, các hệ enzyme, các yếu tố kích thích...

Thành phần quan trọng nhất thực hiện chức năng của lục lạp là các sắc tố và các hệ enzyme. Trong lục lạp có 3 nhóm sắc tố khác nhau, mỗi nhóm có nhiều loại sắc tố:

+ Nhóm Chlorophyll: Chla, Chlb, Chlc...

+ Nhóm Carotenoid: Carotene, Xanthophyll.

+ Nhóm Phycobilin: phycocyanin, phycoerythrin.

Trong lục lạp có hệ enzyme tham gia vận chuyển điện tử trong quang hợp, các enzyme tham gia trong phosphoryl hóa quang hóa, các enzyme tham gia trong trao đổi chất, đặc biệt là trong quá trình tổng hợp glucide và các chất khác.

Lục lạp có hình đĩa, bao quanh lục lạp là lớp màng kép. Bên trong màng là khối cơ chất của lục lạp chứa nhiều hệ enzyme trao đổi chất.

Trong khối cơ chất có nhiều bản mỏng, các bản mỏng nằm rải rác trong cơ chất gọi là Thylacoid cơ chất; các bản mỏng xếp chồng lên nhau tạo nên grana đó là thylacoid hạt, lamen có cấu tạo từ đơn vị màng cơ sở xếp xen kẽ với các sắc tố và các hệ enzyme tạo nên màng quang hợp.

Chức năng chủ yếu của lục lạp là thực hiện quá trình quang hợp. Đó là quá trình sử dụng năng lượng ánh sáng để tổng hợp nên các chất hữu cơ từ CO_2 và H_2O .

Lục lạp còn tham gia vào các quá trình tổng hợp protide, lipide, phosphorlipide, acid béo và nhiều hợp chất khác.

- Bộ máy Golgi:

Cấu trúc bộ máy Golgi là một hệ thống những kênh, đó là các túi dẹt uốn cong vòng cung do các màng lipoprotein tạo thành. Ở giữa và bên sườn túi dẹt đó có các không bào nhỏ (20- 60 nm) và không bào lớn (0,5- 2 μ).

Bộ máy Golgi làm nhiệm vụ thu nhận chất thải của tế bào để bài tiết; nó có khả năng thu nhận chất lạ, chất độc thâm nhập vào tế bào rồi tiết ra ngoài nhằm bảo vệ cho tế bào.

- Lizoxome:

Còn gọi là thể hòa tan, đó là những túi tròn nhỏ, có màng nguyên sinh bao bọc, đây là túi chứa trên 10 hệ enzyme thủy phân khác nhau như nuclease, phosphalase. Thể hòa tan có chức năng phân giải các chất hữu cơ, trừ lipide.

- Peroxisome:

Đây là bào quan hình cầu, được phát hiện năm 1965. Peroxisome chứa nhiều enzyme như catalase, peroxydase, flavin, các enzyme trong chu trình glioxilic.

Peroxisome là trung tâm trao đổi các chất peroxide, đặc biệt là H_2O_2 của tế bào. Nó còn là bào quan chuyên hóa phụ trách khâu cuối cùng chuyển hóa acid béo.

- Mạng lưới nội chất - Ribosome

Nhờ kính hiển vi điện tử, mạng lưới nội chất đã được phát hiện. Mạng lưới nội chất là hệ thống ống dẫn rất mảnh nằm rải rác trong tế bào và chúng nối liền với màng nhân tạo nên hệ thống thống nhất trong tế bào và nối liền với mạng lưới tế bào bên cạnh.

Thành phần hóa học chủ yếu của mạng lưới nội chất là protein và phosphorlipide, ngoài ra còn có ARN và các enzyme.

Cấu trúc siêu hiển vi của mạng lưới nội chất tương tự như màng cơ sở. Có 2 loại mạng lưới nội chất: mạng lưới nội chất trơn chỉ có màng kép lipoprotein tạo nên và mạng lưới nội chất có hạt, trên các màng kép lipoprotein có các hạt ribosome đính vào. Nó là hệ thống hữu cơ trong tế bào, bảo đảm sự vận chuyển nhanh chóng các chất từ môi trường ngoài vào tế bào chất và sự trao đổi giữa các

phần khác nhau trong nội bộ tế bào. Nó còn tổng hợp nhiều hệ enzyme, tổng hợp, phân giải mỡ và glucogen.

Riboxom là bào quan siêu hiển vi, trọng lượng khô với thành phần chủ yếu gồm 45- 55% protein, ARN 45- 55%. Riboxom có mặt nhiều nơi trong tế bào như ở trên màng nhân, nhân con, ty thể, lập thể, mạng lưới nội chất hay nằm rải rác trong tế bào chất. Riboxom là trung tâm tổng hợp protide của tế bào. Đó là nơi để ARN_m đến đính vào, đồng thời để cho phức hệ ARN_t aa đến gắn aa vào chuỗi peptide được tổng hợp tại đó.

2.3. Nhân:

Nhân là cơ quan quan trọng nhất trong chất nguyên sinh.

Thành phần hóa học của nhân chứa nhiều chất khác nhau, quan trọng nhất là protein (50- 80%) , ADN (5- 10%), ARN (0,5- 3,3%), lipide (8- 12%)... Trong các protein, histon quan trọng nhất, nó liên kết với ADN tạo nên các Chromatid trong cấu trúc của nhiễm sắc thể. Trong nhân có nhiều loại enzyme tham gia trong các quá trình tổng hợp ADN, ARN, một số quá trình trao đổi chất khác.

Nhân có màng nhân bao bọc khối chất nhân bên trong, trong chất nhân có các nhân con và các nhiễm sắc thể.

Màng nhân là màng 2 lớp, mỗi lớp có cấu tạo giống màng nguyên sinh chất của tế bào. Màng ngoài của nhân tiếp xúc với mạng lưới nội chất, trên đó có lỗ thông có $d = 20 - 30 \text{ nm}$, điều này bảo đảm sự trao đổi chất thường xuyên giữa nhân với tế bào chất

Chất nhân: Nhân chứa đầy đủ dịch nhân, chủ yếu là chất nhiễm sắc thể. Nhiễm sắc thể là cơ sở vật chất mức độ tế bào của quá trình di truyền.

Nhân con: Có vài nhân con trong mỗi nhân; nhân con là các thể cầu không có màng bao bọc. Nhân con chứa khoảng 80- 85% protein, 10- 15% ARN, một ít ADN. Nhân con là trung tâm tổng hợp protein của nhân.

Nhân là trung tâm điều khiển và điều hòa mọi hoạt động của tế bào. Nhân có vai trò quyết định trong quá trình tổng hợp protein, các enzyme và cũng là nơi trao đổi nucleic acid, tổng hợp ADN tái sinh và ARN sao mã. Trong nhân còn xảy ra nhiều quá trình trao đổi chất, giữa tế bào và nhân tế bào_có những hoạt động ăn khớp nhịp nhàng nhằm đảm bảo hoạt động sống bình thường của tế bào.

2.4. Không bào

Không bào là khoang rỗng trong tế bào chứa dịch bào, dịch bào gồm các muối vô cơ, các loại đường, các loại acid hữu cơ (malic, citric, succinic...), pectin, tanin, amide, protein hòa tan.

Cấu trúc không bào gồm màng không bào, tức là màng nội chất của tế bào, bao quanh khối dịch bào ở giữa. Ở thực vật, lúc tế bào còn non, có nhiều không bào nhỏ nằm rải rác trong tế bào chất, khi tế bào lớn dần, không bào tập trung lại, cuối cùng thành một không bào lớn, chiếm gần hết thể tích tế bào.

Chức năng của không bào là chứa dịch bào có nồng độ cao và gây ra áp suất thẩm thấu nhất định. Đây là cơ sở để tế bào tiến hành trao đổi nước và muối khoáng với môi trường bên ngoài.

Trong dịch bào còn có nhiều hệ enzyme, các chất xúc tác và các chất có hoạt tính sinh lý cao.

Tế bào là một đơn vị hoàn chỉnh về cấu trúc và chức năng. Trong tế bào có nhiều bào quan, mỗi bào quan giữ một chức năng chủ yếu cho tế bào, điều này thể hiện sự chuyên hóa cao. Và để thực hiện chức năng của mình, mỗi bào quan đều có thành phần và cấu trúc rất phù hợp với chức năng đó. Đồng thời giữa các bào quan cũng có sự phối hợp nhịp nhàng trong hoạt động sống của tế bào cũng như của cơ thể. Sự phối hợp này cho thấy mỗi một chức năng do một bào quan đảm nhận chính và có sự đóng góp với những mức độ khác nhau của các bào quan và cơ chất của tế bào. Ví dụ: quá trình chuyển hóa năng lượng trong tế bào thực vật có sự tham gia của lục lạp, ty thể, tế bào chất và một số bào quan khác, đặc biệt là hệ mạng lưới nội chất đảm nhận sự liên lạc giữa các phần của tế bào, giữa các bào quan với nhau tạo thành thể thống nhất trong hoạt động của tế bào. Hoạt động thống nhất này lại được sự điều khiển của nhân. Thông qua cơ chế truyền đạt thông tin nhân đã trở thành trung tâm điều khiển mọi hoạt động của tế bào. Điều này bảo đảm cho tế bào trở thành một đơn vị thống nhất về chức năng.

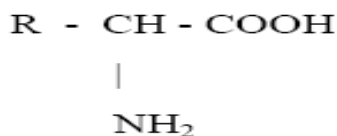
3. Thành phần hóa học chủ yếu của chất nguyên sinh

3.1. Protein

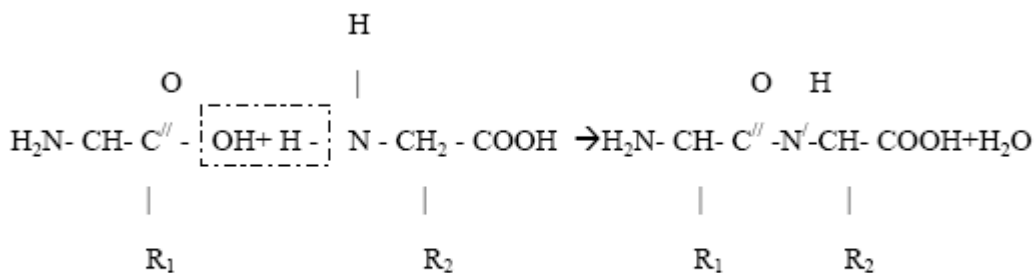
Trong số các chất hữu cơ, protein là thành phần quan trọng nhất. Nó chi phối cấu trúc tinh tế và mọi biểu thị đặc trưng của tế bào sống. Như vậy, trong cơ thể, protein là chất đồng hành với sự sống, nó tham gia vào nhiều chức năng quan trọng trong hoạt động sống của tế bào.

Protein rất đa dạng, số lượng các loại protein rất lớn. Trong tế bào thực vật thường có chứa khoảng 20- 22 protein các loại và mỗi phân tử protein có thể chứa từ 50 đến vài nghìn amino acid. Sự khác nhau về thành phần, số lượng và trật tự sắp xếp các amino acid tạo nên sự đa dạng của protein, từ đó tạo nên tính đa dạng của sinh giới.

Cấu trúc của amino acid được đặc trưng bởi hai nhóm chính: Nhóm Carboxyl (- COOH) và nhóm amin (- NH₂), phần còn lại là gốc (R) có cấu trúc khác nhau ở các amino acid khác nhau. Cấu tạo tổng quát của amino acid như sau:



Các amino acid liên kết với nhau bằng liên kết peptide, tạo nên chuỗi polypeptide là cấu trúc bậc I của protein.



Hình 1.2: Liên kết polypeptide

Tính chất đa dạng của protein còn gia tăng lúc tạo thành các mức độ cấu trúc phức tạp hơn (cấu trúc bậc II, bậc III và bậc IV) nhờ các liên kết ngang khác nhau. Kiểu xếp cuộn của mạch xoắn (cấu hình không gian) cũng có tính đặc thù đối với từng loại protein.

Protein có khả năng dễ dàng tạo nên các hình thức liên kết khác nhau với các chất vô cơ và hữu cơ do mạch bên của chúng có nhiều nhóm định chức khác nhau như nhóm ưa nước (-COOH, -OH, -CHO, -CO, -NH₂, =NH, -CONH₂, -SH); nhóm ghét nước (CH₃, CH₂, C₃H₇, nhân thơm...); nhóm có tính chất acid hoặc base, nhóm mang điện tích dương (NH⁺) hay âm (COO⁻).

Protein còn có vai trò điều tiết các quá trình trao đổi chất. Các hệ enzyme đều có bản chất hóa học là protein. Nhịp độ quá trình sinh trưởng, phát triển, cường độ và chiều hướng các quá trình trao đổi chất của tế bào nói riêng và cơ thể nói chung đều có liên quan trực tiếp với sự tổng hợp và hoạt tính xúc tác của enzyme.

Protein có ý nghĩa lớn đối với quá trình hút nước và muối khoáng (1gam protide liên kết xấp xỉ 0,3 gam nước). Protein khan nước có thể “cướp nước” với những lực rất lớn. Bởi vậy độ ưa nước của protide, quá trình trương phồng của keo protide có ảnh hưởng quan trọng đến quá trình trao đổi nước. Protide có thể liên kết cả anion lẫn cation của muối khoáng do tính chất lưỡng tính về điện của nó (phân tử protein chứa nhiều gốc amin (NH₂) và carboxyl (COOH) tự do ở mạch bên nên có thể phân ly trong dung dịch thành các gốc mang điện).

Ngoài các chức năng trên, protein cũng có vai trò là nguồn cung cấp năng lượng cho tế bào. Năng lượng được giải phóng lúc oxy hóa các amino acid trong trường hợp thiếu glucide và lipide, nó được sử dụng để duy trì các hoạt động sống của tế bào. Tất cả những đặc điểm và tính chất đó của protein giải thích được protein là cơ sở vật chất của các quá trình sống.

3.2. Lipid

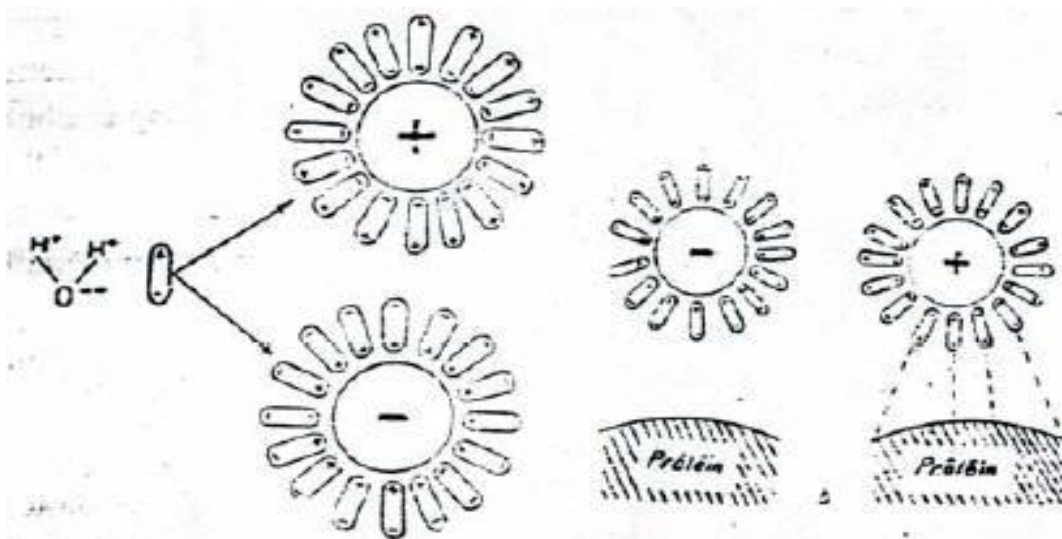
Trong tế bào, lipide hợp thành nhóm khá lớn như mỡ, dầu, sáp, phosphorlipide, glucolipide, steroid. Chúng là những hợp chất hữu cơ không tan trong nước, chỉ tan trong các dung môi hữu cơ như ether, chloroform, benzene, toluene...

Lipide có vai trò quan trọng trong cấu trúc tế bào, đặc biệt là màng nguyên sinh, phosphorlipide là lipide phức tạp có chứa phosphor là thành phần của màng nguyên sinh và nhiều cấu trúc quan trọng khác của tế bào. Lipide còn là chất cung cấp năng lượng quan trọng của tế bào.

3.3. Nước

Nước là thành phần chủ yếu của chất nguyên sinh, nó có vai trò quan trọng không những trong việc hòa tan các chất dinh dưỡng mà còn là dung môi để tiến hành các loại phản ứng hóa sinh, nó còn điều hòa nhiệt độ cơ thể, tham gia vào quá trình vận chuyển các chất trong cơ thể; vì vậy nó có ý nghĩa lớn. Lượng nước trong tế bào thường là một chỉ tiêu về mức độ hoạt động sống của tế bào. Chẳng hạn, ở mô não, hàm lượng nước lên đến 80%, còn ở mô xương chỉ chiếm 20%, ở hạt ngũ cốc, nước chỉ chiếm xấp xỉ 10%, ở các mô non của cây đạt đến 80- 85% nước.

Từ quan điểm sinh lý mà xét, sở dĩ nước có vai trò quan trọng vì phân tử nước có tính lưỡng cực, nhờ đặc tính này mà các phân tử nước liên kết được lại với nhau, hay có thể liên kết được với nhiều chất khác gây nên hiện tượng thủy hóa. Hiện tượng thủy hóa có ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động sống của tế bào.



Hình 1.3: Hiện tượng thủy hóa của phân tử nước và ảnh hưởng của các ion đến hiện tượng thủy hóa

Trong chất nguyên sinh, nước tồn tại ở hai dạng: nước liên kết và nước tự do. Nước tự do chiếm hầu hết lượng nước trong tế bào và có vai trò quan trọng trong trao đổi chất (TĐC). Nước liên kết chiếm 4- 5% tổng lượng nước. Nước liên kết thường kết hợp với nhóm ưa nước của protein bằng cầu nối hydrogen. Hàm lượng nước liên kết lớn thì khả năng chống chịu của chất nguyên sinh đối với ngoại cảnh bất lợi cao.

3.4 Tính chất lý học và đặc tính hóa keo của nguyên sinh chất tế bào

3.4.1. Tính chất vật lý

- Tính keo.

Tính keo của tế bào chất là khả năng chuyển dịch từ trạng thái Sol (lỏng) sang trạng thái Gel (nửa lỏng). Tính keo do các phân tử protein, nucleic acid và các chất hữu cơ ưa nước trong tế bào chất gây nên.

- Tính nhớt.

Độ nhớt là ma sát nội, là lực cản xuất hiện khi các lớp vật chất trượt lên nhau. Độ nhớt phụ thuộc vào hàm lượng nước. Độ nhớt là chỉ tiêu quan trọng cho phép đánh giá trạng thái sinh lý của tế bào. Các tế bào của cơ quan non thường có độ nhớt thấp hơn độ nhớt của các tế bào ở các cơ quan trưởng thành và cơ quan già. Độ nhớt của tế bào chất liên quan với mức độ trao đổi chất. Khi độ nhớt tăng lên trao đổi chất giảm xuống tương ứng với tính chống chịu cao của cơ quan thực vật đối với môi trường bất lợi. Tế bào chất trong các tế bào ở trạng thái nghỉ như hạt khô có độ nhớt cao. Đối với cây chịu nóng tốt có độ nhớt cao và nó dễ bị chết rét; đối với cơ quan sinh sản thường có độ nhớt cao hơn cơ quan dinh dưỡng. Sự khác biệt đó là một đặc điểm có lợi nhằm bảo vệ nội giống.

- Tính đàn hồi

Khả năng quay lại trạng thái ban đầu sau khi đã biến dạng là tính đàn hồi của nguyên sinh chất. Nhờ có tính đàn hồi, chất nguyên sinh có thể khôi phục lại trạng thái ban đầu khi điều kiện gây ra ảnh hưởng đó không còn nữa. Tính đàn hồi của chất nguyên sinh càng cao thì khả năng chịu khô của chất nguyên sinh càng lớn.

3.4.2. Đặc tính hóa keo của nguyên sinh chất tế bào

- Chất nguyên sinh là một hệ keo phức tạp có đầy đủ những tính chất và dấu hiệu của những đại phân tử trong dung dịch.

- Những biến đổi trong hệ thống keo:

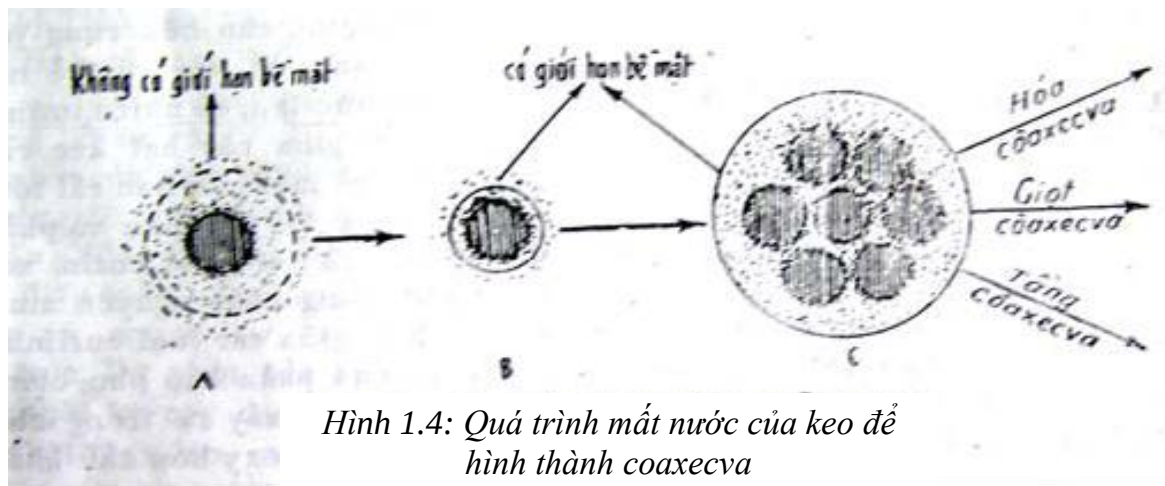
+ Sự ngưng kết: Mỗi phân tử trong hệ thống keo đều tích điện. Nếu các phân tử keo mang điện tích cùng dấu thì chúng đẩy nhau và khác dấu thì chúng hút nhau. Nếu sức đẩy lớn thì hệ keo bền. Ngược lại nếu lực hút lớn thì các phân tử keo gần lại với nhau, lớn dần và lắng xuống. Đó là hiện tượng ngưng kết.

+ Trạng thái sol: khi hạt keo hoàn toàn phân tán trong nước liên tục, ta có dung dịch keo ở trạng thái sol. 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 chất ở trạng thái sol.

+ Trạng thái gel: Đây là trạng thái rắn của dung dịch keo. Hạt keo ở trạng thái gel có màng nước mỏng không đồng đều. Ở trạng thái gel, chất nguyên sinh giảm sút đến mức tối thiểu các hoạt động trao đổi chất và các hoạt động sinh lý của chúng. Có thể nói, tế bào, mô và cây ở trạng thái gel là trạng thái tiềm sinh, trạng thái ngủ nghỉ (như ở các hiện tượng hạt giống, củ giống, chồi giống,... ngủ nghỉ). Chất nguyên sinh ở trạng thái gel 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.

+ Hiện tượng Coaxecva: trong điều kiện bình thường hệ keo nguyên sinh chất có màng nước bao quanh, không phân rõ ranh giới giữa các lớp nước liên kết với nước tự do. Các lớp nước bao quanh này vì một lý do nào đó hệ keo giảm sức hút nước, các phân tử nước liên kết ở lớp ngoài trở nên tự do. Vì vậy các hạt keo nguyên sinh chất liên kết với nhau hình thành nên một màng nước chung bao bọc lấy các hạt keo nguyên sinh chất.

Trong vỏ nước chung đó các hệ keo vẫn có lớp nước bao riêng nên các hệ keo không thể tiếp xúc với nhau đó là quá trình Coaxecva.



Hình 1.4: Quá trình mất nước của keo để hình thành coaxecva

4. Sự trao đổi nước của tế bào thực vật

4.1. Tế bào là một hệ thẩm thấu sinh học

Nước là thành phần quan trọng của tế bào thực vật. Tế bào là một hệ thẩm thấu, tốc độ xâm nhập của nước vào trong tế bào hoặc thoát ra khỏi tế bào phụ thuộc vào tính thẩm thấu của tế bào.

Để hiểu về tính thẩm thấu của tế bào cần nắm một số khái niệm sau:

- Khuếch tán.

Khi nhiệt độ cao hơn 0°C tuyệt đối, tất cả các phân tử ở trạng thái chuyển động thường xuyên. Điều đó chứng tỏ các phân tử có một động năng nhất định. Nhờ sự chuyển động thường xuyên, nếu ta cho thìa muối vào cốc nước, các phân tử của muối sẽ khuếch tán ra mọi vị trí trong cốc làm cho độ mặn (nồng độ) ở mọi vị trí trong cốc đều bằng nhau. Khuếch tán là hiện tượng các phân tử của chất phân tán di chuyển từ nơi có nồng độ cao đến nơi có nồng độ thấp hơn. Sự chuyển động này sẽ dừng lại khi hệ thống cân bằng (cân bằng nồng độ).

- Thẩm thấu.

Là hiện tượng khuếch tán mà trên đường di chuyển các phân tử của vật chất đang khuếch tán gặp phải một màng ngăn.

Tùy khả năng cho dung môi và chất tan qua màng ngăn, có các loại màng sau:

- Màng thẩm tích: cho cả dung môi và chất tan qua dễ dàng.
- Màng bán thấm: chỉ cho dung môi đi qua mà không cho chất tan đi qua.
- Màng bán thấm chọn lọc: cho dung môi và một số chất tan nhất định đi qua.
- Áp suất thẩm thấu.

Lực gây ra sự chuyển dịch của dung môi vào dung dịch qua màng.

Tế bào chịu một áp suất của các chất hòa tan trong dịch tế bào gọi là áp suất thẩm thấu. Áp suất thẩm thấu đó thay đổi theo nồng độ của dịch tế bào: nồng độ

càng cao thì áp suất thẩm thấu càng lớn và chính áp suất thẩm thấu có vai trò quan trọng trong việc hút nước của tế bào.

Ở tế bào thực vật, các lớp màng của chất nguyên sinh là những lớp màng gây nên hiện tượng thẩm thấu trong tế bào. Tốc độ của nước xâm nhập hoặc thoát ra khỏi tế bào phụ thuộc vào tính thẩm thấu khác nhau của màng tế bào và màng chất nguyên sinh. Sự xâm nhập của nước vào tế bào có thể xảy ra tùy thuộc vào nồng độ của dung dịch với nồng độ của dịch tế bào. Có 3 trường hợp:

- Đẳng trương: $C_{mt} = C_{TB}$
- Nhược trương: $C_{mt} < C_{TB}$
- Ưu trương: $C_{mt} > C_{TB}$

Nếu ngâm tế bào vào nước hoặc dung dịch nhược trương ($C_{mt} < C_{TB}$) thì nước từ môi trường đi vào không bào và làm tăng thể tích của không bào. Áp suất làm cho không bào to ra ép vào thành tế bào gọi là áp suất trương nước (P). Áp suất này làm màng tế bào căng ra. Màng tế bào sinh ra một sức chống lại gọi là sức căng trương nước (T). Khi hai áp suất này bằng nhau thì sự thẩm thấu dừng lại. Tế bào ở trạng thái bão hòa và thể tích tế bào lúc này cực đại. Chính nhờ sức căng (T) này mà những phần non của cây vẫn đứng vững, không bị bẻ gãy lại.

Nếu đem tế bào đó ngâm vào dịch ưu trương, nước từ trong tế bào ra ngoài và thể tích tế bào nhỏ đi, màng tế bào trở lại trạng thái bình thường, sức căng (T) bằng 0. Nếu dung dịch ngâm tế bào quá ưu trương, nước từ không bào tiếp tục đi ra ngoài làm cho không bào co, kéo theo nguyên sinh chất tách rời khỏi màng tế bào.

Hiện tượng chất nguyên sinh tách khỏi màng tế bào gọi là hiện tượng co nguyên sinh.

Nếu đem tế bào đang co nguyên sinh này đặt vào dung dịch nhược trương thì tế bào dần dần trở về trạng thái bình thường và xảy ra hiện tượng phản co nguyên sinh.

Hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh thể hiện tính đàn hồi của nguyên sinh chất nói lên sự sống của tế bào. Khi tế bào chết, màng bán thấm bị phá hủy.

Cơ sở của hiện tượng co và phản co nguyên sinh là tính chất thẩm thấu của tế bào.

4.2. Quy luật xâm nhập nước vào tế bào.

Khi ngâm tế bào vào dung dịch nhược trương, nước đi vào trong tế bào và tế bào bão hòa hơi nước. Tuy nhiên, trong một cây nguyên vẹn, lúc nào cũng có sự

thoát hơi nước từ lá. Do đó ít khi có sự bão hòa nước trong tế bào. Cây thường ở trạng thái thiếu nước. Ở trường hợp tế bào bão hòa nước thì áp suất trương nước P bằng với sức căng trương nước T ($P = T$)

Còn ở trạng thái thiếu nước của tế bào thì $P < T$, và $P - T = S$. Như vậy sự sai lệch giữa P và T gây ra sức hút nước S . Nhờ sức hút nước S mà nước có thể đi liên tục vào tế bào. S phụ thuộc vào trạng thái bão hòa nước của tế bào. Khi tế bào héo thì S lớn, khi tế bào bão hòa thì $S = 0$, vì lúc ấy $P = T \rightarrow P - T = 0$.

Vậy trị số ASTT (P) có ý nghĩa lớn trong việc xác định sức hút nước theo cơ chế thẩm thấu. Quá trình này không tiêu tốn năng lượng của tế bào, xảy ra một cách nhẹ nhàng và phụ thuộc vào ASTT của môi trường và tế bào.

BÀI TẬP THỰC HÀNH CHƯƠNG 1: SINH LÝ TẾ BÀO THỰC VẬT

1. Thí nghiệm 1: Hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh của tế bào thực vật.

1.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: Củ hành hương
- Hóa chất: Dung dịch glycerin 5%; 10% hoặc dung dịch saccarose 1M, 1,5M.
- Dụng cụ và nguyên liệu: Dao lam, kim mũi mác, lam kính, lamel, pipet nhựa, giấy thấm
- Thiết bị: Kính hiển vi

1.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Tế bào thực vật là một hệ thống thẩm thấu sinh học, trong đó dịch bào của không bào tương đương với dung dịch gây thẩm thấu, còn màng sinh chất, màng không bào và hệ thống chất nguyên sinh được coi như một màng bán thấm. Vì vậy, khi ngâm tế bào vào các dung dịch có nồng độ khác nhau sẽ có 3 trường hợp xảy ra:

- 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 nhỏ hơn nồng độ dịch bào (dung dịch nhược trương) thì nước từ bên ngoài dung dịch sẽ đi vào trong dịch bào của tế bào làm thể tích của tế bào tăng lên, tế bào trương nước.
- Nếu dung dịch có nồng độ lớn hơn nồng độ dịch bào (dung dịch ưu trương) thì nước từ bên trong dịch bào của tế bào sẽ đi ra bên ngoài làm cho thể tích của không bào co lại dẫn đến chất nguyên sinh cũng co theo nhưng thành tế bào nhờ có tính đàn hồi nên không bị co theo chất nguyên sinh. Kết quả là chất nguyên sinh co lại và tách ra khỏi thành tế bào và gây nên hiện tượng co nguyên sinh.

Tùy theo mức độ co nguyên sinh mà có 2 trạng thái co nguyên sinh: co nguyên sinh lõm và co nguyên sinh lồi.

Tuy nhiên, hiện tượng co nguyên sinh có tính thuận nghịch, tức là sau khi co nguyên sinh lồi 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 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.

1.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Dùng kim mũi mác hay dao lam bóc một lớp mỏng tế bào biểu bì của củ hành hương rồi đặt lên lam kính. Nhỏ một giọt nước cất sau đó đặt lemle thì ta được 1 tiêu bản. Đặt tiêu bản lên bàn kính hiển vi để quan sát (độ phóng đại x10 và x40) và ghi nhận kết quả.

Tiếp theo, cho 1 giọt dung dịch Glycerin 5% lên một bên lam kính và dùng giấy thấm để hút nước để dung dịch glycerin đi vào mẫu tiêu bản, quan sát hiện tượng co nguyên sinh và ghi nhận kết quả. Sau đó tiếp tục cho một giọt nước cất vào phía còn lại của lam kính và dùng giấy thấm để hút dung dịch glycerin để nước lại đi vào mẫu tiêu bản, quan sát hiện tượng phản co nguyên sinh.

Cũng lặp lại cách tiến hành như trên nhưng làm với dung dịch glycerin 15%. Nếu sử dụng dung dịch saccarose 1M và 1,5M thì cách tiến hành thực hiện như trên nhưng thay thế dung dịch glycerin bằng dung dịch sacarose.

1.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

- 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 glycerin 5% và 15%?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 3 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

2. Thí nghiệm 2: Tính thấm của chất nguyên sinh sống và chết

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: củ khoai tây, củ su hào hay quả bí xanh..
- Hóa chất: Dung dịch indigo cacmin 0,2%
- Dụng cụ: Cốc đong 250ml, ống nghiệm, đèn cồn, kẹp ống nghiệm, dao sắc, đĩa petri.
- Thiết bị: Kính hiển vi và phụ tùng.

2.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Phương pháp dựa vào tính thấm của chất nguyên sinh của các tế bào sống và chết. Khi nhuộm màu, tế bào sống không bắt màu còn tế bào chết bắt màu đậm là do màng nguyên sinh chất mất khả năng thẩm chọn lọc.

2.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

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 hay 2

cốc đóng và đổ ngập nước. Một ống nghiệm để nguyên không đun sôi, một nghiệm kia đun sôi trên ngọn lửa đèn cồn (dùng bếp cách thủy khi dùng cốc đóng) trong khoảng 1 – 2 phút. Sau đó, tiếp tục nhỏ khoảng 5 giọt (2ml) dung dịch indigo cacmin 0,2% vào cả 2 ống nghiệm, ngâm trong khoảng thời gian là 15 phút. Sau đó vớt các miếng su hào ở cả hai ống nghiệm đặt lên đĩa petri, dùng dao cắt đôi và quan sát sự thẩm indigo cacmin vào miếng su hào ở hai phần lát cắt cả hai trường hợp bị đun sôi và không đun sôi (giữ nguyên). Hoặc thực hiện làm 2 tiêu bản của các lát cắt của hai trường hợp trên và quan sát trên kính hiển vi.

2.4. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi sau:

- a. Ý nghĩa tính thẩm chọn lọc của chất nguyên sinh?
- b. So sánh sự thẩm vào của indigo cacmin ở hai trường hợp trên và giải thích hiện tượng?
- c. Từ hiện tượng thẩm của indigo cacmin ở hai trường hợp trên hãy cho biết indigo carmin là chất được tế bào chọn lọc để thẩm hay không?
- d. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 3 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

3. Thí nghiệm 3: Xác định sức hút nước của tế bào theo phương pháp Sacdacop

3.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: lá tươi
- Hóa chất: Dung dịch NaCl 0,2M; 0,3M; 0,4M; 0,5M; 0,6M và dung dịch xanh methylen 5%
- Dụng cụ: Kéo sắc (inox), giá ống nghiệm, ống nghiệm, pipet 1 và 5ml

3.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Sức hút nước của tế bào được tính theo công thức $S = P - T$; trong đó S là sức hút nước, P là áp suất thẩm thấu và T là sức trương của tế bào.

Phương pháp này dựa trên sự so sánh sức hút nước giữa tế bào (ký hiệu là S_{tb}) và sức hút nước của dung dịch ngâm tế bào (ký hiệu là S_{dd}).

- Nếu $S_{tb} > S_{dd}$ 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 $S_{tb} < S_{dd}$ thì dung dịch ngâm tế bào sẽ hút nước của tế bào làm cho nồng độ dung dịch giảm xuống, vì vậy tỷ trọng của dung dịch sẽ giảm xuống.

- Nếu $S_{tb} = S_{dd}$ thì quá trình trao đổi nước cân bằng, nồng độ của dung dịch không thay đổi, vì vậy tỷ trọng của dung dịch cũng không thay đổi.

Dùng phương pháp so sánh tỷ trọng của dung dịch có ngấm và không ngấm cùng nồng độ, chúng ta có thể tìm ra dung dịch mà $S_{tb} = S_{dd}$. Vì áp suất thẩm thấu của dung dịch chính bằng sức hút nước của nó (không tồn tại T trong dung dịch) nên ta tìm được sức hút nước của mẫu mô tế bào đó.

3.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Đầu tiên xếp 2 dãy ống nghiệm song song với nhau trên giá đựng ống nghiệm. Sau đó tiếp tục dùng pipet 5ml cho dung dịch NaCl vào ống nghiệm theo phương thức sau: Dãy thứ nhất, tiến hành cho lần lượt 5ml dung dịch NaCl có 5 mức tăng dần (0,2M; 0,3M; 0,4M; 0,5M và 0,6M) vào 5 ống nghiệm. Tương tự như vậy, cũng tiến hành như vậy cho dãy ống nghiệm thứ 2). Sau đó là đánh dấu nồng độ dung dịch cho các ống nghiệm.

Tiếp theo dùng kéo để cắt các mảnh lá như nhau rồi cho vào các ống nghiệm của dãy thứ nhất, 15 hoặc 20 miếng lá/5 ống nghiệm (3 hoặc 4 miếng lá/1 ống nghiệm). Còn dãy ống nghiệm thứ hai làm đối chứng (không cho lá) để so sánh. Ngâm trong khoảng thời gian 15 phút để cho quá trình trao đổi nước giữa dung dịch và miếng lá diễn ra. Sau đó, tiếp tục nhuộm màu của dung dịch dãy ống nghiệm ngấm lá bằng 1 – 2 giọt xanh methylen.

So sánh sự thay đổi tỷ trọng của dung dịch ngấm lá với dung dịch đối chứng theo từng cặp nồng độ tương ứng bằng cách dùng pipet 1ml lấy 0,5ml dung dịch màu ngấm lá rồi cẩn thận cho pipet sâu vào giữa ống nghiệm đối chứng rồi nhẹ nhàng thả giọt dung dịch màu ngấm lá vào trong lòng dung dịch đối chứng. Sau đó quan sát và tìm nồng độ mà giọt dung dịch màu lơ lửng, đó chính là nồng độ đẳng trương. Tại nồng độ đó, ta có $S_{tb} = S_{dd} = P = R.T.C.i$ (trong đó R là hằng số khí có giá trị là 0,0831; T là nhiệt độ tuyệt đối; C là nồng độ của dung dịch và i là hệ số điện ly, cụ thể giá trị i của các mức nồng độ dung dịch NaCl 0,2M = 1,78; NaCl 0,3M = 1,75; NaCl 0,4M = 1,73; NaCl 0,5M = 1,70 và NaCl 0,6M = 1,68).

3.4. Tính kết quả và mô tả kết quả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi sau:

a. Lập kết quả thí nghiệm (theo gợi ý bảng sau) và tính sức hút nước của từng mẫu lá ở 5 ống nghiệm?

STT	Nồng độ dung dịch (M)	Áp suất thẩm thấu ở 20°C (atm)	Giá trị nhiệt độ tuyệt đối	Hệ số điện ly (i)	Sức hút nước của các mẫu lá
1	0,2	0,537			
2	0,3	0,821			

3	0,4	1,125			
4	0,5	1,449			
5	0,6	1,803			

b. Ý nghĩa của chỉ tiêu sức hút nước đối với cây trồng?

c. Hãy sắp xếp sức hút nước của các mô: rễ, phiến lá, bẹ lá theo thứ tự tăng dần và giải thích

d. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 3 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

CÂU HỎI SỬ DỤNG ĐÁNH GIÁ HỌC TẬP CỦA CHƯƠNG 1

1. Tế bào thực vật là gì? Nội dung học thuyết tế bào? Vẽ hình mô phạm tế bào thực vật và chú thích? Sự khác nhau cơ bản giữa tế bào thực vật và tế bào động vật?
2. Hãy khái quát cấu trúc và chức năng của thành tế bào, không bào và chất nguyên sinh?
3. Sự thủy hóa trong chất nguyên sinh và ý nghĩa của nó đến cấu trúc của chất nguyên sinh?
4. Vai trò sinh lý của nước tự do và nước liên kết đối với hoạt động sống của cây trồng?
5. Giải thích và phân tích: “Chất nguyên sinh là phần sống của tế bào”?
6. Tại sao có thể nói chất nguyên sinh là một dung dịch keo? Đặc tính của keo nguyên sinh chất? Đặc trưng của các trạng thái hóa keo của chất nguyên sinh và ý nghĩa của các trạng thái này đối với đời sống của cây?
7. Hãy trình bày sự xâm nhập nước của tế bào bằng phương thức hút trương và nêu ý nghĩa của nó trong sự trao đổi nước của tế bào?
8. Phân biệt hiện tượng khuyếch tán và hiện tượng thẩm thấu? Thế nào là áp suất thẩm thấu? Cơ chế thẩm thấu nước vào tế bào thực vật?
9. Thế nào là hiện tượng co nguyên sinh và phản co nguyên sinh? Chứng minh tế bào thực vật là một hệ thống thẩm thấu sinh học?

GHI NHỚ CHƯƠNG 1

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 tế bào chất, đảm nhiệm toàn bộ các hoạt động sinh lý của tế bào và toàn cây.

Thành phần hóa học cấu tạo nên chất nguyên sinh quan trọng nhất là protein và nước. Protein rất 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 và cũng gây nên sự biến tính của chất nguyên sinh. Protein có tính lưỡng tính do còn các gốc $-\text{COOH}$ và $-\text{NH}_2$ tự do và chúng có điểm đẳng điện đặc trưng cho từng protein và gây nên điểm đẳng điện của chất nguyên sinh. Phân tử nước có tính lưỡng cực nên trong chất nguyên sinh gây nên 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 keo nguyên sinh chất: nước tự do linh động quyết định hoạt động sinh lý của cây trồng và nước liên kết quyết định khả năng chống chịu của cây.

Chất nguyên sinh là một chất sữa lỏng. Đặc tính lỏng thể hiện ở khả năng vận động, sức căng bề mặt và độ nhớt thấp. Đặc tính của vật thể rắn thể hiện ở tính đàn hồi và độ nhớt cấu trúc của chất nguyên sinh. Các đặc tính vật lý gắn liền với các hoạt động sống của cây và khả năng chống chịu của cây.

Chất nguyên sinh là một dung dịch keo ưa nước. Tùy theo trạng thái tuổi và mức độ hoạt động sống của chúng mà nó có thể tồn tại ở dạng sol, dạng gel hay dạng coacerva. Các trạng thái của keo nguyên sinh chất này có thể biến đổi linh động cho nhau tạo nên tính đa dạng thích nghi của cây trồng.

Tế bào thực vật trao đổi nước nhờ hai phương thức: thẩm thấu và hút trương. Với các tế bào chưa xuất hiện không bào (mô phân sinh) thì hút nước vào tế bào nhờ khả năng trương nước của các cao phân tử chưa bão hòa nước. Với các tế bào trưởng thành có không bào thì nước xâm nhập vào tế bào nhờ cả hai phương thức: hút trương của các cao phân tử, hút trương của các mao quan trong thành vách tế bào và sự hút nước bằng cơ chế thẩm thấu (chủ yếu). Hầu hết các mô thực vật đều có không bào (trừ mô phân sinh) nên phương thức hút nước theo cơ chế thẩm thấu là chủ yếu và quan trọng nhất.

CHƯƠNG 2

SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA THỰC VẬT

Mã chương: MH07-02

Giới thiệu:

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 của giữa các quá trình trao đổi nước được thể hiện bằng sự cân bằng nước trong cây,...

Mục tiêu:

- Trình bày được sự trao đổi nước của thực vật (sự hút nước, sự vận chuyển nước trong mạch dẫn và sự thoát hơi nước ở bề mặt lá).
- Đề xuất được biện pháp tưới nước dựa trên nhu cầu sinh lý của cây nhằm tăng năng suất cây trồng.

Nội dung chính:

1. Vai trò của nước đối với đời sống thực vật

Nước là thành phần bắt buộc của tế bào sống. Có nhiều nước thực vật mới hoạt động bình thường được. Nhưng hàm lượng nước trong thực vật không giống nhau, thay đổi tùy thuộc loài hay các tổ chức khác nhau của cùng một loài thực vật. Hàm lượng nước còn phụ thuộc vào thời kỳ sinh trưởng của cây và điều kiện ngoại cảnh mà cây sống. Vì vậy:

- Nước là thành phần cấu trúc tạo nên chất nguyên sinh (>90%).
- Nếu như hàm lượng nước giảm thì chất nguyên sinh từ trạng thái sol chuyển thành gel và hoạt động sống của nó sẽ giảm sút.
- Các quá trình trao đổi chất đều cần nước tham gia. Nước nhiều hay ít sẽ ảnh hưởng đến chiều hướng và cường độ của quá trình trao đổi chất.
- Nước là nguyên liệu tham gia vào một số quá trình trao đổi chất.
- Sự vận chuyển các chất vô cơ và hữu cơ đều ở trong môi trường nước.
- Nước bảo đảm cho thực vật có một hình dạng và cấu trúc nhất định. Do nước chiếm một lượng lớn trong tế bào thực vật, duy trì độ trương của tế bào cho nên làm cho thực vật có một hình dáng nhất định.
- Nước nối liền cây với đất và khí quyển góp phần tích cực trong việc bảo đảm mối liên hệ khăng khít sự thống nhất giữa cơ thể và môi trường. Trong quá

trình trao đổi giữa cây và môi trường đất có sự tham gia tích cực của ion H^+ và OH^- do nước phân ly ra.

- Nước góp phần vào sự dẫn truyền xung động các dòng điện sinh học ở trong cây khiến chúng phản ứng mau lẹ không kém một số thực vật bậc thấp dưới ảnh hưởng của tác nhân kích thích của ngoại cảnh.

- Nước có một số tính chất hóa lý đặc biệt như tính dẫn nhiệt cao, có lợi cho thực vật phát tán và duy trì nhiệt lượng trong cây. Nước có sức căng bề mặt lớn nên có lợi cho việc hấp thụ và vận chuyển vật chất. Nước có thể cho tia tử ngoại và ánh sáng trông thấy đi qua nên có lợi cho quang hợp. Nước là chất lưỡng cực rõ ràng nên gây hiện tượng thủy hóa và làm cho keo ưa nước được ổn định.

Một số thực vật hạ đẳng (rêu, địa y) có hàm lượng nước ít (5-7%), chịu đựng thiếu nước lâu dài, đồng thời có thể chịu đựng được sự khô hạn hoàn toàn. Thực vật thượng đẳng mọc ở núi đá hay sa mạc cũng chịu được hạn còn đại đa số thực vật nếu thiếu nước lâu dài thì chết. Cung cấp nước cho cây là điều không thể thiếu được để bảo đảm thu hoạch tốt. Việc thỏa mãn nhu cầu nước cho cây là điều kiện quan trọng nhất đối với sự sống bình thường của cây (Makximov, 1952, 1958; Krafts, Carrier và Stocking, 1951; Rubin, 1954, 1961; Sabinin, 1955). Những khả năng to lớn theo hướng này nhằm phục vụ sự phát triển và kỹ thuật tưới trong nông nghiệp.

2. Sự hút nước của rễ cây

2.1. Cơ quan hút nước

Nhìn chung, tất cả các bộ phận của cây khi tiếp xúc với nước đều có khả năng hấp thụ nước nhưng hệ thống rễ là cơ quan hút nước chủ yếu của cây và quá trình hút nước được thực hiện nhờ hệ thống lông hút, sau đó qua các tế bào rễ và vào cây để tạo thành 1 dòng liên tục

Nước có một vai trò to lớn đối với đời sống của cây cho nên để thực hiện vai trò hút nước, cây có hệ thống rễ thường ăn sâu và lan rộng.

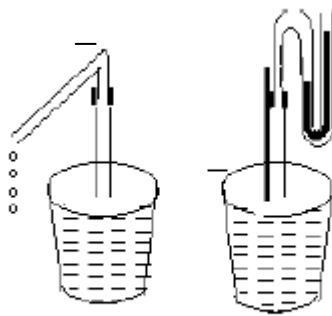
Ví dụ: rễ cây lúa mạch có tổng chiều dài đến 60km

Kích thước của hệ rễ phụ thuộc vào loại cây và các điều kiện sinh lý sinh thái.

Thực vật thủy sinh hút nước qua toàn bộ bề mặt của cây nên hệ rễ thường biến dạng hoặc ít phát triển. Ngoài ra, thân, cành, lá cũng có khả năng hút nước nhưng lượng nước hút không đáng kể.

2.2. Sự hút nước của rễ cây

Khả năng hấp thụ tích cực của nước từ đất và đẩy nó vào lòng mạch lên thân của rễ cây biểu hiện rõ ràng trong hiện tượng rỉ nhựa và ứ giọt. Nhựa rỉ ra có thành phần rất phức tạp. Ngoài các muối khoáng trong nhựa còn có các acid hữu cơ, acid amin, đường, protein và các chất hữu cơ khác. Nguyên nhân gây ra hiện tượng rỉ nhựa là do rễ sản sinh ra áp lực. nếu ta đem chỗ cắt gắn liền với áp lực kế thì ta sẽ đo được áp lực rễ lớn hay bé. Các loài cỏ thường không quá 1 atm, cây gỗ cao hơn ít nhiều. Theo White (1949), ngay rễ Cà chua có trường hợp cây tạo nên một lực đẩy tới 3-10 atm. Trong cùng một cây có rỉ nhựa nhiều hay ít phụ thuộc vào trạng thái tuổi, trạng thái sinh lí, sự sinh trưởng mạnh hay yếu. Đối với loại cây một năm thì sau khi ra hoa hiện tượng rỉ nhựa giảm xuống rõ rệt. Chính áp lực rễ đã gây ra quá trình hút nước chủ động cho cây. Giải thích cơ chế áp lực rễ, cho đến nay chưa hoàn toàn nhất trí. Theo một số tác giả, rễ có thể hút nước chủ động là nhờ cơ chế thẩm thấu (động cơ dưới).



Hình 2.1: Đo áp lực của rễ rỉ nhựa

Hiện tượng ứ giọt có thể thấy được lúc ban mai. Vào thời gian ban đêm khi hậu lạnh, chung quanh không khí được bão hòa hơi nước, khiến quá trình thoát nước từ lá bị hạn chế. Hiện tượng ứ giọt có tác dụng duy trì sự cân bằng giữa hấp thu và thoát nước và là dấu vết còn lại của hình thức trao đổi nước của tổ tiên thủy sinh xa xưa. Số lượng ứ giọt biến đổi rất lớn, có lúc chỉ có mấy giọt, có lúc trên một lá trong một buổi tối có đến 10ml nước. Thành phần các chất trong nước ứ giọt cũng bao gồm cả chất vô cơ và hữu cơ.

Hai hiện tượng rỉ nhựa và ứ giọt là do khả năng hút nước và đẩy nước một cách chủ động của rễ lên thân. Chúng có liên quan khăng khít với hoạt động sống của cây đặc biệt là quá trình hô hấp.

2.3. Sự hút nước của rễ trong đất và lực cản của quá trình hút nước

Khi hệ thống rễ tiếp xúc với nước trong đất, nếu như có sự chênh lệch về thế nước giữa đất và rễ ($\Psi_{\text{đất}} > \Psi_{\text{rễ}}$) thì nước sẽ xâm nhập từ đất và rễ theo quy luật thẩm thấu.

Sự hút nước được thực hiện trước hết nhờ hệ thống lông hút của rễ. Đó là những tế bào biểu bì có thành tế bào rất mỏng kéo dài ra thành các sợi mảnh len lỏi vào các mao quản của đất để hút nước và khoáng chất. Hệ thống lông hút được hình thành và sinh trưởng rất nhanh. Tuy nhiên, chúng rất mẫn cảm với môi trường và rất dễ bị tiêu diệt khi hạn hán của đất và các điều kiện ngoại cảnh bất lợi. Chúng cũng có thể tái sinh để phục hồi chức năng sinh lý của mình.

Nước từ đất đi qua các tế bào lông hút và các tế bào biểu bì khác để đến một loạt các tế bào nhu mô vỏ. Trước khi đi vào hệ thống dẫn thì nước phải vượt qua một lớp tế bào nội bì có ở tế bào hóa bản bên tạo nên một vòng đai suberin gọi là vòng đai caspar ngăn cản nước đi trong hệ thống thành tế bào. Nước còn đi qua một vài lớp tế bào trụ bì và nhu mô ruột để vào đến hệ thống xylem của rễ.

Vậy nước đi vào hệ thống các tế bào sống từ đất vào rễ được thực hiện nhờ những phương thức nào? Có ba con đường mà nước sẽ đi trong tế bào sống:

- Con đường thứ nhất là con đường mà nước sẽ đi qua hệ thống không bào của các tế bào từ ngoài vào trong. Nước sẽ đi qua thành tế bào, qua các sợi liên bào rồi đi qua lớp nguyên sinh chất để đến không bào, sau đó nước rời không bào thứ nhất để đến không bào của tế bào thứ hai qua nguyên sinh chất và thành tế bào. Nước tiếp tục đi như vậy cho đến các tế bào nội bì, trụ bì, nhu mô ruột và cuối cùng đến mạch gỗ. Động lực để nước chảy theo con đường không bào là tồn tại một gradient giảm dần của thế nước (Ψ_w) từ ngoài vào trong (Ψ_{tb1} đến Ψ_{tb2} đến tế bào n, tức là $\Psi_1 > \Psi_2 > \Psi_3 \dots \Psi_n$)

- Con đường thứ hai là con đường symplast, tức là nước sẽ đi trong hệ thống nguyên sinh chất và các sợi liên bào nối liền giữa các tế bào với nhau. Nước từ đất qua plasmalemma của tế bào biểu bì rồi đến chất nguyên sinh của nó. Nước sẽ vận chuyển từ nguyên sinh chất của rễ tế bào này đến nguyên sinh chất của tế bào khác qua các sợi liên bào. Cứ như vậy, nước có thể đi đến mạch dẫn. Nước đi được trong hệ thống này là nhờ sự hút trương của keo nguyên sinh chất (Ψ_j) cũng nhờ sự chênh lệch giữa thế cơ chất và thế nước của các tế bào.

- Con đường thứ ba là con đường apoplast, tức là nước sẽ đi trong hệ thống thành vách tế bào, đi qua các khoảng gian bào và các hệ thống mao quản trong thành tế bào để đi từ tế bào này sang tế bào khác. Tuy nhiên, khi đến nội bì thì con đường này bị chặn lại bởi vòng đai hóa bản caspar của nó. Nhưng tế bào nội bì thì còn lại hai thành song song với mạch dẫn là không hóa bản nên nước bị ép từ thành tế bào vào nguyên sinh chất và cả hông bào của tế bào nội bì. Khi qua vòng đai hóa bản thì nước bị đẩy ngược lại vào thành tế bào và được vận chuyển trong hệ thống thành tế bào cho đến mạch gỗ của rễ hoặc nước được vận chuyển theo hệ

thông thứ hai và thứ nhất. Riêng các tế bào nội bì của thực vật một lá mầm thì tất cả các mặt trong đều hóa bản nhưng vẫn chứa các lỗ xuyên qua thành tế bào không hóa bản tạo nên các kênh cho nước đi qua.

2.4. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh đến sự hút nước của rễ

Sự hút nước của rễ phụ thuộc vào điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, thành phần khoáng, độ ẩm của môi trường.

Nhiệt độ thấp độ hút nước của rễ giảm xuống (nhất là cây ưa sáng). Các cây có nhiệt độ thích hợp đối với hoạt động hút nước (cà chua 25°C, chanh 30°C). Nhiều khi trên đất lạnh cây bị héo mặc dầu trong đất còn nước (hạn sinh lý). Do khả năng hút nước về mùa lạnh bị hạn chế nên cây có phản ứng thích nghi thông thường là rụng lá về mùa lạnh để giảm bớt diện bốc hơi.

Tùy thuộc vào nhiệt độ mà tỉ lệ nước tự do và nước liên kết trong cây có thể thay đổi. Như trên đã nói, rõ ràng sự thủy hóa hóa học kèm theo sự thải nhiệt, nghĩa là quá trình ngoại nhiệt (Dumanski, 1948; Alecxeiev, 1948,1950; Sabinin, 1955; Pasynski, 1959). Do đó, khi hệ hút nhiệt thì phải xảy ra quá trình ngược lại, nghĩa là sự phản thủy hóa, do chuyển động nhiệt của các phân tử nước tăng lên, gây tác dụng ngược lại sự định hướng đúng đắn của các phân tử nước.

Nghiên cứu cho thấy hệ số nhiệt Q_{10} của tốc độ hút nước quãng 1,5-1,6. Điều kiện nhiệt độ ảnh hưởng đến tính chất hóa lý của chất nguyên sinh như tính thấm, độ nhớt (Kramer, 1949) hoặc tính linh động của phân tử nước (Alecxeiev). Mặt khác nhiệt độ có tác dụng sâu sắc đến mọi quá trình trao đổi chất và năng lượng, do đó có liên quan đến quá trình hút nước. Nhiệt độ thúc đẩy các quá trình thủy phân, do đó làm giảm lượng protein và các hợp chất phosphore hữu cơ (Lepeschkin, 1912; Khlepnikova, 1934, 1937; Altergot, 1936,1937; Zauralov và Krujilin, 1951; Guxev, 1957, 1959). Vì vậy, lượng nước liên kết với các hợp chất trùng hợp cao nhất của chất nguyên sinh phụ thuộc vào lượng prtein và các hợp chất phosphore hữu cơ có trong chất nguyên sinh. Nhiều nghiên cứu quan sát được sự thủy hóa chung các keo của chất nguyên sinh giảm đi khi nhiệt độ tăng lên 30-40°C. Khi nghiên cứu động thái ngày-đêm về chế độ nước của lúa mì, nhiều tác giả đã nhận xét rằng, sự tăng nhiệt độ không khí vào buổi trưa đến 30-35°C đã làm giảm lượng nước liên kết chặt và làm tăng lượng nước liên kết yếu. Ngoài sự tăng nước liên kết yếu, dưới ảnh hưởng của nhiệt độ cao, lượng nước tự do phải tăng lên. Sự tăng nước tự do là hậu quả tất nhiên của sự phản thủy hóa. Tuy nhiên, không phải luôn luôn như vậy vì với sự tăng nhiệt độ, quá trình thoát hơi nước cũng được đẩy mạnh lên, do đó làm mất đi một phần nước tự do, trong đó bao gồm cả một trong những thời kì cây chịu tác dụng sâu sắc của gió khô nóng vì sự biến

đổi chế độ nước kể trên làm cây dễ bị mất nước. Do đó, một trong những con đường nâng cao tính chịu đựng của cây chống lại gió khô và nóng là phải làm tăng lượng nước liên kết chặt hơn (trong quá trình thủy hóa hóa học). Điều đó có thể đạt được bằng cách tạo ra các điều kiện dinh dưỡng xác định cho cây, cũng như bằng con đường huấn luyện hạt trước khi gieo theo phương pháp của Genkel P.A., Guxev N.A. và Belkovitch T.M. (1963) nhận xét về mối liên quan dương của khả năng giữ nước của cây với mức độ thủy hóa các keo (nghĩa là các chất trùng hợp cao). Mối liên quan đó được đặc trưng bằng hệ số tương quan từ +0,81 - +0,86. Khi nhiệt độ hạ thấp, cây không có khả năng hút nước mặc dầu lượng nước có sẵn trong đất. Vì vậy, cây phải rụng lá để giảm bớt sự thoát hơi nước (hiện tượng rụng lá về mùa đông), trừ những cây họ Tùng Bách mà chúng ta hay thấy ở các vùng ôn đới và hàn đới, bộ lá vẫn còn giữ nguyên,

Hoạt động hút nước không những lệ thuộc đến nồng độ mà cả tỷ lệ thành phần các chất dinh dưỡng trong đất. Chất khoáng ảnh hưởng một cách phức tạp đến khả năng hút nước thông qua tác động quá trình tổng hợp các chất ưa nước, đến sự kích thích hoạt tính các hệ enzyme, đến trao đổi năng lượng.

Điều kiện dinh dưỡng cũng ảnh hưởng đến tỉ lệ nước tự do và nước liên kết trong cây có thể do ảnh hưởng trực tiếp của các ion đến sự thủy hóa hóa học và do sự biến đổi tiến trình trao đổi chất ảnh hưởng đến tỉ lệ các chất thích nước ít hay nhiều trong tế bào.

Ảnh hưởng trực tiếp của các ion đến sự thủy hóa hóa học là do chúng bị hút bám trên bề mặt các tiểu phần bị thủy hóa (đại phân tử). Như vậy, chúng có thể tác dụng đến sự thủy hóa hóa học ion cũng như sự thủy hóa hóa học trung hòa điện. Trong trường hợp đầu, chúng làm biến đổi trị số thế điện động của các tiểu phần (thế hiệu Zeta). Người ta đã chứng minh được rằng, với các chất điện li có nồng độ thấp (xảy ra trong tế bào thực vật), khi chúng tăng lên sẽ làm tăng thế hiệu Zeta). Trên cơ sở đó lượng nước liên kết tăng lên. Trong khi sự thủy hóa trung hòa điện, tác dụng litrop của các ion liên quan với vị trí của chúng trong dãy litrophair có ý nghĩa lớn. Có thể sắp xếp các cation và anion theo thứ tự sau:

Các cation: $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{Rb}^+$;

$\text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{Sr}^{++} > \text{Ba}^{++}$

Các anion: citrate > sulphate > acetate > Chloride > NO_3CNS .

Tuy nhiên, một số ion (K^+ , Ca^{++} , I^-) bị thủy hóa âm. Nếu như sự thủy hóa dương gây khó khăn cho sự vận chuyển của các phân tử nước ở vùng ngay sát các tiểu phần bị thủy hóa, vì vậy làm yếu cấu trúc nước ổn định. Ngược lại, sự thủy

hóa âm thì xảy ra sự tăng cường chuyển động tĩnh tiến của các phân tử nước. Điều đó dẫn đến việc làm cấu trúc nước kém bền vững.

Sự hút bám một loại ion này có thể kèm theo sự thải ra các ion khác. Nếu mức độ thủy hóa của ion bị hút bám lớn hơn mức độ thủy hóa của ion thải ra thì lượng nước liên kết với đại phân tử sẽ tăng lên; ngược lại, sẽ giảm đi. Vấn đề về ảnh hưởng của các ion đến sự liên kết nước bởi các keo(hay với quan điểm hiện đại, bởi các đại phân tử các hợp chất trùng hợp cao) của chất nguyên sinh đã được nói đến trong nhiều công trình nghiên cứu.

Mặt khác, có thể thực hiện sự tác động của các điều kiện dinh dưỡng đến trạng thái nước trong cây, đó là ảnh hưởng của chúng đến thành phần các chất hữu cơ được cây tổng hợp. Như ở trên đã cho thấy rằng, sự thủy hóa hóa học của các đại phân tử chỉ xảy ra ở những chỗ có nhóm thích nước(phân cực hay ion hóa). Do đó, mức độ thủy hóa các đại phân tử phải phụ thuộc vào số lượng và sự phân bố của các nhóm đó. Khi các lực gây ra sự nở phồng các keo cần phải kể đến điện tích của các nhóm phân cực và không phân cực. Alecxeiev A.M. đã chỉ rõ rằng, khi thủy phân protein có thể xảy ra sự phân giải liên kết peptid để tạo thành các nhóm phân cực mới là $-NH_2$ và $-COOH$ liên kết với các phân tử nước mới. Từ đó có thể thấy rằng, các phản ứng hóa học có khả năng làm biến đổi số nhóm phân cực, từ đó ảnh hưởng đến mức độ thủy hóa các hợp chất trùng hợp cao của chất nguyên sinh. Đồng thời, có thể làm biến đổi sự liên kết cấu trúc của nước. Người ta đã chứng minh rằng sự tăng lượng các hợp chất phosphore hữu cơ và protein trong lá cây kèm theo sự tăng mức độ thủy hóa của các keo chất nguyên sinh.

Cần thấy rằng, ngay khi tách nước liên kết keo ra khỏi nước liên kết tổng số, chúng ta cũng chỉ có được một quan niệm nhất định về nước liên kết bởi toàn bộ các hợp chất trùng hợp cao tham gia vào thành phần chất nguyên sinh cũng như thành tế bào. Tuy nhiên mối liên kết dương chặt chẽ của những biến đổi sự thủy hóa toàn bộ các hợp chất đó với những biến đổi số lượng các chất cơ bản có trong thành phần chất nguyên sinh đã cho thấy sự biến đổi thủy hóa toàn bộ phụ thuộc trước tiên vào các hợp chất trùng hợp cao của chất nguyên sinh. Điều đó có thể hoàn toàn dễ hiểu được, vì thành phần và trạng thái chất nguyên sinh, trong đó thường xuyên xảy ra sự biến đổi trao đổi chất là rất linh động. Ngược lại, hầu như hay hoàn toàn không có mối liên kết của sự thủy hóa toàn bộ các hợp chất trùng hợp cao của tế bào với các chất của thành tế bào (các chất cellulose, hemicellulose, pectin) do các chất đó có tính bền vững rất cao.

Những nghiên cứu chi tiết đã cho thấy rằng, mức độ thủy hóa toàn bộ các chất trùng hợp cao của chất nguyên sinh luôn luôn phụ thuộc dương vào lượng

protein tan trong nước và protein không chiết ra được, các chất nucleotid đồng thời lại không phụ thuộc nhất định vào lượng protein hòa tan trong muối và protein hòa tan trong kiềm và các phosphatid (trong các điều kiện khác nhau, nó có thể khác nhau). Hoàn toàn dễ hiểu là mức độ thủy hóa các hợp chất trùng hợp cao của chất nguyên sinh trước hết phải phụ thuộc vào những biến đổi lượng hợp chất thích nước nhất như các protein tan trong nước và protein không chiết rút ra được, cũng như các nucleoproteid, còn ảnh hưởng các biến đổi của các hợp chất khác là thứ yếu.

Ảnh hưởng độ ẩm đến hoạt động hút nước chứng tỏ không những có sự tham gia của cơ chế thẩm thấu mà còn cả cơ chế không thẩm thấu trong quá trình đó.

Để đảm bảo hoạt động nước được bình thường, chúng ta tạo những điều kiện ngoại cảnh tối thích cho sự sinh trưởng phát triển của hệ rễ nói riêng và toàn bộ cơ thể nói chung.

3. Quá trình vận chuyển nước trong cây và sự cân bằng nước trong cây

3.1. Con đường vận chuyển nước trong cây

Nước sẽ được vận chuyển từ lông hút của rễ đến các tế bào bề mặt lá để thoát ra ngoài không khí. Quá trình này có thể chia ra thành ba giai đoạn:

- Giai đoạn 1: nước đi từ tế bào lông hút qua các tế bào biểu bì rồi qua một số lớp tế bào nhu mô vỏ để đến lớp tế bào nội bì có thành tế bào hóa bản bốn mặt, sau đó nước đi qua một số tế bào nhu mô ruột trước khi vào mạch dẫn của rễ.
- Giai đoạn 2: Nước đi từ mạch dẫn của rễ đến mạch dẫn của lá.
- Giai đoạn 3: Nước đi từ mạch dẫn của lá qua một số lớp tế bào nhu mô lá (mô dậu và mô khuyết) đến các tế bào biểu bì rồi qua khí khổng để ra ngoài không khí.

Trong giai đoạn nhất và giai đoạn thứ ba, nước đi trong một vài lớp tế bào nên gọi là con đường vận chuyển nước gần. Còn ở giai đoạn thứ hai, nước đi trong hệ thống mạch dẫn với khoảng cách có khi đến vài chục mét (đối với các cây cao) hay trên trăm mét (đối với các cây dây leo sống ở trong rừng) nên gọi là con đường vận chuyển nước xa

3.1.1. Con đường vận chuyển nước gần.

- Đặc trưng:

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 mạch dẫn rễ qua một số lớp tế bào nhu mô lá.

Nước đi trong các tế bào sống không có tổ chức chuyên hóa cho sự vận chuyển nước. Nước phải qua hệ thống chất nguyên sinh và bị ảnh hưởng của lực cản chất nguyên sinh dẫn đến sự vận chuyển của nước diễn ra khó khăn hơn.

- Các con đường nước đi:

Nước đi trong các tế bào sống nên phải nhờ cả ba hệ thống: không bào, apoplast và symplast (như đã trình bày ở phần trên)

- Động lực của sự vận chuyển nước gần:

Do sức hút nước tăng dần từ tế bào lông hút đến tế bào mạch dẫn của rễ và từ mạch dẫn của lá đến các tế bào biểu bì và khí khổng. Chính nhờ có sức hút nước tăng dần mà nước đi một cách liên tục trong các hệ thống này.

3.1.2. Con đường vận chuyển nước xa.

- Đặc trưng:

Nước đi với khoảng cách rất xa trong hệ thống mạch dẫn từ rễ đến lá

Nước được vận chuyển trong một hệ thống có cấu trúc chuyên hóa cho sự vận chuyển nước. Đó là hệ thống mạch dẫn nước, bao gồm các quản bào và mạch gỗ.

- Cấu trúc của hệ thống vận chuyển nước xa:

Hệ thống vận chuyển nước xa là một tổ chức có cấu trúc hoàn hảo cho sự vận chuyển nước một cách hiệu quả nhất. Tùy theo mức độ tiến hóa của các loài thực vật mà có hai loại cấu trúc: các quản bào phát triển mạnh nhất ở thực vật khỏa tử như thông, phi lao,...; còn cấu trúc mạch gỗ lại phát triển mạnh ở thực vật bí tử như: bắp cải, cà chua,...

Các thực vật thủy sinh, các cây mọng nước và cả các thực vật chịu mặn thì hệ thống dẫn phát triển yếu. Còn cây gỗ sống trên cạn thì có hệ thống dẫn nước rất phát triển để cung cấp nước thường xuyên, liên tục cho các bộ phận trên mặt đất kể cả trong các điều kiện khó khăn về nước như lúc gặp hạn hán.

+ Hệ thống quản bào: bao gồm các tế bào hẹp và dài không còn chất nguyên sinh. Chúng có thành tế bào dày, hóa gỗ và giữa có các vách có nhiều lỗ cho nước đi từ tế bào này sang tế bào khác. Xét theo chiều thẳng đứng, giữa các tế bào cũng có vách ngăn nhưng có rất nhiều lỗ trên các vách ngăn đó tạo nên một hệ thống liên tục vận chuyển nước đi lên cao.

+ Hệ thống mạch gỗ: còn gọi là hệ thống mạch xylem, gồm các tế bào chết có thành tế bào dày và hóa gỗ. Khác nhau cơ bản với quản bào là ở giữa các tế bào của hệ thống mạch gỗ không có vách ngăn nên tạo nên các ống mao quản liên tục xuyên suốt hệ thống dẫn, qua đó nước được vận chuyển trong mao quản thông

suốt. Vì vậy, đây là hệ thống vận chuyển nước hoàn hảo nhất và tiến hóa nhất. Cả hệ thống đều thuận lợi cho vận chuyển nước vì chúng là những ống dẫn thông nhau thành hệ thống. Các thành thứ cấp hóa gỗ tạo nên sức đàn hồi cần thiết chống lại sự chênh lệch lớn của áp suất tăng lên khi nước lên đỉnh cây cao. Tuy nhiên, về tiến hóa sự hình thành thì hệ thống quản bào có trước mạch gỗ (xylem).

- Động lực của sự vận chuyển nước xa:

Sự vận chuyển nước trong hệ thống mạch dẫn gỗ hoàn toàn khác với sự vận chuyển nước trong các tế bào nhu mô. Các mạch dẫn gỗ là các ống được lấp đầy nước nên không có khả năng tác động lên sự vận động nước bằng thế nước của nó. Ở trong mạch hệ thống mạch gỗ, dòng nước được duy trì nhờ quy luật thủy tĩnh. Vậy động lực nào đã chi phối sự vận động của nước trong hệ thống mạch dẫn ở khoảng cách xa và cao một cách liên tục mà không bị ngắt quãng?

Về cơ chế nước được vận chuyển lên đỉnh cây cao đã từ lâu thu hút các nhà sinh lý thực vật nhưng đến nay thì vấn đề này đã hiểu biết khá rõ.

Khi nước vận chuyển trong hệ thống dẫn thì lực cản trở sự vận chuyển của nước không những là lực ma sát của dòng chảy qua hệ thống vận chuyển mà còn cả trọng lực của nước khi nó lên cao khỏi mặt đất. Do vậy mà lực cản sự dẫn nước trong mao mạch bao gồm lực tĩnh do trọng lực cột nước và lực động do lực ma sát trong quá trình vận động của nước trong mạch. Vì vậy, nước muốn vận chuyển trong mạch xylem thì thế nước của lá phải thắng được hai lực cản trở đó.

Để chống lại sự nghẽn tắc do tạo nên bọt khí ở trong mạch dẫn các phân tử nước liên kết với nhau bằng liên kết hydro. Lực liên kết với nhau trong nội bộ các phân tử nước này khá lớn và có thể đóng góp phần rất quan trọng đưa cột nước lên cao mà không ngắt quãng. Ngoài ra, mạch dẫn cũng được tạo nên bằng các vật liệu ưu nước. Do đó, các phân tử nước có thể liên kết với thành mạch dẫn để di chuyển lên cao.

Kết luận: lý thuyết về sức kéo căng của sự thoát hơi nước ở lá kết hợp với lực liên kết giữa các phân tử nước và lực bám giữa các phân tử nước với thành mạch dẫn là quan điểm đúng đắn để giải thích dòng nước có thể vận chuyển lên cây cao.

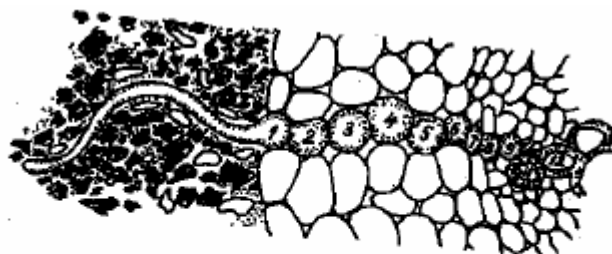
3.2. Tốc độ vận chuyển nước trong cây

3.2.1. Tốc độ vận chuyển của nước qua tế bào sống.

Nghiên cứu cho ta thấy chất nguyên sinh có sức cản rất lớn đối với sự chuyển vận nước. Bởi vì, mặc dầu keo nguyên sinh chất ngậm nước rất mạnh nhưng bao nước quanh các phân tử lớn rất ít linh động do lực hấp dẫn tương hỗ mạnh mẽ của nước với các gốc tương ứng trên các phân tử đó. Chất nguyên sinh

ngay cả lúc chứa nhiều nước cũng không hề có dạng nước hoàn toàn tự do. Quá trình vận chuyển nước trong tế bào sống như là một quá trình đổi mới thành phần của bao nước trong các mixen (Sabinhin, 1955).

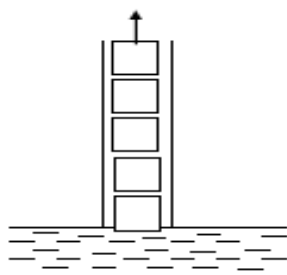
Thực nghiệm cho thấy rằng, trung bình lực cản đối với sự di chuyển nước qua tế bào sống là 1 atm /1mm đường đi.



Hình 2.2: Con đường đi của nước từ lông rễ (1) tới mạch dẫn của rễ (12) qua nhu mô vỏ (2-6), nội bì (7), trung trụ (8) và nhu mô của hệ mạch (9-11)

Mặt khác, nước có thể di chuyển trong các mao quản của vách tế bào, song chúng chỉ thực hiện được từ lông hút đến nội bì (ở nội bì có khung casprie không cho nước đi qua). Như vậy, ở nội bì sự vận chuyển nước qua chất nguyên sinh và qua vách tế bào được nối liền với nhau. Ở đây sự vận chuyển nước qua chất sống là điều bắt buộc.

Nghiên cứu cho thấy sức hút và tính thấm nói chung của tế bào sống tăng dần từ lông hút tới mạch gỗ của hệ rễ và từ mạch tới tế bào nhu mô lá. Theo Usprung tế bào thứ 3 kề sát gân lá cây bần (Hedena) có sức hút từ 12,1 atm, trong khi tế bào thứ 210 có sức hút là 32,6 atm ($210-3=207$ tế bào) có sức hút chênh lệch nhau là $32,6-12,1=20,5$ atm nghĩa là độ chênh lệch 1 tế bào gần 0,1 atm.



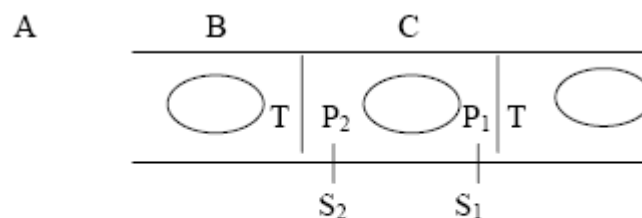
Hình 2.3: Sơ đồ vận chuyển nước theo tế bào nhu mô

Sức đẩy của rễ nhìn chung quãng từ 1-3 atm do động cơ dưới. Vào đầu xuân sự thủy phân của các chất dự trữ ở rễ, áp suất rễ thường đạt trị số khá cao và lúc ấy bộ lá còn ít phát triển nên động cơ dưới có vai trò chủ yếu.

Khi tế bào lá bốc hơi nước, càng mất nước nhiều càng tạo ra lực hút càng lớn (động cơ trên) làm tăng cường sự vận chuyển nước từ dưới lên. Trị số hút nước trong lá cây gỗ có thể đạt tới 10-15 atm.

Ngoài ra, theo Lepasquin (1912) dòng nước chuyển qua một chiều là do tính thấm của tế bào ở đầu quay về trung tâm rễ cao hơn phần quay ra phần ngoại biên.

Theo Sabinhin (1955), sự duy trì dòng nước một chiều có thể do sự khác biệt về tính chất trao đổi chất ở 2 cực tế bào sống gây ra. Ở các phần chất nguyên sinh tế bào B tiếp giáp với tế bào A diễn ra những quá trình trao đổi chất dẫn tới sự tăng lượng chứa các chất có hoạt tính thẩm thấu (đường, acid hữu cơ v.v...) do đó làm tăng áp suất thẩm thấu và sức hút. Ở phần đối diện của tế bào (giáp tế bào C) phản ứng tiến hành theo chiều ngược lại, nghĩa là theo hướng làm giảm trị số của áp suất thẩm thấu. Bởi vì, theo định luật thủy tĩnh trị số của sức căng trong mọi phần đều giống nhau, nên sức hút của tế bào A ở phần tiếp giáp B có trị số dương khá cao khiến nước chuyển từ A sang B.



Hình 2.4: sơ đồ sự vận chuyển nước theo Sabinhin

Trong khi đó ở đầu bên phải của tế bào sức hút nước có trị số âm ($S < P - T$) nên không những không hút nước mà còn bị tống nước đi sang tế bào kế tiếp (C). Do đó sự khác biệt nhau về trao đổi chất trong các cực khác nhau của tế bào tạo điều kiện bảo đảm cho sự duy trì dòng nước một chiều qua chúng. Ở đây ta thấy rằng, quá trình hấp thụ và vận chuyển nước liên quan chặt chẽ với quá trình trao đổi chất phức tạp trong tế bào sống.

3.2.2. Tốc độ vận chuyển nước trong hệ mạch dẫn của cây.

Các mạch gỗ gồm những ống nhỏ đã hóa gỗ có đường kính từ 200-400 μ , còn ống quản trong gân lá có đường kính khoảng 700 μ .

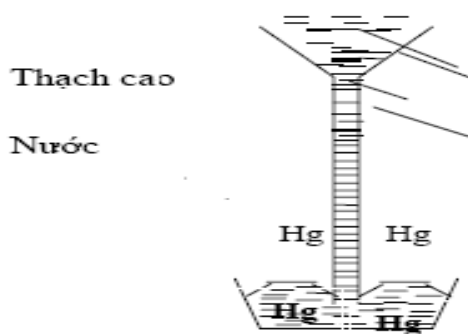
Sức cản đối với sự vận chuyển nước trong mạch ít hơn nhiều so với tế bào sống. Tuy vậy, tốc độ vận chuyển nước trong các mạch tương đối bé. Đối với các loài cây gỗ có lá bản mỗi giờ trên toàn diện tích 1cm² của mạch đi qua 20cm³ nước, còn ở các loài cây rừng bành thì chỉ qua 5cm³ (máu trong động mạch 10 - 50 cm³/s và nước trong ống dẫn 100 cm³/s.cm²). Gần đây dòng nước nặng H₂O¹⁸ để theo dõi người ta đã thu được những trị số lớn hơn: tốc độ vận chuyển của nước trong mạch gỗ là vài mét/h (trước đây cho vài chục cm).

3.2.3. Các động cơ vận chuyển nước trong cây.

Việc dòng nước lên cao trên 100m trong cây có nhiều ý kiến tranh luận. Theo Bose (1923) và Molistch (1928) các tế bào nhu mô gỗ là các động cơ trung gian để bơm nước lên. Tuy nhiên nhiều ý kiến đối lập lại với quan niệm về tế bào sống (tế bào kèm) tham gia trong quá trình vận chuyển nước ở mạch gỗ. Vottran (1879) thấy rằng nước có thể vận chuyển trong 1 đoạn thân nằm ngang với tốc độ theo 2 chiều giống nhau. Điều đó chứng tỏ trong cây không hề có những cái van một chiều nào đó ngăn cản nước đi xuống hoặc có các tế bào sống tác động một chiều. Ngày nay người ta đã xem sức kết hợp giữa các phân tử nước là một trong những điều kiện khiến cho các tia nước liên tục không chứa bọt khí có thể nâng lên một độ cao lớn.

Vottran đã phát triển quan niệm về sự tồn tại trong cây các tia nước liên tục do sự kết hợp tương hỗ của các phân tử nước và lực dính của nước với thành mạch dẫn. Động lực vận chuyển nước trong mạch xylem của thân là do 2 lực liên kết hydro của nước tạo ra: lực liên kết giữa các phân tử nước và lực bám giữa các phân tử nước với thành mạch (theo campbell 2002).

Thí nghiệm của A. S. Kenasy đã chứng minh khả năng nâng cột chất lỏng lên độ cao vượt quá áp suất thủy tĩnh 1 atm nhờ sức liên kết phân tử nước. Tác giả nén thạch cao đầy phễu nối ống thủy tinh dài đổ nước đã đun sôi vào ống và nhúng vào chậu thủy ngân.



Hình 8. Tác dụng của sức kết hợp nước



Hình II.9. Bào tử nang dương xỉ
1. Vòng uốn cong 2. Vòng duỗi ra.
3. Bào tử nang bảo hòa nước.
4. Bào tử nang cuộn lại vì khô nước

Hình 2.5: Bào tử nang cây dương xỉ

- 1 = vòng uốn cong; 2 = vòng duỗi ra
3 = Bào tử nang bảo hòa nước
4 = bào tử nang cuộn lại vì khô nước

Sau một thời gian cột thủy ngân dâng lên 760mm. Renner (1911) thấy: khi cắt bỏ thân lá có ảnh hưởng tức khắc đến độ xâm nhập của nước vào cây. Thí nghiệm của Renner (Đức) và Ursprung (Thụy Điển) với bào tử nang dương xỉ đã cho thấy sự kết hợp giữa tia nước trong phân tử nước bé đạt tới những trị số rất lớn.

Ta biết rằng, phía ngoài bào tử nang dương xỉ có một lớp tế bào chất vách dày 3 mặt và chứa đầy nước. Lúc tế bào này hơi khô (đúng với lúc bào tử chín) thể tích tế bào giảm bớt tách khỏi vách tế bào, hệ thống tế bào duỗi thẳng, ứng với tác động của động cơ trên và động cơ dưới hoàn toàn đủ để đảm bảo sự di chuyển nước trong mạch tới đỉnh ngọn các cây cao nhất.

3.3. Động lực vận chuyển nước trong cây

Khi nước vận chuyển trong hệ thống dẫn thì lực cản trở sự vận chuyển của nước không những là lực ma sát của dòng chảy qua hệ thống vận chuyển mà còn cả trọng lực của nước khi nó lên cao khỏi mặt đất. Do vậy mà lực cản sự dẫn nước trong mao mạch bao gồm lực tĩnh do trọng lực cột nước và lực động do lực ma sát trong quá trình vận động của nước trong mạch. Vì vậy, nước muốn vận chuyển trong mạch xylem thì thế nước của lá phải thắng được hai lực cản trở đó.

Các động lực giúp dòng nước trong hệ mạch thắng được hai lực cản trên là:

- Áp suất rễ: do quá trình trao đổi chất của rễ, đặc biệt là quá trình hô hấp rễ, sẽ phát sinh một áp lực đẩy nước đi lên cao gọi là áp suất rễ. Đây là sự vận chuyển nước tích cực cần năng lượng. Do vậy, mọi tác nhân ức chế hoạt động sống của rễ, ức chế hô hấp của rễ đều ảnh hưởng đến sự vận chuyển nước trong cây. Ví dụ: khi cây gặp úng, thiếu oxi cho rễ hô hấp, hoặc chất độc đối với rễ,... Có hai hiện tượng minh chứng cho sự tổng tại áp suất rễ là hiện tượng chảy nhựa và hiện tượng ứ giọt.

- Sức kéo của sự thoát hơi nước: khi ẩm độ không khí thấp 100% thì sức hút nước của không khí tăng lên, có thể đến hàng trăm atm. Sự chênh lệch về sức hút nước khá lớn giữa không khí và bề mặt lá dẫn đến làm cho lá xảy ra quá trình thoát hơi nước rất mạnh. Các tế bào của lá thiếu bảo hòa và 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. Việc loại trừ các phân tử nước tận cùng của cột nước trong xylem làm cho cột nước đẩy dần lên để thay thế. Sự thoát hơi nước ở lá diễn ra liên tục và do đó mà sức kéo của thoát hơi nước cũng liên tục. Sức kéo của quá trình 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 biến đổi của điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm không khí,...

- Động lực hỗ trợ khác: Các mao quan nước trong mạch dẫn tạo nên các sợi nước rất mỏng manh. Các sợi nước này có đầu trên bị kéo một lực rất căng do thoát hơi nước nhưng các sợi nước mỏng manh này không hề bị đứt đoạn tạo nên các bọt khí làm tắc nghẽn mạch. Có được điều đó là do có hai lực hỗ trợ: Lực liên kết giữa các phân tử nước (lực nội tụ) và lực bám giữa các phân tử nước với thành mạch dẫn. Đồng thời giữa các phân tử nước tồn tại lực liên kết hydro. Tuy đây là lực liên kết yếu nhưng các phân tử nước đã tạo thành một chuỗi liên tục kéo theo nhau đi lên cao.

4. Cơ sở sinh lý của việc tưới nước hợp lý cho cây trồng

4.1. Mục đích của tưới nước hợp lý

-Tưới nước để tăng cường hoạt động sinh lý của cây (nước là môi trường và là chất tham gia phản ứng).

- Tưới nước và rút nước nhằm cải tạo điều kiện sống của thực vật, nhằm tăng khả năng giữ nước, giữ nhiệt độ và điều hòa không khí trong đất.

- Tưới nước và rút nước nhằm khống chế quá trình sinh trưởng của cây, điều tiết mối quan hệ giữa các bộ phận nhằm đạt đến kết cấu hợp lý quần thể cây trồng.

Cho nên, cung cấp nước cho cây theo nhu cầu sinh lý của chúng là hợp lý nhất. Vậy thì tưới nước vào lúc nào là tốt nhất? Tưới trong suốt quá trình sống của cây. Nhưng thiếu nước thì gây tác hại nặng nhất là thời kỳ khủng hoảng nước.

Đối với cây hòa thảo thường bắt đầu từ lúc đẻ nhánh đến trổ bông và từ khi ngâm sữa đến cuối chín sữa. Nói chung, trong nhiều cây trồng thời kỳ khủng hoảng nước ở vào giai đoạn ra hoa.

Về liều lượng tưới và số lần tưới thì tùy theo yêu cầu về nước của từng cây, tùy theo thành phần cơ giới và hóa tính của đất. Ví dụ đất cát thì cần tưới nhiều lần, đất mặn thì lượng nước tưới vào không phải chỉ để cho cây hút mà cần phải tưới lượng nước nhiều hơn so với yêu cầu của cây vì cần số nước để rửa mặn nữa.

Về phương pháp tưới thì có nhiều cách: tưới ngập như những cây lúa nước chẳng hạn, tưới theo rãnh đối với các cây rau màu, tưới mưa nhân tạo (tưới phun) đối với những vùng đất có nền đáy rỗng không giữ được nước, ví dụ như vùng đất đỏ bazal – nơi trồng tiêu ở vùng Tân Lâm, Quảng Trị.

4.2. Cơ sở sinh lý xác định nhu cầu nước của cây

Làm thế nào để tưới nước cho cây đúng lúc nhất?

Có tác giả đề nghị tưới theo độ ẩm của lớp đất có rễ cây phân bố (Ryzev, Nicolaiev, v.v.). Một số tác giả khác đề ra cách xác định nhu cầu tưới nước theo biến đổi hình thái bên ngoài của cây như thay đổi màu sắc lá và thân.

Thực nghiệm trên đồng ruộng đã chứng minh rằng việc chẩn đoán đòi hỏi nước theo các chỉ tiêu sinh lý như độ mở khí khổng, sức hút tế bào, nồng độ dịch bào, áp suất thẩm thấu là khách quan nhất.

Chúng ta đều biết rằng, trong các biện pháp kỹ thuật nâng cao sản lượng cây trồng, nước được nêu là một trong những biện pháp hàng đầu.

Trong đời sống của thực vật ở các thời kỳ sinh trưởng khác nhau thì có những yêu cầu về nước rất khác nhau. Nguyên nhân chủ yếu là:

- Do diện tích thoát hơi nước của thực vật trong các thời kỳ sinh trưởng có khác nhau. Cây non, diện tích lá nhỏ, sự thoát hơi nước ít, cây trưởng thành thoát hơi nước nhiều hơn.

- Do hoạt động sinh lý của thực vật trong chu kỳ sống của nó mà yêu cầu của nó đối với nước nhiều ít khác nhau. Thời kỳ làm đòng, yêu cầu nước lớn: 25-30% tổng lượng nước trong suốt thời gian sinh trưởng.

Điều kiện ngoại cảnh chủ yếu là nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm ảnh hưởng đến quá trình thoát hơi nước.

Các cơ sở xác định nhu cầu nước của cây:

- Nhu cầu nước của cây trồng là lượng nước cây trồng đó cần tổng số và từng thời kỳ 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.

- Chúng ta có thể đo được cường độ thoát hơi nước của cây để tính được lượng nước tổng số và từng giai đoạn của cây trồng vì trên 99% lượng nước hút vào đều bay hơi đi. Mặt khác, chúng ta cần xác định cường độ thoát hơi nước trong từng giai đoạn và trong suốt đời sống của cây trồng. Đây chính là nhu cầu nước của cây và từ đó dựa trên nhu cầu nước của cây trồng mà ta tính được tổng lượng nước cần tưới trên một đơn vị diện tích gieo trồng của một cây trồng nào đó.

4.3. Phương pháp tưới

Tùy theo từng loại cây trồng mà ta cần xác định phương pháp tưới thích hợp nhất. Các phương pháp tưới phổ biến hiện nay là:

- Phương pháp tưới ngập, tưới tràn thường được áp dụng với các cây trồng cần nhiều nước và chủ động về thủy lợi, như cây lúa, rau muống nước,...

- Phương pháp tưới rãnh thường được sử dụng tưới các loại cây rau 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. Đây là phương pháp tiết kiệm nước và có thể kết hợp để tưới bón phân đơn hoặc phức.

Tùy theo từng 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 hợp lý.

BÀI TẬP THỰC HÀNH CHƯƠNG 2: SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA THỰC VẬT

1. Thí nghiệm 1: Quan sát hiện tượng ứ giọt

1.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: hạt ngô, hạt lúa.
- Hóa chất: NaCl 10%, CuSO₄ 1%, đất cát pha hay mùn cưa
- Dụng cụ: Chậu trồng cây, cốc thủy tinh có đường kính nhỏ hơn đường kính miệng chậu trồng cây, đĩa thủy tinh có đầu gắn bông
- Thiết bị: đồng hồ bấm giây.

1.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Do tác động của áp suất rễ, nước được hút vào rễ một cách chủ động và đẩy lên qua mạch dẫn đến các khí khổng trên bề mặt lá. Nếu xung quanh lá cây đã bão hòa hơi nước thì hơi nước không thể thoát ra khỏi lá cây mà đọng lại thành giọt, đó là hiện tượng ứ giọt.

1.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Dùng đất pha cát hay mùn cưa cho vào chậu, rồi gieo hạt ngô hay hạt lúa (công việc này cần chuẩn bị trước khi thực hành bài này từ 5 – 7 ngày). Sau khi cây non được vài lá (3 -5 lá), dùng cốc thủy tinh ở đáy có lỗ để gắn đĩa thủy tinh gắn bông để úp lên các cây non. Sau một thời gian nhất định ta thấy trên đỉnh các lá non xuất hiện các giọt nước, đó là hiện tượng ứ giọt. Ghi nhận và tiếp tục dùng bông gắn trên đĩa thủy tinh lau khô những giọt nước đó rồi tiếp tục theo dõi thời gian hình thành các giọt nước mới. Cần thực hiện việc làm này từ 2 – 3 lần, thu nhận kết quả về thời gian xuất hiện ứ giọt. Lấy giá trị trung bình của các lần nhắc lại và đó chính là kết quả của thí nghiệm.

Có thể xác định hiện tượng ứ giọt ở các điều kiện xung quanh khác nhau như:

- Đặt thí nghiệm ở nhiệt độ cao từ 37 – 40°C sẽ thấy hiện tượng ứ giọt xảy ra nhanh hơn thí nghiệm đặt ở nhiệt độ thấp từ 4 – 10°C.
- Đặt thí nghiệm trong điều kiện thay đổi áp suất thẩm thấu xung quanh môi trường rễ, bằng cách tưới vào đất dung dịch NaCl 10%, gây độc rễ bằng CuSO₄ 1% hay làm giảm độ ẩm xung quanh lá. Khi đó hiện tượng ứ giọt xảy ra chậm đi rõ rệt.

1.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

- a. Hiện tượng ứ giọt xảy ra ở cây trồng có ý nghĩa như thế nào?

b. Giải thích kết quả thu được từ thí nghiệm trên?

c. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

2. Thí nghiệm 2: Quan sát hiện tượng rỉ nhựa

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: cây thí nghiệm (cà chua, bầu bí, rau dền, ớt ngọt,...) có đường kính khoảng 7 – 8mm.

- Hóa chất: Vazelin.

- Dụng cụ: pipet 2 ml hay ống thủy tinh có đường kính 7 – 8mm, ống thủy tinh uốn cong, dao lam, dây cao su có đường kính 7 – 8mm.

2.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Rễ cây đóng vai trò là động cơ hút nước phía dưới, tạo ra sức hút nước chủ động và đẩy nước vào hệ thống mạch dẫn. Chính vì vậy, khi cắt ngang thân cây sát mặt đất sẽ thấy nước do rễ cây hút và đẩy lên và đọng lại trên bề mặt lát cắt. Đó là hiện tượng rỉ nhựa.

2.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Cây thí nghiệm (cà chua, khoai tây, rau dền, ớt ngọt,...) được trồng trong chậu (gieo hạt trước khi thực hành bài này) có đường kính thân từ 7 – 8mm. Dùng dao lam cắt bỏ thân cây cách cổ rễ khoảng 3cm (sát mặt đất). Sau đó dùng vazelin bôi quanh đoạn gốc (chú ý không để vazelin dính vào vết cắt), tiếp theo lồng ống cao su vào gốc cây, đầu ống cao su còn lại lồng vào pipet hoặc ống thủy tinh đã có ít nước bên trong. Sau đó, ta tiếp tục tưới nước vào vào gốc cây, sau một thời gian nhất định ta thấy mực nước trong ống thủy tinh hoặc pipet dâng lên do sự rỉ nhựa gây ra. Nhựa rỉ ra thoát khỏi chỗ cắt và dâng lên theo pipet hoặc ống thủy tinh làm cho thể tích dung dịch trong đó tăng lên.

Ta có thể thu rỉ nhựa đó bằng cách thay ống thủy tinh thẳng bằng ống thủy tinh cong và cuối ống thủy tinh cong ta đặt 1 ống nghiệm để rỉ nhựa.

2.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

a. Hiện tượng rỉ nhựa xảy ra ở cây trồng có ý nghĩa như thế nào?

b. Giải thích kết quả thu được từ thí nghiệm trên?

c. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

3. Thí nghiệm 3: Sự vận chuyển nước qua mạch gỗ

3.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: Cành cây (thu hải đường), lá cắt rời hoặc cành hoa trắng (hoa huệ, layon,...)
- Hóa chất: dung dịch màu (dung dịch eozin, phucsin 1%), vazelin hay sáp lỏng.
- Dụng cụ: cốc hoặc bình thủy tinh, dao bén
- Thiết bị: Kính hiển vi và phụ kiện kèm theo

3.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Khi cắm cành cây vào dung dịch màu, nước được vận chuyển qua mạch gỗ lên trên (vận chuyển xa) làm cho mạch gỗ có màu, nếu để một thời gian dài (vài giờ) thì màu của dung dịch biểu hiện tại các cánh hoa. Nếu bịt đường vận chuyển nước thì cành cây hay hoa sẽ héo và chết.

3.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Cắm cành lá hay hoa trắng vào bình đựng nước màu (eozin hay phucsin 1%). Qua vài giờ, cắt một số lát mỏng ở những phần khác nhau của cành, lá, cuống hoa. Sau đó, làm tiêu bản các lát cắt đó để quan sát trên kính hiển vi ta sẽ thấy phần mạch gỗ nhuộm màu dung dịch.

Nếu dùng hoa màu trắng để thực hiện thí nghiệm này sẽ dễ dàng phân biệt những gân nhỏ có màu của dung dịch hút vào với màu trắng của (phần không nhuộm).

Nếu dùng cành thu hải đường trong suốt để thí nghiệm, có thể nhìn thấy được sự vận chuyển của chất màu theo mạch dẫn đến gân nhỏ của lá, tại đó màu tụ lại còn nước thì bay hơi. Khi nhúng chỗ cắt của cành cây vào sáp lỏng hay vazelin, sau đó cắm cành cây vào lọ đựng dung dịch màu, sau một thời gian nhất định thì cành cây sẽ bị héo. Sau đó, dùng dao cắt lát mỏng ở các phần khác nhau của cành cây và làm tiêu bản, quan sát dưới kính hiển vi sẽ không thấy có sự nhuộm màu.

3.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

- Nguyên lý nước vận chuyển trong mạch gỗ là gì?
- Giải thích kết quả thu được từ thí nghiệm trên?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

4. Thí nghiệm 4: Quan sát sự đóng mở của khí khổng

4.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: Lá thái lải tía hoặc lá thái lải xanh hoặc lá tỏi.
- Hóa chất: dung dịch glycerin 5% và 15%, nước cất

- Dụng cụ: đĩa thủy tinh, dao lam, kim mũi mác, giấy thấm, khăn lau, lamên và lam kính

- Thiết bị: Kính hiển vi

4.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Sự đóng mở của khí khổng phụ thuộc vào độ no nước của tế bào hình hạt đậu. Sử dụng dung dịch glycerin để làm thay đổi độ no nước của tế bào do đó gây ra sự đóng mở của khí khổng

4.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Sử dụng dao lam và kim mũi mác bóc biểu bì lá thái lát đặt lên lam kính, sau đó nhỏ 1 giọt glycerin 5% và đặt lam kính lại. Quan sát ngay bằng kính hiển vi. Đầu tiên thấy có hiện tượng co nguyên sinh ở tế bào khí khổng và tế bào biểu bì quanh khí khổng do mất nước, khí khổng đóng lại.

Sau 5 – 15 phút, glycerin đã thấm qua màng sinh chất vào trong dịch bào làm tăng áp suất thẩm thấu của tế bào, do đó nước lại được hút vào gây hiện tượng phản co nguyên sinh, khí khổng được mở ra.

Muốn khí khổng mở to hơn, ta thêm nước vào một bên lamên và bên kia dùng giấy thấm hút glycerin, nước càng xâm nhập nhiều vào tế bào, khí khổng càng mở to hơn.

Khi quan sát được khí khổng mở, muốn xem khí khổng đóng lại, ta nhỏ glycerin 15% vào một bên lamên và bên kia dùng giấy thấm để hút hết nước, lúc đó khí khổng đóng lại.

4.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

a. Vẽ hình trạng thái đóng và mở của khí khổng quan sát được trên kính hiển vi?

b. Giải thích nguyên nhân gây đóng mở khí khổng và quy luật vận động của khí khổng trong ngày?

c. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

CÂU HỎI SỬ DỤNG ĐÁNH GIÁ HỌC TẬP CỦA CHƯƠNG 2

1. Vai trò của nước đối với đời sống thực vật? Lấy ví dụ minh họa?
2. Trình bày và phân tích sự hút nước của rễ trong đất và lực cản của quá trình hút nước?
3. Phân tích những tác động của các nhân tố ngoại cảnh đến sự hút nước của rễ? Hạn sinh lý và biện pháp khắc phục?
4. Trình bày và phân tích cấu trúc của hệ thống vận chuyển nước trong cây và các động lực chi phối dòng nước đi trong cây? Tại sao nước có thể đi lên đỉnh cây rất cao mà không bị ngắt quãng?
5. So sánh sự khác nhau cơ bản giữa con đường vận chuyển nước xa và vận chuyển nước gần?
6. Trình bày và phân tích tốc độ vận chuyển nước trong cây? Vận dụng vào sản xuất thực nghiệm?
7. Mục đích của tưới nước hợp lý là gì? Phân tích những cơ sở sinh lý xác định nhu cầu nước của cây?
8. Những phương pháp tưới hợp lý cho cây trồng? Liên hệ các phương pháp tưới với các đặc tính chịu hạn và ngập úng của cây trồng?

GHI NHỚ CHƯƠNG 2

Nước sẽ đi từ dung dịch đất qua hệ thống lông hút của tế bào rễ rồi đi qua một lớp tế bào sống để đi vào mạch dẫn của rễ. Sự xâm nhập của nước vào rễ được quyết định bởi sự phát triển và phân bố của bộ rễ, đặc biệt là hệ thống lông hút cũng như các yếu tố ngoại cảnh như nhiệt độ, ẩm độ, nồng độ dung dịch đất và hàm lượng ôxy trong đất. Khi các yếu tố ngoại cảnh đó quá bất lợi thì rễ không hút được nước dẫn đến mất cân bằng nước trong cây nên gây nên hiện tượng hạn sinh lý. Muốn khắc phục hiện tượng hạn sinh lý thì phải tác động vào nguyên nhân gây ra hạn sinh lý bằng nhiều biện pháp khác nhau (xem chương 6)

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 nước xa trong hệ thống mạch dẫn có cấu trúc chuyên hóa gồm các quản bào và các ống mạch gỗ, trong đó hệ thống mạch gỗ hoàn hảo và tiến hóa hơn. Động lực để cho cột nước đi lên cao đỉnh cây là nhờ động lực chủ động do quá trình hô hấp của rễ cây và quan trọng hơn là nhờ vào sức kéo của quá trình thoát hơi nước ở bề mặt lá, đồng kết kết hợp với lực liên kết nội tụ giữa các phân tử nước (liên kết hydro). Hệ thống dẫn nước là cấu trúc hoàn hảo tạo nên các mao quản thông suốt từ rễ đến lá làm cho dòng nước đi trong cây không có lực cản lớn.

Trên 99% lượng nước cây hút vào ra được thoát ra ngoài không khí qua bề mặt lá. Tuy nhiên, đây là một quá trình sinh lý rất quan trọng nên thực vật buộc phải tiến hành. Sự thoát hơi nước là một quá trình mang bản chất vật lý như quá trình bay hơi nước qua mặt thoáng và tuân theo công bay hơi vật lý của Dalton; nhưng nó được điều chỉnh bằng các quy luật sinh học thông qua hệ thống khí khổng của lá. Sự thoát hơi nước phụ thuộc vào số lượng, kích thước, sự phân bố, cấu tạo của khí khổng, đặc biệt là sự đóng mở của khí khổng.

Sự cân bằng nước trong cây được biểu thị bằng tỷ lệ giữa lượng nước thoát đi/lượng nước hút vào. Tỷ lệ này này xấp xỉ bằng 1, tương ứng với trạng thái cân bằng nước của cây, 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 nếu tỷ lệ trên lớn hơn 1 thì cây mất cân bằng nước, thể hiện bằng biểu hiện là hình thái héo. Sự héo của cây là do cây mất cân bằng nước và có 2 mức độ: héo tạm thời và héo lâu dài. Héo có tác hại rất lớn đến các hoạt động sinh lý, quá trình sinh trưởng và hình thành năng suất kinh tế của cây trồng, vì vậy cần hạn chế tối đa hiện tượng héo đối với cây trồng.

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. Thực hiện một chế độ tưới nước hợp lý cho cây trồng sẽ thỏa mãn nhu cầu nước của cây trồng, tiết kiệm được nước và tăng năng suất của cây trồng.

CHƯƠNG 3

QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT

Mã chương: MH07-03

Giới thiệu:

Quang hợp là quá trình biến đổi quang năng thành hóa năng của thể giới thực vật. Nó có ý nghĩa quyết định cho sự sống của mọi sinh vật và con người. Với ngành sản xuất nông nghiệp quang hợp quyết định 90 – 95% năng suất cây trồng.

Mục tiêu:

- Trình bày được vai trò của quá trình quang hợp, nắm được cấu trúc của cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp.
- Phân tích được bản chất của quá trình quang hợp.
- Thực hiện được các biện pháp tăng cường quang hợp cho cây.

Nội dung chính:

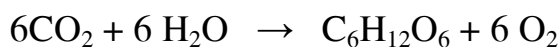
1. Khái niệm chung về Quang hợp

1.1. Định nghĩa quang hợp của thực vật

Quang hợp là một quá trình tổng hợp các hợp chất hữu cơ nhờ năng lượng ánh sáng mặt trời, là quá trình trong đó năng lượng của ánh sáng mặt trời do các sắc tố của cây hấp thụ được chuyển hóa và tích lũy ở dạng năng lượng hóa học trong các hợp chất hữu cơ.

Quang hợp chỉ thực hiện được ở những phần xanh của cây, trước hết là ở lá cây.

Phương trình tổng quát của quá trình quang hợp là:



Phản ứng trên cho thấy trong quá trình quang hợp các hợp chất hữu cơ được hình thành từ các hợp chất vô cơ CO_2 và H_2O

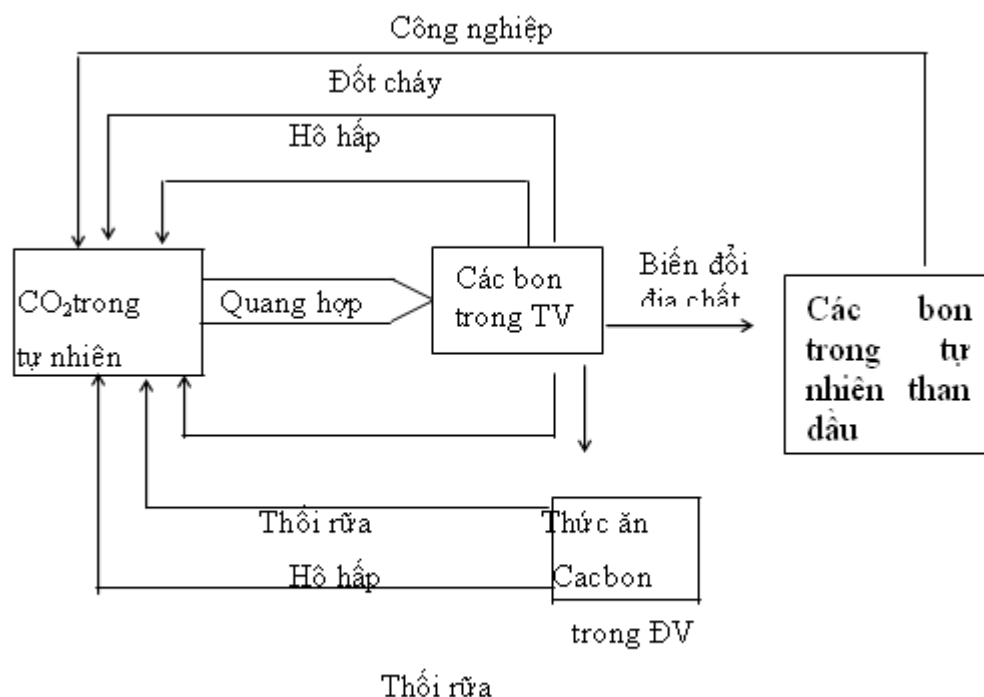
Sản phẩm khác của quang hợp là O_2 tự do, là một nguyên tố rất cần thiết cho sự sống trên trái đất.

1.2. Vai trò của quá trình quang hợp đối với thực vật và tự nhiên

Quang hợp là quá trình sinh lý trung tâm của thực vật, có ý nghĩa quan trọng về nhiều mặt.

- Trước hết quang hợp có vai trò quan trọng đến các hoạt động sống của thực vật. Quang hợp chuyển hoá năng lượng ánh sáng thành năng lượng hoá học dự trữ trong cơ thể. Nhờ hô hấp năng lượng hoá học được chuyển hoá thành ATP

- Quang hợp còn có ý nghĩa lớn lao với môi trường. Nhờ có quang hợp mà tỷ lệ CO_2/O_2 của trái đất ổn định, nhờ đó sự sống được duy trì. Nếu không có quang hợp sử dụng CO_2 thì lượng CO_2 khổng lồ được thải ra hàng ngày qua các hoạt động sống của sinh vật (hô hấp, thối rữa) do hoạt động của các ngành công nghiệp, do đốt cháy ... sẽ làm cho lượng CO_2 tăng cao, lượng O_2 giảm sút đến mức sự sống bị diệt vong. Ngoài ra lượng CO_2 tăng cao còn gây nên nhiều thảm họa về môi trường khác.



Sơ đồ 3.1: Vai trò của quang hợp trong tự nhiên

2. Cấu tạo bộ máy quang hợp

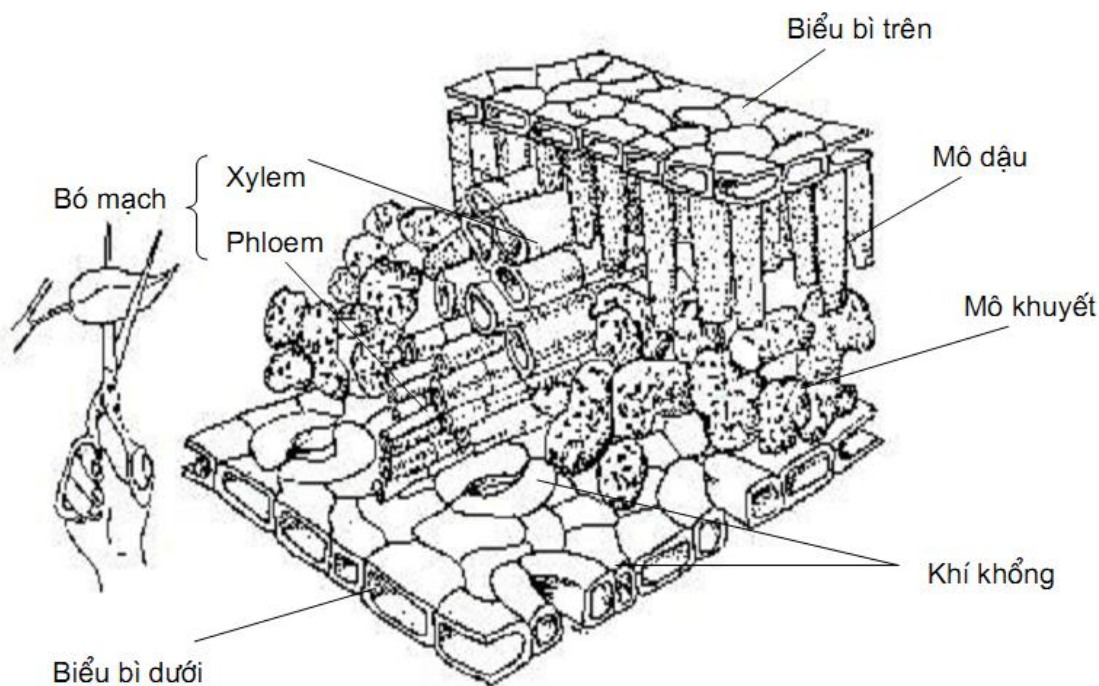
2.1. Lá - cơ quan quang hợp

Cơ quan làm nhiệm vụ quang hợp ở thực vật chủ yếu là lá. Các phần xanh khác như hoa lúc còn xanh, bẹ lá, phần xanh của thân cây,.. cũng đều có khả năng quang hợp. Lá có những đặc điểm đặc biệt về hình thái và giải phẫu thích hợp với chức năng quang hợp:

- Về hình dạng: Lá thường có dạng bản, mang đặc tính hướng quang ngang, có khả năng vận động sao cho mặt lá vuông góc với tia sáng mặt trời để nhận được nhiều nhất năng lượng ánh sáng mặt trời.

- Về giải phẫu: dưới lớp biểu bì trên của lá là lớp tế bào mô dậu dày chứa nhiều lục lạp. Các tế bào mô dậu được xếp khít với nhau theo từng lớp nhằm hấp thu được nhiều năng lượng ánh sáng mặt trời. Đây là lớp mô đồng hóa của lá, sát với lớp mô đồng hóa là lớp mô khuyết, có các khoảng trống gian bào lớn (nơi chứa CO_2 cung cấp cho quá trình quang hợp). Trong lá còn có mạng lưới mạch dẫn chằng chịt làm nhiệm vụ dẫn nước và muối khoáng cho hoạt động quang hợp, cũng như dẫn các sản phẩm quang hợp đến các cơ quan khác. Cuối cùng là hệ thống dày đặc các khí khổng ở mặt trên và mặt dưới của lá, giúp cho CO_2 , O_2 và H_2O đi vào và đi ra khỏi lá dễ dàng. Diện tích khí khổng chỉ chiếm 1% tổng diện tích của lá nhưng hàm lượng CO_2 qua khí khổng rất nhanh

Ví dụ: 1cm^2 bề mặt lá thầu dầu hấp thu $0,07\text{ cm}^3\text{CO}_2/\text{h}$ trong khi cùng diện tích như vậy của dung dịch kiềm chỉ hấp thu $0,15\text{ cm}^3\text{CO}_2/\text{h}$



Hình 3.1. Cấu trúc giải phẫu của lá thực vật

2.2. Lục lạp

2.2.1. Hình thái lục lạp.

Lục lạp là một bào quan lớn trong tế bào. Lục lạp thường có dạng hình bầu dục với chiều dài 4-6 μm , chiều rộng khoảng 2-3 μm .

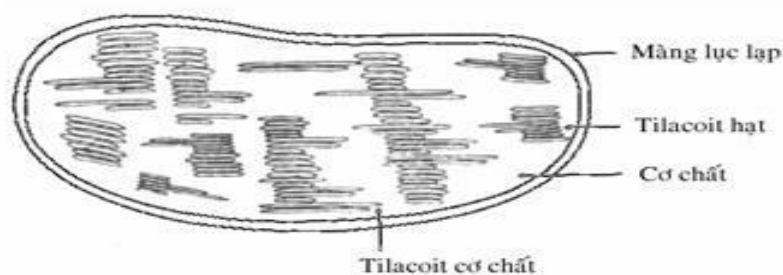
Số lượng lục lạp trong tế bào thay đổi tùy loại cây, tùy trạng thái sinh lý của cây, tùy tuổi cây. Trong mỗi tế bào có khoảng 20-100 lục lạp. Tế bào đang quang hợp mạnh số lượng có thể nhiều hơn.

Lục lạp có khả năng tự di chuyển vị trí, chiều quay trong tế bào để có thể bảo vệ lục lạp khi gặp ánh sáng quá mạnh, đồng thời có thể tăng khả năng hấp thụ ánh sáng khi ánh sáng yếu. Khi ánh sáng mạnh, lục lạp quay hướng song song với chiều các tia sáng làm giảm tiết diện tiếp xúc với ánh sáng nên lục lạp được bảo vệ. Ngược lại, khi ánh sáng có cường độ thấp, lục lạp quay vuông góc với chiều các tia sáng làm tăng diện tích tiếp xúc với ánh sáng, tận dụng được nhiều ánh sáng cho quang hợp.

2.2.2. Cấu trúc lục lạp.

Bao bọc lục lạp là lớp màng kép gồm hai màng cơ sở cách nhau bởi lớp dịch đậm. Bên trong màng là cơ chất của lục lạp. Thành phần hoá học của cơ chất lục lạp chủ yếu là protein, lipid, glucit và các sản phẩm khác của quá trình quang hợp.

Khối cơ chất lục lạp không đồng nhất mà có các lamen nằm lẫn vào trong đó. Có loại lamen nằm riêng rẽ từng chiếc trong cơ chất, đó là Thylacoit cơ chất. Ở nhiều lục lạp các lamen thường xếp chồng lên nhau tạo ra các hạt (granum), đó là các thylacoit hạt.



Hình 3. Cấu trúc lục lạp

Lamen là *Hình 3.2: Cấu trúc lục lạp* hoạt động của pha sáng quang hợp. Lamén được cấu tạo nên từ loại lớp màng cơ sở, mỗi màng có chiều dày khoảng 10-30nm. Giữa hai lớp màng là lớp dịch đậm dày 100nm. Trên mỗi màng cơ sở ngoài protein và lipid còn có các loại sắc tố, hệ vận chuyển điện tử các enzym ... sắp xếp theo trật tự xác định phù hợp với chức năng quang hợp.

Sự sắp xếp của các thành phần trong đơn vị quang hợp phù hợp với quá trình photophoryl hoá được tiến hành tại đây.

2.3. Sắc tố quang hợp và tính chất của chúng

Trong lục lạp có 3 nhóm sắc tố chính là chlorophyll, carotenoid và phycobilin. Ở thực vật bậc cao có chlorophyll, carotenoid, còn ở thực vật bậc thấp thêm nhóm phycobilin.

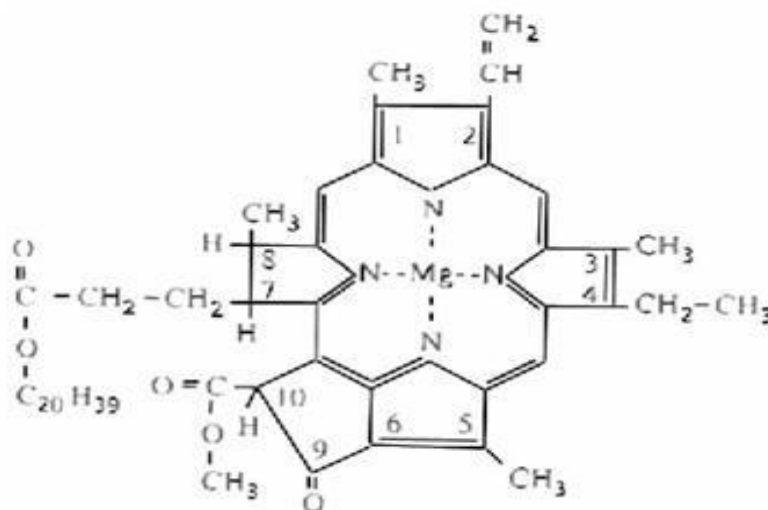
- Chlorophyll. Năm 1913 Winstater đã xác định được cấu tạo của phân tử chlorophyll. Cấu trúc cơ bản của chlorophyll là nhân porphyrin. Nhân porphyrin do 4 vòng pyrol nối với nhau bằng các cầu metyl tạo thành vòng khép kín. Giữa nhân có nguyên tử Mg tạo nên cấu trúc dạng hem. Bên cạnh các vòng pyrol còn có vòng phụ thứ 5. Điều đặc biệt quan trọng là trên nhân porphyrin hình thành 10 nối đôi cách là cơ sở của hoạt tính quang hoá của chlorophyll.

Từ nhân porphyrin có hai gốc rượu là metol (CH_3OH) và fytol ($\text{C}_{20}\text{H}_{39}\text{OH}$) nối vào tại C_{10} và C_7 .

Chlorophyll là chất có hoạt tính hoá học cao, vừa có tính axit, vừa có tính kiềm. Đặc biệt chlorophyll có những tính chất lý học quan trọng giúp cho chúng thực hiện chức năng trong quang hợp.

Tính chất lý học quan trọng nhất là chlorophyll có khả năng hấp thụ năng lượng ánh sáng chọn lọc. Quang phổ hấp thụ cực đại của chlorophyll vùng tia xanh (λ : 430-460 nm) và vùng ánh sáng đỏ (λ : 620-700 nm). Nhờ khả năng hấp thụ ánh sáng mạnh nên chlorophyll có hoạt tính quang hoá. Khi hấp thụ năng lượng từ các lượng tử ánh sáng, năng lượng của các lượng tử đã làm biến đổi cấu trúc của chlorophyll làm cho phân tử chlorophyll trở thành trạng thái giàu năng lượng – trạng thái kích động điện tử. Ở trạng thái đó phân tử chlorophyll thực hiện các phản ứng quang hoá tiếp theo.

Nhờ những tính chất trên nên chlorophyll là sắc tố có vai trò quan trọng trong quang hợp. Chlorophyll tiếp nhận năng lượng ánh sáng truyền năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện tử của chlorophyll để rồi biến đổi năng lượng điện tử thành năng lượng hoá học tích trữ trong ATP cung cấp cho quá trình tổng hợp chất hữu cơ.



Hình 2. Cấu tạo Chlorophyll. a

- Carotenoid: Carotenoid là nhóm sắc tố phụ tạo nên các loại màu sắc của cây xanh. Carotenoid khác nhau: caroten và xantophyll.

+ Caroten: có công thức tổng quát $C_{40}H_{56}$.

+ Xantophyl: có công thức tổng quát $C_{40}H_nO_m$

(trong đó: $n = 52 \div 58$; $m = 1 \div 6$)

Caroten cũng có khả năng hấp thụ ánh sáng chọn lọc. Quang phổ hấp thụ cực đại của nhóm sắc tố này nằm ở khoảng 420-500nm. Như vậy nhóm này hấp thụ ánh sáng có bước sóng ngắn.

Carotenoid cũng có khả năng huỳnh quang nhờ đó mà năng lượng ánh sáng do nhóm này hấp thụ có thể truyền sang cho chlorophyll để chuyển đến 2 tâm quang hợp.

Chức năng chính của nhóm sắc tố này là hấp thụ năng lượng ánh sáng rồi truyền sang cho chlorophyll.

Một chức năng rất quan trọng khác của carotenoid là bảo vệ chlorophyll. Có thể xem carotenoid là cái lọc ánh sáng thu bớt năng lượng của các tia bức xạ có năng lượng lớn, nhờ đó bảo vệ cho chlorophyll tránh bị phân huỷ khi chịu tác động của các tia bức xạ có năng lượng lớn.

- Ficobilin: ficobilin là nhóm sắc tố phụ phổ biến ở thực vật bậc thấp. Ficobilin cũng có 2 nhóm khác nhau: Ficocyanin và Ficoerytrin.

Cấu trúc Ficobilin gồm 4 vòng pyrol nối với nhau bằng cầu metyl tạo nên dạng mạch thẳng. Ficobilin hấp thụ ánh sáng ở vùng có bước sóng trung bình ($\lambda = 540-620 \text{ nm}$).

3. Quá trình quang hợp thực vật

3.1. Pha sáng quang hợp

3.1.1. Đặc tính quang hoá của ánh sáng

Ánh sáng mặt trời là nguồn năng lượng vô tận cung cấp cho nhu cầu của quang hợp. Bản chất ánh sáng là những hạt lượng tử (Foton) mang năng lượng được truyền đi liên tục theo dạng sóng. Sóng ánh sáng có bước sóng rộng từ 100-100.000 nm, trong đó ánh sáng nhìn thấy được có bước sóng 380-700 nm. Ánh sáng vùng bước sóng này có bức xạ mạnh nhất và có ý nghĩa với quang hợp nên được gọi là vùng ánh sáng sinh lý.

Một tính chất rất quan trọng khác của ánh sáng là ánh sáng có khả năng gây ra những biến đổi lý hoá của các chất khi các chất hấp thụ được các Foton. Đó là tính chất quang hoá của ánh sáng. Các phân tử có hoạt tính quang hoá khi hấp thụ foton, toàn bộ năng lượng của foton sẽ truyền sang cho điện tử của phân tử đó làm cho điện tử giàu năng lượng hơn trạng thái bình thường. Trạng thái này của phân tử gọi là trạng thái kích động điện tử. Ở trạng thái kích động điện tử, một điện tử của nguyên tử nhận thêm năng lượng của foton truyền cho nên giàu năng lượng hơn nên nó chuyển lên mức quỹ đạo cao hơn. Quỹ đạo mới này tùy thuộc mức năng lượng của foton cung cấp. Việc chuyển một điện tử sang quỹ đạo mới gây ra sự phân bố lại điện tích trong toàn bộ nguyên tử làm cho nguyên tử trở thành trạng thái kích động và có khả năng phản ứng cao.

Nguyên tử ở trạng thái kích động điện tử không bền nó chỉ tồn tại trong thời gian ngắn. Từ trạng thái giàu năng lượng, năng lượng của điện tử nhanh chóng mất đi để quay lại trạng thái ban đầu. Năng lượng có thể mất đi ở nhiều dạng:

- Mất đi dưới dạng nhiệt.
- Mất đi dưới dạng huỳnh quang.
- Mất đi dưới dạng kích thích.
- Mất đi dưới dạng hoá năng ...

3.1.2. Giai đoạn quang lý.

Quang lý là giai đoạn đầu tiên của pha sáng quang hợp. Trong giai đoạn này xảy ra những biến đổi về tính chất vật lý của phân tử sắc tố khi hấp thụ năng lượng ánh sáng. Giai đoạn này có hai hoạt động chính xảy ra là sự hấp thụ năng lượng của sắc tố và sự truyền năng lượng do các sắc tố hấp thụ được đến hai tâm quang hợp (P_{700} và P_{680}). Kết quả của giai đoạn này là hai tâm quang hợp tiếp nhận được năng lượng ánh sáng để tham gia vào các phản ứng quang hoá.

3.1.2.1. Sự hấp thụ năng lượng ánh sáng của sắc tố.

Khi phân tử chlorophyll hấp thụ tia sáng có năng lượng lớn như tia xanh, điện tử của chlorophyll sẽ được nâng lên quỹ đạo cao hơn, đó là trạng thái singlet 2. Trạng thái singlet.2 tồn tại không bền, nó chỉ tồn tại 10^{-12} s rồi thải năng lượng để quay về trạng thái ban đầu hay năng lượng mất đi một ít để trở về mức trung gian – trạng thái singlet-1.

Khi phân tử chlorophyll hấp thụ tia đỏ điện tử của chlorophyll nhận năng lượng của foton đỏ truyền cho trở nên giàu năng lượng và chuyển sang quỹ đạo có năng lượng lớn hơn quỹ đạo cơ sở, đó là trạng thái singlet-1 của chlorophyll. Trạng thái này tồn tại trong thời gian rất ngắn, khoảng 10^{-9} s. Năng lượng của điện tử thải ra để quay về quỹ đạo cơ sở. Điện tử có thể thải năng lượng ở nhiều dạng: năng lượng kích thích, năng lượng huỳnh quang, năng lượng nhiệt ... Năng lượng của điện tử ở trạng thái singlet-1 của sắc tố cũng có thể không mất đi hoàn toàn mà chỉ mất đi một ít để tồn tại ở trạng thái triplet.

Trạng thái triplet của chlorophyll tồn tại bền hơn 2 trạng thái singlet, với thời gian khoảng 10^{-3} s. Điện tử ở trạng thái này có khả năng tham gia vào các phản ứng quang hoá để thực hiện các giai đoạn tiếp theo của quang hợp.

Tóm lại: kết quả của giai đoạn hấp thụ ánh sáng của sắc tố là đã chuyển năng lượng ánh sáng (E_{hv}) thành năng lượng của các e của sắc tố (E_e).

3.1.2.2. Sự truyền năng lượng

Trong lục lạp có nhiều loại sắc tố, mỗi loại sắc tố lại có rất nhiều phân tử. Khi có ánh sáng các sắc tố phân bố ở các vùng khác nhau có khả năng hấp thụ ánh sáng khác nhau. Đồng thời không phải mọi sắc tố khi nhận được năng lượng ánh sáng đều có thể thực hiện phản ứng quang hoá mà chỉ có các phân tử chlorophyll. Hai tâm quang hợp (P_{700} , P_{680}) trực tiếp tiến hành các phản ứng quang hoá.

Bởi vậy cần có sự truyền năng lượng từ các sắc tố nhận được năng lượng sang các sắc tố khác và cuối cùng truyền năng lượng cho hai tâm quang hợp để thực hiện phản ứng quang hoá.

Có hai hình thức truyền năng lượng trong các sắc tố: truyền đồng thể và truyền dị thể.

- Truyền đồng thể là quá trình truyền năng lượng từ phân tử sắc tố giàu năng lượng sang phân tử sắc tố nghèo năng lượng trong cùng 1 loại sắc tố.

- Truyền dị thể là quá trình truyền năng lượng từ phân tử sắc tố giàu năng lượng sang phân tử sắc tố nghèo năng lượng. Cơ sở của quá trình truyền năng lượng dị thể là nhờ hiện tượng huỳnh quang. Phân tử giàu năng lượng thải năng lượng ở dạng ánh sáng huỳnh quang và phân tử nghèo năng lượng sẽ hấp thụ năng lượng từ ánh sáng huỳnh quang đó. Cơ chế dị thể chỉ xảy ra việc truyền năng

lượng từ các sắc tố có cực đại hấp thụ ở bước sóng ngắn sang các sắc tố có cực đại hấp thụ ở bước sóng dài hơn. Nhờ vậy mà năng lượng do các loại carotenoic, chlorophyll b, chlorophyll a hấp thụ được sẽ truyền đến cho P_{700} , P_{680} .

3.1.3. Giai đoạn quang hoá.

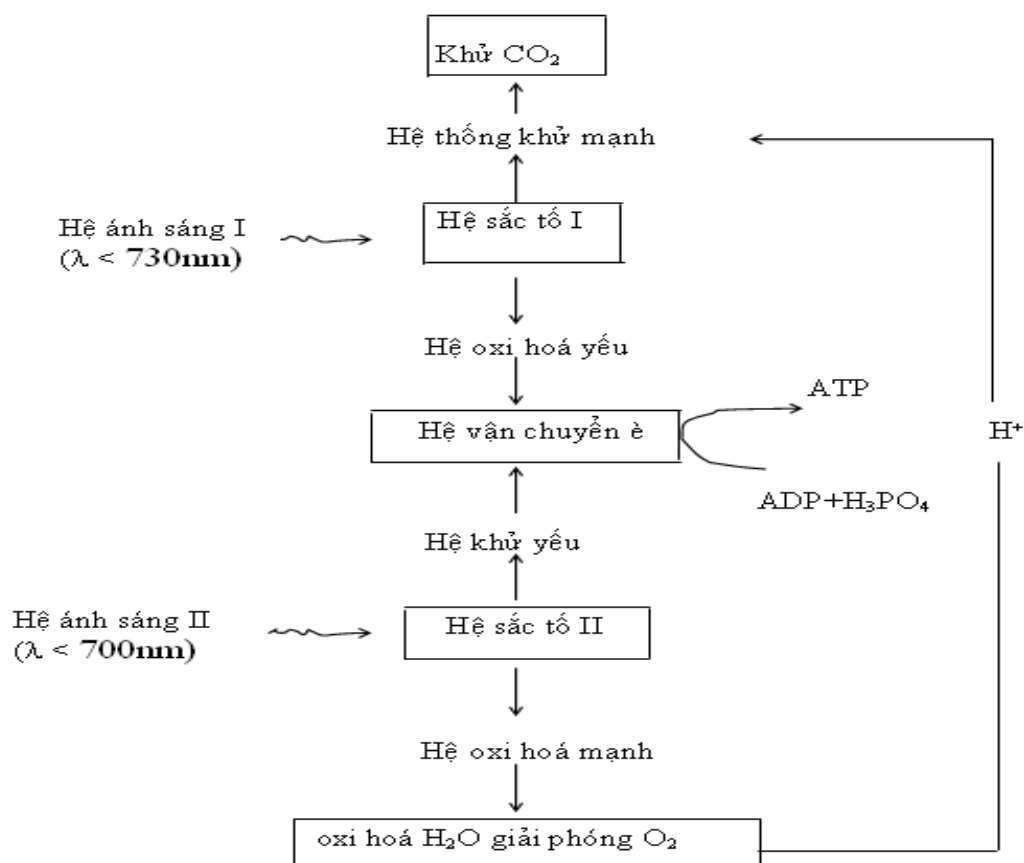
3.1.3.1. Quang hoá sơ cấp PSI và PSII.

Quang hoá là giai đoạn chuyển hoá năng lượng điện tử của các sắc tố thành năng lượng ATP. Quang hoá được thực hiện tại hai tâm quang hợp.

- Tâm quang hợp I. tham gia vào hoạt động của tâm quang hợp I có hệ ánh sáng I, là những ánh sáng có bước sóng dài ($\lambda > 730\text{nm}$). Hệ sắc tố I gồm carotenoic, chlorophyll b, chlorophyll a-660, chlorophyll a-670, chlorophyll a-678, chlorophyll a-683, chlorophyll a-690 tham gia vào hoạt động hấp thụ năng lượng ánh sáng hệ I và truyền năng lượng đến tâm quang hợp I (chlorophyll- P_{700}). Từ P_{700} thực hiện chuỗi vận chuyển ở quang hợp nhờ hệ quang hoá I để tạo ATP và NADPH_2 . Hệ vận chuyển điện tử của tâm quang hợp I gồm có một số chất oxi hoá, Ferredoxin, xytocrom b_6 , xytocrom F.

- Tâm quang hợp II: tham gia vào tâm quang hợp II có hệ ánh sáng II, là những ánh sáng có bước sóng ngắn hơn hệ ánh sáng I ($\lambda < 700\text{nm}$). Hệ sắc tố II gồm có xantophyll, chlorophyll b, chlorophyll a-680, chlorophyll a-660, chlorophyll a-670 ... tiếp nhận ánh sáng hệ II rồi truyền năng lượng cho tâm quang hợp II (P_{680} hay P_{690}). Từ tâm quang hợp II điện tử được truyền qua hệ quang hoá II là quinon, plastoquinon, xytocrom b_{559} để sang tâm quang hợp I (P_{700}). Đặc biệt tham gia vào hoạt động của tâm quang hợp II có H_2O với sự quang phân ly nước sẽ cung cấp H^+ và ở quá trình photophoryl hoá và tổng hợp NADPH_2 .

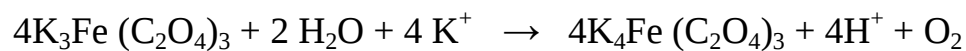
Qua hai hệ quang hoá xảy ra ở hai tâm quang hợp có mối liên quan nhau qua quá trình quang phân ly nước và photophoryl hoá không vòng. Mối quan hệ giữa 2 tâm quang hợp được thực hiện qua sơ đồ sau:



Sơ đồ 3.2: Mối quan hệ của 2 tâm quang hợp ở giai đoạn quang vật lý

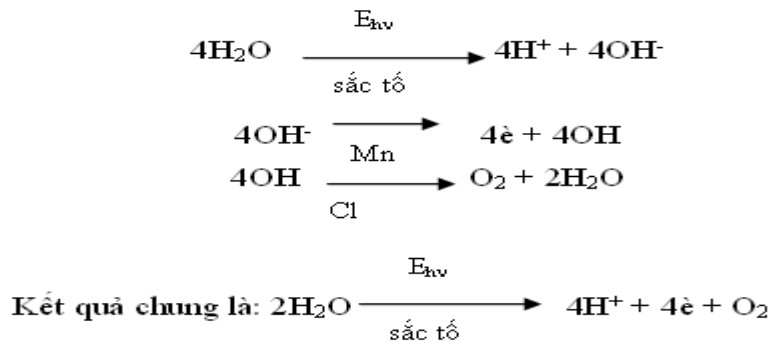
3.1.3.2. Quang phân ly nước.

Quang phân ly nước là một quá trình rất quan trọng trong pha sáng quang hợp đã được Hill và cộng sự nghiên cứu từ năm 1937. Trong môi trường vô bào tác giả cho H_2O , lục lạp tách rời, các chất oxy hoá như $\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, xytocrom C, NADP rồi chiếu sáng vào hỗn hợp đó. Phản ứng phân huỷ nước xảy ra theo phương trình sau (phản ứng được gọi là phản ứng Hill).



Nhờ năng lượng ánh sáng, với sự tham gia của sắc tố và các chất oxy hoá, nước đã bị phân huỷ thành H^+ , e và O_2

Cơ chế quang phân ly nước xảy ra qua nhiều phản ứng



Sản phẩm do quang phân ly nước là e^- , H^+ và O_2 thải ra môi trường, e^- thực hiện chuỗi vận chuyển điện tử quang hợp để tổng hợp ATP và NADPH_2 , H^+ kết hợp với NADP^+ hình thành NADPH_2 .

Như vậy H_2O đóng vai trò chất cung cấp H^+ và e^- để tạo chất khử NADPH_2 tham gia quá trình khử CO_2 trong pha tối. Do vậy việc dùng H_2O làm nguyên liệu quang hợp là một bước tiến quan trọng trong quá trình tiến hoá của các hình thức tự dưỡng.

3.1.3.3. Photphorryl hoá

Trong pha sáng quang hợp năng lượng ánh sáng được chuyển thành năng lượng chứa đựng trong hợp chất cao năng ATP. Quá trình sử dụng năng lượng ánh sáng để tổng hợp ATP trong quang hợp là quá trình photphoryl hoá quang hoá.

Năm 1954 Arnon phát hiện ra hai hình thức photphoryl hoá quang hoá là photphoryl hoá vòng và photphoryl hoá không vòng. Đến năm 1969 ông lại phát hiện thêm một hình thức photphoryl hoá đặc biệt ở cây mọng nước là photphoryl hoá vòng giả.

* Photphoryl hoá vòng:

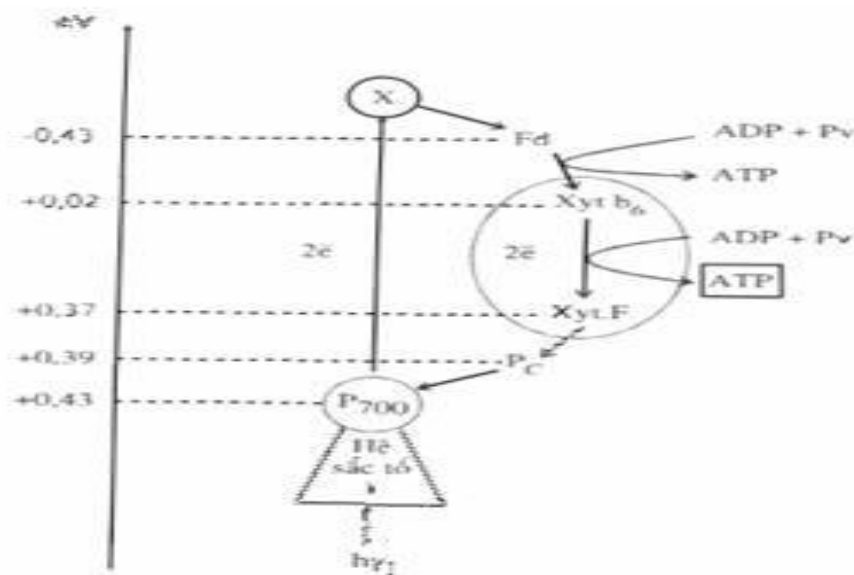
Quá trình photphoryl hoá xảy ra ở hệ quang hoá I. Quá trình này xảy ra trong điều kiện yếm khí với sự có mặt của các chất oxi hoá như vitamin K, Ferredoxin ...

Ánh sáng hệ I tác động vào hệ sắc tố I và điện tử giàu năng lượng do nhận thêm năng lượng ánh sáng được chuyển đến tâm quang hợp I (P_{700}). Qua hệ thống vận chuyển điện tử của hệ quang hoá I, điện tử được di chuyển theo con đường vòng: xuất phát từ P_{700} rồi quay trở lại P_{700} . Điện tử được vận chuyển theo 2 chiều ngược nhau: Chiều ngược gradient năng lượng (từ P_{700} đến chất oxi hoá X), và chiều thuận gradient năng lượng (từ X quay trở lại P_{700}). Trong quá trình e^- di chuyển thuận chiều năng lượng, năng lượng thải ra dẫn qua nhiều giai đoạn. Giai đoạn nào đủ điều kiện sẽ tổng hợp ATP, đó là giai đoạn từ xytocrom b đến xytocrom F. Ngoài ra ở một số trường hợp còn có thể tạo thêm 1 ATP ở giai đoạn

Feredoxin đến xytocrom b_6 . Hiệu quả năng lượng của photphoryl hoá vòng phụ thuộc vào năng lượng của photon cung cấp.

Vì để tạo 1 ATP cần có 2e tham gia phản ứng.

Như vậy hiệu quả năng lượng của photphoryl hoá vòng rất thấp.



Sơ đồ 3.3: Phosphoryl hóa vòng

* Photphoryl hoá không vòng.

Photphoryl hoá không vòng thực hiện qua cả hai hệ quang hoá. Tham gia vào photphoryl hoá không vòng có nước với quá trình quang phân ly nước cung cấp điện tử cho photphoryl hoá.

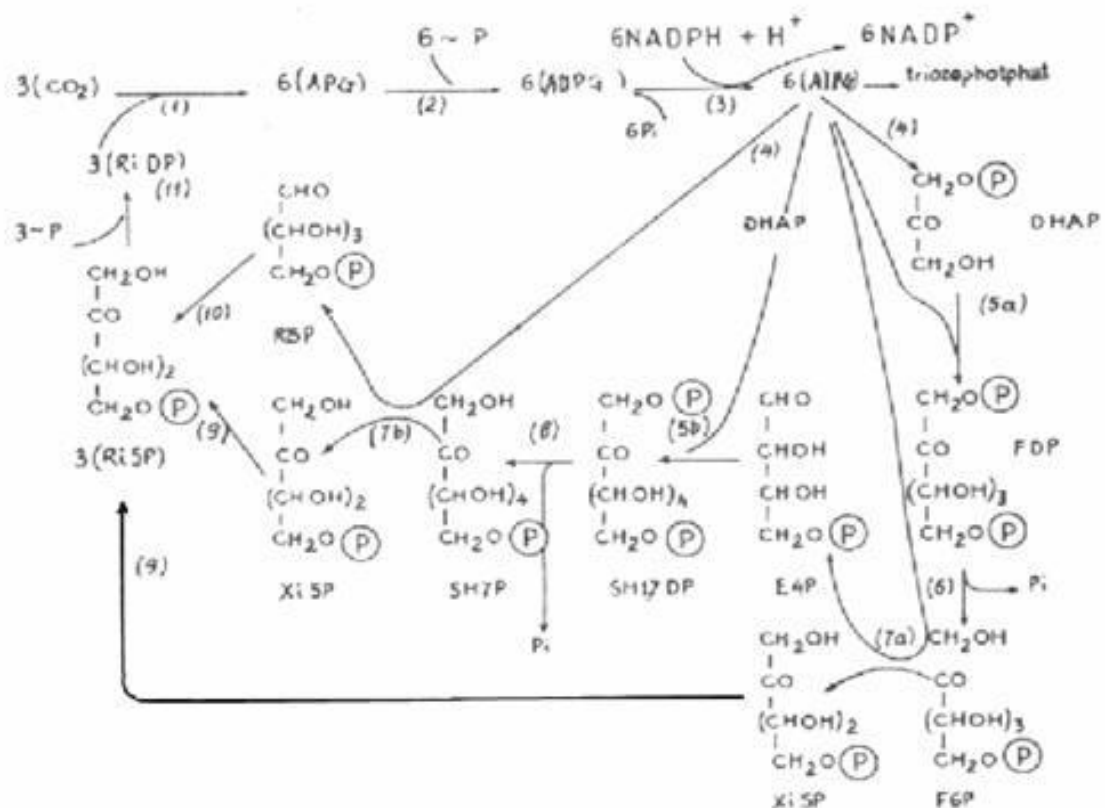
Nước bị oxi hoá bởi hệ thống oxi hoá trong lục lạp, sau đó điện tử đến khử P_{680} . Điện tử từ P_{680} tiếp nhận năng lượng do hệ sắc tố II truyền cho sẽ được di chuyển qua hệ quang hoá II, hệ quang hoá I đến P_{700} . Từ P_{700} điện tử nhận năng lượng từ hệ sắc tố I để chuyển đến cho hệ quang hoá I, rồi khử NADP thành $NADP^{+}$ kết hợp với $2H^{+}$ tách ra từ quang phân ly nước để tạo $NADPH_2$.

Trong quá trình di chuyển từ hệ quang hoá II sang hệ quang hoá I, năng lượng được thải ra được dùng để tổng hợp ATP. Như vậy kết quả photphoryl hoá không vòng cho 2 loại sản phẩm ATP và $NADPH_2$.

phóng xạ để tách riêng các sản phẩm và định tính để xác định các sản phẩm được tạo ra từ $^{14}\text{CO}_2$ theo tuần tự thời gian sau khi *Chlorella* tiến hành quang hợp với $^{14}\text{CO}_2$. Qua phân tích các tác giả đã xác định được sản phẩm tạo ra đầu tiên trong quá trình đồng hoá CO_2 là APG, chất nhận CO_2 là Ribulozo 1,5 dP và quá trình đồng hoá CO_2 xảy ra theo chu trình khép kín - đó là chu trình Calvin-Benson, hay còn gọi là chu trình C_3 vì sản phẩm đầu của quá trình đồng hoá CO_2 theo con đường này là hợp chất có 3C (APG).

3.2.1.2. Cơ chế chu trình

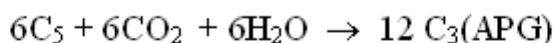
- Sơ đồ chung



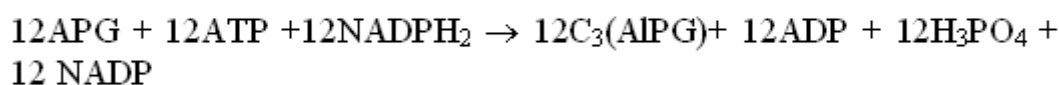
Sơ đồ 3.5: Chu trình Calvin

Kết quả chu trình C_3 : chu trình xảy ra qua 3 giai đoạn:

- Giai đoạn tiếp nhận CO₂



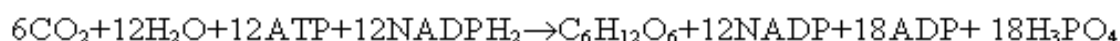
- Giai đoạn khử APG



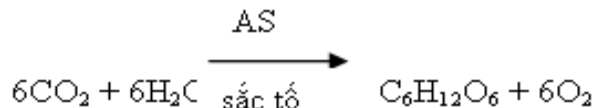
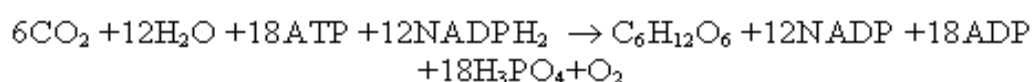
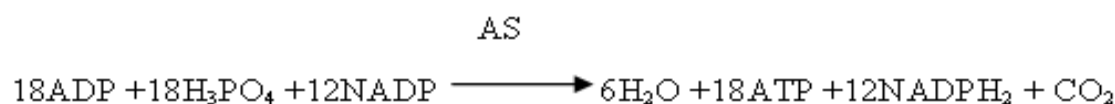
- Giai đoạn tái tạo C₅



Kết quả chung của chu trình



Kết hợp với pha sáng ta có



Sản phẩm chu trình Calvin là C₆H₁₂O₆, từ C₆H₁₂O₆ sẽ tạo nên tinh bột, các hợp chất hữu cơ khác. Có thể nói mọi chất hữu cơ có trong cây đều được tạo ra từ quang hợp.

3.2.2. Chu trình Hatch-Slack.

Năm 1943 Cacvanho nghiên cứu lục lạp của mía thấy cấu trúc của nó không đồng đều như lục lạp của nhiều cây khác. Năm 1963 Tacchepski và Cacpilop cũng phát hiện lại điều đó đồng thời tìm thấy sản phẩm đầu tiên của pha tối quang hợp ở cây này không phải là APG như chu trình C₃ mà là hợp chất có 4 nguyên tử cacbon là axit malic. Đến năm 1966 Hatch và Slack tiếp tục nghiên cứu vấn đề này một cách hoàn chỉnh hơn và đã xác định được cơ chế đồng hoá CO₂ đặc trưng ở một số cây một lá mầm như mía, ngô, kê ... xảy ra theo chu trình khác với chu trình C₃. Đó là chu trình Hatch-Slack hay chu trình C₄.

3.2.2.1. Đặc điểm của thực vật C₄

Nhóm thực vật một lá mầm đồng hoá theo Chu trình C_4 có cấu tạo giải phẫu và hoạt động sinh lý khá đặc trưng.

Về hình thái giải phẫu trong lá của nhóm thực vật này có hai loại tế bào khác nhau. Tế bào thịt lá (Mezophyll) nằm ngay sát dưới lớp biểu bì. Tế bào bao bó mạch nằm giữa lá, bao quanh bó mạch. kích thước tế bào lớn hơn, lục lạp dạng lamen và to hơn lục lạp tế bào mezophyll. Các tế bào xếp sát nhau không có gian bào. Số lượng ty thể, peroxysom nhiều hơn ở tế bào mezophyll.

Tế bào mezophyll nằm sát biểu bì nên có thể tiếp nhận trực tiếp CO_2 từ không khí khuếch tán qua khí khổng. Những sản phẩm quang hợp tạo ra ở đây lại khó đưa đến bó mạch dẫn để vận chuyển đi nuôi các bộ phận khác của cây. Ngược lại tế bào bao bó mạch nằm sâu trong lá nên không thể tiếp nhận CO_2 từ không khí cung cấp, những sản phẩm tạo ra ở đây chuyển vào hệ mạch dẫn dễ dàng.

Về hoạt động sinh lý, sinh thái, nhóm thực vật C_4 cũng có những đặc trưng riêng. Nhu cầu nhiệt độ cho quang hợp cao hơn thực vật C_3 . Cường độ ánh sáng bão hoà cao hơn rất nhiều so với thực vật C_3 . Ngược lại nhu cầu nước, điểm bù CO_2 lại thấp hơn thực vật C_3 . Một đặc điểm rất quan trọng của thực vật C_4 là không có quang hô hấp cho nên cường độ quang hợp cao hơn nhiều so với thực vật C_3 .

3.2.2.2. Đặc điểm của chu trình C_4

Đặc điểm chủ yếu của chu trình Hatch-Slack là quá trình đồng hoá xảy ra hai giai đoạn ở hai tế bào khác nhau.

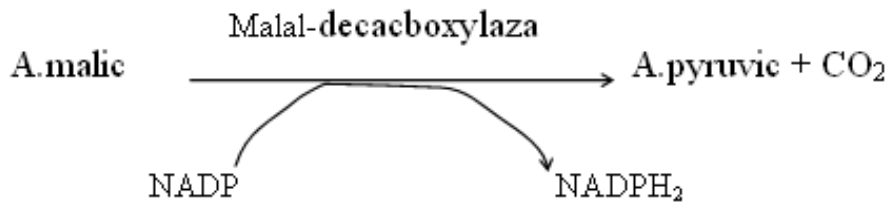
- Quá trình cacboxyl hoá APEP (Axit photpho enol pyruvic) tạo nên axit oxalo acetic,. Quá trình này xảy ra ở tế bào mezophyll, sau đó A.oxalo bị khử thành axit malic.

- Quá trình decarboxyl hoá axit malic tạo CO_2 và A.pyruvic. CO_2 tách ra từ A.Malic được Ribuloso 1,5 dP tiếp nhận thực hiện chu trình Calvin để tạo sản phẩm sơ cấp quang hợp là $C_6H_{12}O_6$ sau đó tạo tinh bột.

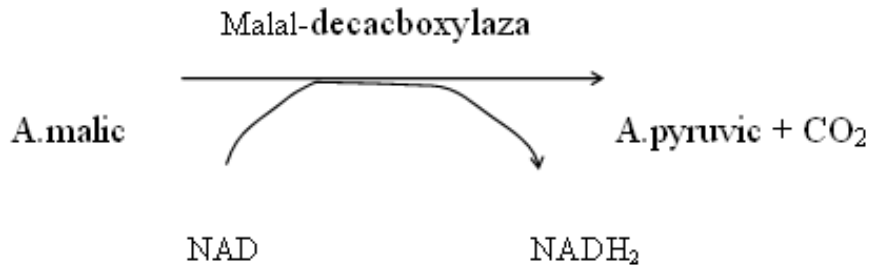
Việc chuyển axit malic từ tế bào thịt lá vào tế bào bao bó mạch có ý nghĩa quan trọng trong quá trình đồng hoá CO_2 của thực vật C_4 . Ở tế bào bao bó mạch do nằm sâu trong lá nên không tiếp nhận được CO_2 từ không khí. Nhờ axit malic từ tế bào mezophyll chuyển vào để decarboxyl hoá tạo CO_2 nội bào cung cấp cho chu trình Calvin.

Có 3 kiểu cacboxyl hoá axit malic xảy ra ở các nhóm thực vật khác nhau:

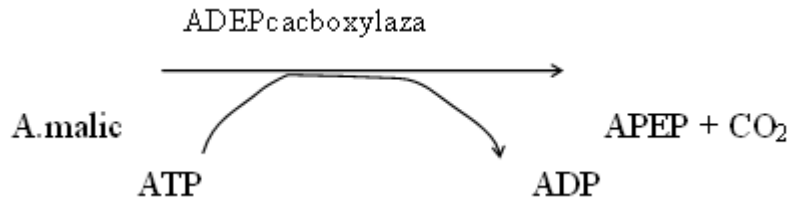
- Ở ngô, củ cải ... xảy ra decarboxyl:



- Ở rau dền, kê xảy ra decacboxyl hoá:



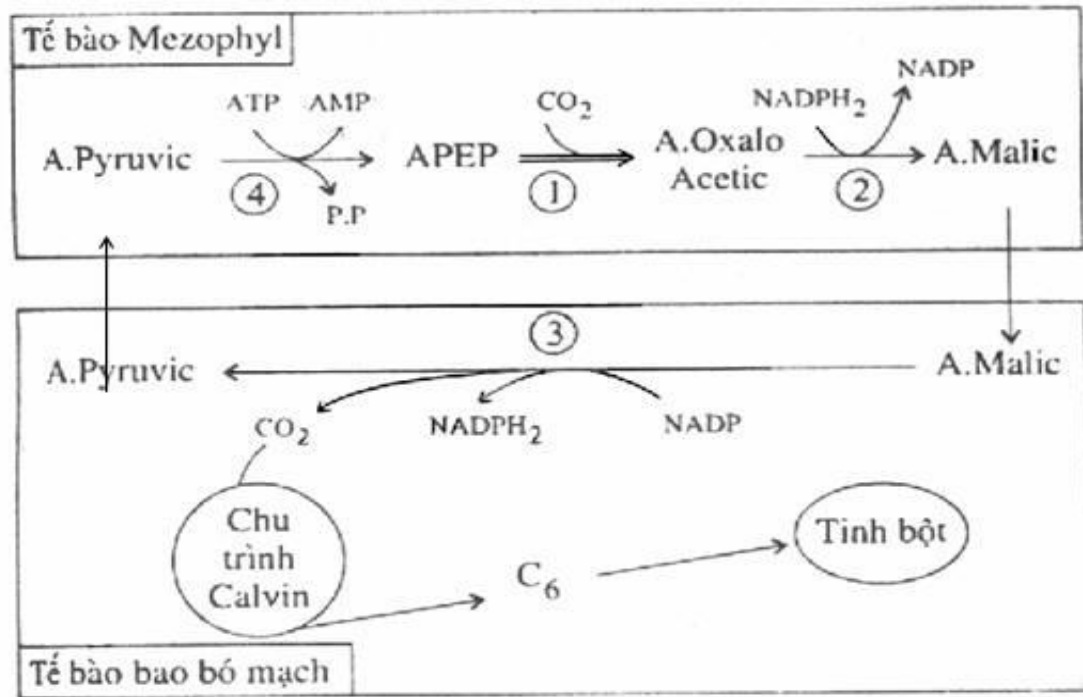
- Ở một số cây khác quá trình decacboxyl hoá xảy ra hoàn toàn khác hai nhóm cây trên:



Như vậy ở hầu hết các cây C_4 (ngô, kê, rau dền, củ cải, mía ... chu trình C_4 xảy ra như nhau (theo sơ đồ)

Còn ở một số cây có hình thức decacboxyl hoá axit malic thứ 3 thì chu trình C_4 có sự thay đổi. Không có giai đoạn biến axit pyruvic thành APEP mà sử dụng luôn APEP do A.malic tạo ra để tiếp nhận CO_2 .

3.2.2.3. Chu trình C_4 :



Sơ đồ 3.6: Chu trình C4

3.2.3. Chu trình CAM (Crassulacean Acid Metabolism):

Trong điều kiện khí hậu khô nóng kéo dài, nhất là ở vùng sa mạc, núi đá vôi ... có nhiều nhóm thực vật có kiểu đồng hoá CO_2 rất đặc biệt thích nghi với điều kiện khô nóng hạn hán kéo dài. Do điều kiện khô nên một số cây có kiểu thích nghi đặc trưng. Để tiết kiệm nước ở nhóm cây này chỉ mở khí khổng để thực hiện quá trình thoát hơi nước vào ban đêm còn ban ngày khí khổng đóng. Do vậy ban đêm lá mới có CO_2 của không khí cung cấp cho quang hợp.

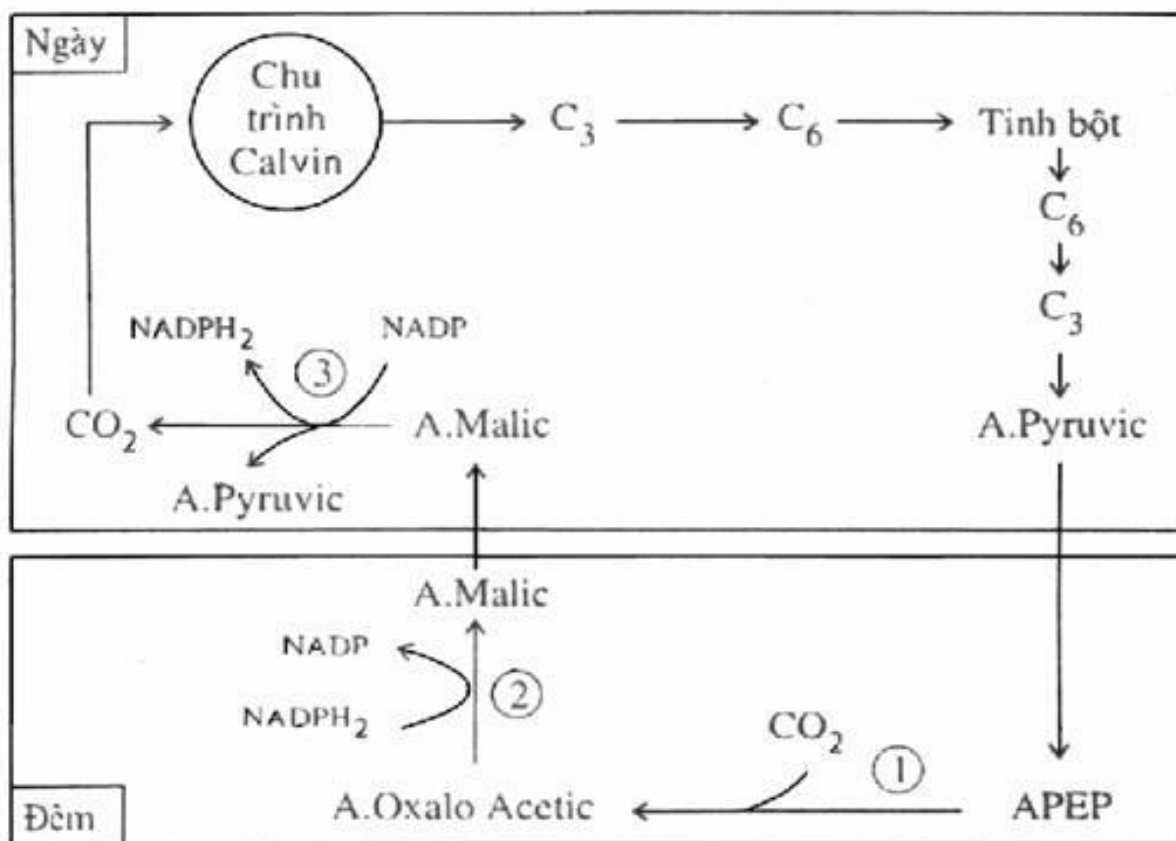
3.2.3.1. Đặc trưng của chu trình CAM:

Khác với thực vật C_4 ở thực vật CAM con đường đồng hoá CO_2 xảy ra 2 giai đoạn được tách biệt nhau về thời gian:

- Giai đoạn Cacboxyl hoá APEP để tạo axit oxalo acetic, sau đó axit oxalo acetic bị khử thành axit malic. Giai đoạn này xảy ra vào ban đêm khi khí khổng mở, lá tiếp nhận được CO_2 từ môi trường.

- Giai đoạn decacboxyl hoá axit malic để tạo CO_2 và axit pyruvic. CO_2 này tham gia vào chu trình Calvin để tạo ra $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ từ đó tạo tinh bột, giai đoạn này xảy ra vào ban ngày.

3.2.3.2. Chu trình:



Sơ đồ 3.7: Chu trình CAM

Tóm lại quá trình đồng hoá CO_2 là quá trình phức tạp xảy ra nhiều con đường khác nhau, trong mỗi con đường xảy ra nhiều giai đoạn gồm nhiều phản ứng khác nhau. Trong các con đường đó, chu trình Calvin là con đường cơ bản, thông qua đó tạo sản phẩm sơ cấp của quang hợp là $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

3.3. So sánh một số đặc điểm của 3 nhóm.

Đặc điểm	Thực vật C_3	Thực vật C_4	Thực vật CAM
Cấu tạo lá	- 1 loại tế bào tham gia quang hợp (tế bào thịt lá) - Tế bào có cấu trúc xếp lớp	- 2 loại tế bào tham gia QH + Tế bào thịt lá + Tế bào bao bó mạch - Thịt lá mỏng hướng tâm - Bao bó mạch xếp lớp.	- 1 loại tế bào tham gia quang hợp (tế bào thịt lá) - Thịt lá có cấu trúc xếp lớp.
Hoạt động khí khổng	Khí khổng mở ban ngày	Khí khổng mở ban ngày	Khí khổng mở ban đêm
Cấu trúc	Lục lạp dạng hạt	- Thịt lá: hạt	Thịt lá: hạt

lục lạp		- Bao bó mạch: lamen	
Nhu cầu t ^o tối ưu	10 - 25°C	30 - 45°C	30 - 45°C
Nhu cầu ánh sáng	- Trung bình - Điểm no thấp 1/3 AS mặt trời toàn phần	- Mạnh - Không có điểm no	- Thay đổi. - Điểm no thấp, 1/3 AS mặt trời toàn phần.
Điểm bù CO ₂	30 - 70 mol/l	0 - 10mol/l	Thay đổi
Nhu cầu H ₂ O	Cao	Thấp (bằng 1/2 thực vật C ₃)	Thấp
Sự kìm hãm O ₂ nồng độ cao	Có	Không (O ₂ 1-100% không ảnh hưởng)	Có
Quang hô hấp	Có	Không	Có hay không
Chất nhận CO ₂	Ri 1,5 dP	- PEP - Ri 1,5 dP	- PEP - Ri 1,5 Dp
Sản phẩm	APG (C ₃)	A.oxalo (C ₄)	- Sáng: APG - Tối: A.oxalo
Tốc độ đồng hoá	Chậm (10-35 mg/dm ² /h)	Cao (40 - 60 mg/dm ² /h)	Rất chậm (< 10mgCO ₂ /dm ² /h)

4. Các yếu tố ảnh hưởng đến quang hợp thực vật.

Quang hợp là quá trình sinh lý cơ bản của thực vật. Quá trình này liên quan chặt chẽ đến các yếu tố của môi trường. Ngược lại quang hợp cũng có vai trò làm thay đổi các yếu tố môi trường do hoạt động của nó. Các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến quang hợp nhiều mặt. Trước hết các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến sự phát triển của bộ máy quang hợp như bộ lá, lục lạp, số lượng sắc tố ... Các nhân tố sinh thái ảnh hưởng trực tiếp hay gián tiếp đến cơ chế quang hợp. Trên cơ sở đó ảnh hưởng đến sản phẩm tạo ra của quang hợp - năng suất thô của cây.

4.1. Ánh sáng

4.1.1. Ảnh hưởng của ánh sáng đến quang hợp:

Trong các yếu tố bên ngoài thì ánh sáng là nhân tố quan trọng nhất tham gia trực tiếp vào quá trình quang hợp và có vai trò quyết định đến quá trình quang hợp. Ảnh hưởng của ánh sáng đến quang hợp vừa phụ thuộc cường độ ánh sáng vừa phụ thuộc chất lượng ánh sáng.

4.1.2. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng:

Biên độ ánh sáng tác động đến quang hợp khá rộng. Quang hợp có thể tiến hành ngay ở điều kiện ánh sáng có cường độ thấp như ánh sáng trắng, ánh sáng đèn dầu ... Tuy nhiên ở điều kiện ánh sáng yếu thì quang hợp xảy ra rất yếu, sản phẩm tạo ra không đủ bù cho lượng chất hữu cơ bị hô hấp phân huỷ. Ở điều kiện ánh sáng này quang hợp biểu kiến có trị số âm.

Khi cường độ ánh sáng tăng, cường độ quang hợp tăng lên đến mức bằng cường độ hô hấp thì quang hợp biểu kiến đạt trị số không. Trị số ánh sáng mà quang hợp biểu kiến bằng không là điểm bù ánh sáng. Tùy nhóm thực vật mà điểm bù ánh sáng thay đổi từ 25-85 Kcalo/dm²/h, cường độ hô hấp bằng cường độ quang hợp và đạt 1-3 mg/CO₂/dm²/h.

Cường độ quang hợp tiếp tục tăng tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng cho đến khi ánh sáng đạt đến điểm no ánh sáng. Điểm no ánh sáng là cường độ ánh sáng mà khi vượt qua điểm đó cường độ quang hợp không thay đổi hoặc có chiều hướng giảm xuống mặc dù cường độ ánh sáng tiếp tục tăng. Tùy nhóm cây mà điểm no ánh sáng dao động khoảng 2000-6000 Kcalo/dm²/h. Đối với thực vật C₄ hầu như không có điểm no ánh sáng vì ở nhóm thực vật này cường độ ánh sáng tăng, cường độ quang hợp tăng liên tục mà không có điểm dừng.

Đối với thực vật C₃ khi ánh sáng có cường độ quá mạnh làm giảm quá trình quang hợp. Quang hợp giảm do ánh sáng có cường độ mạnh làm phá huỷ cấu trúc bộ máy quang hợp, có ảnh hưởng xấu đến quá trình oxi hoá của sắc tố, làm giảm hoạt tính enzym quang hợp ...

Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến quang hợp còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác.

Trước hết thành phần loài khác nhau có nhu cầu ánh sáng khác nhau. Các loài ưa sáng có nhu cầu ánh sáng mạnh hơn các loài ưa bóng. Sự thích nghi với chế độ chiếu sáng của các nhóm cây một phần liên quan đến hàm lượng sắc tố và tỷ lệ các loại sắc tố trong lá. Cây ưa sáng có hàm lượng sắc tố thấp, tỷ lệ chl_a/chl_b cao hơn cây ưa bóng.

Ảnh hưởng của ánh sáng đến quang hợp còn liên quan đến tỷ lệ các tia sáng, tỷ lệ tia sáng lại phụ thuộc kiểu chiếu sáng. Ánh sáng trực xạ có tỷ lệ tia sinh lý thấp hơn ánh sáng tán xạ nên Ánh sáng tán xạ có ảnh hưởng đến quang hợp tốt hơn ánh sáng trực xạ.

Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến quang hợp còn liên quan đến các yếu tố khác như hàm lượng CO_2 trong môi trường, nhiệt độ, độ ẩm, chất dinh dưỡng ...

4.1.3. Ảnh hưởng của chất lượng ánh sáng:

Các loại tia sáng khác nhau có tác dụng lên quang hợp không giống nhau. Bằng công trình nghiên cứu của mình Timiriazev là người đầu tiên xác định được tia đỏ có hiệu suất quang hợp cao hơn các tia khác, sau tia đỏ là tia xanh.

Tuy nhiên hiệu quả quang hợp sẽ tăng lên, nếu sử dụng phối hợp hợp lý giữa các tia. Theo nghiên cứu của Emerson nếu chiếu xen kẽ giữa tia sáng có $\lambda > 680$ nm (tia đỏ) với tia sáng có $\lambda < 650$ nm sẽ làm nâng cao hiệu suất quang hợp rõ rệt,

Hiệu ứng khác nhau của các tia sáng khác nhau đến quang hợp chỉ xảy ra trường hợp cường độ ánh sáng dưới điểm no. Khi cường độ đạt đến điểm no thì giá trị tia sáng với quang hợp như nhau.

Thành phần ánh sáng không chỉ ảnh hưởng đến cường độ quang hợp mà còn thay đổi sản phẩm quang hợp. Với ánh sáng có bước sóng ngắn, sản phẩm tạo ra trong quang hợp chứa nhiều axit amin, protein hơn so với ánh sáng bước sóng dài. Ngược lại ánh sáng bước sóng dài lại tạo ra nhiều glucit hơn ánh sáng bước sóng ngắn.

Ánh sáng có hưởng hưởng sâu sắc đến quang hợp như vậy nên trong thực tiễn sản xuất việc áp dụng các biện pháp thích hợp để bảo đảm nhu cầu ánh sáng cho cây trồng có ý nghĩa quyết định đến năng suất và phẩm chất cây trồng.

4.2. Nồng độ CO_2

4.2.1. Sự khuếch tán CO_2 trong quang hợp:

Sự khuếch tán CO_2 từ môi trường vào lá cung cấp cho quang hợp có ảnh hưởng trực tiếp đến cường độ quang hợp. Gaastra (1959) khi nghiên cứu sự khuếch tán của CO_2 vào lá cung cấp cho quang hợp cho thấy quá trình này khá phức tạp, xảy ra qua nhiều giai đoạn.

Quá trình khuếch tán của CO_2 từ không khí vào lá xảy ra qua 3 chặng với cơ chế, bản chất không giống nhau.

* Khuếch tán CO_2 từ không khí vào bề mặt lá:

Đây là quá trình vật lý đơn thuần nên tốc độ khuếch tán phụ thuộc hoàn toàn vào các yếu tố vật lý của môi trường (D.S.t.d. ΔC). Trong các yếu tố đó thì thể

năng khuếch tán ΔC có vai trò quyết định. Do vậy hàm lượng CO_2 trong môi trường có vai trò quan trọng, quyết định tốc độ khuếch tán CO_2 của giai đoạn này.

* Khuếch tán CO_2 từ bề mặt lá vào gian bào:

Đây là giai đoạn khuếch tán CO_2 qua khí khổng của lá. Bởi vậy tốc độ giai đoạn này phụ thuộc chủ yếu vào tốc độ đóng mở khí khổng. Sự đóng mở khí khổng lại liên quan trực tiếp đến chế độ nước - quá trình thoát hơi nước.

* Khuếch tán CO_2 từ gian bào vào tế bào đồng hoá:

Đây là quá trình thẩm của CO_2 qua màng tế bào để vào trong tế bào thực hiện quá trình đồng hoá CO_2 . Quá trình này phụ thuộc chủ yếu vào tính thẩm của màng tế bào đồng hoá với CO_2 .

Tốc độ vận chuyển CO_2 từ môi trường vào tế bào đồng hoá quyết định tốc độ cung cấp nguyên liệu (CO_2) cho quang hợp nên ảnh hưởng trực tiếp đến cường độ quang hợp. Có thể dùng các biện pháp tác động hợp lý như phân bón, tưới nước, chăm sóc .. để làm tăng tốc độ quá trình khuếch tán CO_2 qua đó sẽ làm tăng cường độ quang hợp góp phần tăng năng suất cây trồng.

4.2.2. Hàm lượng CO_2 :

Hàm lượng CO_2 trong môi trường là yếu tố quyết định thế năng khuếch tán CO_2 (ΔCO_2) vào lá nên có ảnh hưởng trực tiếp đến quang hợp.

Hàm lượng CO_2 tối thiểu để quang hợp xảy ra là điểm bù CO_2 . Điểm bù CO_2 phụ thuộc nhóm cây. Với nhóm thực vật C_3 điểm bù cao (30-70 $\mu\text{l/l}$), thực vật C_4 có điểm bù thấp (10 $\mu\text{l/l}$). Với hàm lượng CO_2 trung bình trong không khí (0,030%) luôn thoả mãn ở mức độ tối ưu cho quang hợp. Tuy nhiên ở các vùng khác nhau có hàm lượng CO_2 không giống nhau nên ảnh hưởng đến quang hợp cũng khác nhau.

Ảnh hưởng của CO_2 đến quang hợp liên quan chặt chẽ đến chế độ chiếu sáng. Khi ánh sáng mạnh hiệu quả tác động CO_2 đến quang hợp mạnh hơn khi ánh sáng yếu.

Do nhu cầu thường xuyên của cây với CO_2 nên trong các biện pháp kỹ thuật cần bảo đảm thường xuyên nhu cầu CO_2 cho cây trồng như bón phân chứa CO_2 , làm đất tơi xốp, sục bùn thường xuyên.

4.3. Nhiệt độ

Quang hợp bao gồm các phản ứng sáng và phản ứng tối. Phản ứng sáng ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ mà phụ thuộc chủ yếu vào ánh sáng. Phản ứng tối ngược lại không phụ thuộc ánh sáng mà chịu ảnh hưởng của nhiệt độ. Hệ số Q_{10} của pha sáng chỉ khoảng 1,0-1,4 trong khi đó hệ số Q_{10} của pha tối đạt đến 2,0-3,0.

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quang hợp chủ yếu vào pha tối thông qua hoạt tính các enzym pha tối quang hợp và phụ thuộc mức nhiệt độ môi trường.

Ở nhiệt độ thấp các enzym hoạt động yếu nên quang hợp xảy ra yếu ớt.. Nhiệt độ quá cao quá lại phá huỷ cấu trúc bộ máy quang hợp, làm mất hoạt tính enzym nên làm cho quang hợp giảm mạnh. Ở mức nhiệt độ tối thích quang hợp xảy ra cao nhất. Ngưỡng nhiệt độ ở các nhóm cây khác nhau không giống nhau. Cây ôn đới có ngưỡng nhiệt độ thấp hơn nhóm cây nhiệt đới đến 10°C .

4.4. Nước

Nước là nguyên liệu tham gia trực tiếp trong quang hợp. Qua quang phân ly nước cung cấp H^{+} và e^{-} , để thực hiện quá trình photophoryl hoá tạo ATP và tổng hợp NADPH_2 cung cấp cho pha tối để khử CO_2 tạo sản phẩm quang hợp. Trong pha tối nước đóng vai trò làm nguyên liệu để đồng hoá CO_2 .

Nước còn có vai trò gián tiếp ảnh hưởng đến quang hợp. Nhờ thoát hơi nước mà khí khổng mở ra và để dòng CO_2 khuếch tán vào tế bào đồng hoá cung cấp cho lá để tham gia vào quang hợp. Nước là dung môi hoà tan các chất tạo ra môi trường phản ứng thuận lợi và hoà tan các sản phẩm quang hợp để vận chuyển đến các bộ phận khác của cây.

Do vai trò của nước rất quan trọng đối với quang hợp cho nên hàm lượng nước trong môi trường có ảnh hưởng đến quang hợp. Nếu trong tế bào đồng hoá hàm lượng nước chỉ còn khoảng 40-50% quá trình quang hợp bị ngưng trệ. Quang hợp xảy ra tốt nhất khi hàm lượng nước trong tế bào đạt khoảng 90-95% độ bão hoà. Nếu tế bào có hàm lượng nước bão hoà quá trình quang hợp bị ức chế.

Ảnh hưởng của nước đến quang hợp còn phụ thuộc nhóm cây. Cây ưa ẩm có nhu cầu nước cho quang hợp cao còn cây hạn sinh có khả năng quang hợp ngay cả khi hàm lượng nước trong lá chỉ còn khoảng 60-70%.

4.5. Dinh dưỡng khoáng

Dinh dưỡng khoáng và quang hợp là hai hoạt động của cùng quá trình dinh dưỡng của thực vật có liên quan chặt chẽ với nhau. Dinh dưỡng khoáng trực tiếp tạo ra 5% thành phần các hợp chất hữu cơ trong cây, ngoài ra nó còn góp phần thúc đẩy quang hợp, tăng hiệu quả quang hợp nên góp phần tạo ra 95% thành phần còn lại.

Các chất khoáng có vai trò quan trọng nhiều mặt đến quang hợp. Các nguyên tố khoáng tham gia cấu tạo nên bộ máy quang hợp như sắc tố, hệ vận chuyển điện tử, các enzym ..., tham gia vào cơ chế quang hợp.

Các chất khoáng khác nhau có vai trò khác nhau trong quang hợp. Trước hết phải kể đến Nitơ. N là thành phần quan trọng cấu tạo nên nhiều thành phần tham gia trong quang hợp: sắc tố, enzym, hệ vận chuyển điện tử. N cũng là nguyên tố chính cấu tạo nên protein để cấu tạo nên bộ máy quang hợp. Do vậy nếu thiếu N quá trình quang hợp sẽ giảm sút. Nếu thiếu N kéo dài quang hợp sẽ ngừng trệ.

Photpho là nguyên tố tham gia nhiều hoạt động trong quang hợp: P tham gia cấu tạo nên các hợp chất hữu cơ để cấu trúc nên bộ máy quang hợp. P tham gia vào cấu tạo nhiều loại enzym, nhiều hệ vận chuyển điện tử quan trọng trong quang hợp. P là yếu tố quan trọng điều hoà pH của tế bào ổn định tạo điều kiện cho quang hợp xảy ra thuận lợi. Đặc biệt P là thành phần của hợp chất cao năng ATP có vai trò rất quan trọng trong quang hợp. Do vậy nên thiếu P quá trình quang hợp sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng.

Kali cũng là nguyên tố có vai trò tích cực trong quang hợp. Kali ảnh hưởng đến tính chất hệ keo nguyên sinh qua đó ảnh hưởng đến quang hợp. K còn kích thích hoạt tính nhiều hệ enzym quang hợp nên ảnh hưởng đến tốc độ các phản ứng hoá sinh trong pha tối quang hợp.

Ngoài các nguyên tố đại lượng chính trên, nhiều nguyên tố đại lượng khác như Lưu huỳnh (S), calcium (Ca) .. cũng có vai trò quan trọng nhất định trong quang hợp.

Đặc biệt quan trọng với quang hợp là các nguyên tố vi lượng. Nguyên tố vi lượng có ảnh hưởng nhiều mặt đến quang hợp.

Trước hết các nguyên tố vi lượng là thành phần bắt buộc hay tác nhân kích thích của các enzym quang hợp. Các nguyên tố vi lượng cũng có ảnh hưởng tốt đến sinh trưởng của bộ máy quang hợp như thúc đẩy sinh trưởng của bộ lá làm tăng năng diện tích lá, kéo dài thời gian quang hợp của lá ... Nhiều nguyên tố có tác động kích thích quá trình tổng hợp sắc tố, hạn chế sự phân huỷ của sắc tố khi gặp ánh sáng mạnh.

Các nguyên tố vi lượng còn tham gia trực tiếp hay gián tiếp vào pha sáng quang hợp. Quan trọng nhất là sự tham gia của Mn trong quang phân ly nước.

Trong pha tối các nguyên tố vi lượng có vai trò quan trọng vì ảnh hưởng đến các enzym pha tối qua đó trực tiếp ảnh hưởng đến tốc độ các phản ứng pha tối.

Trong các nguyên tố vi lượng Mn, Cu có ảnh hưởng mạnh nhất đến quang hợp, có vai trò rất quan trọng trong quang hợp.

Do vai trò quan trọng của các nguyên tố đại lượng cũng như vi lượng nên trong thực tiễn cần thoả mãn hợp lý các nguyên tố khoáng cho cây qua đó quang hợp xảy ra có hiệu quả làm cơ sở cho việc tăng năng suất cây trồng.

5. Ý nghĩa của quang hợp thực vật

5.1. Quan hệ quang hợp với năng suất

Quang hợp là quá trình cơ bản quyết định năng suất cây trồng. Tổng số chất khô do quang hợp tạo ra chiếm 90-95% chất khô của thực vật. Tirimiazep đã nói "Bằng cách điều khiển chức năng quang hợp, con người có thể khai thác cây xanh vô hạn".

5.2. Các biện pháp nâng cao năng suất dựa vào quang hợp

Dựa vào mối quan hệ giữa quang hợp và năng suất đã phân tích ở trên, để tăng năng suất cây trồng cần phối hợp nhiều biện pháp liên hoàn tác động vào nhiều nhân tố sinh thái một cách hợp lý để cho quá trình quang hợp xảy ra ở mức tối ưu.

5.2.1. Tác động vào thế năng quang hợp:

Thế năng quang hợp là chỉ số quan trọng có ý nghĩa quyết định năng suất. Thế năng quang hợp thay đổi tùy từng loại cây trồng, tùy thời vụ và nhiều yếu tố khác. Thế năng quang hợp gồm hai yếu tố cấu thành là tổng diện tích lá trên ha đất (L) và thời gian quang hợp của lá (n). Tổng diện tích lá trên đất tùy thuộc chỉ số diện tích lá (LAI). Thế năng quang hợp của lúa có độ dài sinh trưởng (n) 100 ngày có LAI khoảng 1-5 là khoảng 1-5 triệu m², có trường hợp có thể đạt đến 10 triệu m².

Để tăng năng suất, biện pháp hàng đầu là tăng thế năng quang hợp. Muốn tăng thế năng quang hợp cần tác động vào cả hai yếu tố là diện tích lá (L) và thời gian quang hợp của lá (n).

*** Tác động vào diện tích lá (L).**

Tăng diện tích lá là biện pháp quan trọng để tăng năng suất. Nhưng tăng diện tích lá thế nào cho hợp lý là vấn đề phức tạp, có liên quan đến nhiều yếu tố khác. Nếu tăng diện tích lá quá cao sẽ che lấp lẫn nhau khiến cho quang hợp tổng số trên ruộng cây bị giảm, hô hấp tăng làm cho K_y giảm và cuối cùng năng suất giảm. Nhưng để diện tích lá thấp quá sẽ lãng phí đất, năng lượng và năng suất cũng sẽ thấp.

Bởi vậy cần phải tăng diện tích lá hợp lý. Để tăng diện tích lá hợp lý cần dựa vào nhu cầu ánh sáng của cây trồng. Cây ưa bóng do nhu cầu ánh sáng thấp nên có thể tăng diện tích lá lên nhưng cây ưa sáng nhu cầu ánh sáng cao lại phải giảm diện tích lá thích hợp. Việc bố trí diện tích lá hợp lý còn tùy thuộc kiểu lá, góc lá, mùa vụ ...

Để có diện tích lá thích hợp cần có mật độ gieo trồng hợp lý, bố trí trồng xen, trồng thẳng hàng, bố trí mùa vụ thích hợp cho các loại cây trồng ... Trên cơ sở đó có thể chủ động điều chỉnh diện tích lá tốt nhất cho quang hợp.

* Tác động vào thời gian quang hợp của lá (n).

Để tăng thời gian quang hợp của lá có thể vừa tăng thời gian sống của cây trồng vừa tăng nhanh nhịp điệu độ sinh trưởng ban đầu của lá làm cho lá chóng đạt đến thời kỳ khế tán, sớm đạt đến diện tích cực thuận cho quang hợp. Đồng thời có biện pháp hạn chế sự rụng lá, kéo dài thời gian sống và quang hợp của lá đến khi thu hoạch. Như vậy để tăng thời gian quang hợp của lá không nhất thiết tăng thời gian sống của cây mà chỉ tăng thời gian quang hợp cực thuận của lá.

Khi làm tăng tốc độ sinh trưởng của lá cần chú ý để cho thời kỳ cây có thời kỳ lá có diện tích cực đại trùng với thời kỳ có bức xạ ánh sáng cao đủ thoả mãn nhu cầu ánh sáng cho bộ lá. Mùa vụ hợp lý là biện pháp thoả mãn được yêu cầu trên.

5.2.2. Tăng khả năng sử dụng bức xạ của cây trồng:

Quang năng là nguồn năng lượng tham gia trực tiếp vào quá trình quang hợp, có vai trò quyết định quang hợp. Không phải tất cả các bức xạ đều có vai trò với quang hợp mà chỉ có các bức xạ sinh lý, là những tia sáng có bước sóng trong vùng 380nm-760nm mới có vai trò trong quang hợp.

Bức xạ mặt trời thay đổi về cả cường độ lẫn tỷ lệ các tia theo vĩ độ trên trái đất và theo thời gian.

Trong năm mùa hè có tổng bức xạ tới cao hơn mùa đông, tỷ lệ tia đỏ lại thấp hơn. Còn trong ngày mặt trời càng lên cao thì tổng bức xạ tới càng lớn và tỷ lệ tia đỏ càng giảm. Vị trí địa lý càng xa xích đạo tổng bức xạ càng thấp và tỷ lệ tia đỏ càng cao.

Tuy nhiên từ năng lượng ánh sáng chiếu xuống ruộng đến năng suất sinh học còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác. Năng lượng bức xạ chỉ là giới hạn trên về tiềm năng quang hợp, về năng suất sinh học.

Năng suất sinh học phụ thuộc vào hệ số sử dụng năng lượng bức xạ của cây. Quần thể cây có cấu trúc ruộng lá hợp lý sẽ có hệ số sử dụng bức xạ cao là điều kiện cần để dẫn đến năng suất cao.

Để nâng cao hệ số sử dụng năng lượng bức xạ tới, trước hết cần tác động vào bộ lá để tăng tỷ lệ hấp thụ ánh sáng lên. Tỷ lệ này có thể đạt đến 80-90% so với tỷ lệ trung bình 50% như đã tính ở trên. Bố trí diện tích lá thích hợp tăng thời gian quang hợp của lá là biện pháp tốt nhất làm tăng tỷ lệ hấp thụ bức xạ tới.

Bên cạnh việc tăng khả năng hấp thụ ánh sáng thì việc tác động vào các nhân tố sinh thái để làm tăng hiệu quả sử dụng năng lượng đã được hấp thụ trong pha sáng và pha tối quang hợp cũng góp phần nâng cao hệ số sử dụng quang năng.

Việc bố trí mật độ hợp lý, mùa vụ thích hợp để tận dụng thời gian có ánh sáng mạnh trong năm. Biện pháp trồng xen cây, trồng gối vụ, trồng cây thẳng hàng ... đều có tác dụng làm tăng hệ số sử dụng năng lượng ánh sáng và là cơ sở quan trọng để làm tăng năng suất sinh học.

5.2.3. Tác động vào cường độ quang hợp và hệ số hiệu suất quang hợp:

Cường độ quang hợp (F_{CO_2}) và hệ số hiệu suất (K_e) là các chỉ tiêu liên quan trực tiếp đến cơ chế quang hợp, nó biểu hiện hiệu suất làm việc của bộ máy quang hợp và có ảnh hưởng quyết định đến năng suất cây trồng.

Để nâng cao cường độ quang hợp cần có các biện pháp thích hợp tác động vào các nhân tố sinh thái như ánh sáng, nước, chất khoáng, CO_2 , nhiệt độ ... tạo điều kiện tối ưu cho quang hợp. Đồng thời việc tác động vào các nhân tố sinh thái cũng cần tác động đến các điều kiện bên trong cơ thể như bộ máy quang hợp, sắc tố và hệ vận chuyển điện tử quang hợp, các enzym quang hợp ... sẽ góp phần đẩy mạnh quá trình quang hợp.

Hệ số hiệu suất quang hợp là chỉ tiêu liên quan đến hai quá trình trung tâm của thực vật: Quang hợp và hô hấp. Hệ số K_e tỷ lệ thuận với quang hợp nhưng lại tỷ lệ nghịch với hô hấp. Bởi vậy để tăng K_e trước hết phải tăng quang hợp (F_{CO_2}) đồng thời với việc điều tiết hô hấp ở mức thích hợp.

Hô hấp có vai trò rất quan trọng trong đời sống thực vật vì nó cung cấp năng lượng ở dạng sử dụng được (ATP) cho các hoạt động sống. Vì vậy để cho cây sinh trưởng, phát triển được cần duy trì hô hấp. Tuy nhiên bên cạnh mặt có lợi đó hô hấp lại chứa đựng những tác hại nhất định đến thực vật, đặc biệt là hô hấp sáng. Hô hấp phân huỷ sản phẩm do quang hợp tạo ra vừa làm giảm quang hợp vừa làm giảm K_f . hô hấp tối làm giảm quang hợp thực khoảng 10-20% nhưng hô hấp sáng có thể làm giảm quang hợp đến 50%. Bởi vậy để tăng K_f cần hạn chế hô hấp tới mức cần thiết, cần loại trừ hay hạn chế đến mức thấp nhất hô hấp sáng.

5.2.4. Tác động vào hệ số kinh tế (K_{kt}):

Hệ số kinh tế là tỷ lệ giữa phần chất khô con người sử dụng trên tổng chất khô được tạo ra trong cây, hay là tỷ lệ giữa năng suất kinh tế với năng suất sinh học.

Hệ số kinh tế biến động tùy loại cây trồng vì ở các loại cây trồng khác nhau bộ phận được con người sử dụng khác nhau. Trong cùng một loại cây trồng hệ số kinh tế biến động ít. Hệ số kinh tế do yếu tố di truyền qui định nên phụ thuộc thành

phần loài. Hệ số kinh tế ít biến động đối với chế độ chăm sóc. Do vậy chọn giống là biện pháp tốt nhất để nâng cao K_{kt} từ đó làm tăng NS_{kt} .

Tuy nhiên nếu áp dụng các biện pháp kỹ thuật hợp lý cũng có thể làm tăng hệ số kinh tế lên mức cao nhất trong giới hạn cho phép của yếu tố di truyền.

Tóm lại việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật hợp lý tác động một cách tích cực vào các chỉ tiêu về quang hợp làm tăng các chỉ tiêu trên đó ở mức cực thuận là cơ sở cho việc tăng năng suất cây trồng. Do vậy học thuyết về quang hợp góp phần tích cực trong việc cải thiện năng suất cây trồng, giải quyết được vấn đề lương thực của loài người.

5.3. Tiềm năng quang hợp ở Việt Nam

Việt Nam là nước nằm ở vùng nhiệt đới gió mùa, trong khoảng từ vĩ độ 8 đến vĩ độ 23,5. Tổng bức xạ trong vùng này rất cao (9-10 tỷ Kcalo/ha) tổng giờ nắng trong năm rất lớn (1600-2300 giờ/năm). Tổng lượng nhiệt hàng năm khá cao, nhiệt trung bình hàng năm ở khoảng 23,4°C-27,4°C. Lượng mưa lớn, khoảng gần 2000mm/năm. Với điều kiện tự nhiên thuận lợi đó nên năng suất sinh học lý thuyết có thể đạt 110-125 tấn/ha/năm.

Tuy nhiên bên cạnh những thuận lợi, những tiềm năng to lớn trên. Điều kiện tự nhiên của Việt Nam cũng có nhiều điều bất lợi cho quang hợp, ảnh hưởng xấu đến năng suất. Bởi vậy năng suất thực tế của các loại cây trồng ở Việt Nam còn ở mức thấp so với các nước trong khu vực và trên thế giới. Điều bất lợi trước hết là đất đai ở Việt Nam thường loại đất nghèo dinh dưỡng. Nhiều vùng đất trở nên đất bạc màu, đất chua phèn ... Lượng mưa cao nhưng phân bố không đều trong năm. Mùa mưa lượng mưa quá lớn gây ra ngập úng, ngược lại mùa khô lượng mưa quá ít lại bị hạn hán nặng. Đặc biệt do trình độ thâm canh còn ở mức thấp, chưa khai thác hết tiềm năng thiên nhiên nên năng suất còn thấp và bấp bênh.

Đó chính là những vấn đề thực tiễn đòi hỏi các nhà khoa học Việt Nam quan tâm nhằm khai thác có hiệu quả tiềm năng thiên nhiên ưu đãi để biến nó thành năng suất cao cho các loại cây trồng.

THỰC HÀNH CHƯƠNG 3: QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT

1. Thí nghiệm 1: Rút sắc tố quang hợp ra khỏi lá xanh.

1.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: lá cây tươi (dã quỳ, cúc, bắp cải,...)
- Hóa chất: cồn 96⁰ hay aceton, CaCO₃
- Dụng cụ và nguyên liệu: cối chày sứ, giấy thấm, phễu thủy tinh, đĩa thủy tinh, ống nghiệm, pipet, bình định mức 50ml, dam lam, giá đỡ ống nghiệm.
- Thiết bị: Cân kỹ thuật

1.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Nhờ tính chất của một số dung môi hữu cơ (cồn, aceton,...) có khả năng phá vỡ liên kết của diệp lục với các phân tử protein và lipid, người ta có thể rút được sắc tố quang hợp ở trạng thái dung dịch

1.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Dùng dam lam để tách phần thịt lá tươi ra khỏi gân lá. Cân 1g các mảnh thịt lá cho vào cối chày sứ, dùng chày sứ nghiền cùng với 1ml cồn 96⁰ hay aceton. Sau đó thêm vào 1g CaCO₃ để trung hòa acid dịch bào. Sau khi đã nghiền kỹ, tiếp tục cho thêm vào 10ml cồn 96⁰ rồi tiếp tục nghiền kỹ. Sau đó để yên cối có chứa mẫu lá đã được nghiền kỹ trong vòng 1 phút để cho bã lắng xuống. Sau đó, rót phần dịch bên trên theo đĩa thủy tinh vào phễu thủy tinh có gắn giấy thấm, phía dưới phễu là ống nghiệm đặt trên giá ống nghiệm. Sau đó, lại tiếp tục cho 10ml cồn 96⁰ vào phần bã và tiếp tục nghiền kỹ, để yên 1 phút và lọc dịch như lần thứ nhất. Lặp lại việc nghiền bã cùng với cồn cho đến khi dung dịch nghiền không còn màu và phần bã còn lại trên phễu màu trắng. Cuối cùng, rót dung dịch đã được lọc từ ống nghiệm vào bình định mức 50ml và thêm cồn đến vạch định mức thì ta được dung dịch chứa sắc tố quang hợp.

1.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Dung dịch rút được từ lá cây tươi chứa những sắc tố quang hợp nào?
- Giải thích kết quả thu được từ thí nghiệm trên?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

2. Thí nghiệm 2: Một số tính chất hóa học của diệp lục

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Nguyên liệu: dung dịch sắc tố rút tách từ thí nghiệm 1, nước cất.

- Hóa chất: KOH 20%, HCl 2M, Benzen, acetat đồng
- Dụng cụ: giá ống nghiệm, pipet, ống nghiệm

2.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Diệp lục là este của acid chlorophylic với 2 rượu metylic và phitol. Vì vậy, diệp lục có phản ứng của một este:

- Phản ứng với kiềm (phản ứng xà phòng hóa) để tạo muối chlorophilat, có màu xanh.
- Phản ứng với acid tạo pheophitin, có màu nâu và tiếp tục cho pheophitin phản ứng với hợp chất kim loại hóa trị 2 thì sẽ tạo nên màu xanh lục gần giống như màu của diệp lục.

2.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

- Dùng pipet lấy 2ml dung dịch sắc tố cho vào ống nghiệm. Cho thêm 1 ml KOH 20%, tiếp đó thêm 1ml benzen và 1 – 2ml nước cất. Lắc nhẹ rồi để yên trên giá ống nghiệm một vài phút, quan sát sẽ thấy dung dịch phân thành 2 lớp: lớp benzen ở trên có màu vàng và lớp rượu ở dưới có màu xanh vì hòa tan sản phẩm xà phòng hóa là muối chlorophilat kali.

- Tương tự như trên, lấy 2ml dung dịch sắc tố cho vào ống nghiệm, thêm vài giọt HCl 2M vào, lắc nhẹ sẽ thấy màu nâu xuất hiện, đó chính là pheophitin. Sau đó tiếp tục cho vào ống nghiệm vài tinh thể acetat đồng, lắc nhẹ thấy màu xanh xuất hiện.

2.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Viết các phương trình phản ứng xảy ra của thí nghiệm trên?
- Giải thích các hiện tượng xảy ra trong các phản ứng?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

3. Thí nghiệm 3: Kiểm tra sự thải khí oxy trong quá trình quang hợp

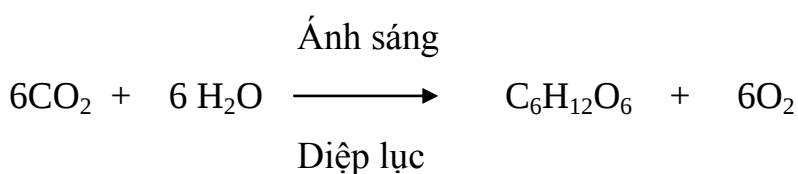
3.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: rong đuôi chó hoặc tảo tiên nước
- Dụng cụ: cốc thủy tinh, phễu thủy tinh, ống nghiệm và diêm
- Thiết bị: hệ thống chiếu sáng từ 3000 – 3500lux hoặc đèn điện 500 – 700W

3.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Ở ngoài sáng cây xanh thực hiện quá trình quang hợp, sản phẩm của quá trình quang hợp là hợp chất hữu cơ và giải phóng oxy vào không khí.

Quang hợp thực vật được diễn ra theo phương trình tổng quát sau:



Ôxy được giải phóng trong quá trình quang hợp có thể thu lại được trong thí nghiệm để chứng minh khí thoát ra trong quang hợp thực vật là khí oxy

3.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Đặt một số cành rong đuôi chó vào phễu thủy tinh (tắt cả mặt cắt của cành rong hướng về phía cuống phễu) rồi úp ngược phễu vào trong cốc thủy tinh đầy nước, úp lên cuống phễu thủy tinh là một ống nghiệm chứa 4/5 là nước (trước khi úp ống nghiệm, cho nước vào 4/5 ống nghiệm và dùng ngón tay bịt miệng ống nghiệm, sau đó dốc ngược ống nghiệm đưa vào cuống phễu). Đặt cốc thí nghiệm ra ngoài nắng hay dưới ánh sáng của hệ thống chiếu sáng hay dưới bóng đèn có công suất 500 – 700W. Quan sát sau một thời gian sẽ thấy từ cuống của các cành rong đuôi chó xuất hiện các bọt khí liên tiếp. Sau hơn 1 giờ, ta lấy ngón tay bịt kín ống nghiệm dốc ngược lên. Dùng que diêm đã gần tắt đưa vào miệng ống nghiệm (bịt tay) thấy bùng cháy hơn. Điều đó chứng tỏ cây rong đuôi chó đã thải ra khí oxy nhờ vào quá trình quang hợp. Ngược lại, đưa cốc thí nghiệm này vào trong bóng tối, sau thời gian hơn 1 giờ thì lấy ra, cũng dùng que diêm gần tắt đưa vào miệng ống nghiệm sẽ không thấy bùng cháy hơn. Như vậy ở trong tối cây không quang hợp do đó khí oxy không được thải ra.

3.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

- Những lưu ý cần chú ý khi bố trí thực hiện thí nghiệm trên là gì?
- Giải thích kết quả thu được từ thí nghiệm trên?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

4. Thí nghiệm 4: Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến cường độ quang hợp

4.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: rong đuôi chó
- Hóa chất: dung dịch Bicromat kali ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), dung dịch đồng sulphate bão hòa amoniac và nước đun sôi để nguội
- Dụng cụ: ống nghiệm, cốc thủy tinh, đĩa thủy tinh
- Thiết bị: hệ thống chiếu sáng từ 2500 – 3000lux hoặc đèn điện 300 – 500W, đồng hồ bấm giờ.

4.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Ánh sáng là điều kiện không thể thiếu được đối với quá trình quang hợp thực vật, trong đó cường độ ánh sáng có tính ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất quang hợp.

Trong thí nghiệm này, dựa vào số lượng bọt khí thoát ra từ cây rong đuôi chó (thực vật thủy sinh) khi cường độ ánh sáng khác nhau thì ta sẽ thấy được ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến cường độ quang hợp.

4.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Cho ngược cành rong đuôi chó (ngọn quay xuống đáy ống nghiệm) dài từ 4 - 5cm vào ống nghiệm chứa đầy nước. Mặt cắt của cành rong cách mặt nước trong ống nghiệm là 3cm.

Trường hợp nếu dùng cốc thay ống nghiệm thì ta phải dùng đĩa thủy tinh giữ cho cành rong đuôi chó không bị nổi lên. Sau đó đặt ống nghiệm hay cốc thí nghiệm ra ngoài ánh sáng. Sau một thời gian ngắn, thấy bọt khí xuất hiện và thoát ra ở mặt cắt của cành rong đuôi chó. Từ đó bấm đồng hồ, bắt đầu đếm số bọt khí thoát ra trong thời gian 5 phút. Thí nghiệm nhắc lại 4 – 5 lần, lấy giá trị trung bình số bọt khí thoát ra trên đơn vị thời gian.

Sau đó đặt ống nghiệm đến hệ thống chiếu sáng hay bóng đèn điện 300 hay 500W với khoảng cách 20cm, 60cm và 100cm. Đếm số bọt khí thoát ra ở mỗi khoảng cách trong 5 phút, nhắc lại thí nghiệm từ 4 – 5 lần, lấy giá trị trung bình của các lần nhắc lại. Kết quả sẽ thấy cành rong đuôi chó càng gần nguồn sáng (cường độ ánh sáng càng lớn) thì số bọt khí thoát ra càng nhiều. Điều đó chứng tỏ cường độ ánh sáng ảnh hưởng đến cường độ quang hợp của cây.

4.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Vai trò của ánh sáng đối với quá trình quang hợp của thực vật?
- Giải thích kết quả thu được của thí nghiệm trên?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

CÂU HỎI SỬ DỤNG ĐÁNH GIÁ HỌC TẬP CỦA CHƯƠNG 3

1. Quang hợp thực vật là gì? Vai trò và ý nghĩa của quang hợp thực vật đối với cây trồng?
2. Vẽ khái quát của một lục lạp điển hình và nêu vai trò của thành phần cấu tạo nên lục lạp?
3. Đặc tính chính của hệ sắc tố quang hợp? Vai trò của cây xanh và sản xuất nông nghiệp trong tương lai?
4. Quang hợp gồm bao nhiêu pha chính? Trình bày khái quát nội dung của giai đoạn quang vật lý và ý nghĩa của giai đoạn này?
5. Trình bày khái quát giai đoạn quang hóa học của quang hợp và ý nghĩa của giai đoạn này?
6. Đặc điểm quang hợp của nhóm thực vật C_3 và ý nghĩa?
7. Đặc điểm quang hợp của nhóm thực vật C_4 và ý nghĩa?
8. Đặc điểm quang hợp của nhóm thực vật CAM và ý nghĩa?
9. Trình bày và phân tích ảnh hưởng của ánh sáng, nhiệt độ đến quá trình quang hợp? Vận dụng vào sản xuất nông nghiệp?
10. Trình bày và phân tích ảnh hưởng của nước, CO_2 và chất khoáng đến quá trình quang hợp? Vận dụng vào sản xuất nông nghiệp?
11. Giải thích tại sao năng suất cây trồng được quyết định bởi quá trình quang hợp? Những biện pháp tăng năng suất cây trồng thông qua điều khiển hoạt động quang hợp?
12. So sánh những điểm giống và khác nhau của thực vật C_3 và thực vật C_4 ?

GHI NHỚ CHƯƠNG 3

Cơ quan chính của cây thực hiện quang hợp là lá. Trong lá, lục lạp là bào quan trực tiếp tham gia quang hợp. Hình thái, số lượng và đặc biệt cấu trúc của lục lạp có ý nghĩa quang trọng. Trong lục lạp, hệ thống màng thylakoid có nhiệm vụ thực hiện pha sáng và cơ chất của lục lạp thực hiện pha tối của quang hợp.

Trong các sắc tố quang hợp, diệp lục đóng vai trò trung tâm trong việc hấp thu và biến đổi quang năng thành hóa năng. Về cấu tạo, phân tử diệp lục có nhân trung tâm là vòng magiê – pocphirin (Mg-pocphirin) có hệ thống nối đôi đơn cách đều (liên hợp) rất hoạt động về quang hóa nên có nhiệm vụ hấp thu ánh sáng. Phần đuôi có nhiệm vụ định hướng phân tử diệp lục vào màng thylakoid. Quang phổ hấp thụ của diệp lục ở vùng ánh sáng đỏ và xanh tím; và quang hợp chỉ xảy ra hai vùng ánh sáng đó.

Pha sáng của quang hợp gồm giai đoạn quang vật lý và giai đoạn quang hóa học. Trong giai đoạn quang vật lý, phân tử diệp lục tiếp nhận ánh sáng và chuyển sang trạng thái kích thích electron và tiếp theo năng lượng electron đó sẽ được chuyển vào trung tâm phản ứng cũng dưới dạng kích thích electron ở trạng thái thứ cấp (P^*700). Trong giai đoạn quang hóa học, năng lượng của phân tử diệp lục kích thích ở trung tâm phản ứng tham gia vào quá trình chuyển vận electron trên chuỗi chuyền điện tử quang hợp và năng lượng giải phóng ra được liên kết với quá trình phosphoryl hóa để hình thành nên ATP và $NADPH_2$, đồng thời giải phóng oxy vào không khí,...

Tùy theo loại thực vật mà pha tối quang hợp diễn ra theo các con đường khác nhau. Ở thực vật C_3 , con đường quang hợp chỉ bằng chu trình quang hợp duy nhất là chu trình C_3 mà sản phẩm đầu tiên là một hợp chất có 3C. Hợp chất 3C có tên là Acid Phospho Glyceric (APG). Thực vật C_4 có con đường quang hợp là sự liên hợp giữa chu trình C_4 (cố định CO_2) xảy ra trong lục lạp của tế bào thịt lá và chu trình C_3 (khử CO_2) xảy ra trong lục lạp của tế bào quanh bó mạch. Con đường quang hợp của các thực vật mọng nước (CAM) là một con đường quang hợp thích nghi trong điều kiện khô hạn. Quá trình cố định CO_2 xảy ra vào ban đêm khi khổng mở, còn quá trình khử CO_2 thành các sản phẩm quang hợp lại diễn ra vào ban ngày khi khí khổng hoàn toàn khép lại để tránh mất nước nguy hiểm. Sự đa dạng của các con đường quang hợp thể hiện tính đa dạng và thích ứng về sinh lý của thế giới thực vật.

Quang hợp chịu ảnh hưởng rất lớn của các điều kiện ngoại cảnh bao gồm ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm không khí, CO_2 , nước, dinh dưỡng khoáng,...

Ánh sáng cung cấp nguồn năng lượng vô tận cho quang hợp; cường độ và chất lượng ánh sáng điều ảnh hưởng lên hoạt động quang hợp.

Nước bị quang phân ly để cung cấp electron và ion H^+ cho việc khử CO_2 nên hàm lượng nước trong lá quyết định cường độ quang hợp.

CO_2 sẽ bị khử trong lá thành các chất hữu cơ nên hàm lượng CO_2 trong khí quyển có ảnh hưởng đến hoạt động quang hợp.

Nhiệt độ ảnh hưởng đến pha sáng và cả pha tối quang hợp. Bảo đảm nhiệt độ tối ưu cho quang hợp của cây trồng là rất cần thiết và mang tính quyết định đến năng suất kinh tế.

Các chất khoáng tham gia vào cấu tạo bộ máy quang hợp và hoạt hóa các enzyme tham gia vào quá trình quang hợp đồng thời xúc tiến vận chuyển sản phẩm quang hợp,...

Hoạt động quang hợp quyết định 90 – 95% năng suất cây trồng nên cần có các biện pháp điều chỉnh quang hợp để tăng năng suất cây trồng.

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 và phải kéo dài tuổi thọ khả năng làm việc của lá.

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

CHƯƠNG 4

HÔ HẤP CỦA THỰC VẬT

Mã chương: MH07-04

Giới thiệu:

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 quá trình hô hấp một cách hợp lý sẽ tăng tích lũy và năng suất kinh tế và tăng hiệu quả của việc bảo quản nông sản phẩm.

Mục tiêu:

- Trình bày được vai trò của quá trình hô hấp, nắm được cấu trúc của cơ quan làm nhiệm vụ hô hấp.
- Phân tích được bản chất của quá trình hô hấp.
- Có khả năng đề xuất các biện pháp điều chỉnh hô hấp của cây trên đồng ruộng theo hướng có lợi.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung

1.1. Khái niệm chung về hô hấp.

Hô hấp là quá trình phân giải các chất hữu cơ trong tế bào, giải phóng năng lượng cung cấp cho các hoạt động sống của cơ thể. Hô hấp được đặc trưng phương trình tổng quát sau:



Qua phương trình tổng quát trên chưa nêu được tính chất phức tạp của quá trình hô hấp. Quá trình hô hấp diễn ra qua 2 giai đoạn với nhiều phản ứng phức tạp.

- Trước hết chất hữu cơ, đặc trưng là glucose ($C_6H_{12}O_6$) bị phân giải tạo các hợp chất trung gian có thể khử cao sẽ tham gia chuỗi hô hấp ở giai đoạn 2.
- Từ các chất dạng khử thực hiện chuỗi hô hấp. Qua chuỗi hô hấp năng lượng e thải ra được dùng để thực hiện quá trình tổng hợp ATP – quá trình photophoryl hoá.

Như vậy về thực chất hô hấp là hệ thống oxi hoá - khử tách H_2 từ nguyên liệu hô hấp chuyển đến cho O_2 tạo nước. Năng lượng giải phóng từ các phản ứng oxi hoá - khử đó được cố định lại trong liên kết giàu năng lượng của ATP.

Có thể nói chức năng cơ bản của hô hấp là giải phóng năng lượng của nguyên liệu hô hấp, chuyển năng lượng khó sử dụng đó sang dạng năng lượng dễ sử dụng cho cơ thể là ATP.

1.2. Vai trò hô hấp

Hô hấp là đặc trưng của mọi cơ thể sống, là biểu hiện của sự sống. Cơ thể chỉ tồn tại khi còn hô hấp. Tuy nhiên ở thực vật bên cạnh mặt có lợi của hô hấp cũng tồn tại những tác hại nhất định của hô hấp.

Trước hết là hô hấp cung cấp năng lượng dạng ATP cho mọi hoạt động sống trong cơ thể. Mọi hoạt động sống của cơ thể đều cần năng lượng nhưng không thể sử dụng trực tiếp năng lượng hoá học của các HCHC mà chỉ sử dụng năng lượng dạng liên kết cao năng của ATP do hô hấp tạo ra.

Tuy nhiên, ý nghĩa hô hấp không chỉ về mặt năng lượng. Trong hô hấp còn tạo ra nhiều sản phẩm trung gian có vai trò quan trọng trong hoạt động sống của cơ thể. Qua hô hấp các con đường trao đổi chất nối liền với nhau tạo nên thể thống nhất trong cơ thể.

Bên cạnh mặt tích cực là chủ yếu, hô hấp cũng thể hiện những mặt tiêu cực, có hại nhất định. Trước hết hô hấp làm giảm cường độ quang hợp. Hô hấp càng cao thì quang hợp biểu kiến càng thấp. Đặc biệt hô hấp sáng làm giảm mạnh quang hợp do phân huỷ nguyên liệu quang hợp, cạnh tranh ánh sáng với quang hợp(xem phần quang hợp).

2. Cơ quan hô hấp và bản chất của hoạt động hô hấp thực vật

2.1. Ty thể

Ty thể là bào quan làm nhiệm vụ hô hấp của tế bào. Nó được xem là “trạm biến thế năng lượng” của tế bào.

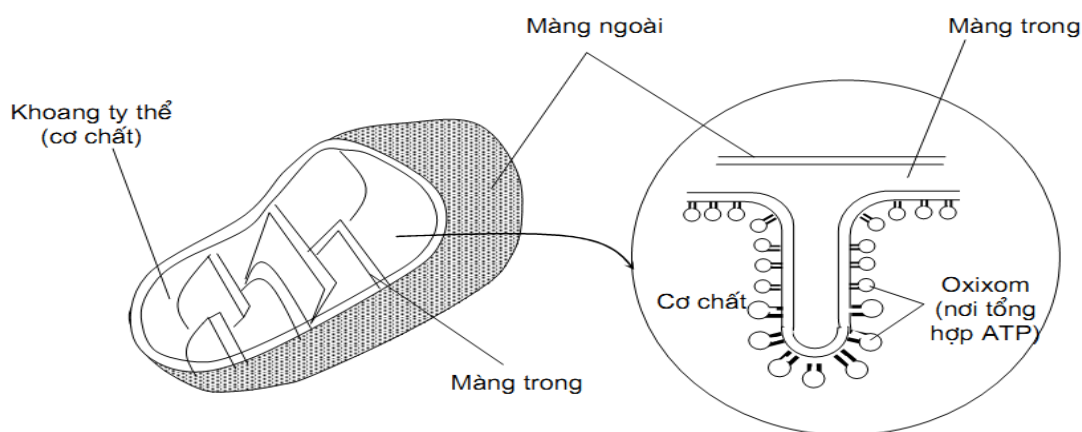
- Hình thái, số lượng và kích thước của ty thể thay đổi rất nhiều phụ thuộc vào loài, các cơ quan khác nhau, các loại tế bào khác nhau và mức độ hoạt động trao đổi chất của chúng. Ty thể có hình que, hình hạt, hình bầu dục, hình cầu,... Kích thước dao động từ 0,2 - 1µm. Số lượng ty thể rất nhiều và dao động từ vài trăm đến vài nghìn ty thể trong một tế bào. Cơ quan nào có hoạt động trao đổi chất mạnh thì có số lượng ty thể nhiều hơn.

- Thành phần hóa học chủ yếu của ty thể là protein, chiếm 70% khối lượng khô, lipid chiếm khoảng 27% và thành phần còn lại là ADN và ARN .

- Cấu trúc của ty thể bao gồm ba yếu tố 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 bao bọc xung quanh ty thể (màng ngoài) có nhiệm vụ bao bọc, bảo vệ

và quyết định tính thấm đối với các chất đi ra, đi vào ty thể. Màng trong của ty thể là thực hiện quá trình phosphoryl hóa để tổng hợp nên ATP cho tế bào. Đối với khoang ty thể là khoảng không gian còn lại chứa đầy chất nền cơ bản (cơ chất) và thực hiện quá trình oxy hóa chất hữu cơ triệt để thông qua chu trình Crebs.

- Ty thể thực hiện chức năng oxy hóa các chất hữu cơ để giải phóng năng lượng tích lũy trong các phân tử ATP. Ngoài ra, ty thể có chứa ribosome, ADN và ARN riêng của mình nên có khả năng tổng hợp protein riêng và thực hiện di truyền tế bào chất (một số tính trạng không di truyền qua nhân mà qua ty thể)



Hình 4.1: Ty thể của thực vật

2.2. Bản chất của hoạt động hô hấp thực vật

Khác với quá trình đốt cháy chất hữu cơ ngoài cơ thể, quá trình oxy hóa trong cơ thể phải trải qua nhiều chặng, bao gồm nhiều phản ứng hóa sinh để cuối cùng giải phóng CO_2 , H_2O và năng lượng dưới dạng ATP.

Có thể phân chia quá trình hô hấp thành hai giai đoạn chính:

- Giai đoạn 1: tách hydro (H_2) ra khỏi cơ chất hô hấp

Giai đoạn này được thực hiện bằng ba con đường khác nhau: đường phân và lên men; đường phân và chu trình Crebs; oxy hóa trực tiếp đường qua chu trình pentozophosphate.

Kết quả cuối cùng của giai đoạn 1 là tách được phân tử hydro ra khỏi cơ chất hô hấp với việc tạo nên các cofecment khử: NADH_2 , FADH_2 và tạo nên một số ATP tự do (2 ATP tự do), đồng thời giải phóng CO_2 vào không khí. Các cofecment khử sẽ tiếp tục bị oxy hóa trong giai đoạn 2 để tạo nên ATP.

+ Con đường hô hấp yếm khí xảy ra ở tế bào chất và tạo ra NADH_2 và ATP

+ Con đường qua chu trình Crebs bắt đầu trong tế bào chất (đường phân) và kết thúc trong khoang của ty thể (chu trình Crebs) và tạo ra NADH_2 , FADH_2 và ATP.

+ Con đường qua chu trình pentozophosphate xảy ra ở tế bào chất và tạo ra NADPH_2

- Giai đoạn 2: ôxy hóa các cofecment khử để tổng hợp ATP

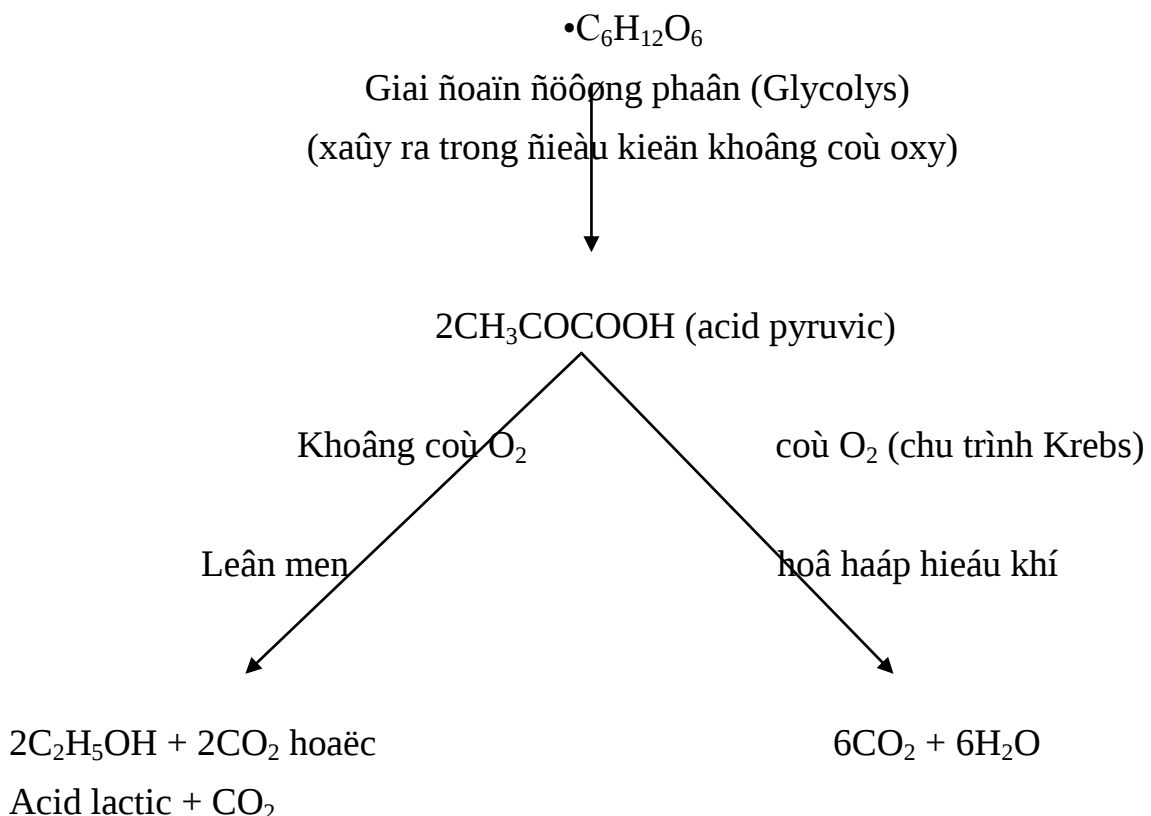
Giai đoạn này xảy ra trên màng trong của ty thể, bao gồm 2 quá trình diễn ra đồng thời và song song nhau: quá trình vận chuyển electron trên chuỗi chuyền điện và quá trình phosphoryl hóa.

3. Quá trình hô hấp của thực vật

3.1. Các con đường biến đổi cơ chất hô hấp.

Trong quá trình hô hấp nhiều cơ chất như glucit, protein, lipid được dùng làm nguyên liệu khởi đầu. Các cơ chất bằng các con đường riêng biến đổi thành các sản phẩm trung gian, từ đó tham gia vào con đường của hô hấp tế bào. Cơ chất chủ yếu của hô hấp tế bào là glucose. Sự biến đổi glucose xảy ra bằng nhiều con đường khác nhau. Tùy điều kiện mà hô hấp tiến hành theo 2 hình thức: hô hấp hiếu khí (gọi tắt là hô hấp) và hô hấp kỵ khí – lên men (thường gọi là lên men).

Mối liên hệ giữa lên men và hô hấp hiếu khí thể hiện qua sơ đồ sau:



Sơ đồ 4.1: Mối liên hệ giữa lên men và hô hấp

3.1.1. Hô hấp hiếu khí.

Hô hấp hiếu khí là quá trình hô hấp có sự tham gia của O_2 , là quá trình hô hấp xảy ra trong môi trường hiếu khí – môi trường có O_2 .

Hô hấp hiếu khí xảy ra trong thực vật với nhiều con đường khác nhau:

Đường phân – Chu trình Krebs

Chu trình pentozo photphat.

Chu trình glyoxilic.

Tuy nhiên, do hô hấp hiếu khí qua đường phân và chu trình Krebs là con đường chính của hô hấp tế bào, xảy ra phổ biến ở mọi sinh vật và mọi tế bào nên trong giáo trình này chỉ trình bày, giới thiệu quá trình hô hấp hiếu khí theo đường phân – chu trình Krebs .

Hô hấp theo con đường này xảy ra qua 3 giai đoạn:

- Đường phân tiến hành trong tế bào chất.
- Krebs tiến hành trong cơ chất ty thể.
- Sự vận chuyển điện tử xảy ra trong màng ty thể.

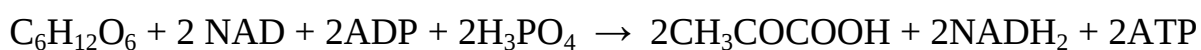
* Đường phân: là giai đoạn phân huỷ phân tử glucose tạo ra axit pyruvic và $NADH_2$. Điểm đặc biệt của quá trình đường phân là không phải phân tử đường tự do phân giải mà phân tử đường đã được hoạt hoá nhờ quá trình photphoryl hoá tạo dạng đường – photphat. ở dạng đường photphat phân tử trở nên hoạt động hơn dễ bị biến đổi hơn.

Đường phân được chia làm 2 giai đoạn, mỗi giai đoạn xảy ra nhiều phản ứng phức tạp:

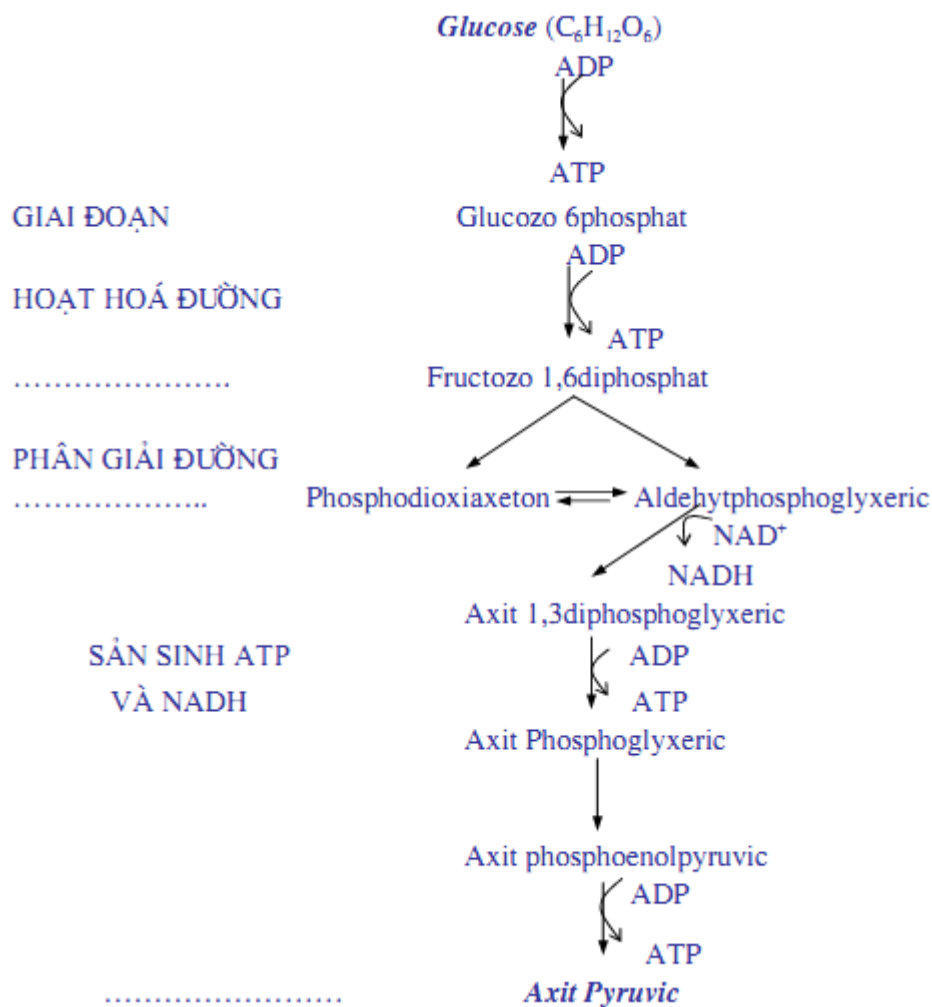
- Giai đoạn đầu tiên là phân cắt đường glucose thành 2 phân tử đường 3C: ALPG và PDA.

- Giai đoạn hai là biến đổi các đường 3C thành Axit pyruvic.

Kết quả của đường phân có thể tóm tắt như sau:

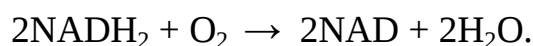


Các phản ứng của đường phân được trình bày theo sơ đồ sau:



Sơ đồ 4.2: Diễn biến quá trình đường phân

Trong hô hấp hiếu khí, axit pyruvic phân huỷ tiếp qua chu trình Krebs còn $2NADH_2$ thực hiện chuỗi hô hấp để tạo $2H_2O$.



Vậy kết quả của chu trình đường phân trong hô hấp hiếu khí sẽ là:



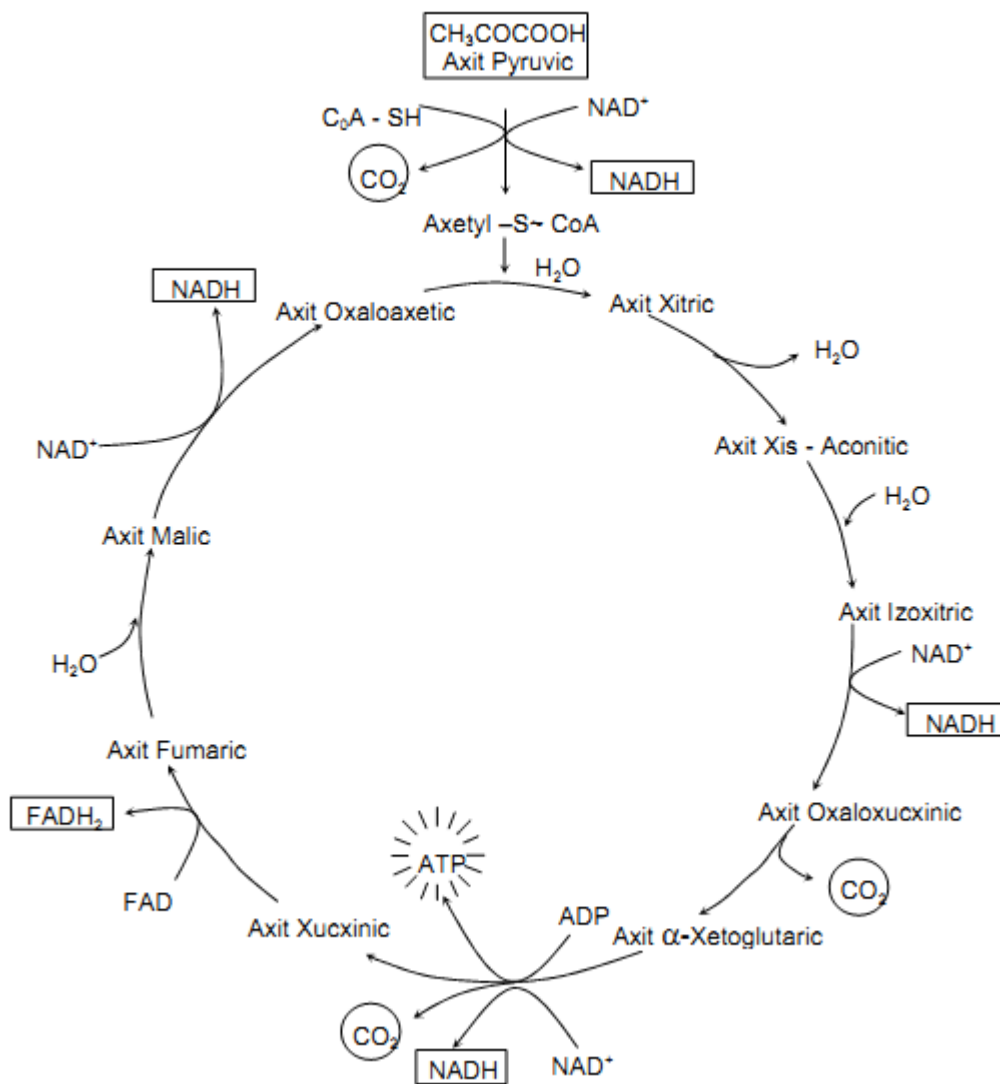
* Chu trình Krebs: Sau khi đường phân phân huỷ glucose tạo ra Axit pyruvic, trong điều kiện hiếu khí Axit pyruvic tiếp tục bị phân huỷ hoàn toàn. Sự phân huỷ này xảy ra theo chu trình được Krebs khám phá từ năm 1937. Đó là chu trình Krebs.

Quá trình phân huỷ axit pyruvic qua chu trình Krebs xảy ra trong cơ chất ty thể nhờ sự xúc tác nhiều hệ enzyme. Bản chất của các phản ứng xảy ra trong chu trình Krebs chủ yếu là decarboxyl hoá và dehydro hoá axit pyruvic.

Chu trình gồm 2 phần:

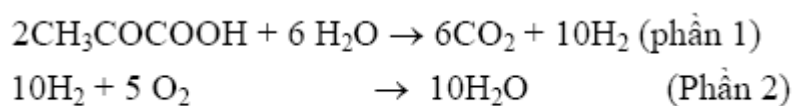
- Phân huỷ axit pyruvic tạo CO_2 và các coenzyme khử.
- Các coenzyme khử thực hiện chuỗi hô hấp để tạo H_2O và tổng hợp ATP.

Cơ chế chu trình được trình bày theo sơ đồ sau:



Sơ đồ 4.3: Chu trình Krebs

Kết quả chu trình là :

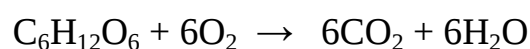


Kết quả chung là $2\text{CH}_3\text{COCOOH} + 5\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Nếu kết hợp với giai đoạn đường phân:



Phương trình tổng quát của hô hấp hiếu khí:



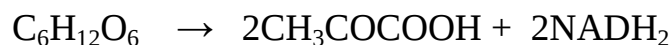
Chu trình Krebs tạo 4NADH₂, 1FADH₂ và 1 ATP. Các coenzyme khử NADH₂ và FADH₂ thực hiện chuỗi hô hấp sẽ tổng hợp ATP:

$$\begin{array}{rcl}
4 \text{ NADH}_2 \times 3 & = & 12 \text{ ATP} \\
1 \text{ FADH}_2 \times 2 & = & 2 \text{ ATP} \\
1 \text{ ATP} & = & 1 \text{ ATP} \\
\hline
& & 15 \text{ ATP}
\end{array}$$

Như vậy cứ 1 acid pyruvic phân huỷ qua chu trình tạo ra được 15 ATP, nên từ 2 Acid pyruvic sẽ tạo được 30 ATP. Trong chặng đường phân tạo ra được 2ATP + 2NADH₂ → 8ATP. Vậy hô hấp hiếu khí cung cấp cho tế bào cao nhất là 38 ATP khi phân huỷ một phân tử glucose.

3.1.2. Hô hấp kỵ khí – lên men.

Hô hấp kỵ khí là quá trình phân huỷ glucose trong điều kiện không có O₂ tham gia. Giai đoạn đầu của hô hấp kỵ khí là đường phân. Tuy nhiên trong hô hấp kỵ khí đường phân chỉ xảy ra giai đoạn phân huỷ glucose thành Axit pyruvic và NADH₂ còn giai đoạn NADH₂ thực hiện chuỗi hô hấp không xảy ra do không có O₂. Bởi vậy kết quả đường phân trong hô hấp kỵ khí là:



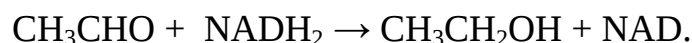
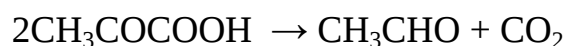
Giai đoạn hai của hô hấp kỵ khí là biến đổi axit pyruvic thành các sản phẩm như etanol, axit lactic, Đây là quá trình lên men. Tùy theo sản phẩm của quá trình mà có các quá trình lên men khác nhau như lên men rượu, lên men lactic

3.1.2.1. Lên men rượu.

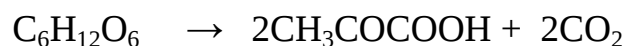
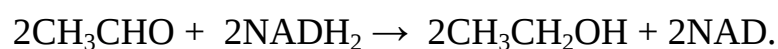
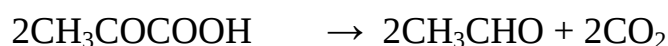
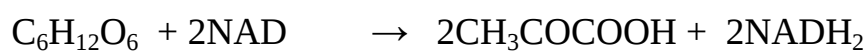
Sự lên men rượu xảy ra qua 3 giai đoạn chính:

- Thủy phân tinh bột thành glucose (nếu cơ chất là tinh bột).
- Đường phân glucose thành axit pyruvic và NADH₂.
- Lên men rượu thật sự.

Giai đoạn lên men rượu xảy ra 2 phản ứng:



Như vậy kết quả chung của toàn bộ quá trình lên men rượu là



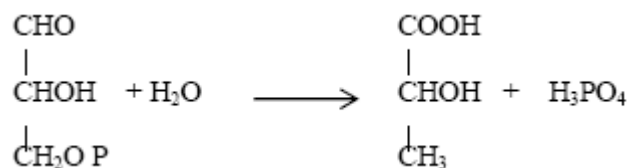
Về mặt năng lượng lên men rượu chỉ tạo ra được 2ATP trong giai đoạn đường phân nên hiệu quả năng lượng rất thấp.

3.1.2.2. Lên men lactic.

Cũng như lên men rượu, lên men lactic là quá trình hô hấp kỵ khí khá phổ biến ở thực vật.

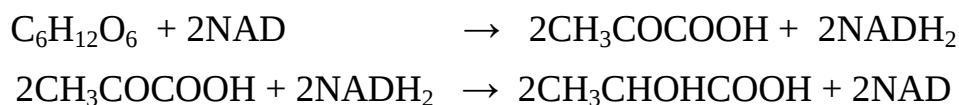
Quá trình lên men lactic xảy ra theo 2 con đường khác nhau:

- Trong giai đoạn đường phân sau khi tạo ALPG, ALPG không bị oxy hoá thành A₁₃PG mà biến đổi trực tiếp thành axit lactic:



Như vậy theo con đường này từ glucose tạo ra 2 axit lactic và tiêu tốn mất 2 ATP trong giai đoạn đầu của đường phân.

- Đường phân tạo ra CH₃COCOOH và NADH₂, NADH₂ khử axit pyruvic thành axit lactic.



Về năng lượng con đường này tạo ra được 2 ATP như trong lên men rượu.

3.2. Trao đổi năng lượng trong hô hấp.

Hô hấp là nguồn cung cấp năng lượng cho các hoạt động sống của cơ thể. Qua hô hấp năng lượng được chuyển từ dạng năng lượng hoá học tích trữ trong các hợp chất hữu cơ khó sử dụng sang dạng năng lượng chứa đựng trong phân tử ATP dễ sử dụng.

Trong quá trình hô hấp sự phân huỷ glucose đã giải phóng năng lượng 674Kcalo/M. Năng lượng này cũng tương đương năng lượng giải phóng ra khi đốt cháy glucose. Tuy nhiên giữa 2 quá trình hô hấp và đốt cháy có nhiều điểm khác nhau:

Trước hết trong quá trình hô hấp chỉ một phần năng lượng hoá học mất đi ở dạng nhiệt còn phần lớn được tích lũy lại trong dạng liên kết cao năng của ATP để cơ thể sử dụng dần. Hiệu quả năng lượng của hô hấp đạt khoảng 50%.

Điểm khác biệt thứ hai là năng lượng giải phóng ra trong quá trình phân huỷ cơ chất hô hấp (glucose) không ô ạt, cùng một lúc như phản ứng đốt cháy mà thải ra từ từ qua nhiều chặng, mỗi chặng năng lượng thải ra một ít giúp cơ thể kịp thời tích lại ở dạng ATP để dự trữ dùng dần khi cần thiết.

Thứ ba, quá trình hô hấp được thực hiện một cách chặt chẽ có hiệu quả nhờ sự tham gia hệ enzyme phân huỷ cơ chất hô hấp và hệ enzyme thực hiện việc tích năng lượng thải ra trong phản ứng phân huỷ cơ chất thành năng lượng của ATP.

Thứ tư của sự khác nhau giữa đốt cháy với hô hấp là hô hấp được thực hiện trong tế bào có cấu trúc chặt chẽ, hợp lý nên hiệu quả năng lượng rất cao. Đặc biệt các thành phần tham gia phân huỷ cơ chất và các thành phần tham gia tích năng lượng vào ATP (enzyme tổng hợp ATP – photphoryl hoá) được sắp xếp theo một cấu trúc hoàn hảo để thực hiện chức năng của nó.

Trao đổi năng lượng trong hô hấp xảy ra dựa trên hoạt động của hệ thống oxi hoá - khử của tế bào.

4. Mối quan hệ giữa hô hấp và hoạt động sống trong cây trồng

4.1. Hô hấp và quang hợp

Hô hấp và quang hợp là hai quá trình sinh lý trung tâm của thực vật. Mối quan hệ giữa hô hấp với quang hợp khá phức tạp. Đó là quan hệ vừa cạnh tranh vừa hỗ trợ lẫn nhau. Hô hấp vừa có lợi vừa có hại cho quang hợp.

Trước hết hô hấp cung cấp bổ sung thêm nguồn năng lượng ATP cho quang hợp, đặc biệt trong trường hợp quá trình photphoryl hoá quang hoá bị ức chế. Hô hấp còn cung cấp các sản phẩm trung gian làm nguyên liệu cho quang hợp.

Bên cạnh những tác dụng tích cực của hô hấp đến quang hợp. Hô hấp cũng gây cản trở đáng kể cho quang hợp. Hô hấp phân huỷ sản phẩm quang hợp làm cho quang hợp biểu kiến giảm mặc dầu quang hợp thực không giảm. Hô hấp còn cạnh tranh nguồn năng lượng ánh sáng với quang hợp (hô hấp sáng) do đó làm giảm bớt nguồn năng lượng của quang hợp.

Mối quan hệ giữa quang hợp và hô hấp có ý nghĩa quyết định quá trình sinh trưởng và phát triển của cây. Việc điều hoà hợp lý mối quan hệ này có ý nghĩa quan trọng trong việc điều khiển sinh trưởng, phát triển của cây. Hạn chế mặt có hại, kích thích mặt có lợi của hô hấp có tác dụng tốt đến sinh trưởng phát triển của cây.

4.2. Hô hấp và sự hấp thu nước và chất dinh dưỡng của cây trồng

Trước hết hô hấp có vai trò quan trọng đối với chức năng hút nước và chất khoáng của rễ.

Hô hấp tạo ra các sản phẩm tham gia trực tiếp vào cơ chế hút khoáng, nước và vận chuyển các chất đó qua màng tế bào rễ. Hô hấp tạo các chất ưa nước giúp cho quá trình hút nước chủ động của rễ thuận lợi, tạo các chất mang, chất nhận giúp quá trình hút chất khoáng chủ động của rễ.

Hô hấp còn cung cấp năng lượng cho quá trình hút các chất khoáng, nước theo cơ chế chủ động.

4.3. Hô hấp và tính chống chịu của cây đối với điều kiện ngoại cảnh bất thuận

- Hô hấp và tính chịu nóng và chịu phân đạm

+ Nhiệt độ cao và thừa đạm có thể dẫn đến cây trồng chết vì trong điều kiện nhiệt độ cao thì protein bị phân hủy và giải phóng NH_3 tích lũy gây độc cho cây. Vì 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.

+ Vai trò của hô hấp là tạo ra các xetoacid để đồng hóa NH_3 làm giảm nồng độ của nó trong cây và cây chịu được nóng cũng như thừa phân đạm. Vì vậy, sự tăng hô hấp khi gặp nóng cũng như bón nhiều phân đạm ở những thực vật chịu nóng và chịu phân đạm có ý nghĩa quan trọng giúp cây chống chịu được với các điều kiện bất thuận.

- Hô hấp và tính chống chịu sâu bệnh – tính miễn dịch của thực vật

+ Khi cây bị bệnh thì hoạt động của hô hấp tăng lên. Hoạt động hô hấp tăng lên là kết quả của sự tăng hô hấp của cây chủ và cả vi sinh vật gây bệnh.

+ Khi cây bị bệnh thì tồn tại hiệu ứng tách rời giữa hô hấp và phosphoryl hóa làm giảm ATP, tăng P vô cơ và đặc biệt năng lượng sản sinh ở dưới dạng nhiệt làm tăng nhiệt độ cơ thể.

+ Hô hấp của cây chủ có tác dụng làm yếu độc tố do vi sinh vật gây bệnh tiết ra bằng cách ôxy hóa chúng và làm giảm hoạt tính của enzyme thủy phân của các vi sinh vật.

+ Hô hấp cung cấp năng lượng để cây trồng có thể chống chịu với sự xâm nhập và hoạt động của 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 hô hấp trong cây bị bệnh là phản ứng tự vệ của cơ thể chống lại các vi sinh vật gây bệnh.

5. Các yếu tố ảnh hưởng đến hô hấp thực vật

5.1. Hàm lượng nước của mô tế bào

Trong hô hấp nước vừa là sản phẩm vừa là nguyên liệu trực tiếp tham gia vào cơ chế hô hấp. Nước còn là dung môi hoà tan các chất để tiến hành các phản ứng trong hô hấp.

Cường độ hô hấp liên quan chặt chẽ đến hàm lượng nước trong tế bào. Ở hạt khô, hàm lượng nước thấp ($\leq 15\%$) hô hấp xảy ra rất yếu ớt. Hô hấp tăng cùng với sự tăng hàm lượng nước trong mô và đạt cực đại hô hấp khi hàm lượng nước trong mô đạt 80-90%.

Khi hàm lượng nước trong mô bị giảm đột ngột (hạn hán, nhiệt độ cao) hô hấp lại tăng mạnh nhưng hiệu quả năng lượng lại thấp. Năng lượng thải ra không tích lại ở dạng ATP mà phần lớn thải ra ở dạng nhiệt làm cho nhiệt độ cơ thể tăng lên có thể dẫn đến hiện tượng chết khô của cây.

5.2. Nhiệt độ

Hô hấp là một chuỗi các phản ứng hoá sinh xảy ra do sự xúc tác của các enzyme. Hoạt tính enzyme lại phụ thuộc vào nhiệt độ nên nhiệt độ có ảnh hưởng đến hô hấp. Trong giới hạn nhiệt độ sinh lý, nhiệt độ càng cao hô hấp càng mạnh. Sự ảnh hưởng của nhiệt độ phụ thuộc nhóm sinh thái: cây chịu nóng có nhu cầu nhiệt độ đối với hô hấp cao hơn nhóm cây chịu rét.

Bảng 4.3. Ngưỡng nhiệt độ của một số cây

Nhiệt độ	Cây hàn đới	Cây ôn đới	Cây nhiệt đới
Tối thiểu	- 40 $\rightarrow$ - 30	-25 $\rightarrow$ -10	1 $\rightarrow$ 10
Tối ưu	-5 $\rightarrow$ + 10	10 $\rightarrow$ 15	25 $\rightarrow$ 30
Tối đa	+15 $\rightarrow$ + 25	30 $\rightarrow$ 35	40 $\rightarrow$ 45

Nhiệt độ không chỉ ảnh hưởng đến cường độ hô hấp mà còn ảnh hưởng đến hiệu quả trao đổi năng lượng trong hô hấp. Nhiệt độ cao làm cho hiệu quả năng lượng giảm.

5.3. Thành phần khí O_2 và CO_2 trong không khí

Thành phần và tỷ lệ các chất khí trong môi trường ảnh hưởng rõ rệt đến hô hấp đặc biệt là thay đổi con đường hô hấp.

Hàm lượng O_2 cao kích thích hô hấp hiếu khí, làm tăng quá trình hô hấp. Ngược lại, hàm lượng O_2 giảm hô hấp giảm và chuyển sang dạng hô hấp kỵ khí. Thường nếu hàm lượng O_2 thấp hơn 5% hô hấp xảy ra theo con đường yếm khí là chủ yếu. Hàm lượng O_2 tối ưu cho hô hấp là 20%. Đối với hàm lượng CO_2 của môi trường lại có tác động ngược lại với O_2 .

Hô hấp không chỉ phụ thuộc hàm lượng CO_2 và O_2 trong môi trường mà còn phụ thuộc vào thành phần khí trong gian bào. Thành phần khí trong gian bào rất khác thành phần khí trong môi trường. Trong gian bào hàm lượng O_2 thấp hơn môi trường (7-18%) còn hàm lượng CO_2 cao hơn trong môi trường (0,9-7,5%). Hàm lượng này thay đổi tùy loài cây, tùy loại mô, Các mô càng nằm sâu trong cơ thể thì hàm lượng khí càng thấp nhất là O_2 . Ở những mô này hàm lượng khí trong gian bào ảnh hưởng đến hô hấp mạnh hơn hàm lượng khí trong môi trường.

Ngoài những yếu tố trên còn nhiều yếu tố khác như các yếu tố vật lý, hoá học, sinh học trong môi trường cũng có ảnh hưởng nhất định đến hô hấp.

5.4. Dinh dưỡng khoáng

Các nguyên tố khoáng, đặc biệt là các nguyên tố vi lượng có ảnh hưởng nhiều mặt đến hô hấp.

Vai trò quan trọng nhất của chất khoáng đối với hô hấp là ảnh hưởng đến hoạt tính hệ enzyme hô hấp. Phần lớn các chất khoáng có tác dụng kích thích hoạt tính các enzyme nên làm tăng hô hấp. Bên cạnh đó cũng có nhiều chất khoáng có tác dụng ức chế hoạt tính enzyme nên giảm hô hấp. Bởi vậy việc điều hoà tỷ lệ chất khoáng hợp lý có ý nghĩa quan trọng trong việc điều chỉnh hô hấp.

BÀI TẬP THỰC HÀNH CHƯƠNG 4: HÔ HẤP CỦA THỰC VẬT

1. Thí nghiệm 1: Phát hiện khí CO₂ hình thành trong hô hấp

1.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Nguyên liệu: Hạt nảy mầm hay lá cây, bông gòn.
- Hóa chất: Nước vôi trong (Ca(OH)₂) hoặc Ba(OH)₂ bão hòa
- Dụng cụ và nguyên liệu: Lọ thủy tinh có thể tích 200 – 300ml có nút cao su vừa khí, nút cao su có 2 lỗ (1 lỗ gắn phễu thủy tinh và lỗ kia gắn ống mao quản hình chữ U), ống nghiệm, cốc đong 400ml.

1.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Khí CO₂ được hình thành từ quá trình hô hấp của thực vật.

Khí CO₂ khi phản ứng với (Ca(OH)₂) hoặc Ba(OH)₂ sẽ tạo thành sản phẩm CaCO₃ hoặc BaCO₃ kết tủa

Phản ứng xảy ra như sau: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Dựa vào phản ứng này để phát hiện CO₂ hình thành trong quá trình hô hấp của thực vật.

1.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Cho vào lọ thủy tinh 30 – 40g hạt nảy mầm. Đậy nút chai có gắn phễu thủy tinh và ống mao quản hình chữ U. Để lọ vào trong tối từ 1 – 2 giờ. Chú ý bịt kín đầu kia của ống mao quản chữ U bằng bông gòn để khí CO₂ không thoát ra ngoài.

Sau thời gian trên, bỏ bông gòn bịt ở đầu ống chữ U và nhúng ngập đầu ống vào miệng ống nghiệm có Ca(OH)₂

Quan sát thấy nước vôi vẩn đục. Điều đó chứng tỏ khí CO₂ đã phản ứng với Ca(OH)₂ để tạo thành nước vôi đục. Khí CO₂ được hình thành trong hô hấp.

Tương tự, thí nghiệm có thể tiến hành với các đối tượng khác nhau như lá cây, rễ, các loại hạt, trái,...

1.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- a. Giải thích tóm tắt của cơ chế khí CO₂ hình thành từ quá trình hô hấp thực vật?
- b. Giải thích kết quả thí nghiệm: vì sao nước vôi đục?
- c. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

2. Thí nghiệm 2: Hiện tượng sinh nhiệt trong hô hấp

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Nguyên liệu: Hạt ngô, lúa, đậu khô và hạt đang nảy mầm; mùn cưa khô
- Dụng cụ: cốc đong 250ml, lọ thủy tinh có thể tích từ 200 – 300ml nắp đậy cao su có đục lỗ, bông gòn, hộp gỗ có thể tích 900 – 1000ml và nhiệt kế thủy tinh

2.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Từ phương trình hô hấp của thực vật cho thấy quá trình hô hấp giải phóng năng lượng. Một phần năng lượng được giải phóng ở trong các liên kết cao năng (ATP, ADP) và một phần năng lượng được giải phóng ở dạng nhiệt. Chính vì vậy, sẽ làm tăng nhiệt độ trong bình thí nghiệm và ta có thể đo được nhiệt độ tăng lên trong hô hấp.

2.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Cho 30 – 40g hạt khô vào lọ thứ nhất và đánh dấu lọ đối chứng. Tiếp tục cho 30 – 40g hạt nảy mầm vào lọ thứ 2 và đánh dấu là lọ thí nghiệm. Sau đó đậy nút cao su có gắn nhiệt kế vào cả hai lọ, cần lưu ý là dùng bông gòn để bịt chặt các lỗ hở khi gắn nhiệt kế. Đặt hai lọ vào thùng gỗ và cho mùn cưa khô vào để lấp đầy (đến cổ chai) 2 chai nhằm giảm sự mất nhiệt trong các 2 lọ thí nghiệm.

Đặt thùng vào chỗ ấm và xác định nhiệt độ ban đầu của 2 lọ. Sau 8 – 10 giờ hoặc trên thời gian trên nữa thì tiến hành quan sát, ghi nhận nhiệt độ của 2 bình thí nghiệm. Ta sẽ thấy nhiệt độ ở lọ đối chứng thấp hơn nhiệt độ ở lọ thí nghiệm. Điều đó chứng tỏ hô hấp đã sinh ra nhiệt và hạt đang nảy mầm tỏa nhiệt mạnh hơn hạt khô.

2.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Tại sao sử dụng hạt khô để làm đối chứng?
- Giải thích tại sao hạt nảy mầm lại tỏa nhiệt mạnh hơn hạt khô?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

3. Thí nghiệm: Xác định hệ số hô hấp

3.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Nguyên liệu: hạt nảy mầm, giấy thấm
- Dụng cụ: Lọ thủy tinh hình trụ hoặc hình cầu có nút cao su. Nút cao su đục 2 lỗ, ống mao quản hình chữ L có chia mm, pipet
- Hóa chất: xanh methylen và KOH 20%
- Thiết bị: đồng hồ bấm giây

3.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Hệ số hô hấp là tỷ số giữa lượng CO_2 thoát ra và lượng O_2 hấp thu vào khi hô hấp. Hệ số hô hấp phụ thuộc vào nguyên liệu hô hấp. Nếu nguyên liệu là glucide thì hệ số hô hấp là 1. Nếu nguyên liệu là các chất có tính oxy hóa cao hơn glucide như các acid hữu cơ hệ số hô hấp lớn hơn 1. Còn nguyên liệu hô hấp là protein hay lipid, có hệ số hô hấp thấp hơn 1.

Qua hệ số hô hấp ta có thể đánh giá được bản chất của chất đã được oxy hóa.

3.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Cho hạt này mầm vào đầy 2/3 lọ thí nghiệm, đặt nút cao su có gắn ống mao quản chữ L và sau đó nhỏ một giọt xanh methylen vào đầu ống mao quản nằm ngang. Theo dõi thấy sự di chuyển của giọt xanh methylen trong ống mao quản, chứng tỏ có sự thay đổi thể tích không khí trong lọ thí nghiệm. Sự thay đổi thể tích không khí trong lọ thí nghiệm phụ thuộc vào hệ số hô hấp của nguyên liệu nghiên cứu. Nếu hệ số hô hấp nhỏ hơn 1 thể tích không khí trong ống nghiệm giảm đi, giọt màu xanh methylen ở mao quản sẽ di chuyển vào phía trong. Còn lúc hệ số hô hấp lớn hơn 1 thì giọt xanh methylen sẽ di chuyển ra phía ngoài. Đánh dấu vị trí ban đầu của giọt xanh methylen đã chuyển rồi khỏi vị trí ban đầu trong thời gian 5 phút. Đánh dấu vị trí này, rồi ghi lại quãng đường giọt xanh methylen chuyển dịch. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần, tính quãng đường trung bình giọt xanh methylen chuyển dịch.

Quãng đường di chuyển của giọt xanh methylen được ký hiệu là A, tương đương với hiệu của thể tích oxy hút vào và thể tích CO_2 thải ra.

$$A = V_{\text{O}_2} - V_{\text{CO}_2}$$

Sau đó mở nút lọ thí nghiệm, dùng kẹp đặt vào phần bên trên trong lọ một mảnh giấy thấm cuộn tròn đã tẩm dung dịch kiềm KOH 20% (giữ giấy trên chén sứ để dung dịch KOH không chảy xuống hạt thí nghiệm). Sau đó, đặt nút cao su có gắn mao quản hình chữ L, rồi nhỏ vào đầu mao quản một giọt xanh methylen. Xác định quãng đường của giọt xanh methylen di chuyển được trong mao quản trong thời gian 5 phút (ký hiệu là B). Thực hiện lại 3 lần và lấy kết quả trung bình. Trong trường hợp này CO_2 thải ra bị KOH hấp thụ và quãng đường B sẽ tương ứng với thể tích oxy tiêu thụ trong quá trình hô hấp:

$$B = V_{\text{O}_2}$$

Từ giá trị A và B có thể tính được trị số hô hấp bằng cách thay thế trị số oxy ở công thức $B = V_{\text{O}_2}$ vào công thức $A = V_{\text{O}_2} - V_{\text{CO}_2}$ thì ta sẽ có trị số V_{CO_2}

$$A = B - V_{\text{CO}_2} \rightarrow V_{\text{CO}_2} = B - A$$

Từ đó suy ra hệ số hô hấp :

$$\frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{O}_2}} = \frac{B - A}{B}$$

3.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

- Giải thích tại sao xytokinine lại có khả năng kéo dài tuổi thọ của cơ quan và cây?
- Theo dõi, so sánh và giải thích kết quả giữa các nồng độ xytokinine trong thí nghiệm?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

CÂU HỎI SỬ DỤNG ĐÁNH GIÁ HỌC TẬP CỦA CHƯƠNG 4

1. Thế nào là hô hấp thực vật? Ý nghĩa của hô hấp trong đời sống thực vật?
2. Về mô phạm ty thể và chú thích? Chức năng của các thành phần cấu tạo của ty thể trong hô hấp?
3. Bản chất hóa học của hô hấp thực vật là gì? Cường độ hô hấp là gì?
4. Trình bày tóm tắt các đường hướng xảy ra trong giai đoạn 1 (giai đoạn tách hydro ra khỏi cơ chất)? Sản phẩm của giai đoạn này là gì?
5. Trình bày tóm tắt các hoạt động xảy ra trong giai đoạn 2 (giai đoạn ôxy hóa coefecment khử trên màng trong ty thể)? Sản phẩm của giai đoạn này là gì?
6. Mối quan hệ giữa hô hấp và quang hợp? Mối quan hệ này được biểu hiện trong quá trình hình thành năng suất cây trồng như thế nào?
7. Vai trò của hô hấp đối với sự hút nước và hút khoáng của cây? Hiểu biết này có ý nghĩa như thế nào trong sản xuất nông nghiệp?
8. Ảnh hưởng của nhiệt độ, hàm lượng nước trong mô và hàm lượng ôxy đến quá trình hô hấp của cây? Vận dụng vào sản xuất?
9. Tại sao cần phải điều chỉnh hô hấp trong bảo quản nông sản phẩm? Các biện pháp khống chế hô hấp trong bảo quản nông sản phẩm?

GHI NHỚ CHƯƠNG 4

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 Crebs, còn hệ thống màng trong của ty thể có nhiệm vụ tổng hợp ATP.

Quá trình phân giải ôxy hóa glucose trong hô hấp trải qua 2 giai đoạn; Giai đoạn thứ nhất là tách hydro ra khỏi cơ chất để hình thành các cofecment khử là NADH_2 , NADPH_2 , FADH_2 và giải phóng CO_2 . Giai đoạn này thực hiện nhờ 3 con đường: đường phân và lên men (xảy ra ở tế bào chất), đường phân và chu trình Crebs (xảy ra ở tế bào chất và khoang ty thể) và ôxy hóa trực tiếp glucose qua trình pentozophosphate (xảy ra ở tế bào chất). Giai đoạn hai là ôxy hóa liên tục các cofecment khử trên màng trong của ty thể liên kết với quá trình phosphoryl hóa để tổng hợp ATP và hình thành nước. Năng lượng sản sinh khi ôxy hóa hoàn toàn 1 phân tử gam glucose có thể đạt từ 32 – 38 ATP.

Cường độ hô hấp và hệ số hô hấp là 2 chỉ tiêu đánh giá của cây. Cường độ hô hấp đánh giá mức độ hô hấp của các giống khác nhau và thay đổi theo giai đoạn sinh trưởng và điều kiện ngoại cảnh. Hệ số hô hấp liên quan đến bản chất nguyên liệu hô hấp và tình trạng hô hấp nên có thể sử dụng để điều chỉnh hô hấp trong bảo quản nông sản phẩm.

Giữa quá trình hô hấp và các hoạt động sinh lý khác xảy ra trong cây có mối quan 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 quá trình hô hấp chủ yếu là nhiệt độ, hàm lượng nước trong mô tế bào và hàm lượng ôxy 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 bất lợi đối với việc bảo quản nông sản dẫn đến làm giảm khối lượng và chất lượng nông sản khi bảo quản. Vì vậy, phải khống chế quá trình hô hấp trong việc bảo quản đối với các nông sản phẩm khác nhau bằng việc khống chế các điều kiện ngoại cảnh như bảo quản ở nhiệt độ thấp bằng kh lạnh, phơi khô hạt hoặc điều chỉnh thành phần khí ôxy, CO_2 và N_2 trong môi trường bảo quản.

CHƯƠNG 5

SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT

Mã chương: MH07-05

Giới thiệu:

Sinh trưởng và phát triển là kết quả hoạt động tổng hợp của tất cả các hoạt động sinh lý xảy ra trong cây. Sinh trưởng và phát triển là hai mặt biến đổi về chất, có quan hệ mật thiết, đan xen nhau được thể hiện trong hai giai đoạn sinh trưởng phát triển dinh dưỡng và sinh trưởng phát triển sinh sản,...

Mục tiêu:

- Trình bày được sự sinh trưởng và phát triển của thực vật.
- Phân tích được cơ chế tác động của một số hormon sinh trưởng để điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây theo hướng có lợi.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung

Chúng ta đã nghiên cứu các hoạt động sinh lý của thực vật, được xem như những chức năng sinh lý riêng biệt như: sự trao đổi nước, quang hợp, hô hấp, dinh dưỡng khoáng và nitơ, sự biến đổi và vận chuyển các chất hữu cơ ở trong cây. Các chức năng sinh lý này xảy ra một cách đồng thời và luôn luôn có mối quan hệ khăng khít ràng buộc với nhau. Kết quả hoạt động tổng hợp của các chức năng sinh lý đó đã làm cho cây lớn lên, ra hoa kết quả rồi già đi và chết, hay nói một cách khác đã làm cho cây sinh trưởng và phát triển. Như vậy sinh trưởng và phát triển là một quá trình sinh lý tổng hợp của cây, là kết quả của toàn bộ các chức năng và quá trình sinh lý của cây.

1.1. Khái niệm về sinh trưởng.

Theo D.A. Xabinin: Sinh trưởng là quá trình tạo mới các yếu tố cấu trúc của cây một cách không thuận nghịch (các thành phần mới của tế bào, tế bào mới, cơ quan mới...) thường dẫn đến tăng về số lượng, kích thước, thể tích, sinh khối của chúng. Tuy nhiên không nên quan niệm sự sinh trưởng chỉ biểu hiện sự biến đổi về lượng một cách đơn thuần, vì không phải bao giờ sự sinh trưởng cũng dẫn đến sự biến đổi về kích thước và khối lượng. Chẳng hạn, lúc tạo yếu tố cấu trúc mới của nhân, tế bào tạm ngừng lớn lên, khi hạt trương nước thì trọng lượng chất khô không tăng, lúc ra hoa cây ngừng sinh trưởng về kích thước... Nói chung sự sinh trưởng của cây được biểu hiện ở những đặc điểm sau:

- Sự tăng về khối lượng và kích thước của cơ thể hoặc của từng cơ quan (sự tăng trưởng chiều cao của thân cây, chiều dài của cành, tăng diện tích của lá, tăng khối lượng quả, hạt...).

- Sự tăng thêm số lượng cơ quan, số lượng tế bào (cây mọc thêm cành, cành ra thêm lá, số lượng tế bào ở mô phân sinh tăng lên...).

- Tăng thể tích của tế bào, đặc biệt là tăng khối lượng chất nguyên sinh (tế bào sau khi phân chia xong thì tiến hành quá trình giãn tế bào để tăng kích thước của tế bào và tăng khối lượng chất nguyên sinh của tế bào).

- Tăng các yếu tố cấu trúc của tế bào (hình thành các bào quan bên trong tế bào).

- Tăng trọng lượng chất khô của cây. Chẳng hạn ở thời kỳ chín hạt cây ngừng tăng về kích thước của các cơ quan, nhưng cây vẫn tích lũy thêm các chất hữu cơ về hạt.

1.2. Khái niệm về phát triển.

Sự phát triển là sự biến đổi chất lượng về sinh lý và hình thái thể hiện trong suốt chu kỳ sống của thực vật từ sự tạo thành hợp tử trên cây mẹ đến sự diệt vong của chúng khi già. Qua đó một lần nữa thấy rằng sự sinh trưởng cũng như sự phát triển không phải là một chức năng sinh lý riêng biệt mà là quá trình tổng hợp của các chức năng sinh lý và hoạt động sống, mà kết quả của quá trình đó đã dẫn đến sự biến đổi vật chất bên trong và ra hoa kết quả.

Theo Ghenken (1960): Sự phát triển là quá trình biến đổi về chất cần thiết xảy ra trong tế bào và quá trình hình thành cơ quan mới mà cây phải trải qua kể từ khi tế bào trứng được thụ tinh cho đến khi hình thành tế bào sinh sản mới.

Theo D.A.Xabinin (1963): Sự phát triển là sự biến đổi chất trong quá trình tạo ra các cấu trúc mới của cơ thể, do đó nó có thể thực hiện được chu kỳ sống của mình.

Theo Bonner (Bonner 1968): Sự phát triển là quá trình biến đổi sâu sắc trong tế bào trứng đã được thụ tinh nhờ sự phân chia liên tục của nó mà có được các kiểu tế bào riêng biệt (phân hóa tế bào) đặc trưng cho cơ thể trưởng thành.

Theo quan điểm của di truyền học hiện đại thì sự phát triển cá thể là quá trình thực hiện dần các chương trình di truyền đã được mã hóa trong phân tử ADN trong quá trình phát triển cá thể. Chính vì vậy không nên coi sự phát triển chỉ là quá trình dẫn đến ra hoa kết quả đơn thuần, mà đó chỉ là một biểu hiện rõ nhất về sinh lý và hình thái của cây mà thôi. Cho nên sự ra hoa, ra quả đó là một biểu hiện rõ nhất của sự phát triển hay còn gọi là biểu hiện đặc trưng của sự phát triển.

2. Các chất điều hòa sinh trưởng, phát triển thực vật

2.1. Khái niệm chung

Các chất điều hòa sinh trưởng và phát triển của thực vật là những chất có bản chất hóa học khác nhau, nhưng đều có tác dụng điều tiết các quá trình sinh trưởng, phát triển của cây từ lúc tế bào trứng thụ tinh phát triển thành phôi cho đến khi cây ra hoa kết quả, hình thành cơ quan sinh sản, cơ quan dự trữ và kết thúc chu kỳ sống của mình. Các hormone thực vật (phytohormone) là những chất hữu cơ có bản chất hóa học rất khác nhau được tổng hợp với một lượng rất nhỏ ở các cơ quan, bộ phận nhất định của cây và từ đó vận chuyển đến tất cả các cơ quan, các bộ phận khác của cây để điều tiết các hoạt động sinh lý, các quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và để đảm bảo mối quan hệ hài hòa giữa các cơ quan, bộ phận trong cơ thể.

Bên cạnh các chất điều hòa sinh trưởng tự nhiên (được tổng hợp ở trong cơ thể thực vật) còn có các chất do con người tổng hợp nên (gọi là các chất điều hòa sinh trưởng nhân tạo). Ngày nay bằng con đường hóa học con người đã tổng hợp nên hàng loạt các chất khác nhau nhưng có hoạt tính sinh lý tương tự với các chất điều hòa sinh trưởng tự nhiên (phytohormone) để điều chỉnh quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng, nhằm tăng năng suất và phẩm chất của cây trồng. Các chất điều hòa sinh trưởng nhân tạo ngày càng phong phú và được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất nông nghiệp.

2.2. Phân loại các chất điều hòa sinh trưởng của thực vật

Các chất điều hòa sinh trưởng, phát triển của thực vật được chia thành hai nhóm có tác dụng đối kháng về sinh lý: các chất kích thích sinh trưởng (stimulator) và các chất ức chế sinh trưởng (inhibitor).

2.2.1. Các chất kích thích sinh trưởng thực vật.

Các chất kích thích sinh trưởng của thực vật là những chất ở nồng độ sinh lý có tác dụng kích thích các quá trình sinh trưởng của cây. Các chất kích thích sinh trưởng thực vật gồm có các nhóm chất: auxin, gibberellin, cytokinine.

2.2.1.1. Auxin:

Năm 1880 Sacleor Đacuyn (Darwin) đã phát hiện ra rằng ở bao lá mầm của cây họ hòa thảo rất nhạy cảm với ánh sáng. Nếu chiếu sáng một chiều thì gây quang hướng động, nhưng nếu che tối hoặc bỏ đỉnh ngọn thì hiện tượng trên không xảy ra. Ông cho rằng ngọn bao lá mầm là nơi tiếp nhận kích thích của ánh sáng.

Năm 1934 giáo sư hóa học Hà Lan Koc (Kogl) đã tách ra một chất từ dịch chiết nấm men có hoạt tính tương tự chất sinh trưởng và năm 1935 Thiman cũng tách được chất này từ nấm *Rhizopus*. Sau đó người ta chiết tách được auxin từ các

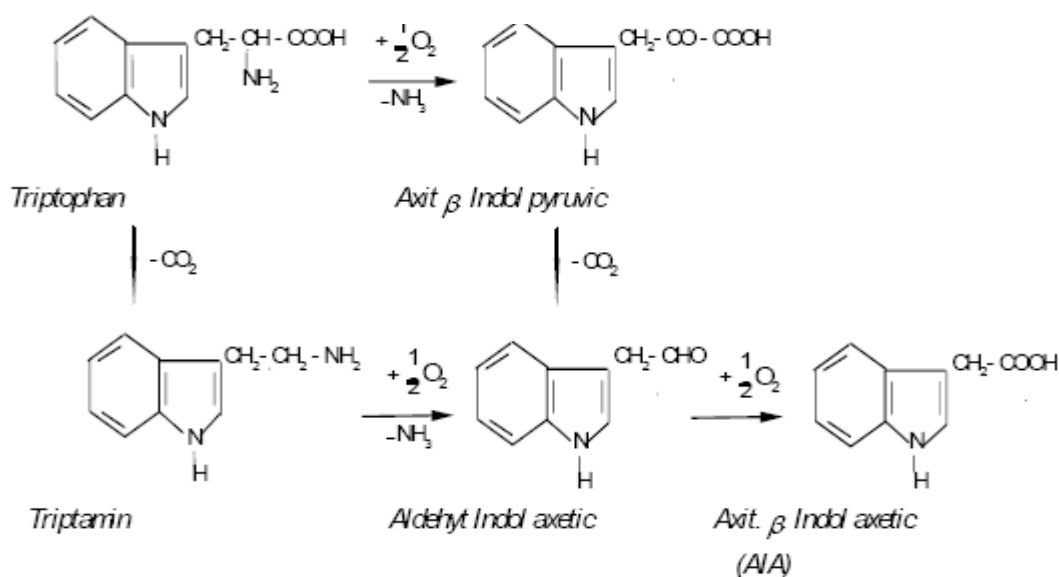
loại thực vật khác nhau (Hagen Smith, 1941, 1942, 1946...) và đã xác định bản chất hóa học của nó là Axit β -Indol Axetic (AIA). Người ta đã khẳng định rằng Axit β -Indol Axetic là dạng auxin chủ yếu, quan trọng nhất của tất cả các loại thực vật, kể cả thực vật bậc thấp và thực vật bậc cao. Wightman (1977) đã phát hiện ra một chất auxin khác có hoạt tính kém hơn nhiều so với Axit β -Indol Axetic là Axit Phenil Axetic (APA).

*** Sự trao đổi chất của auxin**

- Sự tổng hợp AIA: Auxin được tổng hợp ở tất cả các thực vật bậc cao, tảo, nấm và cả ở vi khuẩn. Ở thực vật bậc cao AIA được tổng hợp chủ yếu ở đỉnh chồi ngọn và từ đó được vận chuyển xuống dưới với vận tốc 0,5 - 1,5cm/h. Sự vận chuyển của auxin trong cây có tính chất phân cực rất nghiêm ngặt, tức là chỉ vận chuyển theo hướng gốc. Chính vì vậy mà càng xa đỉnh ngọn, hàm lượng auxin càng giảm dần tạo nên một gradien nồng độ giảm dần của auxin từ đỉnh ngọn xuống gốc của cây. Ngoài đỉnh ngọn ra auxin còn được tổng hợp ở các cơ quan còn non khác như lá non, quả non, phôi hạt đang sinh trưởng, mô phân sinh tầng phát sinh. Quá trình tổng hợp auxin xảy ra thường xuyên và mạnh mẽ ở trong cây dưới xúc tác của các enzyme đặc hiệu. Axit β -Indol Axetic là loại auxin phổ biến trong cây, được tổng hợp từ tryptophan bằng con đường khử amin, cacboxyl và oxy hóa.

Công thức tổng quát của Axit β -Indol Axetic là $C_{10}H_9O_2N$.

- Sự phân hủy auxin: Sự phân hủy auxin cũng là một quá trình quan trọng điều chỉnh hàm lượng auxin trong cây. Auxin sau khi tác dụng có thể bị phân hủy làm mất hoạt tính hoặc trong trường hợp hàm lượng cao và dư thừa auxin có thể bị phân hủy để giảm hàm lượng.



Hình 5.1: quá trình sinh tổng hợp AIA trong cây

Nhờ ba quá trình trao đổi chất tiến hành đồng thời của auxin ở trong cây mà hàm lượng auxin trong cây tương đối ổn định bảo đảm sự sinh trưởng, phát triển của các cơ quan và cơ thể cây hài hòa, không bị rối loạn.

Bằng con đường tổng hợp hóa học, hàng loạt hợp chất có bản chất tương tự auxin lần lượt ra đời và có ý nghĩa quan trọng trong việc điều chỉnh sinh trưởng của cây. Có nhiều chất quan trọng như: α -NAA; IAA; IBA; 2,4D; 2,4,5T...

* Vai trò sinh lý của auxin

Auxin có tác dụng sinh lý đến quá trình sinh trưởng của tế bào, hoạt động của tầng phát sinh, sự hình thành rễ, hiện tượng ưu thế ngọn, tính hướng của thực vật, sự sinh trưởng của quả và tạo quả không hạt...

Auxin kích thích sự sinh trưởng giãn của tế bào, đặc biệt giãn theo chiều ngang của tế bào làm tế bào to về chiều ngang, vì vậy làm cho các bộ phận của cây to về chiều ngang. Auxin hoạt hoá bơm proton, bơm các ion H^+ vào trong màng tế bào làm giảm pH của màng tế bào nên hoạt hóa enzyme phân hủy các polisaccarit liên kết giữa các sợi cellulose làm cho chúng lỏng lẻo và tạo điều kiện cho thành tế bào giãn ra dưới tác dụng của áp suất thẩm thấu của không bào trung tâm. Ngoài ra auxin còn kích thích sự tổng hợp các hợp các cấu tử cấu trúc nên thành tế bào như các chất cellulose, pectin, hemicellulose...

Auxin còn ảnh hưởng đến sự phân chia tế bào, tuy nhiên ảnh hưởng của auxin lên sự giãn và sự phân chia tế bào trong mỗi tác động tương hỗ với các phytohormone khác.

Auxin còn có tác dụng hoạt hóa quá trình sinh tổng hợp các chất như protein, cellulose, pectin và kìm hãm sự phân giải chúng, nhờ thế có thể kéo dài tuổi thọ của các cơ quan, đồng thời làm tăng quá trình vận chuyển vật chất (nước, muối khoáng, chất hữu cơ) ở trong cây, đặc biệt về các cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ của cây.

Auxin gây ra tính hướng động của cây (tính hướng quang và tính hướng địa). Bằng phương pháp sử dụng nguyên tử đánh dấu cho thấy AIA phóng xạ được phân bố nhiều hơn ở phần khuất sáng cũng như ở phần dưới của bộ phận nằm ngang và gây nên sự sinh trưởng không đều ở hai phía cơ quan nên gây tính hướng động của các cơ quan, bộ phận của cây.

Auxin gây hiện tượng ưu thế ngọn: Hiện tượng ưu thế ngọn là một hiện tượng phổ biến ở trong cây. Khi chồi ngọn hoặc rễ chính sinh trưởng sẽ ức chế sinh trưởng của chồi bên và rễ bên. Đây là một sự ức chế tương quan vì khi loại trừ ưu thế ngọn bằng cách cắt chồi ngọn và rễ chính thì cành bên và rễ bên được giải

phóng khỏi ức chế và lập tức sinh trưởng. Hiện tượng này được giải thích rằng auxin được tổng hợp chủ yếu ở ngọn chính và vận chuyển xuống dưới làm cho các chồi bên tích lũy nhiều auxin nên ức chế sinh trưởng. Khi cắt ngọn chính, lượng auxin tích lũy trong chồi bên giảm sẽ kích thích chồi bên sinh trưởng.

Auxin kích thích sự hình thành rễ của cây: Sự hình thành rễ phụ của các cành giâm, cành chiết có thể chia làm ba giai đoạn: Giai đoạn đầu là phản phân hóa tế bào trước tăng phát sinh, tiếp theo là xuất hiện mầm rễ và cuối cùng mầm rễ sinh trưởng thành rễ phụ chọc thủng vỏ và ra ngoài. Để khởi xướng sự phản phân hóa tế bào mạnh mẽ thì cần hàm lượng auxin khá cao. Các giai đoạn sinh trưởng của rễ cần ít auxin hơn và có khi còn gây ức chế. Nguồn auxin này có thể là nội sinh, có thể xử lý ngoại sinh. Vai trò của auxin cho sự phân hóa rễ thể hiện rất rõ trong nuôi cấy mô. Trong kỹ thuật nhân giống vô tính thì việc sử dụng auxin để kích thích sự ra rễ là cực kỳ quan trọng .

Auxin kích thích sự hình thành, sự sinh trưởng của quả và tạo quả không hạt: Tế bào trứng sau khi thụ tinh tạo nên hợp tử và sau phát triển thành phôi. Phôi hạt là nguồn tổng hợp auxin nội sinh quan trọng, khuếch tán vào bầu và kích thích sự sinh trưởng của bầu để hình thành quả. Vì vậy quả chỉ được hình thành khi có sự thụ tinh. Nếu không có quá trình thụ tinh thì không hình thành phôi và hoa sẽ bị rụng. Việc xử lý auxin ngoại sinh cho hoa sẽ thay thế được nguồn auxin nội sinh vốn được hình thành trong phôi và do đó không cần quá trình thụ phấn thụ tinh nhưng bầu vẫn lớn lên thành quả nhờ auxin ngoại sinh. Trong trường hợp này quả không qua thụ tinh và do đó không có hạt.

Auxin kìm hãm sự rụng lá, hoa, quả của cây, vì nó ức chế sự hình thành tầng rời ở cuống lá, hoa, quả vốn được cảm ứng bởi các chất ức chế sinh trưởng. Vì vậy phun auxin ngoại sinh có thể giảm sự rụng lá, tăng sự đậu quả và hạn chế rụng nụ, quả non làm tăng năng suất. Cây tổng hợp đủ lượng auxin sẽ ức chế sự rụng hoa, quả, lá.

2.2.1.2. Gibberellin:

Gibberellin là nhóm phytohormone thứ hai được phát hiện sau auxin. Từ những nghiên cứu bệnh lý “bệnh lúa von” do loài nấm ký sinh ở cây lúa *Gibberella fujikuroi* (nấm *Fusarium moniliforme* ở giai đoạn dinh dưỡng) gây nên.

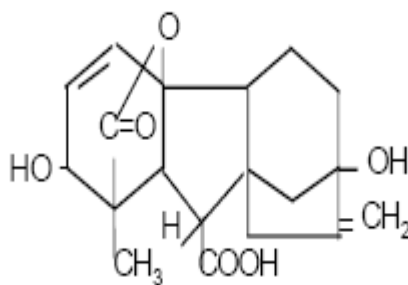
Năm 1926, nhà nghiên cứu bệnh lý thực vật Kurosawa (Nhật Bản) đã thành công trong thí nghiệm gây “bệnh von” nhân tạo cho lúa và ngô.

Yabuta (1934-1938) đã tách được hai chất dưới dạng tinh thể từ nấm lúa von gọi là gibberellin A và B nhưng chưa xác định được bản chất hóa học của chúng.

Năm 1955 hai nhóm nghiên cứu của Anh và Mỹ đã phát hiện ra axit gibberellic ở cây lúa bị bệnh lúa von và xác định được công thức hóa học của nó là $C_{19}H_{22}O_6$.

Năm 1956, West, Phiney, Radley đã tách được gibberellin từ các thực vật bậc cao và xác định rằng đây là phytohormone tồn tại trong các bộ phận của cây. Hiện nay người ta đã phát hiện ra trên 50 loại gibberellin và ký hiệu $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{52}$. Trong đó gibberellin A_3 (GA_3) là axit gibberellic có tác dụng sinh lý mạnh nhất. Người ta đã tìm được gibberellin ở nhiều nguồn khác nhau như ở các loại nấm, ở thực vật bậc thấp và thực vật bậc cao.

Gibberellin được tổng hợp trong phôi đang sinh trưởng, trong các cơ quan đang sinh trưởng khác như lá non, rễ non, quả non... và trong tế bào thì được tổng hợp mạnh ở trong lục lạp. Gibberellin vận chuyển không phân cực, có thể hướng ngọn và hướng gốc tùy nơi sử dụng.



Hình 5.2: Cấu tạo của acid Gibberellic (GA_3)

+ Vai trò sinh lý của gibberellin:

Hiệu quả sinh lý rõ rệt nhất của gibberellin là kích thích mạnh mẽ sự sinh trưởng kéo dài của thân, sự vươn dài của lóng. Hiệu quả này có được là do của gibberellin kích thích mạnh lên pha giãn của tế bào theo chiều dọc. Vì vậy khi xử lý của gibberellin cho cây đã làm tăng nhanh sự sinh trưởng dinh dưỡng nên làm tăng sinh khối của cây. Dưới tác động của gibberellin làm cho thân cây tăng chiều cao rất mạnh (đậu xanh, đậu tương thành dây leo, cây đay cao gấp 2-3 lần). Nó không những kích thích sự sinh trưởng mà còn thúc đẩy sự phân chia tế bào.

Gibberellin kích thích sự nảy mầm, nảy chồi của các mầm ngủ, của hạt và củ, do đó nó có tác dụng trong việc phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ của chúng. Hàm lượng gibberellin thường tăng lên lúc chồi cây, củ, căn hành hết thời kỳ nghỉ, lúc hạt nảy mầm. Trong trường hợp này của gibberellin kích thích sự tổng hợp của các enzyme amilaza và các enzyme thủy phân khác như protease, photphatase... và làm tăng hoạt tính của các enzyme này, vì vậy mà xúc tiến quá trình phân hủy tinh bột thành đường cũng như phân hủy các polime thành monome khác, tạo điều kiện về nguyên liệu và năng lượng cho quá trình nảy mầm. Trên cơ sở đó, nếu xử lý

gibberellin ngoại sinh thì có thể phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ của hạt, củ, căn hành kể cả trạng thái nghỉ sâu.

Trong nhiều trường hợp của gibberellin kích thích sự ra hoa rõ rệt. Ảnh hưởng đặc trưng của sự ra hoa của gibberellin là kích thích sự sinh trưởng kéo dài và nhanh chóng của cụm hoa. Gibberellin kích thích cây ngày dài ra hoa trong điều kiện ngày ngắn (Lang, 1956).

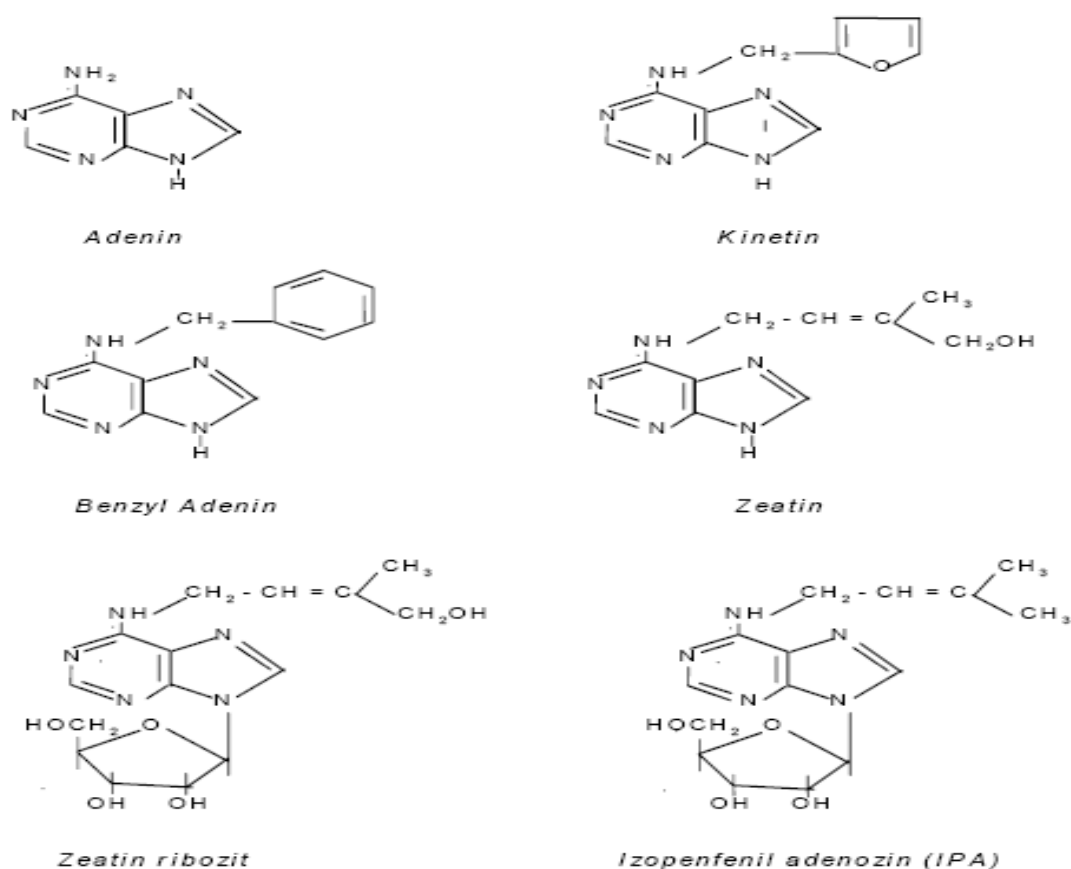
Gibberellin ảnh hưởng đến sự phân hóa giới tính của hoa, ức chế sự phát triển hoa cái và kích thích sự phát triển hoa đực.

Gibberellin có tác dụng giống auxin là làm tăng kích thước của quả và tạo quả không hạt. Hiệu quả này càng rõ rệt khi phối hợp tác dụng với auxin.

2.2.1.3. Cytokinin:

Việc phát hiện ra xytokinin gắn liền với kỹ thuật nuôi cây mô tế bào thực vật. Năm 1955 Miller và Skoog phát hiện và chiết xuất từ tinh dịch cá thu một hợp chất có khả năng kích thích sự phân chia tế bào rất mạnh mẽ trong nuôi cấy mô gọi là kinetin (6- furfuryl -aminopurin - $C_{10}H_9N_5O$).

Letham và Miller (1963) lần đầu tiên đã tách được xytokinin tự nhiên ở dạng kết tinh từ hạt ngô gọi là zeatin và có hoạt tính tương tự kinetin. Sau đó người ta đã phát hiện xytokinin có ở trong tất cả các loại thực vật khác nhau và là một nhóm phytohormone quan trọng ở trong cây. Trong các loại xytokinin thì 3 loại sau đây là phổ biến nhất: Kinetin (6- furfuryl- aminopurin), 6-benzin- aminopurin và zeatin tự nhiên.



Hình 5.3: Cấu tạo của một số chất thuộc nhóm xytokinin

Hiện nay người ta đã phát hiện ra nhiều loại xytokinin trong các bộ phận đang sinh trưởng của cây. Nhiều nghiên cứu khẳng định rằng xytokinin được hình thành chủ yếu trong hệ thống rễ. Ngoài ra một số cơ quan còn non đang sinh trưởng mạnh cũng có khả năng tổng hợp xytokinin như chồi, lá non, quả non, tầng phát sinh.... Người ta cũng đã phát hiện ra kinetin là loại xytokinin có nhiều ở trong nước dừa. Xytokinin được vận chuyển trong cây không phân cực như auxin, có thể vận chuyển theo hướng ngọn và hướng gốc. Xytokinin có thể ở dạng tự do và dạng liên kết tương tự như các phytohormone khác. Ở trong cây chúng bị phân giải dưới tác dụng của enzyme, tạo nên sản phẩm cuối cùng là urê.

Các xytokinin tổng hợp được sử dụng trong kỹ thuật nuôi cấy mô là kinetin và benzyladenin.

+ Vai trò sinh lý của xytokinin:

Vai trò đặc trưng của xytokinin là kích thích sự phân chia tế bào mạnh mẽ. Vì vậy người ta xem chúng như là các chất hoạt hóa sự phân chia tế bào, nguyên nhân là do xytokinin hoạt hóa mạnh mẽ quá trình tổng hợp axit nucleic và protein dẫn đến kích sự phân chia tế bào.

Xytokinin ảnh hưởng rõ rệt lên sự hình thành và phân hóa cơ quan của thực vật, đặc biệt là sự phân hóa chồi. Người ta đã chứng minh rằng sự cân bằng giữa tỷ lệ auxin (phân hóa rễ) và xytokinin (phân hóa chồi) có ý nghĩa rất quyết định trong quá trình phát sinh hình thái của mô nuôi cấy in vitro cũng như trên cây nguyên vẹn. Nếu tỷ lệ auxin cao hơn xytokinin thì kích thích sự ra rễ, còn tỷ lệ xytokinin cao hơn auxin thì kích thích ra chồi. Để tăng hệ số nhân giống, người ta thường tăng nồng độ xytokinin trong môi trường nuôi cấy ở giai đoạn tạo chồi. Ở trong cây rễ là cơ quan tổng hợp xytokinin chủ yếu nên rễ phát triển mạnh thì hình thành nhiều xytokinin và kích thích chồi trên mặt đất cũng hình thành nhiều.

Xytokinin kìm hãm quá trình già hóa của các cơ quan và của cây nguyên vẹn. Nếu như lá tách rời được xử lý xytokinin thì duy trì được hàm lượng protein và chlorophin trong thời gian lâu hơn và lá tồn tại màu xanh lâu hơn. Hiệu quả kìm hãm sự già hóa, kéo dài tuổi thọ của các cơ quan có thể chứng minh khi cành đâm ra rễ thì rễ tổng hợp xytokinin nội sinh và kéo dài thời gian sống của lá lâu hơn. Hàm lượng xytokinin nhiều làm cho lá xanh lâu do nó tăng quá trình vận chuyển chất dinh dưỡng về nuôi lá. Trên cây nguyên vẹn khi bộ rễ sinh trưởng tốt thì làm cho cây trẻ và sinh trưởng mạnh, nếu bộ rễ bị tổn thương thì cơ quan trên mặt đất chóng già.

Xytokinin trong một số trường hợp ảnh hưởng lên sự nảy mầm của hạt và của củ. Vì vậy nếu xử lý xytokinin có thể phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ của hạt, củ và chồi ngủ.

Ngoài ra xytokinin còn có mối quan hệ tương tác với auxin, xytokinin làm yếu hiện tượng ưu thế ngọn, làm phân cành nhiều. Xytokinin còn ảnh hưởng lên các quá trình trao đổi chất như quá trình tổng hợp axit nucleic, protein, chlorophin và vì vậy ảnh hưởng đến các quá trình sinh lý của cây.

2.2.2. Các chất ức chế sinh trưởng thực vật:

Quá trình sinh trưởng và phát triển của cây được đảm bảo bởi hai tác nhân có tác dụng sinh lý đối lập nhau là tác nhân kích thích và tác nhân ức chế. Sự cân bằng giữa các chất kích thích sinh trưởng và các chất ức chế sinh trưởng có ý nghĩa quan trọng trong việc điều hoà sự sinh trưởng, phát triển của cây. Lần đầu tiên Lucuyn (Luckwil, 1952) đã tách được auxin và chất ức chế sinh trưởng bằng phương pháp sắc ký trên giấy. Ngày nay người ta đã phát hiện ra nhiều chất ức chế sinh trưởng được hình thành trong cây và được gọi là các chất ức chế sinh trưởng tự nhiên. Các chất ức chế sinh trưởng tự nhiên phân bố rộng rãi trong các bộ phận của cây. Người ta phát hiện chúng không những ở trong các cơ quan dinh dưỡng

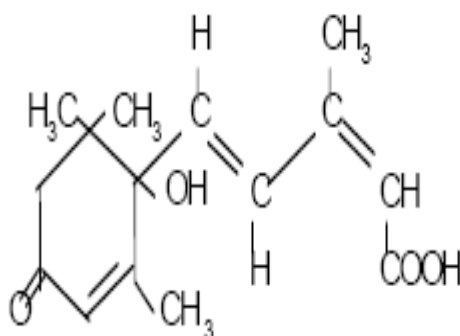
như thân, lá, chồi, rễ mà còn trong các cơ quan sinh sản như hạt, củ, quả... đặc biệt khi các cơ quan này ở trạng thái ngủ nghỉ.

Đặc tính chung của các chất ức chế sinh trưởng tự nhiên là tích lũy nhiều trong các mô, các cơ quan ở thời kỳ ngủ nghỉ. Ức chế sự lớn lên của tế bào, ức chế sự nảy mầm của hạt, sự sinh trưởng của chồi. Kìm hãm sự hoạt động của các chất kích thích sinh trưởng.

Căn cứ vào bản chất hóa học và tác dụng sinh lý người ta chia các chất ức chế sinh trưởng tự nhiên thành ba nhóm: Nhóm các chất có bản chất terpenoit mà đại diện là axit abscisic (ABA), etylen và nhóm các chất có bản chất phenol.

2.2.2.1. Axit abscisic (ABA):

Năm 1961, hai nhà khoa học người Mỹ Liu và Carn đã tách được một chất dưới dạng tinh thể từ quả bông già và khi xử lý cho cuống lá bông non đã gây ra hiện tượng rụng và gọi chất đó là Absisic I.



Hình 5.4: Cấu tạo của acid abxilic (ABA)

B)

Năm 1963, Chkuma và Eddicott đã tách được một chất từ lá già cây đậu ngựa và đặt tên là Absisic II. Vào thời gian này Wareing và các cộng sự cũng đã tách được một chất ức chế có trong các chồi đang ngủ và đặt tên là “Đômin”. Năm 1966, dùng phương pháp quang phổ phân cực đã xác định được bản chất hoá học của chất ức chế này. Năm 1967, hội nghị khoa học quốc tế đã đặt tên cho chất ức chế sinh trưởng này là axit abscisin (AAB) và có công thức hoá học là $C_{15}H_{20}O_4$.

Axit abscisic được tổng hợp ở hầu hết tất cả các bộ phận của cơ thể như rễ, thân, lá, hoa, quả, hạt, củ...và được tổng hợp nhiều trong các bộ phận già và các bộ phận đang ngủ nghỉ của cây. Nó được vận chuyển trong cây không phân cực (vận chuyển đi mọi hướng).

Khi cây gặp điều kiện ngoại cảnh bất lợi như hạn, úng, đói dinh dưỡng, bị thương tổn, bị bệnh... thì hàm lượng axit abscisic ở trong cây tăng lên làm cho cây mau già.

+ Vai trò sinh lý của axit abscisic:

Axit abscisic kích thích sự xuất hiện và nhanh chóng hình thành tầng rời ở phần cuống, điều chỉnh sự rụng của các cơ quan của cây, vì vậy ở các bộ phận già sắp rụng chứa nhiều axit abscisic.

Trong các cơ quan đang ngủ nghỉ, hàm lượng axit abscisic tăng gấp 10 lần so với thời kỳ sinh trưởng. Sự ngủ nghỉ kéo dài cho đến khi nào hàm lượng axit abscisic trong cơ quan ngủ nghỉ giảm đến mức tối thiểu. Do vậy từ trạng thái ngủ nghỉ chuyển sang trạng thái nảy mầm có sự biến đổi tỷ lệ giữa axit abscisic và gibberellin ở trong các cơ quan.

Axit abscisic có chức năng điều chỉnh sự đóng mở của khí khổng. Xử lý axit abscisic ngoại sinh cho lá làm khí khổng đóng lại nhanh chóng, vì vậy mà làm giảm sự thoát hơi nước của lá. Chức năng điều khiển sự đóng mở khí khổng có liên quan đến sự vận động nhanh chóng của ion K^+ . Axit abscisic gây cho tế bào đóng tạo nên “lỗ thùng” K^+ , mất sức trương và khí khổng đóng lại. Xử lý axit abscisic ngoại sinh làm khí khổng đóng lại để hạn chế sự thoát hơi nước qua khí khổng, giảm sự mất nước của lá.

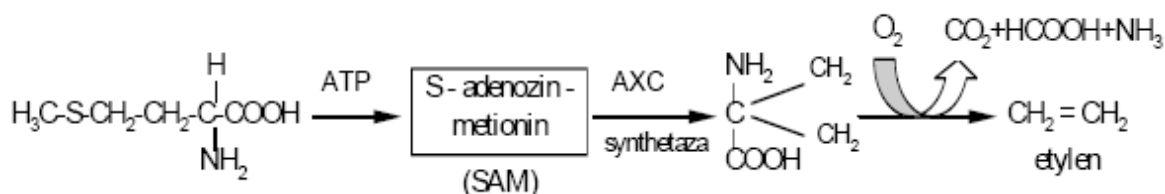
Axit abscisic được xem là một hormone của “Stress” vì khi gặp các điều kiện ngoại cảnh bất lợi thì hàm lượng của nó tăng lên và tăng tính chống chịu của cây. Ví dụ khi gặp hạn hàm lượng axit abscisic trong lá tăng nhanh làm khí khổng đóng lại làm giảm sự thoát hơi nước của cây. Đây là một hình thức thích nghi của cây trong điều kiện khô hạn.

Axit abscisic còn được xem như là một hormone của sự già hóa, mức độ già hóa của cơ quan gắn liền với sự tăng lượng axit abscisic. Trong chu kỳ sống, ở thời kỳ cây bắt đầu ra hoa tạo quả, hạt, củ... hàm lượng axit abscisic tăng lên cho đến giai đoạn cuối. Vì vậy, sau khi cây ra hoa thì cây mau già và rút ngắn chu kỳ sống của mình.

Axit abscisic ức chế sự tổng hợp axit nucleic trong tế bào, ức chế quá trình tổng hợp protein, từ đó ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng phát triển của cây, làm cây mau già và rút ngắn chu kỳ sống.

2.2.2.2. Etylen ($CH_2 = CH_2$):

Etylen là một chất khí đơn giản kích thích sự chín của quả. Năm 1917, khi nghiên cứu quá trình chín của quả thấy có xuất hiện etylen. Từ năm 1933-1937 nhiều nghiên cứu khẳng định nó được sản xuất trong một số nguyên liệu thực vật, đặc biệt là trong thịt quả. Năm 1935, Crocker và một số cộng sự người Mỹ cho rằng etylen là hormone của sự chín. Sau đó bằng các phương pháp phân tích cực nhạy đã được phát hiện ra etylen có trong tất cả các mô của cây và là một sản phẩm tự nhiên của quá trình trao đổi chất trong cây.



+ Vai trò sinh lý của Etylen:

Etylen có tác dụng làm quả mau chín. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh etylen gây nên hai hiệu quả sinh hóa trong quá trình chín của quả: Gây nên sự biến đổi tính thấm của màng trong các tế bào thịt quả, dẫn đến sự giải phóng các enzyme vốn tách rời do màng ngăn cách, có điều kiện tiếp xúc dễ dàng và gây nên những phản ứng có liên quan đến quá trình chín như enzyme hô hấp, enzyme biến đổi độ chua, độ mềm của quả.... Mặt khác etylen có ảnh hưởng hoạt hóa lên sự tổng hợp các enzyme mới gây những biến đổi trong quá trình chín. Etylen là hormone xúc tiến sự chín quả, được sản sinh mạnh trong quá trình chín và rút ngắn thời gian chín của quả.

Etylen cùng tương tác với axit absixic gây sự rụng của lá, hoa, quả. Etylen hoạt hóa sự hình thành tế bào tầng rời ở cuống của các bộ phận bằng cách kích thích sự tổng hợp các enzyme phân hủy thành tế bào (xenlulase) và kiểm tra sự giải phóng các cellulose của thành tế bào. Etylen có tác dụng sinh lý đối kháng với auxin, vì vậy sự rụng của các cơ quan phụ thuộc vào tỷ lệ auxin/etylen. Nếu tỷ lệ này cao thì ngăn ngừa sự rụng, còn tỷ lệ này thấp thì ngược lại.

Etylen kích thích sự ra hoa của một số thực vật, nếu xử lý etylen hoặc các chất có bản chất tương tự như etylen (axetylen) có tác dụng kích thích dưa, xoài ra hoa trái vụ, tăng thêm một vụ thu hoạch.

Etylen có tác dụng đối kháng với auxin. Trong tế bào các bộ phận của cây, nếu tỷ lệ auxin/etylen cao sẽ làm cho các bộ phận cây sinh trưởng tốt, cây lâu già và ngược lại. Etylen ảnh hưởng đến sự phân hóa rễ bất định của các cành giâm, cành chiết. Xử lý etylen kết hợp với auxin cho hiệu quả cao hơn việc xử lý auxin riêng rẽ.

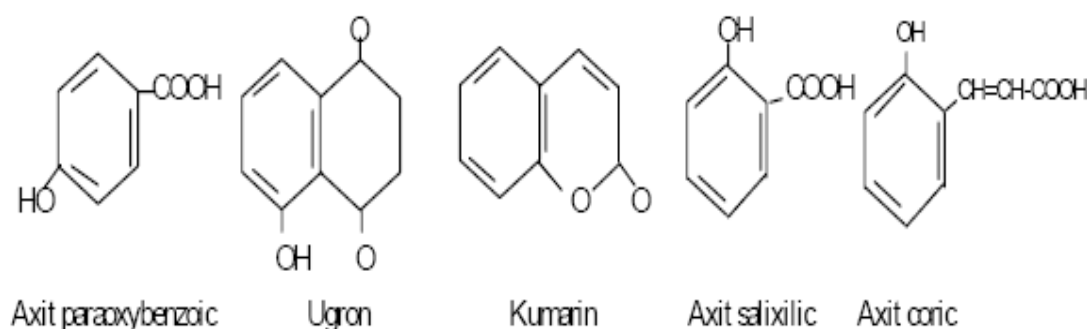
Etylen còn gây hiệu quả sinh lý lên nhiều quá trình sinh lý khác nhau như gây nên tính hướng của cây, ức chế sự sinh trưởng của chồi bên, xúc tiến sự vận chuyển của auxin, tăng tính thấm của màng.

2.2.2.3. Nhóm các chất có bản chất phenol:

Các hợp chất có bản chất phenol trong cây là sản phẩm trao đổi chất, có tác dụng ức chế quá trình trao đổi chất và ức chế sự sinh trưởng của cây. Trong cây chúng thường ở dạng liên kết với glucit tạo nên các glucosit làm mất tác dụng ức

chế của nó. Khi ở trạng thái tự do chúng có tác dụng ức chế các quá trình trao đổi chất trong cây.

Nhóm các chất có bản chất phenol bao gồm rất nhiều chất khác nhau. Các đại diện của nhóm này gồm các chất như: Axit paraoxybenzoic, ugron, kumarin, axit salixilic, axit coric, axit paracumaric, esculetin...



Hình 5.5: một số hợp chất có bản chất phenol ở trong cây **ây**

Vai trò sinh lý chủ yếu của các hợp chất có bản chất phenol là hoạt hóa enzyme phân hủy auxin AIA-oxidase làm giảm hàm lượng auxin ở trong cây, do đó kìm hãm sự giãn của tế bào và ức chế sự sinh trưởng của các cơ quan bộ phận trong cây; Xúc tiến hình thành lignin làm tế bào hóa gỗ nhanh. Cùng với axit absixic các chất có bản chất phenol ảnh hưởng đến sự ngủ nghỉ của cây, ức chế sự nảy chồi của cây... Tuy nhiên, vai trò kìm hãm của chúng đối với sự sinh trưởng của cây không có ý nghĩa quyết định.

2.2.2.4. Các chất ức chế sinh trưởng nhân tạo:

Xuất phát từ nhu cầu thực tế sản xuất, bằng con đường công nghiệp người ta đã tổng hợp được nhiều chất có tác dụng ức chế sự sinh trưởng của cây trồng một cách mạnh mẽ. Điều đó có ý nghĩa rất lớn trong việc điều khiển sự sinh trưởng, phát triển của cây trồng. Các hợp chất này đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất nông nghiệp nhằm tăng năng suất cây trồng.

Căn cứ vào khả năng tác dụng ức chế sinh trưởng của chúng mà được sử dụng vào các mục đích khác nhau như làm chậm sự sinh trưởng của cây, ức chế sự tổng hợp và vận chuyển của auxin, xúc tiến sự ra hoa...

* CCC (CloColinClorít): CCC được xem là chất đối kháng với gibberellin vì nó kìm hãm sự tổng hợp gibberellin. Vì vậy CCC ức chế sự giãn của tế bào, ức chế sự sinh trưởng chiều cao của cây, làm cho cây lùn, có tác dụng chống đổ cho cây. CCC được ứng dụng trong sản xuất lúa mì.

CCC làm tăng sự hình thành chlorophin, xúc tiến sự ra hoa kết quả sớm và không gây độc. Sử dụng CCC có thể phun lên cây hoặc bón vào đất, tốc độ thẩm nhanh, chúng tồn tại trong cây một vài tuần rồi bị phân hủy mất hoạt tính.

* MH (Malein - Hydrazit): MH là chất kháng auxin vì nó kích thích hoạt tính của AIA- oxidaza. MH là một chất ức chế sinh trưởng mạnh, nó kìm hãm sự nảy mầm của chồi và hạt và kéo dài thời gian ngủ nghỉ của các bộ phận của cây. Chúng được sử dụng rộng rãi trong việc bảo quản một số các loại củ. MH ức chế sự sinh trưởng không cần thiết của một số cây trồng, làm thui hoa và ức chế sự sinh trưởng của chồi bên nên được sử dụng hiệu quả trong nghề trồng thuốc lá để tránh ngắt hoa bằng tay. MH xúc tiến sự hóa già nhanh làm khô và rụng lá nên có thể sử dụng để thu hoạch cơ giới, chẳng hạn như thu hoạch cây bông.

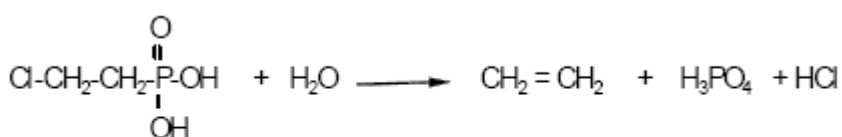
MH là chất ức chế quá trình tổng hợp axit nucleic, do đó phá hủy sự tổng hợp ADN, ARN và kìm hãm sự phân chia tế bào.

* TIBA (Tri - Iôt - Benzoic - Axit)

TIBA là một chất ức chế sinh trưởng có tác dụng kháng auxin do tác dụng kìm hãm sự vận chuyển auxin trong cây, làm giảm ưu thế ngọn, làm chậm sinh trưởng của chồi ngọn và xúc tiến sự phân cành. Nó còn xúc tiến sự ra hoa và sự hình thành củ.

* ACEP (Acid - Clo - Etyl - Photphoric)

Các chế phẩm của ACEP có tên là Ethrel hay Ethepon. Ethrel được sử dụng hết sức rộng rãi để kích thích sự chín của các loại quả, làm quả chín đồng loạt tạo điều kiện cho việc thu hoạch cơ giới. ACEP ức chế sinh trưởng chiều cao của cây và tăng sự phân cành, kích thích sự chín của thuốc lá, màu sắc đẹp và phẩm chất thuốc lá tăng. Ethrel còn tăng sự tiết nhựa mủ cao su, tăng tỷ lệ hoa cái ở bầu bí. Ethrel khi phun lên cây nó xâm nhập vào tế bào bị phân hủy và giải phóng etylen.



Sơ đồ 5.1: Sự hình thành etylen từ ACEP (ethrel)

* ADHS (A xit Dimetyl Hydrazit Succinic)

ADHS có hiệu quả rõ rệt lên sự ra hoa kết quả của cây, ức chế sự sinh trưởng và làm tăng khả năng chống lốp đổ của cây...

2.3. Tầm quan trọng của các chất điều hòa sinh trưởng

Để thấy được tầm quan trọng của chất điều hòa sinh trưởng đối với đời sống của cây, ta hãy so sánh với hormone động vật. Hormone động vật là những chất đặc hiệu và nhờ quá trình tuần hoàn của máu để mang các chất đặc hiệu này đến các cơ quan và tham gia vào quá trình sinh trưởng, phát dục và hoạt động sinh lý.

Tuy nhiên các hoạt động ở cơ thể động vật được điều khiển bởi hệ thần kinh. Trong khi đó thực vật không có hệ thần kinh, mọi hoạt động sinh trưởng và phát triển cũng như việc duy trì mối quan hệ hài hòa giữa các cơ quan, bộ phận trong một chỉnh thể thống nhất được điều hòa bằng các hormone thực vật. Từ đó chúng ta có thể thấy rằng hormone thực vật đóng vai trò quan trọng hơn nhiều so với hormone động vật trong việc điều chỉnh các quá trình sinh trưởng và phát triển diễn ra trong cơ thể thực vật.

Hormone thực vật có trong mọi tế bào, mọi cơ quan của thực vật. Trong quá trình sinh trưởng và phát triển, đặc biệt là trong quá trình hình thành các cơ quan như thân, lá, rễ, hoa, quả... đều có sự tham gia đồng thời của nhiều loại hormone, hay nói cách khác là bởi sự cân bằng của các hormone trong chúng quyết định.

Sự cân bằng hormone quan trọng nhất quyết định quá trình sinh trưởng phát triển của cây là sự cân bằng giữa các chất kích thích sinh trưởng và chất ức chế sinh trưởng. Các chất kích thích sinh trưởng được sản xuất chủ yếu trong các cơ quan còn non như chồi non, lá non quả non, rễ non, phôi... và chi phối sự sinh trưởng và hình thành các cơ quan dinh dưỡng. Trong khi đó các chất ức chế được hình thành và tích lũy chủ yếu trong các cơ quan trưởng thành, cơ quan sinh sản và cơ quan dự trữ. Chúng gây ảnh hưởng ức chế lên toàn cây và chuyển cây vào giai đoạn hình thành cơ quan sinh sản, cơ quan dự trữ, gây nên sự già hóa và chết.

Trong quá trình phát triển của cây từ khi cây sinh ra đến khi cây chết thì sự cân bằng hormone trong chúng diễn ra theo quy luật là các ảnh hưởng kích thích (chất kích thích sinh trưởng) giảm dần và ngược lại các ảnh hưởng ức chế (chất ức chế sinh trưởng) tăng dần. Sự cân bằng giữa hai tác nhân kích thích và ức chế chính là thời điểm cây chuyển giai đoạn từ sinh trưởng dinh dưỡng sang sinh trưởng sinh sản mà biểu hiện là sự hình thành hoa. Bên cạnh đó, với bất kỳ một hiện tượng sinh trưởng và phát triển nào cũng đều được điều chỉnh bởi sự cân bằng giữa hai hay nhiều hormone quyết định. Ví dụ sự nảy mầm của hạt, củ được điều chỉnh bởi tỷ lệ giữa gibberellin và Acid abscisic, hoa quả từ xanh sang chín được điều chỉnh bởi sự cân bằng giữa auxin và ethylen hoặc tỷ lệ auxin/xytokinin quyết định hiện tượng ưu thế ngọn... dựa trên sự cân bằng đó mà con người có thể điều chỉnh chúng theo hướng có lợi cho mình.

Một số ứng dụng của các chất điều hòa sinh trưởng trong trồng trọt như sau.

* Kích thích sinh trưởng của cây, tăng chiều cao, tăng sinh khối và tăng năng suất cây trồng.

Trong sản xuất nông nghiệp mục đích cuối cùng là nâng cao sản lượng cơ quan thu hoạch. Khi sử dụng các chất điều hòa sinh trưởng với nồng độ thấp sẽ có

tác dụng kích thích sự sinh trưởng, tăng lượng chất khô dự trữ, nên làm tăng thu hoạch. Trong lĩnh vực ứng dụng này có thể sử dụng các chất như gibberellin (GA), axit ∞ -naphtin axêtic (∞ -NAA). Đặc biệt sử dụng GA đem lại hiệu quả cao đối với những cây lấy sợi, lấy thân lá vì nó có tác dụng lên toàn bộ cơ thể cây làm tăng chiều cao cây và chiều dài của các bộ phận của cây. Phun dung dịch GA nồng độ 20 - 50 ppm cho cây đay có thể làm tăng chiều cao gấp đôi mà chất lượng sợi đay không kém hơn. Đối với các cây rau việc tăng sinh khối có ý nghĩa quan trọng, người ta thường phun GA cho bắp cải, rau cải các loại với nồng độ dao động trong khoảng 20 -100 ppm làm tăng năng suất rõ rệt. Xử lý GA cho cây chè có tác dụng có tác dụng làm tăng số lượng búp và số lá của chè, khi phun với nồng độ 0,01% có thể làm tăng năng suất chè lên 2 lần, trong một số trường hợp có thể tăng năng suất lên 5 lần.

* Kích thích sự hình thành rễ của cành giâm, cành chiết.

Phương pháp nhân giống vô tính đối với các loại cây trồng là một phương pháp nhân giống phổ biến trong trồng trọt. Trong giâm cành và chiết cành của các loại cây như cây ăn quả, cây công nghiệp, cây cảnh, cây thuốc thường sử dụng các chất kích thích sinh trưởng. Việc sử dụng một số các chất kích thích sinh trưởng đã nâng cao hiệu quả rõ rệt vì nó kích thích sự phân chia tế bào của mô phân sinh tượng tầng để hình thành mô sẹo (callus) rồi từ đó hình thành rễ mới. Để xử lý ra rễ người ta thường dùng các chất như: Axit β - indol axetic (IAA); Axit β -indol butiric (AIB); ∞ -NAA; 2,4-D; 2,4,5-T... Nồng độ sử dụng tùy thuộc vào phương pháp ứng dụng, đối tượng sử dụng và mùa vụ.

Hiện nay có 2 phương pháp chính xử lý cho cành giâm và cành chiết.

- Phương pháp xử lý ở nồng độ đặc hay phương pháp xử lý nhanh. Nồng độ chất kích thích dao động từ 1.000 - 10.000 ppm. Với cành dâm thì nhúng phần gốc vào dung dịch từ 3-5 giây, rồi cắm vào giá thể. Phương pháp xử lý nồng độ đặc có hiệu quả cao hơn cả đối với hầu hết các đối tượng cành giâm và nồng độ hiệu quả cho nhiều loại đối tượng là 4.000 - 6.000 ppm. Với cành chiết thì sau khi khoanh vỏ, tẩm bông bằng dung dịch chất kích thích đặc rồi bôi lên trên chỗ khoanh vỏ, nơi sẽ xuất hiện rễ bất định. Sau đó bó bầu bằng đất ẩm. Phương pháp này có ưu điểm là hiệu quả cao vì gây nên “cái xóc sinh lý” cần cho giai đoạn đầu của sự xuất hiện rễ.

- Xử lý ở nồng độ loãng - xử lý chậm. Nồng độ chất kích thích sử dụng từ 20 - 200 ppm tùy thuộc vào loài và mức độ khó ra rễ của cành giâm. Đối với cành giâm thì ngâm phần gốc của cành vào dung dịch từ 12 - 24 giờ, sau đó cắm vào giá thể. Với phương pháp này thì nồng độ hiệu quả là 50 - 100 ppm. Đối với cành chiết thì trộn dung dịch vào

đất bó bầu để bó bầu cho cành chiết. Ví dụ có thể dùng 2,4 - D để chiết nhãn với nồng độ 20ppm và chiết cam, quýt với nồng độ 10 -15ppm cho kết quả tốt. Việc xác định nồng độ và thời gian xử lý thích hợp từng loại chất điều hòa sinh trưởng trên từng loại cây trồng trong việc giâm, chiết cành cần được nghiên cứu một cách kỹ lưỡng mới cho kết quả tốt. Thời vụ giâm và chiết cành tốt nhất là vào mùa xuân sang hè (tháng 3,4,5) và mùa thu (tháng 9,10).

* Tăng sự đậu quả và tạo quả không hạt.

Sau quá trình thụ phấn, thụ tinh thì quả bắt đầu được hình thành và sinh trưởng nhanh chóng. Sự lớn lên của quả là do sự phân chia tế bào và đặc biệt là sự giãn nhanh của tế bào trong bầu. Sự tăng kích thước, thể tích của quả một cách nhanh chóng là đặc trưng sự sinh trưởng của quả. Sự sinh trưởng nhanh chóng như vậy là do được điều chỉnh bằng phytohormone được sản sinh trong phôi hạt. Hạt được hình thành là do quá trình thụ phấn, thụ tinh xảy ra. Nếu chúng ta xử lý auxin và gibberellin ngoại sinh cho hoa trước khi thụ phấn thụ tinh thay nguồn phytohormone nội sinh từ phôi thì quả sẽ được hình thành mà không cần thụ tinh, trong trường hợp này quả sẽ không có hạt. Người ta thường dùng các chất kích thích như α -NAA, GA... phun cho hoa mới nở thì có thể loại bỏ được sự thụ phấn, thụ tinh mà quả vẫn lớn được. Vì vậy làm cho quả lớn lên nhưng không có hạt hoặc ít hạt, năng suất cao và phẩm chất tốt. Nồng độ sử dụng tùy thuộc vào các chất khác nhau và các loài khác nhau. Có thể tạo ra quả không hạt đối với nhiều đối tượng cây trồng như cà chua, nho, cam, quýt, ổi, dưa hấu, dưa chuột... Chẳng hạn phun α -NAA nồng độ 10 - 20 ppm cho cà chua, phun GA cho nho hai lần trong thời kỳ ra hoa rộ và hình thành bầu quả với nồng độ 0,01 - 0,02% (100 - 200 ppm) làm tăng kích thước và trọng lượng quả. Phun GA cho cây trồng thuộc họ cam, chanh trong giai đoạn nở hoa với nồng độ dung dịch 0,025 - 0,1% làm tăng năng suất và phẩm chất quả (vỏ mỏng, màu đẹp, hàm lượng vitamin C tăng). Với táo có thể dùng GA nồng độ 400 ppm hoặc phối hợp giữa GA (250 ppm) với auxin (10 ppm).

Việc xử lý tạo quả không hạt có ý nghĩa quan trọng trong việc làm tăng phẩm chất của quả, đặc biệt là các loại quả chứa nhiều thịt quả.

* Ngăn ngừa sự rụng nụ, hoa và quả.

Để tăng năng suất cây trồng, bên cạnh biện pháp xúc tiến hình thành quả, cần ngăn ngừa hiện tượng rụng nụ, hoa và quả non. Nguyên nhân của hiện tượng này là khi quả sinh trưởng nhanh thì hàm lượng auxin nội sinh từ hạt không đủ để cung cấp cho quả lớn. Nếu gặp một số điều kiện bất thuận thì sự tổng hợp axit abxixic và etylen tăng nhanh làm cho sự cân bằng hormone thuận lợi cho sự rụng, tăng rồi xuất hiện nhanh chóng.

Để ngăn chặn sự hình thành tầng rời thì phải bổ sung thêm auxin ngoại sinh. Người ta sử dụng các chất điều hòa sinh trưởng như α -NAA, GA, SADH cho cây. Nồng độ xử lý thích hợp phụ thuộc vào từng loại chất và loại cây trồng. Để ngăn chặn giai đoạn rụng quả non người ta phun lên hoa hoặc quả non của nho dung dịch GA với nồng độ từ 1- 20 ppm. Đối với lê phun α -NAA với nồng độ 10 ppm hoặc SADH 1000 ppm đều có hiệu quả tốt trong việc ngăn chặn sự rụng của quả trước và lúc thu hoạch. Đối với táo xử lý α -NAA nồng độ 20 ppm vào lúc quả có biểu hiện bắt đầu rụng thì kéo dài thời gian tồn tại của quả trên cây thêm một số ngày nữa.

* Điều chỉnh thời gian ngủ nghỉ của các loại củ, hạt.

Sự ngủ nghỉ thường xảy ra với các loại hạt sau khi chín, các loại củ, căn hành cũng như các chồi ngủ. Nguyên nhân quyết định sự ngủ nghỉ là do các chất ức chế sinh trưởng. Trong hạt, củ, chồi đang ngủ nghỉ tích lũy một lượng lớn chất ức chế sinh trưởng mà chủ yếu là axit abxixic, đồng thời hàm lượng chất kích thích sinh trưởng giảm đến mức tối thiểu, đặc biệt là gibberellin. Để phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ, người ta sử dụng chủ yếu GA_3 . GA_3 khi xâm nhập vào các cơ quan đang ngủ nghỉ sẽ làm lệch cân bằng hormone thuận lợi cho sự nảy mầm. Khi hạt nảy mầm thì quá trình tổng hợp gibberellin diễn ra mạnh, gibberellin hoạt hóa tổng hợp các loại enzyme thủy phân cần thiết cho quá trình nảy mầm. Vì vậy muốn hạt nảy mầm thì tăng hàm lượng gibberellin trong chúng.

Để phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ cho khoai tây thu hoạch vụ đông để trồng vụ xuân bằng cách xử lý GA_3 nồng độ 2 ppm cho khoai tây mới thu hoạch kết hợp với xông hơi hỗn hợp rindit hoặc CS_2 trong hầm đất kín sẽ kích thích nảy mầm trong thời gian từ 5 - 7 ngày. Ngoài ra nếu kết hợp xử lý GA_3 với xử lý nhiệt độ thấp (4 - 10°C) thì có khả năng phá bỏ sự ngủ nghỉ của nhiều đối tượng khác nhau.

Trong kho bảo quản, nhiều trường hợp phải kéo dài thời gian ngủ nghỉ. Để kéo dài thời gian ngủ nghỉ củ khoai tây, người ta thường phun MH với nồng độ 200 - 500 ppm trước thu hoạch. Để chống tóp và chống nảy mầm của các loại củ hành, tỏi trong bảo quản, người ta có thể xử lý IPCC (Izo - Propyl - Cloro - Carbamat) với nồng độ 500 - 2000 ppm.

* Điều chỉnh sự ra hoa của cây.

Việc sử dụng các chất điều hòa sinh trưởng để kích thích sự ra hoa sớm cũng là một trong những ứng dụng phổ biến và có hiệu quả trong trồng trọt.

Để cho dưa ra hoa trái vụ làm tăng thêm một vụ thu hoạch, người ta phun α -NAA với nồng độ 25 ppm hoặc bỏ 1g đất đèn (CaC_2) lên nón dưa, khi gặp mưa hoặc tưới nước đất đèn sẽ tác dụng với nước giải phóng axetylen kích thích dưa ra hoa. Táo, lê, hồng khi xử lý ADHS (Acid Dimetyl Hydrazid Succinic) nồng độ 500

- 5.000 ppm có tác dụng kích thích ra hoa sớm và làm tăng năng suất quả. Đối với đu đủ phun axit benzoiazon axetic nồng độ 30 - 50 ppm sẽ ra hoa nhiều, tăng năng suất quả. Xử lý GA₃ cho cây hai năm có thể làm cho cây ra hoa vào năm đầu (xử lý cho su hào, bắp cải, xà lách).

Xử lý các chất điều hòa sinh trưởng để tăng số lượng hoa và rút ngắn thời gian ra hoa của một số loài hoa và cây cảnh. Ví dụ xử lý GA₃ cho cây hoa loa kèn với nồng độ 10 - 30 ppm làm cho cây ra hoa sớm.

*** Điều chỉnh giới tính của hoa.**

Nhiều nghiên cứu cho thấy việc sử dụng auxin sẽ làm thay đổi tỷ lệ giữa hoa đực và hoa cái của một số loại cây. Nếu sử dụng gibberellin sẽ kích thích sự hình thành hoa đực, sự phát triển của bao phấn và hạt phấn. Còn nếu sử dụng xytokinin và ethrel sẽ kích thích hình thành hoa cái. Ở cây họ bầu bí và các cây đơn tính khác: sử dụng ethrel 50 - 250 ppm sẽ tạo nên 100% hoa cái nên đã làm tăng năng suất của các cây họ bầu bí. Trong việc sản xuất hạt lai F1 của bầu bí, người ta phun GA₃ để tạo cây mang hoàn toàn hoa đực và trồng cây chỉ mang hoa cái ở cạnh cây hoa đực và sẽ tạo quả cho hạt lai.

*** Điều chỉnh sự chín của quả.**

Trong thực tiễn sản xuất, việc làm quả chín nhanh và chín đồng loạt để thu hoạch cơ giới có ý nghĩa rất quan trọng. Một số các loại quả khác như chuối, cà chua...thường thu hoạch xanh để dễ vận chuyển và bảo quản được lâu, vì vậy việc điều khiển quả chín đồng loạt, có màu sắc đẹp là cần thiết. Chất được sử dụng phổ biến hiện nay để điều chỉnh sự chín của quả là ethrel ở dạng dung dịch, khi xâm nhập vào quả sẽ bị thủy phân và giải phóng ra etylen. Phun ethrel cho quả trước khi thu hoạch hai tuần với nồng độ 500 - 5000 ppm sẽ kích thích quả chín đồng loạt. Sử dụng ADHS 5000 ppm cũng có hiệu quả rõ rệt lên sự chín của quả. Xử lý ethrel để kích thích sự chín của nho với nồng độ 500 - 1000 ppm. Phun ethrel với nồng độ 100 - 500 ppm cho hồ tiêu vào thời kỳ quả bắt đầu chín sẽ làm cho quả chín nhanh. Phun ethrel với nồng độ 700 - 1400 ppm làm quả cà phê chín sớm hơn 2 - 4 tuần so với không xử lý. Sử dụng ADHS với nồng độ 1000 - 5000 ppm để xúc tiến nhanh sự chín của quả đào và anh đào.

*** Nuôi cây mô tế bào.**

Trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào thì việc ứng dụng các chất điều hòa sinh trưởng là hết sức quan trọng. Hai nhóm chất được sử dụng nhiều nhất là auxin và xytokinin. Để nhân nhanh invitro, trong giai đoạn đầu cần phải điều khiển mô nuôi cấy phát sinh nhiều chồi để tăng hệ số nhân. Vì vậy người ta tăng nồng độ xytokinin trong môi trường nuôi cấy. Để tạo cây hoàn chỉnh người ta tách chồi vào

cây trong môi trường có hàm lượng auxin cao để kích thích ra rễ nhanh. Như vậy, sự cân bằng auxin/xytokinin trong môi trường nuôi cấy quy định sự phát sinh rễ hay chồi. Các chất thuộc nhóm auxin được sử dụng là IAA, α -NAA và các chất thuộc nhóm xytokinin là kinetin, axit benzoic hoặc lấy từ dung dịch hữu cơ như nước dừa, dịch chiết nấm men... Ngoài các chất kích thích sinh trưởng và dịch hữu cơ, còn bổ sung thêm các hợp chất như đường, axit amin, lipit, một số vitamin, các nguyên tố đa và vi lượng vào môi trường nuôi cấy.

Nồng độ và tỷ lệ của các chất kích thích phụ thuộc vào các loài khác nhau, các giai đoạn nuôi cấy khác nhau... Tỷ lệ auxin/xytokinin cao thì kích thích sự ra rễ, thấp thì kích thích sự ra chồi và trung bình thì hình thành mô sẹo (callus).

* Các chất điều hòa sinh trưởng với mục đích diệt trừ cỏ dại.

Các chất điều hòa sinh trưởng khi sử dụng với nồng độ rất cao cũng có thể gây nên sự hủy diệt. Các chất như 2,4D; 2,4,5T; MH... cũng được sử dụng khá phổ biến vào mục đích diệt cỏ. Nguyên tắc cơ bản khi sử dụng thuốc trừ cỏ là phải quan tâm tính chọn lọc của thuốc là chỉ diệt các loại cỏ dại mà không ảnh hưởng xấu đến cây trồng.

Thuốc phòng trừ cỏ dại có thể chia làm hai nhóm vô cơ và hữu cơ. Nhóm hữu cơ lại chia thành hai nhóm nhỏ: nhóm các chất không chứa nitơ và nhóm các chất chứa nitơ.

Nhóm các chất không chứa nitơ thường là dẫn xuất Cl của axit phenoxyaxetic, axit α -phenoxypropionic, axit α -phenoxybutyric, axit β -phenoxyethyl. Các đại diện của nhóm này như: 2,4-D; 2,4,5-T; ACMP... Các dẫn xuất của axit benzoic, axit phenylaxetic như: 2,3,6-ATB; 2,3,5,6-ATB... Nhóm các chất này có ảnh hưởng nghiêm trọng lên quá trình trao đổi chất trong cây và ức chế hoạt tính của các enzyme làm cho quá trình phân chia tế bào trong mô phân sinh và sự sinh trưởng giãn của tế bào bị ngừng...

Nhóm các chất chứa nitơ như các amit, các dẫn xuất của urea, thiacabamat, dithiocabamat, dinitrophenol... Các amit kìm hãm enzyme chứa nhóm -SH, các dẫn xuất của urea kìm hãm sự cố định CO_2 và thải O_2 ở ngoài sáng, các hợp chất chứa nitơ khác cũng vi phạm đến quá trình quang hợp và hô hấp của cây. Các loại thuốc trừ cỏ được sử dụng rất thành công cho một số loại cây trồng như lúa mì, lúa mạch, lúa gạo, cao lương, bông, cà chua, đậu tương, củ cải đường...

Có thể kết hợp phun 2,4-D và 2,4,5-T với một số loại thuốc trừ cỏ khác có chứa nitơ để diệt cỏ gà và các loại cỏ khác trong ruộng ngô mà không ảnh hưởng đến cây trồng.

Trong một số trường hợp việc duy trì tuổi thọ và hình dạng của cỏ lại rất có ý nghĩa. Ví dụ trong lĩnh vực trang trí, để duy trì các thảm cỏ trang trí ở công viên người ta thường phun các dung dịch kìm hãm sinh trưởng. Đặc biệt là dùng MH với liều lượng 3-6 kg/ha làm kìm hãm sinh trưởng của cỏ, duy trì thảm cỏ bền lâu, đỡ công xén mà lại nâng cao chất lượng trang trí.

3. Sự nảy mầm của hạt

Sự nảy mầm của hạt có thể xem là bắt đầu 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 hóa sinh và sinh lý xảy ra trong hạt.

3.1. Biến đổi hóa sinh

Đặc trưng nhất của các biến đổi hóa sinh trong khi nảy mầm là sự tăng đột ngột hoạt động thủy phân xảy ra trong hạt. Các hợp chất dự trữ trong hạt ở dạng các polyme bị phân giải thành các chất monome phục vụ cho sự nảy mầm. Chính vì vậy, các enzyme thủy phân, đặc biệt là enzyme α – amylaza được tổng hợp mạnh và hoạt tính cũng được tăng lên nhanh khi hạt phát động sinh trưởng. Kết quả là tinh bột bị thủy phân thành đường làm nguyên liệu cho hô hấp và tăng áp suất thẩm thấu trong hạt.

3.2. Biến đổi sinh lý

Biến đổi sinh lý đặc trưng nhất trong quá trình nảy mầm là hô hấp. Ngay sau khi hạt hút nước, hoạt tính của enzyme hô hấp tăng lên mạnh và xúc tác quá trình hô hấp nên cường độ hô hấp của hạt tăng lên rất nhanh. Việc tăng hô hấp đã giúp cây có đủ năng lượng cần thiết cho sự nảy mầm.

Trong quá trình nảy mầm có sự thay đổi cân bằng hormon, sự cân bằng hormon điều chỉnh quá trình nảy mầm là cân bằng GA/ABA. Khi hạt đang ngủ nghỉ, hàm lượng ABA rất cao và GA là không đáng kể nhưng khi ngâm hạt, phôi phát động sinh trưởng nên tăng cường tổng hợp GA làm hàm lượng của chúng tăng mạnh trong hạt còn ngược lại, hàm lượng ABA giảm dần.

3.3. Ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh đến sự nảy mầm

- Nhiệt độ: Nhiệt độ tối thích cho sự nảy mầm của đại đa số thực vật là từ 25 – 28°C. Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ các phản ứng hóa sinh diễn ra trong quá trình nảy mầm và hô hấp của hạt. Khi mầm xuất hiện thì nhiệt độ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của mầm

- Hàm lượng nước trong hạt: nước là điều kiện rất quan trọng cho sự nảy mầm. Hạt khô có hàm lượng nước từ 10 – 14% thì ngủ nghỉ và khi hạt hút nước đạt hàm lượng 50 – 70% thì hạt bắt đầu phát động sinh trưởng và nảy mầm. Ngoài

ra, nước là dung môi cho các phản ứng hóa sinh trong hạt đang nảy mầm và là điều kiện cần thiết cho hạt hô hấp, cho quá trình sinh trưởng của mầm.

- Hàm lượng oxy: oxy rất cần thiết cho sự nảy mầm vì cần cho hô hấp của hạt. Tuy nhiên, phản ứng của các loại hạt khác nhau với hàm lượng oxy trong quá trình nảy mầm rất khác nhau.

Ngoài ra, sự nảy mầm còn phụ thuộc vào ánh sáng, nồng độ dung dịch đất và các yếu tố ngoại cảnh khác.

4. Sự hình thành hoa

Sự hình thành hoa là dấu hiệu của việc chuyển tiếp cây từ giai đoạn sinh trưởng phát triển sinh dưỡng sang giai đoạn sinh trưởng phát triển sinh sản bằng việc đột ngột từ hình thành mầm chồi và lá sang hình thành mầm hoa. Giai đoạn đầu tiên có tính chất quyết định là giai đoạn cảm ứng sự hình thành hoa. Sau đó hoa sẽ hình thành và phân hóa giới tính. Yếu tố cảm ứng cho sự hình thành hoa là nhân tố ngoại cảnh mà trong đó quan trọng nhất là nhiệt độ và ánh sáng.

4.1. Sự hình thành hoa bởi nhiệt độ (sự xuân hóa)

- Sự xuân hóa: 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. Ảnh hưởng của nhiệt độ thấp là bắt buộc và có tính chất cảm ứng rõ rệt. Những thực vật này chỉ ra hoa khi có một giai đoạn phát triển trong điều kiện nhiệt độ thấp thích hợp (gọi là nhiệt độ xuân hóa). Nếu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ xuân hóa thì cây chỉ sinh trưởng mà không ra hoa. Mặt khác, ảnh hưởng của nhiệt độ thấp là không bắt buộc. Nếu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ xuân hóa thì cây vẫn ra hoa nhưng muộn hơn. Tuy nhiên, phản ứng của nhiệt độ của cây thường đi kèm theo phản ứng ánh sáng của chúng, hai tác nhân này có tác dụng bổ sung cho nhau.

- Cơ quan cảm thụ nhiệt độ thấp: trong phản ứng xuân hóa, cơ quan tiếp nhận nhiệt độ thấp là đỉnh sinh trưởng ngọn. Chỉ cần đỉnh sinh trưởng ngọn chịu tác động của nhiệt độ thấp là đủ để gây nên sự phân hóa mầm hoa mà không cần nhiệt độ thấp ở các cơ quan khác. 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 và thời gian tiếp xúc với nhiệt độ thấp: Giới hạn nhiệt độ cho phản ứng xuân hóa rất khác nhau tùy theo thực vật. Nhìn chung, giới hạn này trong khoảng 0 – 15°C. Trong khoảng nhiệt độ xuân hóa, nếu nhiệt độ càng thấp thì thời gian tiếp xúc càng ngắn.

- Giai đoạn miễn cảm nhiệt độ xuân hóa: Các thực vật khác nhau có giai đoạn miễn cảm với nhiệt độ thấp khác nhau. Với đại đa số các cây lấy hạt như cây hòa thảo thì giai đoạn xuân hóa là lúc nảy mầm và có thể trong giai đoạn bảo quản hạt.

Còn các cây khác thì giai đoạn xuân hóa sẽ là một thời kỳ sinh trưởng sinh dưỡng nào đó.

- Phản xuân hóa: Thời gian tác động của nhiệt độ thấp cần phải liên tục. Nếu thời kỳ xuân hóa chưa kết thúc thì tác động nhiệt độ cao sẽ làm mất tác dụng của xuân hóa, cây không ra hoa. Đó là sự phản xuân hóa.

- Về bản chất của xuân hóa: Dưới tác dụng của nhiệt độ thấp, trong đỉnh sinh trưởng sản sinh ra một chất có bản chất hormon (vernalin – chất xuân hóa). Chất này sẽ vận chuyển đến tất cả các đỉnh sinh trưởng các cành để kích thích sự phân hóa mầm hoa. Vì vậy, chỉ cần đỉnh sinh trưởng tiếp xúc nhiệt độ thấp là đủ cho cả cây ra hoa.

4.2. Sự cảm ứng ra hoa bởi ánh sáng (quang chu kỳ)

- Khái niệm quang chu kỳ: Độ dài chiếu sáng ban ngày và bóng tối ban đêm có một vai trò rất quan trọng trong việc điều chỉnh quá trình hình thành hoa của thực vật. 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. 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 loại thực vật theo phản ứng quang chu kỳ: tùy theo mức độ mẫn cảm của thực vật với quang chu kỳ mà người ta chia thực vật thành ba nhóm: cây ngắn ngày, cây dài ngày và cây trung tính.

- Vai trò thời kỳ sáng và thời kỳ tối: trong phản ứng quang chu kỳ, thời kỳ sáng hay thời kỳ tối quyết định cho sự ra hoa. Bóng tối là yếu tố cảm ứng và có ý nghĩa quyết định cho sự ra hoa. Còn độ dài chiếu sáng trong ngày chỉ có ý nghĩa về định lượng tức là liên quan đến số lượng hoa và kích thước hoa mà không ảnh hưởng đến sự ra hoa.

- Hiệu ứng quang chu kỳ và quang gián đoạn:

- + Hiệu ứng quang chu kỳ: quang chu kỳ cảm ứng không cần thiết kéo dài trong suốt đời sống của cây mà chỉ cần tác động một khoảng thời gian nhất định trong một giai đoạn nào đấy gọi là hiệu ứng quang chu kỳ. Số lượng quang chu kỳ cảm ứng thay đổi tùy thuộc vào loài và mức độ mẫn cảm với quang chu kỳ. Về nguyên tắc, số lượng quang chu kỳ cảm ứng càng ít thì cây càng mẫn cảm với quang chu kỳ.

- + Quang gián đoạn: nếu ta ngắt quãng bóng tối ban đêm với cây ngày ngắn bằng khoảng khắc chiếu sáng thì sẽ mất hiệu ứng quang chu kỳ, có nghĩa là đã chia đêm dài thành hai đêm ngắn rồi và cây không ra hoa. Hiện tượng đó gọi là quang

gián đoạn. Chẳng hạn, để phá sự ra hoa không có lợi của cây mía, người ta thường bắn pháo sáng vào giữa đêm để chia đêm dài thành hai đêm ngắn.

- 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. Các cành khác có thể ở quang chu kỳ khác.

- Bản chất của quang chu kỳ: Khi nhận được quang chu kỳ cảm ứng thì trong các lá xuất hiện các chất nào đó có bản chất hormon và chúng có thể dễ dàng vận chuyển đi khắp nơi trong cây để kích thích sự phân hóa mầm hoa. Hormon điều chỉnh ra hoa này không có tính chất đặc hiệu cho loài.

- Ý nghĩa của quang chu kỳ: hiểu biết về quang chu kỳ có một ý nghĩa quan trọng trong sản xuất:

- + Việc nhập nội giống cây trồng
- + Việc bố trí thời vụ trồng.
- + Thực hiện quang gián đoạn

5. Sự hình thành quả và sự chín của quả

5.1. Sự hình thành quả và hạt.

Sau khi thụ tinh xong thì phôi phát triển thành hạt và bầu lớn lên thành quả. Đa số thực vật, nếu hoa không được thụ phấn, thụ tinh thì sau đó sẽ rụng toàn hoa. Còn những hoa được thụ phấn, thụ tinh thì cánh hoa, nhị hoa và cả vòi nhụy khô và rụng đi chỉ còn bầu nhụy phát triển. Một số loại hoa khác thì các bộ phận của hoa tồn tại và phát triển đồng thời cùng với bầu thành quả.

Ở một số quả thịt, bầu có thể sinh trưởng trước khi hoa thụ tinh do kết quả tác dụng của ống phấn khi chui vào vòi nhụy. Tuy nhiên nếu hoa không được thụ tinh thì bầu ngừng sinh trưởng và rụng.

Sự sinh trưởng của bầu thành quả và sự lớn lên của quả là kết quả sự phân chia tế bào và sự giãn của tế bào. Ngoài ra, trong một vài trường hợp, sự sinh trưởng của quả còn do sự tăng trưởng của các khoảng gian bào, đặc biệt là các giai đoạn sau của quá trình sinh trưởng. Nhìn chung trong những giai đoạn đầu của sự hình thành quả, sự phân bào chiếm ưu thế, nhưng các giai đoạn sau thì sự giãn của tế bào lại chiếm ưu thế.

Quá trình sinh trưởng của quả có thể chia làm ba giai đoạn: giai đoạn đầu là giai đoạn phân chia tế bào trong đó bầu sinh trưởng nhanh; Giai đoạn hai đặc trưng bằng sự sinh trưởng nhanh của phôi và nội nhũ; Giai đoạn ba là sự sinh trưởng nhanh của quả và tiếp theo là sự chín.

Quá trình sinh trưởng của quả được điều chỉnh bằng hormone nội sinh. Sự sinh trưởng của bầu sẽ mạnh nếu hạt phấn rơi trên núm nhụy càng nhiều vì hạt phấn là nguồn cung cấp auxin. Tuy nhiên, auxin của hạt phấn không đủ để kích thích sự hình thành và lớn lên của bầu quả. Quá trình này được điều chỉnh bằng phức hệ hormone sản sinh từ phôi và sau đó là hạt. Trong phức hệ hormone đó có auxin, gibberellin và xytokinin. Các chất này hình thành trong phôi và được khuếch tán vào trong bầu quả, kích thích sự phân chia và sự giãn của tế bào. Vì vậy số lượng và sự phát triển của hạt có liên quan chặt chẽ với hình dạng và kích thước cuối cùng của quả.

5.2. Cơ sở của việc tạo quả không hạt.

Nếu loại trừ sớm hạt khỏi quả thì sinh trưởng của quả bị ngừng, nhưng nếu dùng auxin ngoại sinh thì quả vẫn lớn bình thường. Chính vì lý do đó mà chỉ có hoa được thụ phấn, thụ tinh phát triển thành phôi và hạt thì bầu mới phát triển thành quả. Nếu thay thế nguồn phytohormone của phôi bằng chất kích thích sinh trưởng ngoại sinh thì cũng làm cho bầu quả phát triển và tạo quả không hạt. Đó chính là cơ sở của việc sử dụng các chất auxin, gibberellin ngoại sinh để tạo quả không hạt cho nhiều loại cây trồng khác nhau như cà chua, bầu bí, cam, chanh, nho, lê, táo...

5.3. Sinh lý quá trình chín của quả .

Sự chín của quả bắt đầu từ khi quả ngừng sinh trưởng và đạt kích thước tối đa. Ở thịt quả, khi quả chín đã xảy ra hàng loạt các biến đổi sinh hóa sinh lý một cách sâu sắc và nhanh chóng. Những biến đổi sinh hóa đặc trưng là sự thủy phân mạnh mẽ hàng loạt các chất và xuất hiện nhiều chất mới, gắn liền với những biến đổi màu sắc, hương vị, độ mềm, độ ngọt.... Đặc trưng nhất của biến đổi sinh lý trong quá trình chín là tăng cường độ hô hấp và có sự thay đổi nhanh cân bằng phytohormone trong quả. Sự chín của quả là một quá trình biến đổi sinh lý sinh hóa bên trong vô cùng phức tạp, đồng thời gắn liền với những biến đổi về hình thái bên ngoài.

Khi quả chín có sự biến đổi về màu sắc của quả. Quả còn xanh thì vỏ quả chứa nhiều diệp lục và carotenoit. Khi bắt đầu chín, có sự biến đổi hàm lượng các sắc tố và gây ra sự biến đổi màu sắc của quả. Sự biến đổi này theo hướng phân hủy diệp lục mà không phân hủy carotenoit, trong nhiều loại quả carotenoit lại được tổng hợp trong quá trình chín. Quá trình biến đổi sắc tố xảy ra khác nhau ở mỗi loại quả nên màu sắc của chúng cũng khác nhau. Chẳng hạn ở chuối, hàm lượng diệp lục giảm rất nhanh nhưng hàm lượng carotenoit lại không giảm nên quả chuyển sang màu vàng. Ở táo hàm lượng diệp lục giảm và tăng hàm lượng

xanthophin. Ở cam, quýt giảm nhanh hàm lượng diệp lục và tăng hàm lượng carotenoid. Ở quả dâu đất có sự tăng hàm lượng antoxyan.

Khi quả chín thì có sự biến đổi độ mềm của quả. Chất pectat canxi gắn chặt các tế bào với nhau bị phân hủy dưới tác dụng của enzyme pectinase, kết quả là các tế bào rời rạc và thịt quả mềm. Quá trình này xảy ra càng nhanh khi hàm lượng etylen tăng lên.

Khi quả chín thì xuất hiện các hương vị đặc trưng cho từng loại quả. Sự chín đã hoạt hóa quá trình tổng hợp các chất tạo mùi thơm đặc trưng có bản chất este, aldehyt hoặc axeton. Đây là quá trình xảy ra có liên quan đến hoạt động của các enzyme đặc trưng cho từng loại quả.

Cùng với sự biến đổi của mùi vị thì vị chua, vị chát của quả giảm đi và biến mất. Các hợp chất như tanin, axit hữu cơ, alcaloit bị phân hủy nhanh chóng, đồng thời các đường đơn xuất hiện nên vị ngọt tăng lên. Trong quá trình chín quả các phản ứng thủy phân xảy ra rất mạnh tạo thành đường saccarose. Hàm lượng tinh bột giảm để chuyển thành đường đơn, lipit cũng dễ bị thủy phân để tạo thành đường, protein không bị thủy phân trong quá trình quả chín mà trái lại còn được tổng hợp thêm.

Trong quá trình chín của quả có sự biến đổi rất rõ rệt về cường độ hô hấp của quả mà đặc trưng là tăng nhanh cường độ hô hấp và sau đó lại giảm nhanh tạo nên một đỉnh hô hấp gọi là hô hấp bột phát. Hô hấp bột phát thay đổi tùy theo loại quả. Hô hấp bột phát càng mạnh thì tốc độ chín càng nhanh. Chẳng hạn hô hấp bột phát mạnh nhất ở chuối, sau đó là lê và táo.... Trong quá trình chín của quả sự cân bằng hormone giữa etylen và auxin biến đổi theo hướng tăng hàm lượng etylen rất nhanh và giảm hàm lượng auxin trong mô quả. Như vậy có sự tổng hợp mạnh mẽ etylen trong mô quả. Về cơ chế thì etylen làm tăng tính thấm của tế bào, giải phóng enzyme và cơ chất để xúc tiến cho các phản ứng hô hấp và các biến đổi khác. Vì vậy nếu ức chế hô hấp thì ức chế hô hấp bột phát sẽ làm chậm sự chín của quả. Chẳng hạn như bảo quản quả trong polietylen sẽ làm tăng nồng độ CO₂ trong túi, nếu hàm lượng CO₂ tăng đến 10% thì ức chế sự chín vì ức chế sự tạo etylen và hô hấp bột phát. Phân biệt các loại quả dựa vào hô hấp bột phát có ý nghĩa lớn để xác định phương pháp bảo quản thích hợp, thời gian thu hoạch, chế biến xuất khẩu... Dựa vào hô hấp bột phát mà chia thành hai loại quả: loại quả có hô hấp bột phát như chuối, mít, cà chua, xoài, na... và loại quả không có hô hấp bột phát như cam, quýt, dưa hấu, táo, lê...

Theo Rakitin (1955) khi quả chín, cân bằng hormone giữa etylen và auxin biến đổi theo hướng tăng etylen trong mô quả, chẳng hạn ở quả lê tăng 6 lần, ở quả

táo tăng 10 lần. Etylen làm tăng tính thấm của màng tế bào, giải phóng các enzyme và cơ chất để xúc tiến cho các phản ứng hô hấp và các biến đổi khác. Hô hấp bột phát và sự chín của quả chịu ảnh hưởng của thời gian thu hái và nhiệt độ... Trong thực tế, để kích thích sự chín của quả nhanh và đồng loạt, người ta đã xử lý các chất có khả năng sinh ra khí etylen hoặc có thể xử lý đất đèn để sản sinh ra khí axetylen trước hoặc sau khi thu hoạch. Để ức chế sự chín của quả, người ta xử lý các chất auxin hoặc bảo quản ở nhiệt độ thấp.

6. Sự rụng các cơ quan

6.1. Sự rụng lá và quả

Rụng là sự phân tách một phần của cây khỏi cơ thể mẹ, như sự rụng lá, rụng quả, rụng hoa,....

Sự rụng là một trong những quá trình sinh lý phức tạp ở trong cây gắn liền với tuổi và sự già hóa của cơ quan.

Các quả non thường có thời kỳ rụng sinh lý do thiếu hormon và cả dinh dưỡng mà một số quả phải tự cắt đi để nhường hormon và dinh dưỡng cho các quả khác các sinh trưởng. Chính vì vậy, sự rụng lá và quả có thể xem là một phản ứng thích nghi của cây để tồn tại.

6.2. Về mặt giải phẫu:

Sự rụng của lá và quả là do sự hình thành tầng rời ở gốc cuống lá và cuống quả. Tầng rời bao gồm các tế bào bé, tròn, chất nguyên sinh đặc, gian bào ít, không hóa gỗ và bần,...cho nên làm cho cấu trúc tế bào tầng rời yếu hơn các vùng khác.

Tầng rời sẽ xuất hiện nhanh chóng khi có sự tham gia của các yếu tố cảm ứng sự rụng. Các tế bào ở tầng rời thì các pectin gắn kết với các tế bào bị phân hủy nhanh do hoạt tính của enzyme pectinaza tăng mạnh. Kết quả là các tế bào rời rạc và lá hoặc quả chỉ còn giữ lại bằng bó mạch mỏng manh vì vậy chỉ cần một tác động cơ giới (gió, côn trùng,...) thì cũng có thể gây nên lá hoặc quả rụng.

6.3. Cân bằng hormon của sự rụng

Sự rụng của cơ quan được điều chỉnh bằng sự cân bằng của tỷ lệ auxin/ABA cộng với Etylen. Cụ thể là ở các lá xanh thì auxin được tổng hợp trong phiến lá và vận chuyển qua cuống lá nên ngăn cản quá trình tạo tầng rời. Nhưng khi già, lá không còn khả năng tổng hợp auxin nữa mà thay vào đó là tổng hợp ABA và Etylen cho nên kích thích tầng rời xuất hiện. Đối với quả thì auxin được tạo nên trong phôi hạt nên nếu loại trừ hạt khỏi quả thì quả nhanh chóng rụng.

Etylen và ABA có tác dụng đối kháng tuyệt đối 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 và tích lũy ABA, Etylen nên tăng rời xuất hiện và gây sự rụng của chúng.

6.4. Ngoại cảnh cảm ứng sự rụng

Sự rụng của lá và quả còn chịu tác động rất mạnh mẽ của các tác nhân tố ngoại cảnh khác như nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp, hạn hoặc úng, sâu bệnh, thiếu dinh dưỡng,... Đây là các tác nhân cảm ứng sự xuất hiện tăng rời.

6.5. Điều chỉnh sự rụng

Muốn kìm hãm sự rụng lá và quả phải xử lý các chất auxin cho quả non và lá đồng thời bảo đảm đủ nước và dinh dưỡng cho cây trồng.

Muốn làm rụng lá trước khi thu hoạch để bổ sung nguồn chất hữu cơ cho đất và tạo dễ dàng cho thu hoạch thì người ta có thể sử dụng các chất ức chế sinh trưởng như etylen hoặc một số chất khác như Natriclorate, amonicitrate.

7. Trạng thái ngủ nghỉ của thực vật

7.1. 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 có mùa sinh trưởng nhanh, có mùa sinh trưởng chậm và thậm chí có thời gian cây ngừng sinh trưởng và bước vào một thời kỳ ngủ nghỉ. Đối với các thực vật hàng năm thì chu kỳ sống kết thúc bằng sự chết nhưng các hạt, của, căn hành của chúng vẫn sống trong trạng thái ngừng sinh trưởng và ngủ nghỉ.

Trong thời kỳ ngủ nghỉ thì có sự tham giảm sút mạnh mẽ các quá trình trao đổi chất, các hoạt động sinh lý trong cơ thể dẫn đến cây ngừng sinh trưởng. 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.

7.2. Phân loại 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 trường hợp đó, cơ thể thực vật buộc phải ngừng sinh trưởng và chuyển vào trạng thái ngủ nghỉ.

Ví dụ: các loại hạt phơi khô có hàm lượng nước từ 10 – 14% thì chúng bước vào trạng thái ngủ nghỉ bắt buộc nhưng khi ngâm các hạt đó vào nước thì lập tức chúng nảy mầm ngay. Trường hợp khác, khi một số thực vật trước khi vào mùa đông do điều kiện nhiệt độ thấp không thuận lợi cho sự sinh trưởng nên chúng

rụng lá và nghỉ đông bắt buộc; nhưng khi sang mùa xuân có điều kiện thuận lợi thì chúng nảy lộc, đâm chồi mạnh mẽ.

Vậy, trạng thái ngủ nghỉ bắt buộc là phản ứng thích nghi của cây trồng 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 sự 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 này còn được gọi là ngủ nghỉ nội sinh, trong thời gian đang ngủ nghỉ dù điều kiện ngoại cảnh rất thuận lợi cho sự sinh trưởng cũng không thể làm chúng sinh trưởng được.

Ví dụ: củ khoai tây, củ hành tỏi, củ hoa layon,... sau khi thu hoạch xong mà đem gieo liền thì không thể nảy mầm được mà cần phải có một khoảng thời gian (2 – 6 tháng) ở trong trạng thái ngủ nghỉ sâu.

7.3. Nguyên nhân ngủ nghỉ sâu

Có nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra sự ngủ nghỉ sâu tuy nhiên có thể chia thành 3 nguyên nhân cơ bản sau:

- Sự cân bằng hormon trong các cơ quan hoặc cây điều chỉnh sự ngủ nghỉ là GA/ABA (Gibberellin và acid Abscixic) nghiêng về phía tích lũy quá nhiều ABA mà hàm lượng của GA thì quá thấp. Khi hàm lượng ABA lớn đã ức chế toàn bộ quá trình biến đổi trong chúng đặc biệt là sự sinh tổng hợp các enzyme thủy phân để phân hủy các chất dự trữ thành chất đơn giản cần cho sự nảy mầm. Trạng thái ngủ nghỉ sâu sẽ chấm dứt khi hàm lượng ABA giảm xuống mức tối thiểu vì vậy cần một thời gian nhất định để phân hủy dần ABA nếu không có sự xử lý của con người.

- Cấu tạo của lớp vỏ hạt, vỏ củ rất bền vững, không thấm nước, thấm khí được nên không thể tiến hành trao đổi chất bình thường và chúng không thể nảy mầm được. Vì vậy, chúng cần một thời gian nhất định để tính thấm của lớp vỏ tăng dần lên mới nảy mầm được.

- Phôi hạt chưa chín xong về sinh lý nên cần có thời gian tiếp tục chín sau khi thu hoạch gọi là thời kỳ chín sau. Có hai khái niệm về sự chín: chín hình thái là chín của vỏ quả, hạt và chín sinh lý là 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 gọi là chín sinh lý. Chín hình thái và chín sinh lý xảy ra cùng một lúc nhưng phải bao giờ cũng kết thúc cùng nhau. Thông thường thì chín hình thái kết thúc trước chín sinh lý nên sau khi thu hoạch xong thì quá trình chín sinh lý vẫn tiếp tục và chúng ở trạng thái ngủ nghỉ. Độ dài của thời gian chín sau tùy thuộc vào từng giống, từng loài.

7.4. Điều chỉnh trạng thái ngủ nghỉ

Điều chỉnh trạng thái ngủ nghỉ 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: thường sử dụng các biện pháp sau:

+ Sử dụng các biện pháp cơ giới để làm xây xát vỏ hạt, củ,... tuy nhiên biện pháp này rất dễ gây thương tổn và dễ dàng cho nấm bệnh xâm nhập.

+ Sử dụng biện pháp nhằm tăng tính thấm cho vỏ hạt , củ,.. như 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.

+ Sử dụng các chất kích thích sinh trưởng để điều chỉnh sự cân bằng hormon theo hướng nảy mầm. Thường sử dụng GA nhằm tăng tỷ lệ GA/ABA, kích thích nảy mầm. Đây là biện pháp quan trọng và được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu và sản xuất thực nghiệm.

+ Sử dụng biện pháp xử lý nhiệt độ thấp cũng có thể kích thích nảy mầm cho hạt, củ. Khi xử lý nhiệt độ thấp, hàm lượng GA tăng lên và hàm lượng ABA giảm đi nên sự nảy mầm dễ hơn. Sử dụng biện pháp này không những rút ngắn thời gian nảy mầm mà còn đem lại sự sinh trưởng tốt hơn và rút ngắn thời gian sinh trưởng.

- 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.

+ Sử dụng các chất có tác dụng ức chế sự nảy mầm như MH (melelin hydrazit), MENA (metyl este của α NAA),... có thể phun trước hoặc sau khi thu hoạch.

+ Sử dụng biện pháp bảo quản hạt, củ ở điều kiện nhiệt độ thấp bằng kho lạnh hay tủ lạnh. Nhiệt độ thấp có thể làm chậm sự nảy mầm nhưng chúng có thể nảy mầm ngay sau khi gieo ra ruộng.

BÀI TẬP THỰC HÀNH CHƯƠNG 5

SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT

1. Thí nghiệm 1: Sử dụng auxin trong kỹ thuật giâm chiết cành

1.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: cành cây bánh tẻ có tuổi sinh học trung bình (đỗ quỳ, chanh, cam,...)
- Hóa chất: Dung dịch NAA
- Dụng cụ và nguyên liệu: pipet, cốc thủy tinh, cát ẩm, kéo, bình phun ẩm
- Thiết bị: Cân kỹ thuật

1.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Một trong những vai trò sinh lý quan trọng nhất của nhóm chất kích thích sinh trưởng là auxin. Auxin có khả năng kích thích sự hình thành rễ bất định của cành chiết, cành giâm và cây nuôi cấy in vitro.

Trong giai đoạn đầu của sự phát sinh rễ của cành giâm thì rất cần hàm lượng auxin cao mà thông thường thì hàm lượng auxin nội sinh của cành giâm không đủ kích thích nhanh chóng sự hình thành rễ. Chính vì vậy, trong đại đa số trường hợp thì cần xử lý auxin ngoại sinh để xúc tiến nhanh chóng quá trình hình thành rễ bất định.

Có hai phương pháp xử lý auxin cho cành giâm:

- Phương pháp xử lý nhanh: sử dụng nồng độ auxin cao từ 1000 – 10.000ppm. Nhúng nhanh phần gốc cành giâm vào dung dịch auxin pha sẵn rồi cắm ngay vào giá thể ẩm. Chăm sóc và giữ ẩm cành giâm.
- Phương pháp ngâm (xử lý chậm): sử dụng nồng độ auxin nồng độ thấp từ 10 – 100ppm. Ngâm phần gốc hom giâm vào dung dịch auxin pha sẵn với thời gian dài, từ 12 – 24 giờ rồi cắm vào giá thể. Chăm sóc và giữ ẩm cành giâm.

1.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Chọn cành giâm bánh tẻ, dùng kéo cắt thành từng đoạn hom dài từ 5 – 10cm, chỉ để lại 1 -2 lá bánh tẻ không mang sâu bệnh. Nhúng phần gốc của hom vào dung dịch NAA có nồng độ 5.000ppm trong khoảng thời gian 5 giây. Sau đó cắm cành hom vào cát ẩm, sạch. Chăm sóc và giữ ẩm thường xuyên cho đến khi xuất hiện rễ. Theo dõi các chỉ tiêu sau theo chu kỳ 7 ngày 1 lần:

- Tỷ lệ hình thành callus (mô sẹo)
- Số rễ /hom giâm.

- Chiều dài của rễ/hom giâm
- Số lá/ hom giâm.

Tương tự như trên, tiến hành thí nghiệm khác bằng việc xử lý hom giâm bằng nồng độ auxin thấp, cụ thể thay thế dung dịch NAA 5000ppm bằng dung dịch NAA có nồng độ 100ppm và thời gian xử lý là 24 giờ (không phải là 5 giây). Từ đó thu thập chỉ tiêu theo dõi và so sánh hiệu quả ra rễ của hai phương pháp xử lý auxin nhanh và chậm.

1.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Giải thích giai đoạn hình thành callus trong quá trình giâm cành?
- So sánh kết quả về hiệu quả ra rễ của phương pháp xử lý nhanh và chậm?
- Điền kết quả theo dõi vào bảng dưới đây và giải thích tại sao các cành có tuổi sinh lý khác nhau thì khả năng ra rễ khác nhau?

Thời gian theo dõi	Xử lý hom giâm ra rễ bằng phương pháp xử lý nhanh				
	Tỷ lệ callus (%)	Số rễ/hom giâm	Chiều dài rễ/hom (cm)	Số lá/hom giâm	Ghi nhận khác
7 ngày					
14 ngày					
21 ngày					
.....					
	Xử lý hom giâm ra rễ bằng phương pháp xử lý ngâm (xử lý chậm)				
	Tỷ lệ callus (%)	Số rễ/hom giâm	Chiều dài rễ/hom (cm)	Số lá/hom giâm	Ghi nhận khác
7 ngày					
14 ngày					
21 ngày					
.....					

- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 3 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

2. Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của gibberellin đến sự nảy mầm của hạt

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Nguyên liệu: Giấy thấm, hạt lúa, ngô, đậu
- Hóa chất: dung dịch gibberellin có nồng độ 1mg/l, nước cất.

- Dụng cụ: cốc đong 250ml và 100ml, đĩa petri, pipet
- Thiết bị: tủ sấy và cân phân tích

2.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Trong hạt khô, phytohormon có hoạt tính thấp và khi ngâm hạt trong nước, hàm lượng gibberellin nội sinh ở trong phôi được di chuyển sang phôi nhũ và hoạt hóa quá trình tạo các enzyme thủy phân chuyển hóa các chất dự trữ thành các chất đơn giản cần cho hô hấp cung cấp năng lượng và nguyên liệu cho quá trình sinh trưởng của phôi hạt. Gibberellin cũng ảnh hưởng đến pha sinh trưởng kéo dài của phôi làm cho phôi dài ra và chui qua vỏ hạt. Trong thời gian đầu gibberellin nội sinh trong hạt thấp và việc bổ sung gibberellin từ ngoài vào sẽ giúp hạt nảy mầm nhanh hơn.

2.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Chọn 100 hạt lúa tốt (hay hạt đậu, hạt ngô,...) mảy, đều nhau và chia thành 2 phần (mỗi phần gồm 50 hạt). Cho 50 hạt vào 1 đĩa petri có giấy thấm tẩm nước lót ở đáy. Cho 50 hạt còn lại vào đĩa petri thứ 2 ở đáy có giấy thấm đã tẩm ướt dung dịch gibberellin có nồng độ 1mg/l. Sau đó đặt nắp đĩa petri lại và đưa vào tủ ẩm giữ nhiệt độ từ 27 – 30°C (mùa hè có thể để ở nhiệt độ phòng). Sau 3 ngày bắt đầu đếm số hạt nảy mầm và đo chiều dài của thân mầm.

Kết quả đo đếm ghi vào bảng sau gợi ý sau:

Công thức	Số hạt nảy mầm tại thời điểm các ngày theo dõi							
	Ngày thứ 3		Ngày thứ 4		Ngày thứ 5		Ngày thứ 6	
	Số hạt đã nảy mầm	%	Số hạt đã nảy mầm	%	Số hạt đã nảy mầm	%	Số hạt đã nảy mầm	%
ĐC (không xử lý GA ₃)								
Có xử lý GA ₃								

2.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Cơ chế ảnh hưởng của GA₃ lên sự nảy mầm của hạt?
- Nhận xét về ảnh hưởng của GA₃ đến tỷ lệ nảy mầm và giải thích?

c. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

3. Thí nghiệm: Ảnh hưởng của xytokinine đến tuổi thọ của lá.

3.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Mẫu thực vật: lá cây tươi
- Dụng cụ: giấy thấm, cốc thủy tinh, đĩa thủy tinh và panh gấp.
- Hóa chất: dung dịch BA nồng độ 5 ; 10 ; 15 và 20ppm; nước cất

3.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Xytokinine còn được gọi là “hormon hóa 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 hủy làm mất màu xanh rất nhanh chóng. Nếu lá cây được xử lý xytokinine thì khi tách khỏi cây mẹ, màu xanh của lá cây sẽ giữ được lâu hơn tức là tuổi thọ của lá được kéo dài hơn.

3.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Chọn và sử dụng các lá tươi có kích thước tương đồng và sinh lý của lá tương đương nhau. Sau đó sử dụng các lá đó nhúng vào các dung dịch BA theo các mức nồng độ: 0 – 5 – 10 – 15 và 20ppm. Sau đó đặt các lá này lên giấy thấm đủ hút ẩm. Tiếp tục đặt các lá lại để che sáng và giảm sự bay hơi nước. Để yên như vậy sau 5 ngày và tiến hành quan sát các mẫu lá đã xử lý BA.

3.4. Mô tả thí nghiệm, trả lời, giải thích các câu hỏi và rút ra kết luận:

- a. Giải thích tại sao xytokinine lại có khả năng kéo dài tuổi thọ của cơ quan và cây?
- b. Theo dõi, so sánh và giải thích kết quả giữa các nồng độ xytokinine trong thí nghiệm?
- c. Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

4. Thí nghiệm 4: Vai trò của nước và oxy đối với sự nảy mầm của hạt

4.1. Nguyên liệu, hóa chất, dụng cụ và thiết bị:

- Nguyên liệu: hạt cây họ đậu như lạc, đỗ tương, đậu xanh,...nước sạch, bông sạch, giấy thấm.
- Dụng cụ: ống nghiệm, cốc thủy tinh, đĩa thủy tinh, hộp lồng.
- Thiết bị: Tủ sấy.

4.2. Cơ sở của thí nghiệm:

Hạt khô khi với độ ẩm 5 – 20% không thể nảy mầm. Hạt chỉ bắt đầu nảy mầm khi có lượng nước từ 20 -70% tùy thuộc từng loại hạt. Nước có vai trò quan trọng trong sự chuyển hóa các chất dự trữ, trong sự sinh trưởng của tế bào phôi,...

4.3. Cách tiến hành thí nghiệm:

Chuẩn bị 3 cốc sạch cho mỗi thí nghiệm và đánh số thứ tự: cốc 1 để khô, cốc 2 có chứa giấy lọc tẩm ướt và cốc 3 chứa nước

Chọn 90 hạt của mỗi loài cây (ví dụ hạt lúa và ngô) chia thành 3 phần bằng nhau (mỗi phần có 30 hạt). Tiếp tục cho 30 hạt vào cốc 1(cốc khô để đối chứng), 30 hạt vào cốc thứ 2 có tẩm nước hay giấy thấm tẩm nước (để thí nghiệm vai trò của nước) và 30 hạt vào cốc thứ 3 phải ngập hoàn toàn trong nước (để quan sát vai trò của oxy). Sau đó đưa các cốc có hạt vào tủ ẩm ở nhiệt độ từ 27 – 30⁰C hay mùa hè thì để ở nhiệt độ phòng.

Tiến hành quan sát theo hai trường hợp sau:

- Trường hợp 1: quan sát ảnh hưởng của nước: sau 2 – 3 giờ ta thấy các hạt đậu trong cốc thứ 2 đã trương lên, vỏ đã bắt đầu tách khỏi hạt. Sau 1 – 2 ngày ta thấy hạt đậu đã nhú mầm và mầm có dạng uốn cong hình móc câu. Sau 2 – 3 ngày hạt lúa nhú mầm thẳng ra khỏi vỏ. Còn trong cốc thứ 1 hạt vẫn như lúc ban đầu.

- Trường hợp 2: quan sát vai trò của oxy: sau 3 ngày chứa trong cốc số 3, các hạt đậu và hạt lúa không nảy mầm.

4.4. Mô tả thí nghiệm và trả lời, giải thích các câu hỏi:

- Vai trò của nước và oxy trong quá trình nảy mầm của hạt giống?
- So sánh và giải thích kết quả thu được từ 2 trường hợp quan sát trên?
- Mô tả kết quả thí nghiệm và trả lời 2 câu hỏi trên bằng bài tường trình thí nghiệm.

CÂU HỎI SỬ DỤNG ĐÁNH GIÁ HỌC TẬP CỦA CHƯƠNG 5

1. Sinh trưởng và phát triển của thực vật là gì? Phân tích và lấy ví dụ minh họa về mối quan hệ giữa sinh trưởng và phát triển?
2. Thế nào là chất điều hòa sinh trưởng? Phân biệt chất điều hòa sinh trưởng nói chung và chất điều hòa sinh trưởng tổng hợp? Ví dụ minh họa?
3. Trình bày vai trò sinh lý của chất điều hòa sinh trưởng đối với quá trình sinh trưởng, phát triển của thực vật?
4. Trình bày một số ứng dụng chất điều hòa sinh trưởng vào sản xuất nông nghiệp? Từ đó đưa ra các nhận định về tầm quan trọng của các chất điều hòa sinh trưởng?
5. Trình bày những biến đổi sinh lý và sinh hóa đặc trưng của quá trình nảy mầm của hạt? Những biện pháp điều chỉnh sự nảy mầm của hạt trong sản xuất?
6. Hãy trình bày hiện tượng xuân hóa đối với cây trồng và ý nghĩa của nó?
7. Trình bày các quan điểm về quang chu kỳ đối với cây trồng và ứng dụng quang chu kỳ trong sản xuất?
8. Những điều kiện ngoại cảnh và nội tại ảnh hưởng đến sự thụ phấn và thụ tinh? Những hiểu biết đó có ý nghĩa như thế nào trong sản xuất thực nghiệm?
9. Vai trò điều chỉnh của hormon sản sinh từ phôi hạt trong sự sinh trưởng của quả? Nguyên tắc và biện pháp tạo quả không hạt?
10. Những biến đổi sinh hóa và sinh lý đặc trưng cho quá trình chín của quả? Biện pháp điều chỉnh sự chín của quả?
11. Cơ sở sinh lý về sự điều chỉnh sự rụng? Các biện pháp điều chỉnh sự rụng có lợi cho con người?
12. Phân biệt sự khác nhau giữa ngủ nghỉ bắt buộc và ngủ nghỉ sâu? Nguyên nhân gây nên hiện tượng ngủ nghỉ của thực vật? Các biện pháp điều chỉnh sự ngủ nghỉ trong sản xuất?

GHÌ NHỚ CHƯƠNG 5

Nhân tố có ý nghĩa quyết định điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây là sự điều chỉnh hormon. Các chất thuộc nhóm kích thích sinh trưởng bao gồm Auxin, Gibberellin, Xytokinine,.. kích thích sự hình thành và sinh trưởng của các cơ quan dinh dưỡng; còn các chất ức chế sinh trưởng gồm acid abxixic, etylen, MH, CCC,... ức chế sinh trưởng và kích thích sự hình thành và phát triển của các cơ quan sinh sản và dự trữ. Sự cân bằng chung của hai tác nhân kích thích và ức chế đó có ý nghĩa rất quan trọng trong điều chỉnh sự phát triển cá thể của cây. Còn cân bằng riêng giữa hai hoặc vài chất riêng biệt sẽ điều chỉnh từng quá trình sinh trưởng và phát triển độc lập. Con người có thể điều chỉnh các cân bằng đó theo hướng có lợi cho mình. Ngày nay, có rất nhiều chất điều hòa sinh trưởng tổng hợp được sử dụng rộng rãi nhằm điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng làm tăng năng suất và phẩm chất thu hoạch.

Sự sinh trưởng, phát triển toàn cây bắt nguồn từ sự sinh trưởng và phân hóa tế bào. Sự sinh trưởng của tế bào gồm sự phân chia của tế bào được hoạt hóa bởi xytokinine, còn sự dẫn tế bào được kích thích bởi auxin và gibberelin. Sự phân hóa của tế bào là sự chuyển tế bào thành các mô chuyên hóa khác nhau. Mỗi một tế bào có một bộ gen (AND) đầy đủ cho một cơ thể trưởng thành để trong điều kiện thích hợp có thể phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh. Tính toàn năng cùng với khả năng phân hóa và phản phân hóa là cơ sở cho việc nuôi cấy mô tế bào thực vật phục vụ cho việc vi nhân giống cây trồng và các ứng dụng khác.

Sự nảy mầm là khởi đầu cho chu kỳ sống của cây. Trong hoạt động đang nảy mầm, biến đổi hóa sinh rõ rệt nhất là tăng cường hoạt tính của các enzyme thủy phân để phân hủy các polymer thành các monomer phục vụ cho sự nảy mầm. Có hai biến đổi sinh lý đặc trưng: tăng cường độ hô hấp để cung cấp năng lượng và tăng tổng hợp GA trong phôi hạt đồng thời giảm hàm lượng ABA trong chúng. Nhiệt độ và nước là hai yếu tố ngoại cảnh quan trọng nhất ảnh hưởng lên sự nảy mầm của hạt. Ngâm ủ hạt giống là tạo điều kiện kích thích hạt giống nảy mầm.

Sự ra hoa của cây là bước ngoặt chuyển từ giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng sang giai đoạn sinh trưởng sinh sản. Nhiệt độ thấp và quang chu kỳ thuận lợi là hai yếu tố quan trọng nhất cảm ứng sự ra hoa. Đỉnh sinh trưởng ngọn tiếp nhận tín hiệu nhiệt độ thấp hoặc lá nhận được quang chu kỳ cảm ứng thì trong chúng xuất hiện hormon ra hoa truyền đến tất cả các cơ quan trong toàn cây để kích thích sự phân hóa hoa. Theo sự mất cảm của cây với quang chu kỳ mà ta chia thực vật thành cây ngày dài, ngày ngắn và cây trung tính. Với quang chu kỳ, độ dài bóng tối quyết định sự ra hoa còn thời gian sáng có ý nghĩa định lượng. Có rất nhiều ứng

dụng có hiệu quả trong việc điều chỉnh sự ra hoa của cây trồng bằng việc xuân hóa và quang chu kỳ.

Sự hình thành quả được bắt đầu bằng sự thụ phấn và sự thụ tinh. Hạt phấn nảy mầm và ống phấn sinh trưởng được là do các chất kích có trong hạt phấn và núm nhụy. Nhiệt độ thấp, ẩm độ không khí thấp, mưa nhiều, gió to là điều bất thuận cho sự thụ phấn, thụ tinh nên hạt bị lép giảm năng suất. Phôi hạt là cơ quan sinh sản ra các phytohormon (IAA, GA) cung cấp cho bầu để kích thích bầu nhụy lớn lên thành quả. Quả chỉ được hình thành sau khi thụ tinh và người ta có thể xử lý auxin hoặc GA cho hoa trước khi thụ tinh thì có thể tạo quả không thụ tinh và không có hạt.

Sự chín của quả là một quá trình biến đổi hóa sinh và sinh lý sâu sắc và nhanh chóng trong quả gắn liền với các biến đổi về màu sắc, độ mềm, mùi vị,... biến đổi sinh lý đặc trưng là tăng hô hấp mạnh trong quả và thay đổi sự cân bằng các hormon trong chúng theo hướng giảm auxin và tăng etylen rất nhanh. Về hóa sinh thì xảy ra hàng loạt các biến đổi như phân hủy các diệp lục và duy trì sắc tố carotenoid, phân hủy pectat canxi, chuyển hóa tinh bột, acid hữu cơ, tanin, alcaloid thành đường đơn,... Điều chỉnh sự chín của quả theo hướng kìm hãm tốc độ chín bằng việc xử lý auxin hoặc tăng nhanh sự chín bằng việc cung cấp, bổ sung etylen và một số chất có hiệu quả sinh lý tương tự etylen,...

Sự rụng lá, hoa, quả là một phản ứng thích nghi của cây trồng. Các điều kiện ngoại cảnh gây stress như nhiệt độ quá thấp hoặc cao, hạn hoặc úng, sâu bệnh,... đều cảm ứng sự rụng. Khi sự rụng được cảm ứng thì bắt đầu xuất hiện tầng rời ở cuống và làm tách rời cơ quan ra khỏi cơ thể cây mẹ. Sự rụng được điều chỉnh bằng việc cân bằng hormon của auxin/ABA + Etylen. Muốn kìm hãm sự rụng người ta xử lý các chất auxin còn muốn làm nhanh sự rụng người ta xử lý etylen.

Trạng thái ngủ nghỉ thường là giai đoạn cuối cùng của đời sống cây trồng. Nó là một trạng thái và phản ứng thích nghi của cây đối với điều kiện bất thuận cho sự sinh trưởng và phát triển cũng như để duy trì nòi giống. Có hai trạng thái ngủ nghỉ: ngủ nghỉ bắt buộc do các điều kiện ngoại cảnh bất thuận gây ra; còn ngủ nghỉ sâu là do các điều kiện nội tại không cho phép chúng sinh trưởng được (tích lũy nhiều ABA, vỏ hạt, củ không thấm nước, khí và phôi hạt chưa chín hoàn toàn về sinh lý). Dựa trên nguyên nhân gây nên hiện tượng ngủ nghỉ, người ta đưa ra các biện pháp xử lý trạng thái ngủ nghỉ có lợi cho con người. Để kéo dài thời kỳ ngủ nghỉ trong bảo quản thì người ta xử lý chất ức chế nảy mầm (MH); còn muốn phá trạng thái ngủ nghỉ thì người ta sử dụng các biện pháp như xử lý GA, bảo quản lạnh, tác động đến lớp vỏ bọc dày,.....

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Minh Tấn, Nguyễn Quang Thạch và Trần Văn Phẩm (2000), *Giáo trình Sinh lý Thực vật*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
2. Hoàng Minh Tấn, Vũ Quang Sáng và Nguyễn Kim Thanh (2003), *Giáo trình Sinh lý Thực vật*, Nhà xuất bản Đại học Sư phạm.
3. Vũ Văn Vụ, Vũ Thanh Tâm, Hoàng Minh Tấn (2001), *Giáo trình Sinh lý học Thực vật*, Nhà xuất bản Giáo dục.
4. Trần Đăng Kế, Nguyễn Như Khanh (2000), *Giáo trình Sinh lý học Thực vật*, Nhà xuất bản Giáo dục.
5. Nguyễn Bá Lộc, Trương Văn Lung, Lê Thị Trĩ, Lê Thị Hoa, Lê Thị Mai Hương (2005), *Giáo trình Sinh lý Thực vật*, Nhà xuất bản Giáo dục.
6. Vũ Văn Vụ (1999), *Sinh lý Thực vật ứng dụng*, Nhà xuất bản Giáo dục.
7. Bùi Trang Việt (2002), *Sinh lý thực vật tập 1 và 2*, Nhà xuất bản Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
8. Lê Văn Tri (1998), *Chất điều hòa sinh trưởng và năng suất cây trồng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
9. Hoàng Minh Tấn, Nguyễn Quang Thạch (1993), *Chất điều hòa sinh trưởng đối với cây trồng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.