

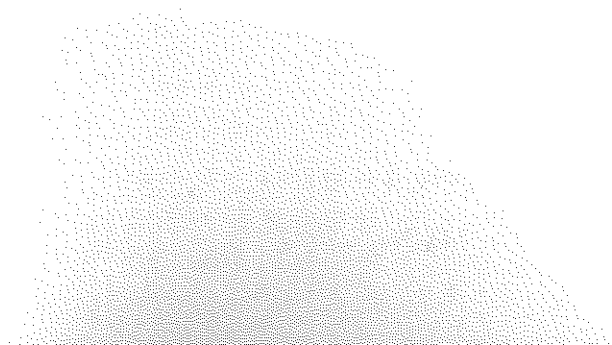
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP I HÀ NỘI

VŨ QUANG SÁNG - NGUYỄN THỊ NHÃN - MAI THỊ TÂN - NGUYỄN THỊ KIM THANH
Chủ biên: PGS.TS. VŨ QUANG SÁNG

SINH LÝ THỰC VẬT ỨNG DỤNG



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP I - HÀ NỘI

Vũ Quang Sáng - Nguyễn Thị Nhấn
Mai Thị Tân - Nguyễn Thị Kim Thanh

Chủ biên: PGS.TS. VŨ QUANG SÁNG

GIÁO TRÌNH SINH LÝ THỰC VẬT ỨNG DỤNG

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

Hà Nội - 2007

LỜI NÓI ĐẦU

Trong quá trình phát triển của mình, môn khoa học Sinh lý thực vật có hai hướng nghiên cứu chính:

- Hướng nghiên cứu Sinh lý - Hoá sinh: chuyên nghiên cứu bản chất các quá trình sống xảy ra trong cơ thể thực vật, từ đó tìm ra các biện pháp điều khiển một phần hay toàn bộ quá trình Sinh lý - Hoá sinh theo hướng có lợi cho con người trong điều kiện tự nhiên và nhân tạo như nghiên cứu các quá trình quang hợp, cố định nitơ phân tử (N_2) và quá trình sinh trưởng, phát triển của cây, v.v...

- Hướng nghiên cứu Sinh lý - Sinh thái: chuyên nghiên cứu mối quan hệ giữa các quá trình sinh lý và các yếu tố sinh thái (nước, nhiệt độ, ánh sáng, O_2 , CO_2 và dinh dưỡng, đất...). Trên cơ sở đó tìm ra được các quy luật hoạt động của các quá trình sinh lý trong các điều kiện sinh thái xác định nhằm xây dựng mô hình sinh thái tối ưu cho các quá trình sinh lý giúp cây sinh trưởng, phát triển và cho năng suất cao, chất lượng tốt.

Sinh lý học thực vật còn được chia ra các chuyên khoa:

(1) *Sinh lý thực vật đại cương* - Chuyên nghiên cứu các chức năng sinh lý chung của thực vật.

(2) *Sinh lý thực vật chuyên khoa* - Nghiên cứu các quy luật sinh lý cho từng nhóm cây, từng cây như Sinh lý cây trồng, Sinh lý cây rừng, Sinh lý cây ăn quả, Sinh lý cây lúa, cây đậu tương, Sinh lý cây ngô, cây khoai tây, v.v...

(3) *Sinh lý thực vật ứng dụng*.

Những năm gần đây, Sinh lý học thực vật ngày càng tiếp cận với thực tiễn sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp, bảo quản và chế biến nông sản, v.v... và nó có vai trò rất quan trọng cho các ngành sản xuất này. Do khuôn khổ giáo trình *Sinh lý thực vật cơ bản* có thời lượng giới hạn, không thể trình bày hết được những ứng dụng và khả năng ứng dụng của môn khoa học này vào sản xuất, trong khi đó các kỹ sư nông học rất cần những kiến thức ứng dụng vào thực tiễn sản xuất. Trước đòi hỏi đó, môn học *Sinh lý thực vật ứng dụng* ra đời.

Nhiệm vụ chính của *Sinh lý thực vật ứng dụng* là nghiên cứu, ứng dụng những quy luật sinh lý của cây trồng đã biết vào thực tiễn sản xuất như:

- Các kiến thức về sinh lý tế bào đã và đang được ứng dụng rộng rãi, hiệu quả trong công nghệ nhân giống vô tính cây trồng bằng con đường nuôi cấy mô (*in vitro*), giâm chiết cành (*in vivo*) để cung cấp cho sản xuất cây giống có chất lượng cao.

- Các kiến thức về trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng được ứng dụng vào việc chẩn đoán nhu cầu nước, dinh dưỡng đối với cây. Từ đó có các biện pháp tưới nước, bón phân hợp lý cũng như ứng dụng trong công nghệ trồng cây không dùng đất, góp phần tạo nên một nền nông nghiệp sạch và bền vững.

- Các kiến thức về quang hợp giúp đưa ra các biện pháp kỹ thuật điều khiển hệ quang hợp trong quần thể cây trồng để “kinh doanh” năng lượng ánh sáng mặt trời hiệu quả nhất.

- Những kiến thức về hô hấp đưa đến các biện pháp kỹ thuật bảo quản nông sản phẩm và ngâm ủ hạt giống, làm đất gieo hạt...

- Sự hiểu biết về sinh trưởng, phát triển của thực vật cũng như các chất điều hoà sinh trưởng thực vật đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong nông nghiệp để điều khiển cây sinh trưởng, phát triển theo hướng có lợi cho con người.

Ngoài ra những kiến thức hiểu biết về Sinh lý học thực vật còn được ứng dụng trong điều khiển và khai thác các hệ sinh thái tối ưu, liên quan đến việc bảo vệ môi trường bền vững .

Giáo trình "*Sinh lý thực vật ứng dụng*" gồm 7 chương.

Chương I : Nhân giống vô tính cây trồng.

Chương II: Điều khiển trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng đối với cây trồng.

Chương III: Trồng cây không dùng đất.

Chương IV: Quang hợp của quần thể cây trồng.

Chương V: Điều khiển hô hấp trong trồng trọt và bảo quản nông sản phẩm.

Chương VI: Ứng dụng chất điều hoà sinh trưởng trong trồng trọt.

Chương VII: Điều chỉnh phát sinh hình thái của cây.

Nội dung giáo trình này đã kết hợp những kiến thức của Sinh lý học thực vật với sự hiểu biết về các ứng dụng và khả năng ứng dụng của môn học này trong sản xuất. Do đó cuốn giáo trình này không chỉ là tài liệu học tập cần thiết cho sinh viên ngành nông học mà còn là tài liệu tham khảo cho tất cả những ai quan tâm đến lĩnh vực này.

Tuy nhiên, là giáo trình được biên soạn lần đầu và thời gian có hạn, do vậy cuốn "*Sinh lý thực vật ứng dụng*" không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi rất mong nhận được sự góp ý của đông đảo bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Để học tốt hơn môn học này, nên tham khảo thêm một số tài liệu sau:

1. Lê Trần Bình, Hồ Hữu Nhị, Lê Thị Muội. *Công nghệ sinh học thực vật trong cải tiến giống cây trồng*. NXB nông nghiệp, Hà Nội, 1997.

2. Trần Minh Tâm. *Bảo quản và chế biến nông sản sau thu hoạch*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2002.

3. Nguyễn Quang Thạch, Hoàng Minh Tấn. *Chất điều hoà sinh trưởng với cây trồng*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 1993.

4. Vũ Văn Vụ. *Sinh lý thực vật ứng dụng*. NXB Giáo dục, Hà Nội, 1999.

Các tác giả

A. PHẦN LÝ THUYẾT

Chương I

NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH CÂY TRỒNG

- Nắm được các khái niệm và những ưu nhược điểm của các hình thức nhân giống thực vật nói chung và nhân giống cây trồng nói riêng. Dựa vào khả năng nhân giống vô tính thực vật trong tự nhiên để con người vận dụng vào thực tiễn sản xuất trong công tác nhân giống vô tính cây trồng. Nắm được cơ sở khoa học và những ưu nhược điểm của các phương pháp nhân giống vô tính cây trồng nhân tạo.

- Kỹ thuật nhân giống vô tính cây trồng in vivo (phương pháp giâm, chiết cành; ghép cành): những ưu nhược điểm, cơ sở khoa học của phương pháp, các thao tác cụ thể. Ứng dụng của từng phương pháp trong sản xuất.

- Kỹ thuật nhân giống vô tính cây trồng in vitro (phương pháp nhân giống vô tính bằng nuôi cấy mô tế bào): cơ sở khoa học, ưu nhược điểm, các điều kiện cần thiết trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào, kỹ thuật của từng giai đoạn nuôi cấy mô tế bào. Ứng dụng vào thực tiễn sản xuất.

I. MỘT SỐ KHÁI NIỆM LIÊN QUAN ĐẾN NHÂN GIỐNG CÂY TRỒNG

1. Sinh sản (Reproduction)

Sinh sản là khả năng sinh vật tái tạo các thế hệ. Phương thức sinh sản rất đa dạng nhưng đều thuộc hai hình thức chính là sinh sản hữu tính và sinh sản vô tính.

- **Sinh sản hữu tính** (Sexual reproduction): Hình thức sinh sản có sự kết hợp của giao tử đực và cái để tạo thành phôi, sau đó phát triển thành cơ thể mới hoàn chỉnh. Sinh sản hữu tính có thể là tự phối hoặc tạp giao.

- **Sinh sản vô tính** (Asexual reproduction): Hình thức sinh sản không có sự kết hợp của giao tử đực và cái. Sinh sản vô tính ở cây trồng có các hình thức sau :

- **Sinh sản vô phối** (Agamic reproduction): Phôi được tạo ra không do thụ tinh giữa tế bào trứng và tinh trùng, đây là hiện tượng tự nhiên để tạo ra dòng vô tính thông qua hạt giống.

- **Sinh sản sinh dưỡng** (Vegetative reproduction): Khả năng tái tạo một cơ thể mới hoàn chỉnh từ một bộ phận nào đó được tách rời khỏi cơ thể mẹ như thân, rễ, lá, củ, chồi...

Trong tự nhiên, nhiều loại cây trồng có thể sinh sản vừa bằng hình thức hữu tính, vừa bằng hình thức vô tính, nhưng cũng có nhiều loại cây trồng chỉ sinh sản bằng hình thức hữu tính hoặc vô tính.

2. Nhân giống (Propagation)

Nhân giống là biện pháp kỹ thuật mà con người dùng để tái tạo các cá thể cần thiết thông qua hệ thống sinh sản. Vì vậy, có thể sử dụng hình thức nhân giống bằng phương pháp hữu tính hoặc phương pháp vô tính tùy vào mục đích cũng như các loại cây trồng.

II. NHÂN GIỐNG CÂY TRỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP HỮU TÍNH

1. Khái niệm

Nhân giống bằng phương pháp hữu tính là hình thức cây con được hình thành từ hạt. Đây là hình thức nhân giống cổ truyền mà con người sử dụng từ khi biết trồng trọt. Hạt được hình thành do kết quả thụ tinh giữa giao tử đực (hạt phấn) với giao tử cái (noãn). Từ hạt sẽ hình thành một cây mới mang đặc tính của cả cây bố và cây mẹ (trường hợp thụ phấn chéo) hoặc nghiêng hẳn về cây bố hoặc cây mẹ (trường hợp vô phối). Hạt được hình thành do quá trình tự thụ phấn của hoa hoặc do thụ phấn nhân tạo.

2. Những ưu điểm

Ưu điểm của phương pháp nhân giống hữu tính đã được Edwin.F.George (1993) tổng kết thành bốn điểm chính sau:

- Phương pháp tiến hành đơn giản trong tự nhiên hoặc nhân tạo mà không cần sử dụng dụng cụ thiết bị phức tạp. Đồng thời, phương pháp nhân giống hữu tính tạo được một số lượng lớn cây giống nên giá thành cây giống thường rẻ.
- Hạt giống có thể bảo quản được trong thời gian dài trong các dụng cụ đơn giản như bao bì, chum, vại, chai, lọ... tùy thuộc từng loại hạt và sự rủi ro trong quá trình bảo quản thấp, hạt giống đảm bảo tỷ lệ sống cao.
- Dễ dàng vận chuyển và phân phối khối lượng lớn hạt giống từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ.
- Các loại sâu bệnh và virus phần lớn là không lây truyền qua hạt nên cây giống mọc từ hạt là cây sạch bệnh.

3. Những nhược điểm

Nhược điểm lớn nhất của phương pháp nhân giống hữu tính là đa số cây con được sinh ra từ hạt sẽ có những tính trạng thay đổi so với cây mẹ, mỗi một sự thay đổi đó là đại diện của một tổ hợp gen mới được hình thành trong quá trình phân bào giảm nhiễm. Vì vậy cây nhân giống bằng phương pháp hữu tính thường không đồng đều và không hoàn toàn mang các tính trạng như cây mẹ.

Đối với loại cây ăn quả, cây công nghiệp dài ngày thì nhân giống bằng phương pháp hữu tính ngày càng giảm, người ta chỉ áp dụng hình thức này trong các trường hợp khó thành công trong phương pháp nhân giống vô tính, các loại cây có hạt đa phối, sử dụng cho công tác lai tạo và chọn lọc giống.

III. NHÂN GIỐNG CÂY TRỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP VÔ TÍNH

1. Khái niệm

Nhân giống vô tính cây trồng là phương pháp tạo cây con từ các cơ quan, bộ phận dinh dưỡng của cây như cành, thân, rễ, lá, củ.... Đây là hình thức nhân giống phổ biến ở nhiều loại cây trồng. Quá trình nhân giống vô tính có thể diễn ra trong tự nhiên và nhân tạo.

2. Nhân giống vô tính tự nhiên

Nhân giống vô tính tự nhiên là hình thức nhân giống mà con người lợi dụng khả năng sinh sản dinh dưỡng của cây trồng, lợi dụng khả năng phân chia các cơ quan dinh dưỡng của cây trồng để hình thành một cá thể mới có khả năng sống độc lập với cây mẹ và mang các tính trạng của cây mẹ. Hình thức này bao gồm :

a) Dùng thân bò lan:

Ở phần mắt giữa hai lóng, nếu được tiếp xúc với đất sẽ mọc rễ, phía trên mọc chồi để tạo thành một cây con hoàn chỉnh, tách rời khỏi cơ thể mẹ đem trồng thành một cây mới.

Biện pháp này thường áp dụng đối với một số loại cây có tia thân như cây dâu tây. Biện pháp này rất đơn giản vì loại cây này khi tia thân bò đến đâu thì mỗi đốt sẽ hình thành một cây mới, ta chỉ việc tách các cây mới đem trồng (hình 1.1).



Hình 1.1. Thân bò lan

b) Tách chồi:

Chồi được hình thành từ gốc thân chính có đầy đủ thân, lá, rễ. Tùy từng loại cây trồng mà có các loại chồi khác nhau như chồi thân (chuối), chồi ngầm (khoai nước, sen), chồi cuống quả, chồi chóp quả (dừa). Các chồi này sau khi tách khỏi cơ thể mẹ có thể đem trồng ngay hoặc qua giai đoạn vườn ươm.

c) Nhân giống bằng thân củ, thân rễ (thân sinh địa):

Trên thân của loại cây sinh địa có mang các chồi hoặc nhiều mắt chồi, mỗi mắt có thể phát triển thành chồi và thành cây hoàn chỉnh, do vậy có thể dùng cây sinh địa để nhân giống như hành, khoai tây, gừng, hoàng tinh...

3. Nhân giống vô tính nhân tạo

Nhân giống vô tính nhân tạo là hình thức nhân giống vô tính có sự tác động của các biện pháp cơ học, hoá học, công nghệ sinh học... để điều khiển sự phát sinh các cơ quan bộ phận của cây như rễ, chồi, lá... hình thành một cây hoàn chỉnh hoàn toàn có khả năng sống độc lập với cây mẹ. Cây được tạo nên từ phương thức nhân giống này mang hoàn toàn đặc tính di truyền như cây mẹ.

Người ta phân chia làm hai loại :

- Nhân giống vô tính được thực hiện trong điều kiện tự nhiên (*in vivo*), với hình thức này, cây giống tạo ra có kích thước lớn (*Macro propagation*).
- Nhân giống vô tính được thực hiện trong phòng thí nghiệm (*in vitro*), với hình thức này cây giống có kích thước nhỏ (*Micro propagation*).

IV. NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH *IN VIVO* (MACRO PROPAGATION)

Nhân giống vô tính *in vivo* tức là quá trình nhân giống được thực hiện trong điều kiện tự nhiên gồm các hình thức như tách cây, giâm cành, chiết cành, ghép mắt để tạo cây con có đặc tính giống hệt cây mẹ.

1. Cơ sở khoa học

Tất cả các loại thực vật đều có đặc tính tái sinh, tức là khi tách rời một cơ quan bộ phận nào đó của cây ra khỏi cây mẹ thì lúc đó trạng thái nguyên vẹn của cây bị vi phạm, nhờ có đặc tính tái sinh mà cây có khả năng khôi phục lại trạng thái nguyên vẹn của mình. Đặc tính tái sinh ở thực vật lớn hơn động vật rất nhiều. Vận dụng đặc tính tái sinh của thực vật mà con người điều khiển cây trồng theo hướng có lợi như biện pháp cắt tỉa tạo tán cho cây cảnh, cây lấy búp; nhân giống vô tính cây trồng.... Trong biện pháp nhân giống vô tính cây trồng thì khả năng ra rễ bất định của cành chiết, cành giâm hoặc liền vết ghép đều dựa vào đặc tính tái sinh để đảm bảo tính nguyên vẹn của cây.

Khi tách một cành ra khỏi cây mẹ thì cây đó đã bị mất tính nguyên vẹn của mình, để khôi phục lại tính nguyên vẹn của mình, cây có khả năng sinh ra một chồi mới để bù đắp cành vừa mất đi. Đồng thời cành được tách ra khỏi cây mẹ lúc đó cũng bị mất tính nguyên vẹn của một cây, tức là cành bị thiếu phần rễ để trở thành cây hoàn chỉnh, nên nó sẽ tự khôi phục tính nguyên vẹn của mình bằng khả năng hình thành rễ bất định để trở thành cây hoàn chỉnh. Hoặc khi ghép mắt thì nhờ khả năng tái sinh của các tế bào xung quanh phần bị cắt đã làm liền vết thương và tiếp nhận mắt ghép.

2. Ưu điểm của phương pháp nhân giống vô tính *in vivo*

Nhân giống vô tính *in vivo* bằng các biện pháp giâm cành, chiết cành và ghép mắt có một số ưu điểm chính sau :

- Tỷ lệ thành công trong nhân giống cao. Các biện pháp giâm, chiết cành hoặc ghép mắt tỷ lệ tạo cây giống thường đạt được từ 50% đến 100% tùy theo từng đối tượng cây trồng và các biện pháp áp dụng. Hiện nay, người ta thường sử dụng các chất điều tiết sinh trưởng để kích thích sự ra rễ bất định cho cành chiết, cành giâm thì tỷ lệ ra rễ đạt tới 100%.

- Thời gian tạo cây giống nhanh. Thông thường thời gian tạo cây giống trong kỹ thuật giâm, chiết cành hoặc ghép mắt chỉ từ vài ngày đến vài tháng tùy theo từng đối tượng cây trồng và biện pháp áp dụng. Bộ môn Sinh lý thực vật - Trường đại học Nông nghiệp I rất thành công trong kỹ thuật giâm cành của nhiều loại đối tượng cây trồng như cây khoai tây, cẩm chướng, cây roi, bưởi, chanh... chỉ sau từ 3 đến 7 ngày thì cành giâm ra rễ bất định và sau khoảng 1- 4 tuần thì cây giống đủ tiêu chuẩn xuất vườn.

- Tạo cây giống có kích thước lớn. Cây giống được tạo bằng biện pháp giâm, chiết cành hoặc ghép mắt có kích thước lớn hơn nhiều so với phương pháp nhân giống *in vitro*. Kích thước của cây giống khoảng từ một đốt đến nhiều đốt cây tùy thuộc vào đối tượng cây trồng và nhu cầu của hệ số nhân giống.

- Cây giống mang đặc tính của cây mẹ. Biện pháp giâm chiết cành và ghép mắt cũng như các biện pháp nhân giống vô tính nói chung, cây giống tạo thành từ các cơ quan dinh dưỡng của cây mẹ nên có tuổi sinh học của cây mẹ và mang đặc tính di truyền của cây mẹ.

- Thao tác và trang thiết bị đơn giản. Kỹ thuật nhân giống vô tính bằng biện pháp giâm, chiết cành hoặc ghép mắt rất dễ dàng áp dụng cho mọi đối tượng lao động trong nghề làm vườn. Mọi thao tác trong quy trình giâm, chiết cành hoặc ghép mắt rất đơn giản và hoàn toàn không yêu cầu các thiết bị hiện đại.

3. Các biện pháp nhân giống vô tính *in vitro*

3.1. Nhân giống vô tính bằng tách cây

Mỗi cây thường chỉ có một gốc và một bộ rễ, tuy nhiên, con người có thể sử dụng các biện pháp kỹ thuật tác động để cây phát sinh nhiều gốc, mỗi gốc có bộ rễ riêng biệt, rồi tách riêng từng gốc đem trồng thành cây mới. Ví dụ biện pháp cưa gốc cho nảy chồi rồi vun đất vào gốc cho ra rễ, tách ra trồng. Phương pháp này chậm, hiệu quả thấp, tốn công nên ít được áp dụng.

3.2. Nhân giống vô tính bằng giâm, chiết cành

Phương pháp giâm, chiết cành dựa trên khả năng hình thành rễ bất định của cành giâm hoặc chiết khi được cắt rời khỏi cây mẹ. Phương pháp này thường được áp dụng cho cả hai nhóm cây thân gỗ và thân thảo như cây vải, nhãn, cam, chanh, khoai tây, mía, dưa, hoa cúc, cẩm chướng....

a) Cơ sở khoa học của sự hình thành rễ bất định:

Khi có tác động vào cây mẹ như cắt cành giâm ra khỏi cơ thể cây mẹ hoặc khoanh vỏ cành chiết thì lúc đó trong cơ thể cây mẹ sẽ bắt đầu hoạt hoá sự hình thành rễ bất định. Yếu tố gây hoạt hoá sự hình rễ bất định là auxin.

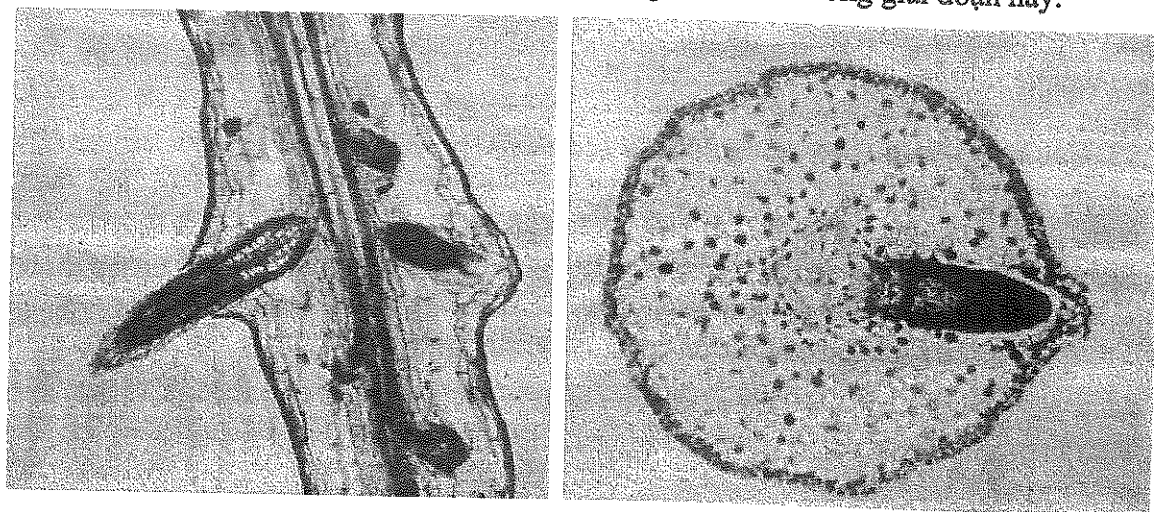
Khi có tác động cắt cành hoặc khoanh vỏ thì auxin sẽ được hình thành một cách nhanh chóng tại đỉnh sinh trưởng và các cơ quan non, sau đó qua hệ thống mạch libe, auxin được vận chuyển về phần vết cắt của cành chiết, cành giâm để kích thích tạo rễ bất định. Vì vậy, sự ra rễ bất định của cành chiết, cành giâm nhanh hay chậm là hoàn toàn phụ thuộc vào khả năng tổng hợp auxin nội sinh của từng loại cây trồng. Người ta có thể xử lý bổ sung auxin ngoại sinh để thúc đẩy nhanh chóng sự ra rễ bất định của cành chiết, cành giâm.

Sự hình thành rễ bất định là một quá trình, đó là quá trình phân phân hoá của tế bào tiền tượng tầng, tiếp đó là tái phân hoá để hình thành mầm rễ (hình 2.1).

Quá trình hình thành rễ bất định chia làm ba giai đoạn :

- Phân phân hoá của tế bào tiền tượng tầng để trở lại chức năng phân chia tế bào của mô phân sinh tượng tầng để tạo khối tế bào bất định (callus).
- Tái phân hoá tế bào rễ từ các tế bào bất định để hình thành mầm rễ bất định
- Mầm rễ sinh trưởng để hình thành rễ bất định.

Thông thường, giai đoạn đầu của sự hình thành rễ bất định cần lượng auxin lớn nhất cho sự phân phân hoá tế bào ($10^{-4} - 10^{-5} \text{ g/cm}^3$), giai đoạn thứ hai cần lượng auxin thấp hơn cho sự tái phân hoá mầm rễ (10^{-7} g/cm^3), còn giai đoạn sinh trưởng rễ lượng auxin cần rất thấp ($10^{-11} - 10^{-12} \text{ g/cm}^3$) hoặc không cần auxin trong giai đoạn này.



Hình 2.1. Sự phân phân hoá tế bào tượng tầng để hình thành rễ bất định a) và b): Lát cắt dọc và cắt ngang mầm rễ bất định

Trong kỹ thuật giâm, chiết cành, người ta thường xử lý bổ sung các chất thuộc nhóm auxin ngoại sinh để kích thích sự tạo rễ bất định nhanh và hiệu quả hơn như IBA, α -NAA, 2,4D.... Tuỳ theo chất sử dụng và loại cây trồng, cũng như tuỳ theo phương pháp xử lý mà nồng độ sử dụng là khác nhau.

Có ba phương pháp chính để xử lý auxin cho sự ra rễ bất định:

- *Phương pháp xử lý nồng độ loãng*: nồng độ xử lý vào khoảng vài chục ppm.

Với phương thức giâm cành thì ngâm phần gốc vào dung dịch trong thời gian 12 đến 24 giờ rồi cắm cành giâm vào giá thể.

Với phương thức chiết cành thì trộn dung dịch xử lý với đất bó bầu trước khi bó bầu xung quanh vết khoanh vỏ.

- *Phương pháp xử lý nồng độ đặc*: nồng độ xử lý khoảng vài nghìn ppm.

Với phương thức giâm cành thì nhúng rất nhanh phần gốc vào dung dịch trong khoảng 1-2 giây rồi cắm ngay vào giá thể.

Với phương thức chiết cành thì dùng bông tẩm dung dịch xử lý và chỉ cần bôi lên trên vết khoanh vỏ trên (nơi sẽ xuất hiện rễ) trước khi bó bầu...

- *Sử dụng dạng bột*: có nhiều chế phẩm giâm chiết cành dạng bột, trong thành phần có chứa auxin với một tỷ lệ nhất định được phối trộn với một loại bột nào đó. Khi giâm cành chỉ cần chấm vết cắt của cành giâm vào chế phẩm bột rồi cắm vào giá thể.

b) Nhân giống vô tính bằng chiết cành:

** Ưu điểm:*

- Cây con dễ sống, sinh trưởng nhanh, mọc khoẻ.
- Cây con mang đầy đủ đặc tính di truyền của cây mẹ.
- Cây thấp, tán gọn nên thuận tiện cho chăm sóc và thu hoạch.

** Nhược điểm:*

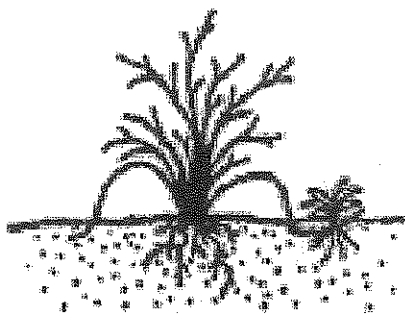
- Hệ số nhân giống không cao, chỉ sử dụng trong sản xuất nhỏ
- Cây nhanh già cỗi, tuổi thọ vườn cây thấp, khả năng chống chịu với điều kiện bất lợi của môi trường không cao
- Cây mẹ bị khai thác nhiều sẽ làm giảm tuổi thọ và sức sống.

** Các hình thức chiết cành:*

+ Chiết cành bằng biện pháp uốn vít cành:

Biện pháp uốn cành thường áp dụng cho đối tượng cây thân bụi, thân thảo như cây đỗ quyên, kim ngân, ráy thơm...

Cách tiến hành: Uốn vít cành xuống rồi phủ đất lên, sau một thời gian phần được phủ đất sẽ ra rễ (hình 3.1). Để kích thích ra rễ nhanh có thể gây vết thương nhẹ lên cành uốn tại phần phủ đất. Cắt rời từng phần đã ra rễ để tạo cây giống mới.



Hình 3.1. Biện pháp uốn vít cành

+ Chiết cành trên cây:

Đây là biện pháp áp dụng phổ biến cho nhóm cây thân gỗ như loại cây ăn quả nhãn, vải hồng xiêm, chanh, roi, cam, quýt, bưởi...; nhóm cây công nghiệp như chè, cà phê...; nhóm cây rừng như bạch đàn, quế, hương... cành vẫn ở trên cây từ khi được chiết đến khi ra rễ bất định tạo cây hoàn chỉnh mới cắt xuống đem trồng.

Theo học thuyết chu kỳ tuổi của Trailakhyan thì mỗi cành ở trên cây có tuổi sinh học khác nhau. Nếu cành có tuổi sinh học trung bình sẽ có khả năng tạo rễ bất định tốt hơn những cành có tuổi sinh học quá lớn hoặc quá nhỏ. Vì vậy, với mục đích nhân giống vô tính bằng kỹ thuật chiết cành người ta thường lựa chọn những cành trên cây có tuổi sinh học trung bình hay còn gọi là cành "bánh tẻ" để chiết.

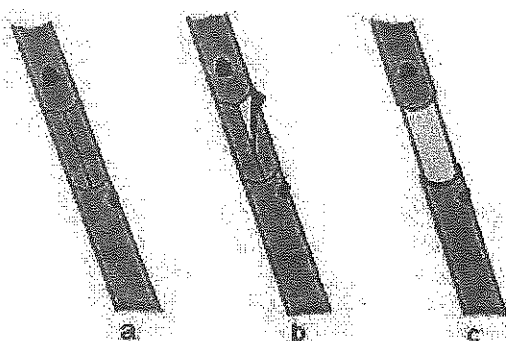
Cách tiến hành: Dùng dao sắc cắt hai khoanh vỏ cách nhau khoảng 2-3 cm (hình 4.1a, b) sau đó loại bỏ lớp vỏ ngoài, dùng dao sắc cạo sạch lớp vỏ trắng tiếp theo đến tận phần gỗ (hình 4.1c).

Thường để phơi cành khoảng một buổi hoặc một ngày sau mới bó bầu.

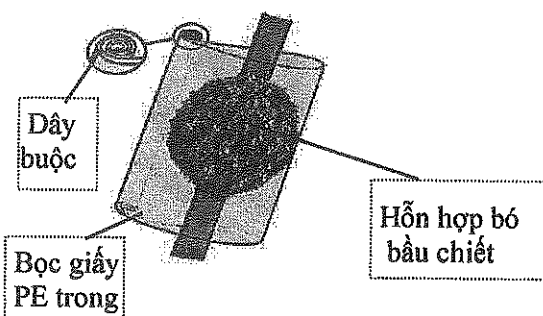
Đối với những cây khó ra rễ như cây hồng xiêm, mận, mơ, mít... trước khi bó bầu ta nên xử lý cho vết khoanh vỏ (vết khoanh trên) dung dịch auxin (α -NAA) 4000-8000 ppm hoặc trộn dung dịch auxin vào hỗn hợp bó bầu với nồng độ thấp hơn (40 - 100 ppm).

Nguyên liệu dùng để bó bầu thường sử dụng là hỗn hợp giữa đất vườn hoặc đất bùn ao phơi khô, đập nhỏ trộn với một trong số nguyên liệu hữu cơ như trấu bổi, mùn cưa, rơm rác mục, rế bèo tây... với tỷ lệ 2/3 đất với 1/3 nguyên liệu hữu cơ.

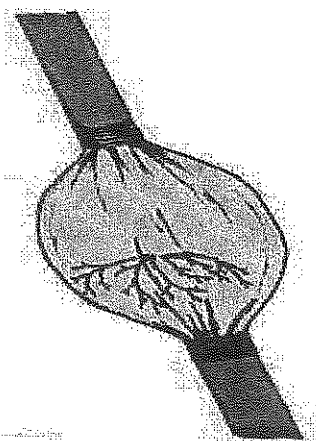
Đảm bảo 70% độ ẩm của hỗn hợp bó bầu. Phía ngoài của bầu chiết bọc bằng giấy PE trong. Buộc chặt hai đầu bầu chiết vào cành để bầu không bị xoay xung quanh cành chiết (hình 5.1).



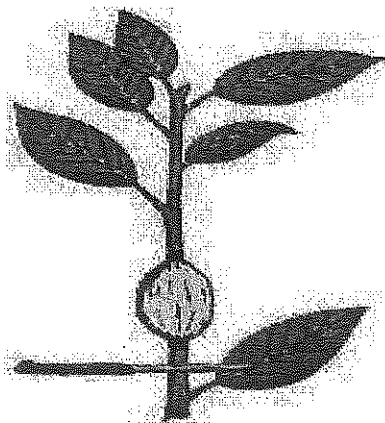
Hình 4.1. Cách khoanh vỏ cành chiết
a, b. khoanh vỏ; c. Bóc và cạo sạch lớp vỏ



Hình 5.1. Cách bó bầu cành chiết



a)



b)

Hình 6.1. Sự ra rễ bất định của cành chiết đủ tiêu chuẩn cắt

a) Ra rễ bất định

b) Cắt cành chiết

Sau đó theo dõi qua lớp PE khi thấy rễ đã mọc ra phía ngoài bầu và chuyển màu trắng nõn sang màu trắng ngà hoặc hơi ngả màu xanh thì có thể cưa cành chiết để trồng vào vườn ươm (hình 6.1a, b).

c) Nhân giống vô tính bằng giâm cành:

** Ưu điểm:*

- Cây con giữ được các tính trạng di truyền của cây mẹ, vườn cây đồng đều thuận tiện chăm sóc, thu hoạch.
- Thời gian nhân giống tương đối nhanh, hệ số nhân giống cao.
- Chu kỳ khai thác ngắn, hiệu quả kinh tế cao.

** Nhược điểm:*

- Tuổi thọ vườn cây thấp, chu kỳ kinh doanh ngắn.
- Đòi hỏi người sản xuất có trình độ kỹ thuật nhất định.
- Tốn nhiều công chăm sóc.

** Các hình thức giâm cành:*

Tuỳ theo từng đối tượng cây trồng và mục đích nhân giống mà người ta áp dụng các hình thức giâm cành khác nhau. Sau đây là một số biện pháp giâm cành phổ biến cho các đối tượng cây trồng:

• Giâm cành bằng biện pháp cắt cành hoặc cắt thân

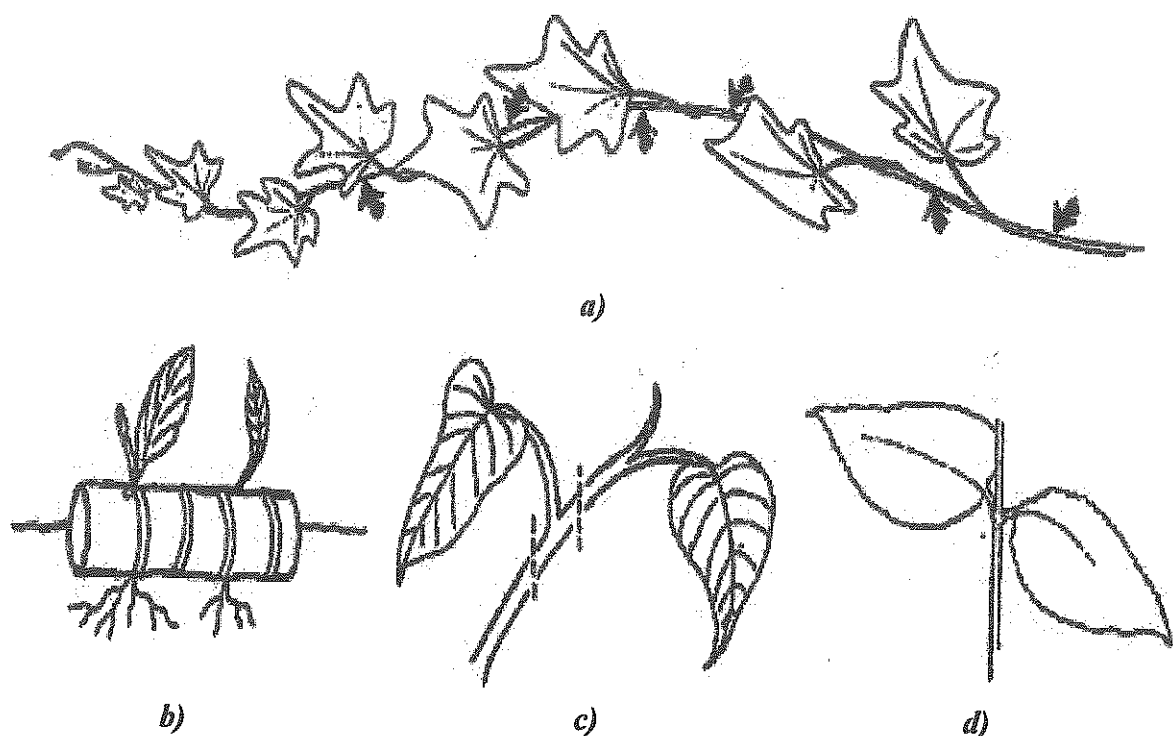
Đây là biện pháp áp dụng phổ biến cho nhiều đối tượng cây trồng, các loại cây thân gỗ như cây nhãn, vải, cam, chanh, bưởi, cà phê, chè...; các loại cây rau, cây hoa thân thảo như khoai tây, hoa cúc... Một số cây có thể thực hiện nhân giống bằng phương pháp cắt cành hoặc cắt thân quanh năm. Trong khi đó một số cây đặc biệt là một số cây thân gỗ chỉ có thể thực hiện vào mùa rụng lá khi mà cây đang ở trạng thái ngủ nghỉ.

Cách tiến hành: Dùng dao sắc cắt vát ở vị trí phía dưới của đốt cành hoặc đốt thân với kích thước tuỳ thuộc vào từng đối tượng cây trồng và mục đích nhân giống. Có thể cắt từng đốt đơn hoặc đốt kép (đối với cây có lá đối xứng) (hình 7.1a, b, c, d). Loại bỏ bớt một phần của lá nếu lá quá to. Nhúng nhanh auxin (α -NAA vài nghìn ppm) vào vết cắt nếu cần thiết, sau đó cắm vào giá thể giâm cành với chiều sâu khoảng 1cm hoặc đặt nằm ngang lấp 1/2 thân vào giá thể (đối với cây mía, đay, mây...). Đảm bảo độ ẩm thích hợp của giá thể và độ ẩm bảo hoà trên bề mặt lá đến khi xuất hiện rễ bất định của cành giâm. Chăm sóc cẩn thận đến khi xuất vườn.

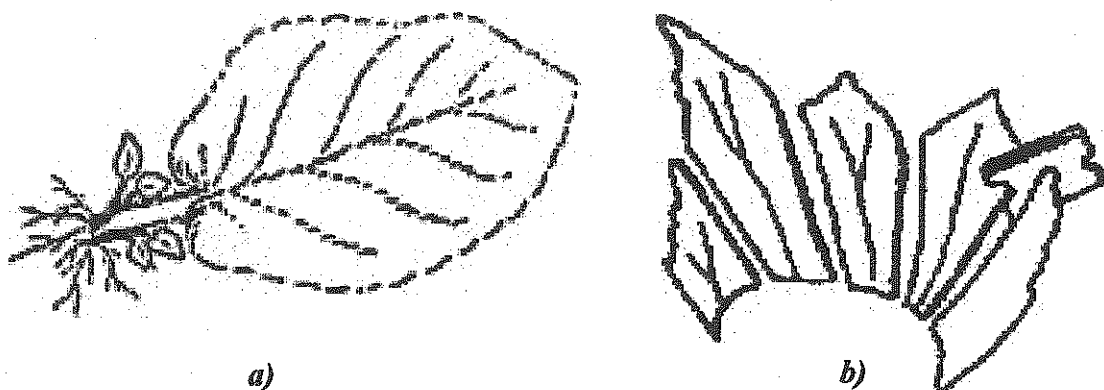
• Giâm cành bằng biện pháp cắt lá

Biện pháp này được áp dụng đối với các loại cây cảnh, cây trồng chậu trong nhà, đặc biệt thường sử dụng đối với cây lá bóng. Có hai loại kiểu cắt lá: cắt toàn bộ lá và cắt mẫu lá (hình 8.1a, b). Khi lá được cắt rời khỏi cây mẹ thì rễ bất định sẽ được hình thành tại phần cuống lá hoặc trực tiếp trên lá.

Cách tiến hành: Mọi thao tác và quy trình tiến hành theo biện pháp này tương tự như biện pháp cắt cành đã nêu ở trên nhưng chỉ dùng phần lá cây để giâm.



Hình 7.1. Giâm cành bằng các biện pháp cắt cành, cắt thân
a) Cắt cành; b) Cắt thân nằm ngang; c) Cắt đốt đơn; d) Cắt đốt kép



Hình 8.1. Giâm cành bằng biện pháp cắt lá
a) Giâm lá nguyên vẹn; b) Giâm mẫu lá

Dùng dao sắc cắt một mẫu lá cây hoặc cả lá cây gồm cả phần cuống hoặc không có cuống tùy theo từng loại cây, sau đó xử lý auxin vào vết cắt nếu cần thiết. Đặt mẫu lá hoặc cắm phần cuống lá vào giá thể. Sau một thời gian, trên lá hoặc tại phần cuống sẽ hình thành rễ bất định. Nếu phần cuống lá có cả mắt ngủ thì mắt ngủ sẽ bật chồi hình thành cây hoặc cũng có thể tự trên phần lá hình thành chồi mới để thành cây mà không cần có mắt ngủ.

Trong kỹ thuật giâm cành cần chú ý :

- Giá thể là cát ẩm dùng để giâm cành là tốt nhất, có nhiều loại cát như cát thô, cát mịn, cát đen, cát vàng... tùy theo từng đối tượng cây trồng mà sử dụng loại cát nào cho

thích hợp. Cát có đặc tính tro, thoát nước và xốp sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho sự ra rễ. Cát dùng làm giá thể phải sạch để tránh nấm, khuẩn hoặc các tạp chất làm chết cành giâm. Thường sử dụng loại cát mới khai thác hoặc cát cũ thì phải được rửa sạch bằng cách ngâm cát trong HCl hoặc thuốc tím trong vài giờ sau đó rửa nhiều lần dưới vòi nước.

- Cành mới giâm vẫn xảy ra quá trình thoát hơi nước trên bề mặt lá nhưng cành giâm chưa có rễ để hút nước dẫn đến mất cân bằng nước, cành giâm bị héo và chết. Vì vậy, cần phải thường xuyên phun ẩm đảm bảo độ ẩm bảo hoà trên bề mặt lá làm giảm sự thoát hơi nước cho đến khi cành giâm xuất hiện rễ bất định.

3.3. Nhân giống vô tính bằng phương pháp ghép

Ghép là phương pháp được thực hiện bằng cách lấy một bộ phận của những cây giống tốt, đang sinh trưởng như đoạn cành, đoạn rễ, mầm ngủ... lắp đặt vào vị trí thích hợp trên cây khác gọi là gốc ghép để tạo thành một tổ hợp ghép, cùng sinh trưởng phát triển và tạo nên một cây mới hoàn chỉnh.

a) Cơ sở khoa học của phương pháp ghép:

Phương pháp ghép dựa vào đặc tính tái sinh liên vết thương của cây. Tế bào tại phần bị thương trên cây có khả năng tái phân chia liên tục thành một đám tế bào để liền vết thương và tiếp nhận phần được ghép vào cây.

Khi ghép cần áp sát phần mô phân sinh tượng tầng của phần ghép với gốc ghép, tại đó mô phân sinh của gốc ghép hoạt động mạnh làm lấp đầy chỗ trống giữa hai vết cắt, các tổ chức mô tế bào của phần ghép và gốc ghép dần dần hoà hợp, gắn với nhau. Hệ thống mạch floem và xylem dần được liên kết lại với nhau và thông suốt. Lúc này, chồi ghép được cung cấp chất dinh dưỡng và nước nên bắt đầu sinh trưởng, gốc ghép và chồi ghép trở thành một cơ thể mới.

Cây nhân giống bằng phương pháp ghép vẫn hoàn toàn giữ được những tính trạng như cây mẹ.

b) Mục đích và các ưu, nhược điểm của phương pháp ghép:

**** Mục đích***

- Nhân giống vô tính cây trồng trong trường hợp các phương pháp nhân giống khác khó thực hiện hoặc kém hiệu quả.

- Thay đổi một phần hoặc một bộ phận của cây này bằng một phần hoặc bộ phận của cây giống khác.

- Tận dụng những ưu điểm của gốc ghép cho các cây trồng cần nhân giống.

- Cải tạo những phần bị hại (gãy, sâu bệnh) của cây.

- Sử dụng phương pháp ghép để test cây chống chịu bệnh.

**** Ưu điểm***

- Giữ được hầu hết các tính trạng của cây mẹ.

- Hệ số nhân giống cao, cây ghép có tuổi thọ cao.

- Có khả năng thay đổi giống khi cần mà không phải trồng mới (giống cũ, năng suất thấp, sâu bệnh...) hoặc cứu chữa các bộ phận hỏng (bị hại ở gốc, rễ dẫn tới chết toàn cây thì ghép để thay rễ).

- Khai thác các ưu điểm của cây làm gốc ghép như: khả năng sinh trưởng, khả năng chống chịu sâu bệnh và điều kiện ngoại cảnh bất lợi (hạn, úng, lạnh...).

- Sử dụng trong công tác lai giống.

** Nhược điểm*

- Cây sử dụng làm gốc ghép thường trồng bằng hạt nên sinh trưởng không đồng đều khó chăm sóc.

- Cần đội ngũ kỹ thuật có trình độ am hiểu về kỹ thuật ghép, giống cây trồng.

- Cần đầu tư nhiều công sức để chọn tổ hợp ghép thích hợp tùy theo từng loại cây trồng và từng vùng nhất định.

Có hai nhóm ghép: Ghép mắt và ghép cành.

Ghép mắt gồm: Ghép cửa sổ và ghép mắt nhỏ có gỗ. Ghép cành gồm: Ghép áp, ghép cành bên, ghép đoạn cành, ghép nêm, ghép rễ. Tuy nhiên, hiện nay phổ biến nhất là phương pháp ghép mắt do thao tác đơn giản, thuận tiện, hệ số nhân giống cao, dễ dàng vận chuyển và bảo quản vật liệu ghép.

c) Phương pháp ghép mắt:

Trong kỹ thuật ghép, có một số hình thức ghép khác nhau như ghép áp, ghép cành, ghép mắt. Tùy theo từng đối tượng cây trồng và mục đích ghép để lựa chọn hình thức ghép thích hợp. Với mục đích nhân giống vô tính cây trồng thường sử dụng hình thức ghép mắt. Ghép mắt có nhiều kiểu được gọi theo vết rạch phần gốc ghép: ghép chữ T, U, H, I, ...

** Ưu điểm:* Ghép mắt là hình thức ghép rất phổ biến, áp dụng được cho nhiều loại giống cây trồng khác nhau. Thao tác đơn giản, thuận tiện. Hệ số nhân giống cao. Dễ dàng bảo quản và vận chuyển vật liệu ghép.

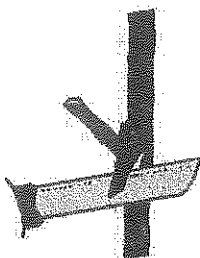
** Cách tiến hành*

- Lấy mắt ghép: Chọn mắt ghép trên cành "bánh tẻ", không bị sâu bệnh (hình 9.1). Tách mắt ghép theo kiểu bóc vỏ (cành táo...), hoặc cắt vát phần mắt (cành chanh, bưởi, cam...) (hình 10.1a, b, c, d).

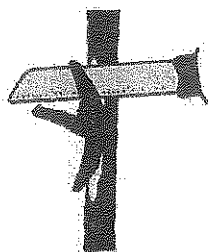
- Chuẩn bị gốc ghép: Dùng dao sắc mở "cửa sổ" phần vỏ của thân cây. Bóc miếng vỏ trên vết khía. Tiến hành đặt mắt ghép vào phía trong "cửa sổ" và đẩy cửa sổ bằng lớp vỏ mới tách, cuộn chặt phần ghép bằng dây nilon mỏng (tránh để nước mưa ngấm vào bên trong) (hình 11.1). Sau khoảng 15 - 20 ngày có thể mở dây buộc và cắt miếng vỏ đẩy phía ngoài miếng ghép (hình 12.1a, b). Để kích thích mắt ngủ mọc mầm nhanh, sau khi mở dây buộc khoảng 7 ngày tiến hành cắt ngọn gốc ghép. Thường cắt ngọn gốc ghép cách mắt ghép khoảng 2 - 3 cm, nên cắt nghiêng khoảng 45° về phía ngược chiều với mắt ghép để tránh nước nhỏ vào mắt ghép. Phương pháp ghép "cửa sổ" có tỷ lệ cây sống cao khoảng từ 70 - 100% tùy theo từng loại cây.



Hình 9.1. Chọn mắt ghép trên cành "bánh tẻ"

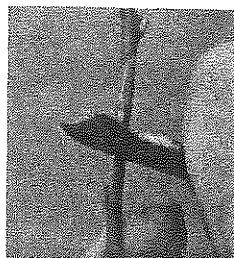


a)

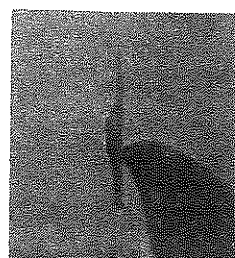


b)

Hình 10.1a, b. Tách mắt ghép trên cây thân gỗ



c)



d)

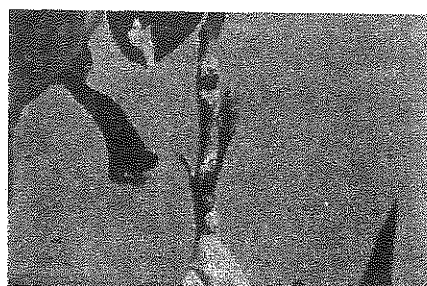
Hình 10.1c, d. Tách mắt ghép trên cây họ cam chanh



Hình 11.1. Buộc chặt mắt ghép vào gốc ghép



a)



b)

Hình 12.1.a, b. Mắt ghép sau khi tháo dây buộc (a) và nảy chồi (b)

V. NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH *IN VITRO* (MICRO PROPAGATION)

Nhân giống vô tính cây trồng *in vitro* hay vi nhân giống (Micro propagation) là một lĩnh vực ứng dụng có hiệu quả nhất trong công nghệ nuôi cấy mô tế bào thực vật. Đây là phương pháp nhân giống hiện đại được thực hiện trong phòng thí nghiệm nên còn gọi là phương pháp nhân giống trong ống nghiệm.

Khác với các phương pháp nhân giống truyền thống như giâm, chiết cành hoặc ghép mắt, phương pháp nhân giống *in vitro* có khả năng trong một thời gian ngắn, có thể tạo ra một số lượng cây giống lớn đồng đều để phủ kín một diện tích đất nhất định mà các phương pháp nhân giống khác không thể thay thế được. Ngoài ra phương pháp này không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết nên có thể tiến hành quanh năm. Đây là một hướng đang được ứng dụng rộng rãi. Ở Việt Nam hiện nay có nhiều phòng thí nghiệm nuôi cấy mô, nhiều trung tâm sản xuất cây giống hàng năm cung cấp một lượng đáng kể cây giống có chất lượng cao cho sản xuất như chuối, dứa, khoai tây, các loại lan, cây cảnh, cây lâm nghiệp.

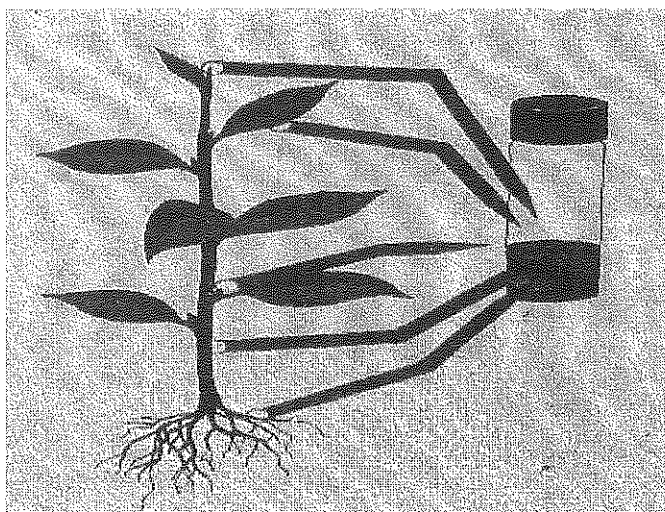
1. Cơ sở khoa học của phương pháp nhân giống vô tính *in vitro*

Kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào (tissue culture) nói chung và kỹ thuật nhân giống vô tính *in vitro* nói riêng đều dựa vào cơ sở khoa học là có tính toàn năng, sự phân hoá và phản phân hoá.

a) Tính toàn năng của tế bào:

Haberland (1902) lần đầu tiên quan niệm rằng, mỗi một tế bào bất kỳ của một cơ thể sinh vật đa bào đều có khả năng tiềm tàng để phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh. Theo quan điểm của sinh học hiện đại thì mỗi một tế bào đã chuyên hoá đều chứa một lượng thông tin di truyền (bộ ADN) tương đương với lượng thông tin di truyền của một cơ thể trưởng thành. Vì vậy, trong điều kiện nhất định một tế bào bất kỳ đều có thể phát triển thành một cơ thể hoàn chỉnh. Đặc tính đó của tế bào gọi là tính toàn năng của tế bào.

Như vậy, bất cứ một tế bào nào cũng có thể hình thành một cây hoàn chỉnh. Đó cũng là cơ sở khoa học của kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào (*in vitro*) nói chung và kỹ thuật nhân giống vô tính (*clone* - nhân bản) nói riêng. Qua đó người ta có thể biến một tế bào bất kỳ (hoặc một mẫu mô) thành một cơ thể hoàn chỉnh khi được nuôi cấy trong một môi trường thích hợp có đầy đủ các điều kiện cần thiết cho tế bào thực hiện các quá trình phân hóa, phân phân hoá (hình 13.1).



Hình 13.1. Sử dụng nuôi cấy các loại mô bất kỳ trên cây

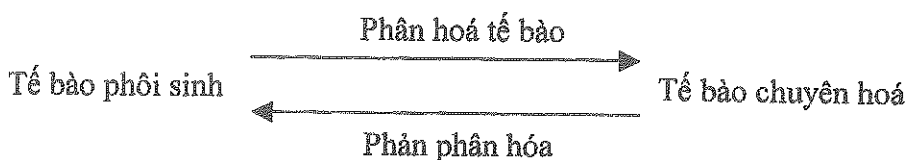
b) Tính phân hoá và phân phân hoá của tế bào:

+ Tính phân hoá của tế bào là sự biến đổi của các tế bào phôi sinh thành các tế bào của các mô chuyên hoá đảm nhiệm các chức năng khác nhau. Trong cơ thể thực vật có khoảng 15 loại mô khác nhau đảm nhiệm các chức năng khác nhau (mô dậu, mô dẫn, mô bì, mô khuyết...) nhưng chúng đều có cùng nguồn gốc từ tế bào phôi sinh đã trải qua giai đoạn phân hoá tế bào để hình thành các mô riêng biệt.

+ Tính phân phân hoá của tế bào là các tế bào khi đã được phân hoá thành các mô riêng biệt với các chức năng khác nhau nhưng trong điều kiện nhất định chúng vẫn có thể quay trở về trạng thái phôi sinh để phân chia tế bào. Đó là tính phân phân hoá của tế bào.

Trong kỹ thuật nuôi cấy các cơ quan dinh dưỡng của cây như lá, thân..., thì giai đoạn tạo mô sẹo (*callus*) chính là những tế bào đã quay trở về trạng thái phôi sinh có khả năng phân chia liên tục mà mất hẳn chức năng của các cơ quan dinh dưỡng như lá, thân ...trước đó.

Sự phân hóa và phân phân hoá giữa tế bào phôi sinh và tế bào đã chuyên hoá được biểu diễn theo sơ đồ sau:



Về bản chất, sự phân hoá và phản phân hoá là quá trình hoạt hoá gen. Tại một thời điểm nào đó trong quá trình phát triển cá thể thì một số gen được hoạt hoá và một số gen khác bị ức chế. Điều này xảy ra theo một chương trình đã được mã hoá trong cấu trúc phân tử ADN. Khi nằm trong một cơ thể hoàn chỉnh giữa các tế bào có sự ức chế lẫn nhau, nhưng khi được tách rời và trong những điều kiện nhất định thì các gen được hoạt hoá dễ dàng hơn nên chúng có khả năng mở tất cả các gen để hình thành một cá thể mới. Đó chính là cơ sở làm nền tảng cho kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào.

2. Mục đích của phương pháp nhân giống vô tính *in vitro*

Trong lĩnh vực nhân giống vô tính *in vitro* thì kỹ thuật nhân nhanh giống cây trồng phục vụ những mục đích sau :

- Nhân nhanh các kiểu gen quý hiếm làm vật liệu cho công tác tạo giống.
- Nhân nhanh và duy trì các cá thể đầu dòng tốt để cung cấp cây giống của các các loại cây trồng khác nhau như cây lương thực, cây rau, cây hoa, cây cảnh, cây dược liệu, cây lâm nghiệp...
- Nhân nhanh kết hợp với làm sạch virút.
- Bảo quản các tập đoàn gen, đặc biệt đối với loại cây dễ bị nhiễm bệnh trong điều kiện tự nhiên (khoai tây, khoai lang,) hoặc các cây dễ bị giao phấn.

3. Ưu, nhược điểm của phương pháp nhân giống vô tính *in vitro*

Phương pháp nhân giống vô tính *in vitro* đã được E.F. Gerge (1993) nêu lên một số ưu, nhược điểm chính sau đây:

a) Ưu điểm:

- Phương pháp nhân giống *in vitro* có khả năng hình thành được số lượng lớn cây giống từ một mô, cơ quan của cây với kích thước nhỏ khoảng 0,1- 10 mm. Trong khi đó phương pháp nhân giống truyền thống (giâm chiết cành) nhằm tạo thành một cây giống, ít nhất phải sử dụng một phần cơ quan dinh dưỡng của cây với kích thước từ 5 - 20 cm.
- Hoàn toàn tiến hành trong điều kiện vô trùng nên cây giống tạo được sẽ không bị nhiễm bệnh từ môi trường bên ngoài.
- Sử dụng vật liệu sạch virút và có khả năng nhân nhanh số lượng lớn cây sạch virút.
- Hoàn toàn chủ động điều chỉnh các tác nhân điều chỉnh khả năng tái sinh của cây như thành phần dinh dưỡng, ánh sáng, nhiệt độ, chất điều tiết sinh trưởng... theo ý muốn.

- Hệ số nhân giống cao nên có khả năng sản xuất số lượng lớn cây giống trong một thời gian ngắn. Hệ số nhân giống ở các loại cây nằm trong khoảng từ 3^6 đến 10^{12} /năm, không có một kỹ thuật nhân giống vô tính nào khác lại có hệ số nhân giống cao hơn.

- Có thể tiến hành quanh năm mà không bị chi phối bởi điều kiện ngoại cảnh của thời vụ.

- Cây giống nhân *in vitro* nếu chưa có nhu cầu sử dụng thì có thể bảo quản được trong thời gian dài trong điều kiện *in vitro*.

b) Nhược điểm:

- Mặc dù có hệ số nhân giống lớn nhưng cây giống tạo ra có kích thước nhỏ và đôi khi xuất hiện các dạng cây không mong muốn (biến dị, mọng nước).

- Cây giống *in vitro* do được cung cấp nguồn hydrat carbon nhân tạo nên khả năng tự tổng hợp các vật liệu hữu cơ (tự dưỡng) của cây kém. Đồng thời, cây giống *in vitro* được nuôi dưỡng trong bình thủy tinh hoặc bình nhựa nên độ ẩm không khí thường bão hoà. Do đó, khi trồng cây ra ngoài điều kiện tự nhiên cây thường bị mất cân bằng nước, gây hiện tượng cây bị héo và chết. Vì vậy, trước khi chuyển cây từ điều kiện *in vitro* ra điều kiện *in vivo*, cây cần trải qua giai đoạn "huấn luyện" để quen dần với điều kiện môi trường bên ngoài có độ ẩm không khí thấp và ánh sáng mạnh.

- Cần trang thiết bị hiện đại, kỹ thuật viên có tay nghề cao.

4. Điều kiện cần thiết của nuôi cấy *in vitro*

a) Vô trùng:

Tất cả các khâu nuôi cấy đều được thanh trùng: dụng cụ nuôi cấy, mẫu nuôi cấy, môi trường (giá thể) và các thao tác nuôi cấy... Sự thành công hay thất bại của công việc nuôi cấy mô là phụ thuộc vào việc vô trùng. Nếu có một khâu nào đó không vô trùng thì mẫu nuôi cấy lập tức bị nhiễm vi sinh vật hoặc nấm và sẽ chết.

Khử trùng được thực hiện bằng các phương tiện sau:

- Nồi hấp: Khử trùng bằng hơi nước có nhiệt độ và áp suất cao, thường áp dụng tiệt trùng cho môi trường nuôi cấy, dụng cụ cấy (chai, lọ, panh, dao, kéo, bông...). Với áp suất 1 atm tương đương với 121°C trong khoảng thời gian từ 20 phút đến 30 phút là đảm bảo khử trùng tốt.

- Tủ sấy: Khử trùng bằng nhiệt độ cao nên chỉ áp dụng khử trùng cho các dụng cụ thủy tinh và dụng cụ cấy mẫu bằng kim loại.

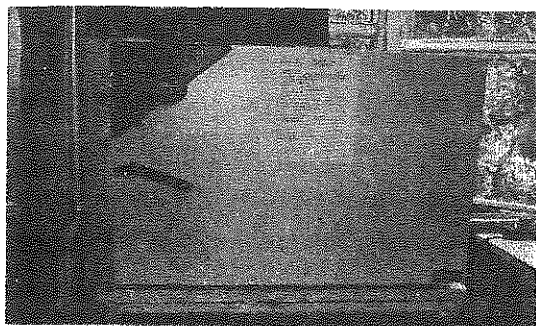
- Phễu lọc vô trùng (Microspore): Khử trùng qua phễu lọc có màng lọc kích thước nhỏ ($0,2\text{ }\mu\text{m}$), chỉ áp dụng đối với dung dịch trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao sẽ bị phân huỷ như vitamin B₂, gibberellin...

- Hoá chất khử trùng: Áp dụng để khử trùng bề mặt mẫu cấy hoặc đốt dụng cụ, thường dùng như Ca-hypocloride, Na-hypocloride, clorua thủy ngân (HgCl_2), nước brom, oxy già (H_2O_2), cồn.

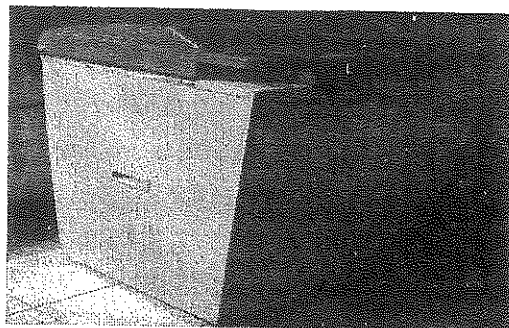
b) Phòng nuôi cấy mô:

Phải có phòng nuôi cấy mô, là phòng thí nghiệm chuyên hoá cao với các thiết bị chuyên dụng, bao gồm một phòng chuẩn bị mẫu, phòng cấy mẫu, phòng nuôi cấy và nhà lưới để đưa cây ra đất. Tùy theo quy mô và mục đích mà diện tích các bộ phận khác nhau. Các thiết bị quan trọng nhất của phòng nuôi cấy mô gồm có nồi hấp để vô trùng dụng cụ và mẫu nuôi cấy, máy cấy vô trùng để thao tác cấy mẫu, phòng nuôi có đủ ánh sáng nhân tạo và điều hoà nhiệt độ... để nuôi cây...

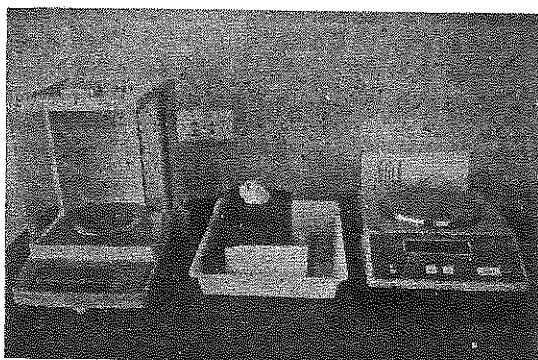
Các trang thiết bị và phòng nuôi cấy mô tại Bộ môn Sinh lý thực vật - Khoa Nông học- Đại học Nông nghiệp I giới thiệu ở hình 14.1 đến hình 17.1.



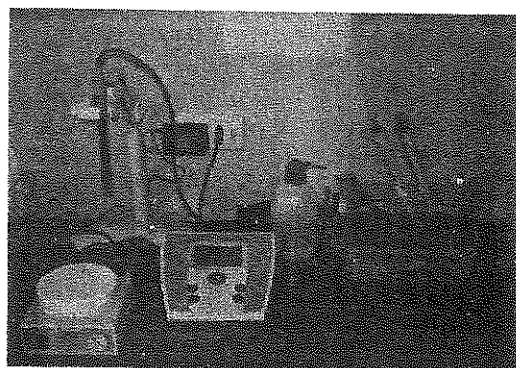
a) Tủ sấy (khử trùng khô)



b) Nồi hấp (khử trùng ướt)



c) Cân phân tích, cân kỹ thuật

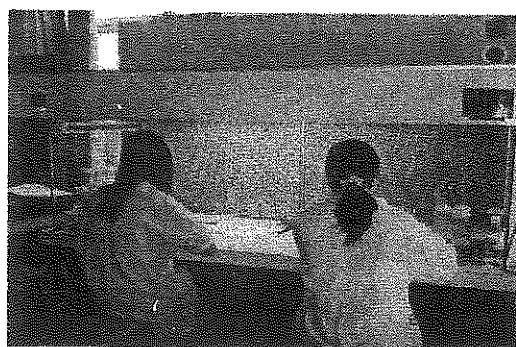


d) Máy đo pH

Hình 14.1a, b, c, d. Các thiết bị trong phòng chuẩn bị môi trường



a)

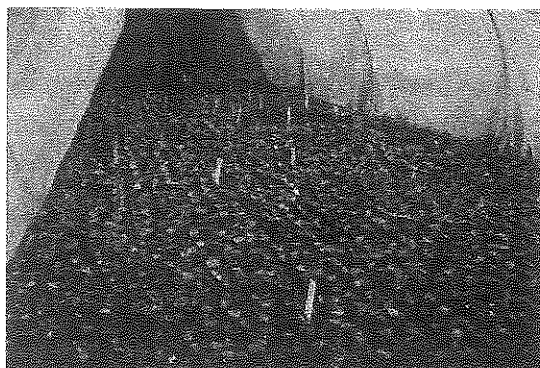


b)

Hình 15.1. Tủ cấy mẫu vô trùng (a- Tủ cấy đơn; b- Tủ cấy đôi)



Hình 16.1. Buồng nuôi cấy



Hình 17.1. Vườn ươm cây

- Môi trường nuôi cấy là giá thể có đầy đủ chất dinh dưỡng, các hoạt chất như các nguyên tố vi lượng, vitamin, chất điều hoà sinh trưởng. Tùy theo từng loại cây và cơ quan nuôi cấy mà người ta có các môi trường riêng cho chúng. Ví dụ: Môi trường cơ bản nhất là môi trường MS (Murashige Skoog) cho nhiều đối tượng cây trồng; môi trường Adnerson cho cây thân gỗ; môi trường Gamborg cho nuôi cấy tế bào trần; môi trường CHU cho nuôi cấy bao phấn...

5. Thành phần môi trường dinh dưỡng

Năm 1898, Haberland đề xướng tính toán năng của tế bào và tiến hành những thí nghiệm đầu tiên về nuôi cấy mô nhưng các thí nghiệm đều không thành công do khi đó những hiểu biết về nhu cầu dinh dưỡng khoáng của mô và tế bào thực vật còn rất hạn chế, đặc biệt là vai trò của các chất điều tiết sinh trưởng hầu như chưa được khám phá.

Đến nay đã có hàng trăm loại môi trường dinh dưỡng nhân tạo đã được xây dựng và thử nghiệm có kết quả. Hầu hết các loại môi trường đều bao gồm những nhóm chất chính sau đây:

- + Các loại muối khoáng.
- + Nguồn carbon hữu cơ.
- + Vitamin.
- + Chất điều tiết sinh trưởng.
- + Nhóm chất tự nhiên.
- + Chất làm đông môi trường.

a) Các loại muối khoáng:

Các nguyên tố khoáng dùng trong môi trường dinh dưỡng cho nuôi cấy mô, tế bào thực vật được phân chia thành hai nhóm theo hàm lượng sử dụng : nhóm nguyên tố đa lượng và nhóm nguyên tố vi lượng.

** Các nguyên tố khoáng đa lượng:*

Các nguyên tố khoáng đa lượng bao gồm các nguyên tố khoáng có trong thành phần dinh dưỡng của môi trường với nồng độ trên 30 ppm (part per million), đó là những nguyên tố: N, P, K, S, Mg, Ca.

- Nitơ (N) được sử dụng ở dạng NO_3^- và NH_4^+ riêng rẽ hoặc phối hợp cả hai loại.

- Lưu huỳnh (S) thường sử dụng dạng SO_4^{2-} . Các loại SO_3 hoặc SO_2 thường kém tác dụng, thậm chí còn độc.

- Phospho (P): Mô và tế bào nuôi cấy có nhu cầu về phospho rất cao. Phospho là một trong thành phần cấu trúc phân tử axit nucleic và phân tử năng lượng ATP. Ngoài ra phospho ở dạng H_2PO_4 và HPO_4 còn có tác dụng như hệ thống đệm (buffer) làm ổn định pH của môi trường trong quá trình nuôi cấy.

- Kali và canxi (K và Ca): Ở dạng ion K^+ , Ca^{2+} tế bào và mô dễ dàng hấp thu và đồng hoá.

** Các nguyên tố vi lượng:*

Các nguyên tố vi lượng bao gồm các nguyên tố có trong thành phần dinh dưỡng của môi trường nuôi cấy với nồng độ thấp hơn 30 ppm. Đó là các nguyên tố: Fe, B, Mn, Mo, Cu, Co, Ni.

- Sắt (Fe) thường tạo phức với các thành phần khác làm mất khả năng giải phóng ion sắt cho nhu cầu của cây. Vì vậy, thường sử dụng sắt ở dạng phức chelat với citrat hoặc với EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid). Từ phức sắt này, ion Fe được giải phóng trong phạm vi pH khá rộng.

Sắt quyết định khả năng phân chia của tế bào. Thí nghiệm với sắt đánh dấu bằng đồng vị phóng xạ ^{59}Fe cho thấy sắt được dự trữ trong nhân tế bào rất nhiều. Thiếu sắt sẽ làm giảm lượng ARN và giảm khả năng sinh tổng hợp protein, nhưng làm tăng lượng AND.

- Bo (B) đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành nên thành tế bào và màng tế bào thực vật. Nếu thiếu Bo sẽ ức chế sự phát sinh rễ thứ cấp và ức chế sinh trưởng chiều dài của rễ. Bởi vì, khi thiếu Bo sẽ kích thích hoạt tính của enzym IAA oxidaza nên hàm lượng của IAA bị giảm. Thiếu Bo thì mô nuôi cấy sẽ chuyển hoá thành mô sẹo, nhưng thường là mô sẹo xốp, mọng nước, khả năng tái sinh chồi kém.

- Đồng (Cu): Cây hấp thu dạng ion Cu^{2+} . Khoảng 50% Cu^{2+} có mặt trong lục lạp. Đồng là thành phần của một số enzyme, là thành viên của chuỗi vận chuyển điện tử của hệ thống quang hoá I và II trong quang hợp. Vì vậy, thiếu đồng sẽ làm giảm nhanh chóng hoạt động quang hợp.

- Mangan (Mn): Thiếu Mn làm cho hàm lượng các amino axit tự do và ADN tăng lên, nhưng lượng ARN và khả năng sinh tổng hợp protein bị giảm dẫn đến khả năng phân bào kém. Mangan xúc tác cho phản ứng quang phân ly nước trong quang hợp.

- Molybden (Mo) là ion đóng vai trò co-factor trong hệ thống nitrat reductaza, vì vậy, Mo đóng vai trò quan trọng trong quá trình trao đổi đạm trong tế bào.

- Kẽm (Zn) là ion tham gia vào enzyme tổng hợp ARN, trong ARN-polimeraza chứa hai ion Zn. Nồng độ Zn thấp sẽ làm tăng hoạt động của enzyme phân giải ARN (RNase). Xúc tác cho phản ứng tổng hợp IAA.

- Coban (Co) có vai trò quan trọng trong quá trình cố định nitơ, tổng hợp ARN và methionine.

b) Nguồn carbon hữu cơ:

Mô và tế bào thực vật trong nuôi cấy *in vitro* sống chủ yếu theo phương thức dị dưỡng, cũng có thể sống bán dị dưỡng nhờ vào khả năng quang hợp trong điều kiện ánh sáng nhân tạo, nhưng rất yếu nên không đủ nguồn carbon hữu cơ cho sự sinh trưởng phát triển của cây. Vì vậy, trong môi trường nuôi cấy cần được bổ sung nguồn carbon hữu cơ và thường dùng saccaroza với liều lượng 2 - 3%. Trong một số trường hợp đặc biệt như nuôi cấy bao phấn lúa, nuôi cấy tế bào trần... có thể dùng glucoza, maltoza, galactoza...

c) Vitamin:

Mặc dù mô và tế bào nuôi cấy *in vitro* đều có khả năng tự tổng hợp được các loại vitamin cần thiết, nhưng thường không đủ về lượng, do đó phải bổ sung từ bên ngoài vào, đặc biệt là vitamin thuộc nhóm B với nồng độ khoảng 1 ppm.

+ Vitamin B1 (Thiamin. HCl): Khi khử trùng môi trường bằng nồi hấp ở nhiệt độ và áp suất cao thì bị phân tách thành pyrimidin và thiazol nhưng sau đó tế bào lại có khả năng tổng hợp chúng lại thành vitamin B1.

+ Vitamin B2 (Riboflavin): Có thể khử trùng bằng nhiệt nhưng lại dễ bị ánh sáng làm phân giải. Đối với nuôi cấy ngoài sáng thì chỉ dùng nồng độ 0,01 ppm. nhưng đối với nuôi cấy trong tối có thể tăng lên 10-15 ppm.

+ Vitamin B6 (Pyridoxin) là tiền thân của pyridoxalphosphat - cofactor của các nhóm enzym như carboxylaza và transaminaza. Khi hấp ở nhiệt độ cao xảy ra phản ứng: pyridoxin + phosphat ----> pyridoxalphosphat.

+ Mito Inositol có vai trò quan trọng cho sự phân chia tế bào vì thúc đẩy sự hình thành thành tế bào (sinh tổng hợp polygalacturonic axit và pectin). Thường sử dụng ở nồng độ cao 50-100 ppm. Trong nước dừa cũng có inositol.

+ Pantotenic axit là thành phần của coenzym A.

d) Nhóm chất tự nhiên:

Các nhà sáng lập ngành nuôi cấy mô trước đây thường sử dụng môi trường dinh dưỡng rất đơn giản chỉ bao gồm muối khoáng và đường. Ngày nay người ta đã khẳng định rằng loại môi trường đơn giản như vậy chưa đủ cho tế bào sinh trưởng tốt. Vì vậy, thành phần môi trường ngày càng phong phú, đầy đủ và phức tạp hơn. Người ta đã bổ sung vào môi trường một số nhóm chất tự nhiên nhằm làm gia tăng thành phần dinh dưỡng và cũng có cả các chất có hoạt tính sinh lý nên kích thích sự sinh trưởng phát triển của cây *in vitro*.

Các chất tự nhiên bổ sung thường bao gồm:

+ *Nước dừa*: Theo kết quả phân tích thành phần nước dừa của Tulecke và ctv (1961) cho thấy, trong nước dừa có nhiều nhóm chất cần thiết cho sự sinh trưởng của tế bào như axit amin, axit béo, axit hữu cơ, đường, ARN, ADN, myo inositol, các chất có hoạt tính auxin, các glucosit của xytokinin.

+ *Dịch chiết nấm men*: White (1934) lần đầu tiên đã nuôi cấy thành công rễ cây cà chua trong môi trường có dịch chiết nấm men. Thành phần của dịch chiết nấm men gồm có đường, nucleic axit, amino axit, vitamin, axin, khoáng. Tác dụng của dịch chiết nấm men cho sự sinh trưởng của rễ rất tốt nhưng với mô sẹo thì không tốt.

+ *Dịch chiết mầm lúa mì* (mạch nha) chứa chủ yếu một số đường, vitamin và một số chất có hoạt tính điều tiết sinh trưởng.

+ *Dịch chiết một số loại rau, quả tươi* (khoai tây, chuối, cà rốt...) với thành phần có đường, axitnucleic, axit amin, vitamin, khoáng...

e) Chất làm đông môi trường (Agar):

Agar - là một loại polysacarit của tảo (chủ yếu tảo hồng- Rodophyta). Agar khi ngâm nước ở 80°C sẽ chuyển sang dạng sol và 40°C thì trở về trạng thái gel. Khả năng ngâm nước của agar cao (6-12 g/ 1lit nước). Tuy ở trạng thái gel nhưng agar vẫn đảm bảo cho các ion vận chuyển dễ dàng. Vì vậy, thuận lợi cho sự hút dinh dưỡng của cây trong nuôi cấy mô.

g) Chất điều tiết sinh trưởng:

Trong môi trường nuôi cấy mô và tế bào thực vật, thành phần phụ gia quan trọng nhất quyết định đến kết quả của nuôi cấy *in vitro* đó là các chất điều tiết sinh trưởng.

Nhóm các nhà khoa học ở Netherandl do giáo sư F.T.M. Kors chủ biên trong cuốn "Catalo 2000-2001" đã tóm tắt vai trò của các chất điều tiết sinh trưởng trong nuôi cấy mô theo bảng dưới đây:

Chất điều tiết sinh trưởng	Vai trò trong nuôi cấy mô
NHÓM AUXIN	
Indol-3acetic axit (IAA)	- Phát sinh rễ bất định (ở nồng độ cao)
Indol-3butyric axit (IBA)	- Phát sinh chồi bất định (ở nồng độ thấp)
Naphthaleneacetic axit (NAA)	- Tạo phôi vô tính(2,4D)
Phenylacetic axit (PAA)	- Phân chia tế bào
2,4 dichlorophenoxyacetic axit (2,4D)	- Phát sinh và sinh trưởng callus
2,4,5 trichlorophenoxyacetic axit (2,4,5T)	- Ức chế bật chồi bên
P-chlorophe noxyacetic axit (CPA)	- Ức chế sinh trưởng của rễ
CYTOKININ	
Zeatin (Z)	- Phát sinh chồi bất định (ở nồng độ cao)
Zeatinriboside (ZR)	- Ức chế sự phát sinh rễ
Isopentenyladenin (iP)	- Thúc đẩy sự phân chia tế bào
Isopentenyladenosin (iPA)	- Kích thích sự bật chồi bên
6- benzylaminoburin (BAP)	- Ức chế sự kéo dài của chồi
Kinetin	- Ức chế sự hoá già
Thidiazuron (TDZ)	
N(2-chloro-4pyridil)N'phenylurea (CPPU)	
GIBBERELLIN	
Gibberellic Axit (GA3)	- Vươn dài chồi, phá ngủ của hạt, củ
Gibberellin 1 (GA1)	- Phá ngủ của hạt, phôi vô tính, chồi bên
Gibberellin 4 (GA4)	- Ức chế phát sinh rễ bất định
Gibberellin 7 (GA7)	- Kích thích sự hình thành chất ức chế của quá trình trình tạo rễ, ra củ, rễ hành
ABSCISIC AXIT	
	- Làm chín phôi vô tính
	- Kích thích phát sinh chồi, củ
	- Điều khiển sự ngủ nghỉ
ETHYLEN	
	- Hoá già lá
	- Làm chín quả
POLYAMIN	
	- Thúc đẩy sự phát sinh rễ bất định
	- Thúc đẩy sự phát sinh chồi
	- Thúc đẩy sự hình thành phôi vô tính
JASMONIC AXIT	
	- Thúc đẩy sự phát sinh củ, rễ hành
	- Làm tăng sự hình thành meristem

h) Độ pH của môi trường:

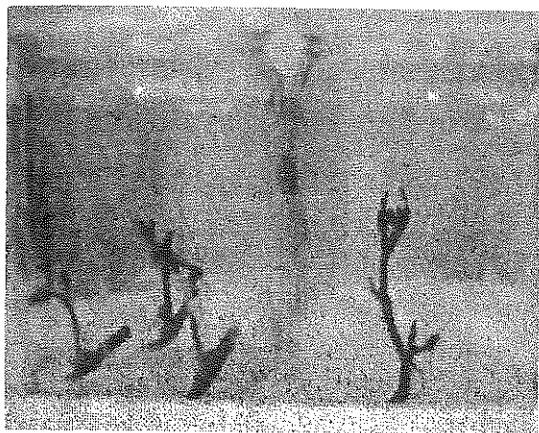
Độ pH của môi trường nuôi cấy thích hợp cho đa số các loại cây trồng dao động từ 5,5 - 6,0. Nếu pH thấp thì agar sẽ không đông sau khi hấp khử trùng. Khi $\text{pH} < 4$ hoặc $\text{pH} > 7$ thì sẽ kết tủa một số muối vô cơ và phân giải một số chất hữu cơ làm chết cây.

6. Các phương pháp nhân giống vô tính *in vitro*

Có hai hình thức nhân giống vô tính *in vitro*:

a) Nhân giống vô tính bằng cách tạo cây từ chồi nách, chồi đỉnh hoặc mô phân sinh:

Tùy theo từng mục đích mà chúng ta sử dụng nguồn để nuôi cấy là chồi nách, chồi đỉnh hoặc mô phân sinh.



Hình 18.1. Nuôi cấy chồi nách, chồi đỉnh



Hình 19.1. Mô phân sinh đỉnh (meristem)

Khái niệm mô phân sinh (meristem) chỉ đúng khi mẫu nuôi cấy được tách từ đỉnh sinh trưởng có kích thước khoảng từ 0,1 - 0,5 mm. Khi với mục đích nuôi cấy làm sạch virus cho cây trồng thì bắt buộc phải nuôi cấy meristem. Tỷ lệ thành công trong kỹ thuật nuôi cấy meristem thường không cao. Tuy nhiên, cho đến nay người ta đã nuôi cấy thành công cho nhiều đối tượng cây trồng tạo cây sạch bệnh như khoai tây, khoai lang, dưa, mía...

Quy luật về sự tương quan giữa độ lớn của chồi nuôi cấy với tỷ lệ sống và mức độ ổn định về mặt di truyền của chồi được biểu hiện như sau: khi kích thước chồi nuôi cấy càng tăng thì tỷ lệ sống và tính ổn định cũng càng tăng và ngược lại kích thước chồi nuôi cấy càng nhỏ thì tỷ lệ sống và tính ổn định cũng giảm.

Nhưng xét về hiệu quả kinh tế trong nuôi cấy mô thì nếu kích thước của chồi nuôi cấy tăng thì hiệu quả kinh tế giảm và ngược lại kích thước của chồi nuôi cấy giảm thì hiệu quả kinh tế lại tăng (thể tích bình nuôi, lượng môi trường...).

Khi sử dụng mẫu nuôi cấy là chồi nách hoặc chồi đỉnh thì khả năng nuôi cấy thành công là rất cao bởi vì đây là hình thức phát động sự sinh trưởng của chồi hoặc phá ngủ

chồi nên chồi sinh trưởng dễ dàng để hình thành cây. Hình thức này thường sử dụng cho các loại cây hai lá mầm như khoai tây, cam, chanh, thuốc lá.... Tuy nhiên cũng có một số cây một lá mầm như dừa quả, dừa sợi...

b) Nhân giống vô tính bằng phát sinh chồi bất định (*adventitious shoots*) hoặc phôi vô tính (*somatic embryos*):

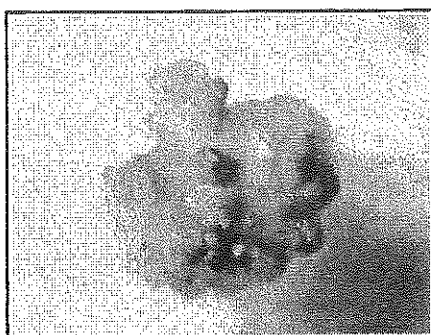
Chồi có thể hình thành bằng hình thức trực tiếp hoặc gián tiếp.

* Chồi phát sinh trực tiếp từ một mẫu mô hoặc cơ quan tách ra từ cây mẹ:

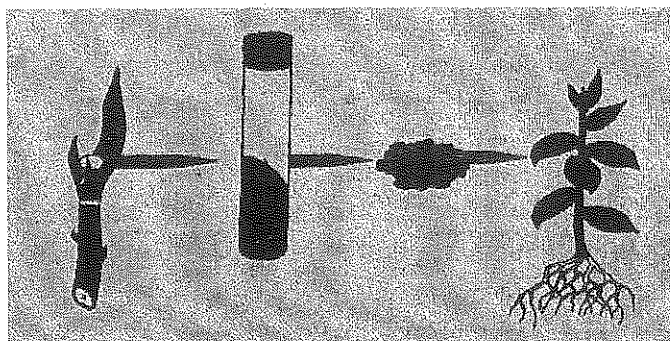
Trên cơ thể cây, ngoài mô phân sinh và đỉnh sinh trưởng là nguồn mẫu nuôi cấy như đã trình bày ở trên thì các bộ phận còn lại đều có thể sử dụng cho việc nhân giống *in vitro*. Đó là các bộ phận: Đoạn thân (thuốc lá, cam, chanh...); mảnh lá (thuốc lá, cà chua, bắp cải...); các bộ phận của hoa (suplơ, lúa mì, hoa đồng tiền, hoa phong lan....); nhánh củ, bẹ củ (hành tỏi, họ hoa huệ *Liliaceae*, *Iridaceae*...).

Trong trường hợp này, cần phải thực hiện quá trình phản phân hoá và tái phân hoá tế bào để bắt các tế bào dinh dưỡng hình thành chồi trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua giai đoạn phát triển mô sẹo.

Ở các đối tượng một lá mầm như lan, dừa, chuối, hoa loa kèn... sự phát triển chồi thường phải qua giai đoạn đế hành (protocorm), như vậy, mẫu cấy sẽ hình thành hàng loạt thể protocorm, tiếp theo các protocorm sản sinh protocorm mới hoặc phát triển thành cây.



Hình 20.1. Thể protocorm và sự phát sinh chồi từ protocorm cây phong lan



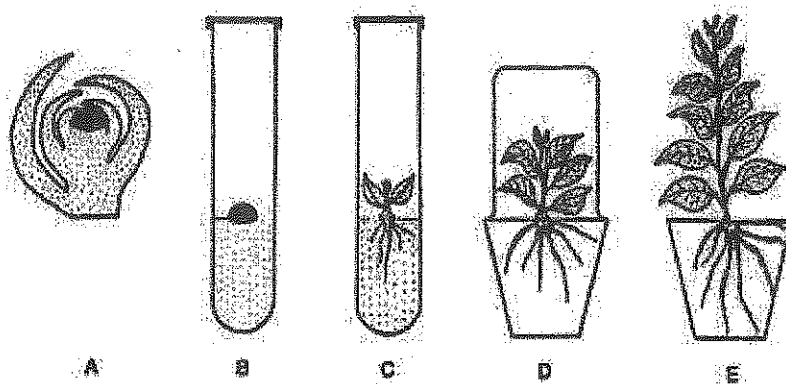
Hình 21.1. Nuôi cấy qua giai đoạn callus

Tuy nhiên, với mục đích nhân giống vô tính, thì hình thức tái sinh cây trực tiếp từ mẫu nuôi cấy không qua giai đoạn callus (mô sẹo) sẽ rút ngắn thời gian tạo cây đồng thời cây đồng nhất về mặt di truyền.

Chồi phát sinh gián tiếp qua giai đoạn mô sẹo sẽ lâu cho cây và mô sẹo khi cây chuyển nhiều lần thường không ổn định về mặt di truyền nên cây hay xuất hiện dạng bất thường.

Vì vậy, để tránh trường hợp đó người ta chỉ sử dụng mô sẹo vừa phát sinh tức là mô sẹo sơ cấp để phát sinh cây thì giảm được hiện tượng biến dị.

Từ tế bào mô sẹo cũng có thể tái sinh trực tiếp thành cây hoặc có thể phải qua giai đoạn tạo phôi vô tính (somatic embryos) để thành cây.



Hình 22.1. Nuôi cấy mô phân sinh đỉnh (meristem)

A, B- mô phân sinh; C- tái sinh cây; D, E- cây hoàn chỉnh

7. Các bước tiến hành trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào

Cho tới nay việc sử dụng phương pháp nhân giống *in vitro* đã được áp dụng cho nhiều loại cây trồng (trên 400 loài). Giáo sư Murashige của Trường Đại học California đã chia quy trình nhân giống *in vitro* làm ba giai đoạn (Murashige, 1974) và một giai đoạn tiếp sau *in vitro*:

- 1) Tạo vật liệu nuôi cấy khởi đầu *in vitro*
- 2) Nhân nhanh chồi, cụm chồi *in vitro*
- 3) Tạo cây hoàn chỉnh, huấn luyện cây con
- 4) Chuyển cây ra trồng ngoài điều kiện tự nhiên.

Ba giai đoạn nhân cây *in vitro* được Edwin F. George (1993) tóm tắt trong bảng dưới đây :

1. Các hình thức nhân cây <i>in vitro</i>	Các giai đoạn nuôi cấy <i>in vitro</i>		
	Tạo vật liệu nuôi cấy khởi đầu <i>in vitro</i>	Nhân nhanh chồi, cụm chồi <i>in vitro</i>	Tạo cây hoàn chỉnh, huấn luyện cây con
	Yêu cầu: Mô, cơ quan khoẻ, sạch các vi sinh vật	Yêu cầu: Hệ số nhân chồi hoặc phôi vô tính cao, chồi khoẻ	Yêu cầu: Cây con hoàn chỉnh, khoẻ mạnh, tỷ lệ sống cao
Nuôi cấy chồi	Mẫu sử dụng là chồi đỉnh hoặc chồi bên được cấy vào môi trường lỏng hoặc đặc để khởi động cho sự sinh trưởng chồi. Chồi sinh trưởng đạt chiều cao 10 mm	Nhân nhanh chồi nách (axillary shoots) hoặc cụm chồi (adventitious shoots) và khi chồi sinh trưởng đủ kích thước thì tách riêng chồi để nhân tiếp giai đoạn 2 hoặc chuyển sang giai đoạn 3	Sinh trưởng tiếp về chiều cao chồi tương tự giai đoạn 2. Ra rễ tạo cây <i>in vitro</i> hoàn chỉnh
Nuôi cấy mô phân sinh đỉnh (Meristem)	Mẫu sử dụng là đỉnh sinh trưởng với kích thước rất nhỏ (0,1-0,5 mm) để nuôi cấy. Cũng có thể sử dụng đỉnh sinh trưởng kích thước lớn hơn (1-2 mm) từ những mẫu đã xử lý nhiệt độ	Sinh trưởng chồi đạt 10 mm, sau đó nhân nhanh chồi hoặc cụm chồi và chuyển sang giai đoạn 3	Tương tự như phần trên
Nuôi cấy đốt thân	Cũng như nuôi cấy chồi đỉnh nhưng mẫu sử dụng là một đoạn của đốt thân	Nhân nhanh bằng việc gia tăng chồi bên. Mỗi một đốt sẽ sinh trưởng thành chồi riêng biệt. Cây chuyển có thể lặp lại nhiều lần hoặc vô hạn	Tương tự như phần trên
Nuôi cấy mô, cơ quan - Tái sinh chồi trực tiếp	Mẫu sử dụng nuôi cấy tùy thuộc vào từng loại cây : lá, thân, rễ, hoa... đã được khử trùng	Tái sinh chồi trực tiếp từ mô, cơ quan nuôi cấy mà không qua giai đoạn callus. Chồi phát sinh sẽ được nhân nhanh ở giai đoạn 2 theo kiểu nhân cụm chồi hoặc nhân chồi đỉnh.	Tương tự như phần trên
Nuôi cấy mô, cơ quan - Tái sinh chồi gián tiếp qua callus	Tương tự như phần trên	Phát sinh callus, tách riêng callus để cấy chuyển trong môi trường nhân nhanh. Sau đó chuyển sang môi trường tái sinh chồi. Chồi sinh trưởng đạt chiều cao 10 mm	Chồi được tách riêng biệt và cho ra rễ tạo cây hoàn chỉnh
Tái sinh cây trực tiếp từ phôi vô tính (somatic embryo)	Mô, cơ quan được nuôi cấy tạo phôi vô tính tùy thuộc từng loại cây	Tái sinh trực tiếp phôi vô tính trên các mẫu nuôi cấy mà không có callus. Nhân nhanh phôi vô tính	Phôi vô tính sinh trưởng hình thành cây hoàn chỉnh
2. Hình thức tạo củ <i>in vitro</i> (microtuber)	Mẫu nuôi cấy giống như nhân cây <i>in vitro</i> , tức là có thể dùng chồi đỉnh, chồi nách, vảy củ...để phát sinh cây <i>in vitro</i>	Khi cây đạt trạng thái dinh dưỡng nhất định thì chuyển vào môi trường tạo củ, đặt trong tối hoặc ánh sáng ngày ngắn	Sau 2-3 tháng thì thu hoạch. Bảo quản củ trong kho lạnh

a) Giai đoạn 1: Tạo vật liệu khởi đầu *in vitro*

Lựa chọn, đưa mẫu vào nuôi cấy phải đảm bảo yêu cầu :

- Tỷ lệ nhiễm thấp.
- Tỷ lệ sống cao.
- Tốc độ sinh trưởng nhanh.

Kết quả giai đoạn này phụ thuộc rất nhiều vào cách lấy mẫu, tùy thuộc vào mục đích khác nhau, loại cây khác nhau để lấy mẫu nuôi cấy phù hợp có thể sử dụng đỉnh sinh trưởng, chồi nách, hoa, thân, rễ, lá.... Khi lấy mẫu cần chọn đúng loại mô, đúng giai đoạn phát triển của cây, thường chọn mô non (ít chuyên hoá - đỉnh chồi, mắt ngủ, lá non, vảy củ...).

Ví dụ chọn mẫu nuôi cấy: Măng tây: chồi ngọn (Kohler, 1975)

Khoai tây: mầm (Morel, 1952)

Dứa: chồi nách, chồi đỉnh (Paunethier, 1976)

Bắp cải: mảnh lá (Bimomilo, 1975)

Suplơ: hoa tự (Kholer, 1978)

Cần thiết phải khử trùng mẫu trước khi đưa vào nuôi cấy bằng hoá chất khử trùng để loại bỏ các vi sinh vật (nấm, khuẩn...) bám trên bề mặt mẫu cấy. Chọn đúng phương pháp khử trùng sẽ đưa lại tỷ lệ sống cao và chọn môi trường dinh dưỡng thích hợp sẽ đạt được tốc độ sinh trưởng nhanh. Thường dùng các chất: HgCl_2 0,1% xử lý trong 5-10 phút, NaOCl hoặc Ca(OCl)_2 5-7% xử lý trong 15-20 phút, hoặc H_2O_2 , dung dịch Br...

Một số dạng môi trường dinh dưỡng phổ biến:

- Muối khoáng: Theo White (1943), Heller (1953), Murashige và Skoog (1962)...
- Chất hữu cơ: Đường sarcaroza.
- Vitamin: B, B6, inositol, nicotin axít.
- Hocmon: Auxin (IAA, IBA, NAA, 2,4D); Xytokinin (BA, BA, Kin, 2P); Gibberelin (GA3).

b) Giai đoạn 2: Nhân nhanh

Mục đích giai đoạn này là kích thích sự phát sinh số lượng lớn chồi trên một đơn vị mẫu cấy trong một thời gian nhất định. Đơn vị mẫu cấy có thể tính theo số chồi cây ban đầu, số đốt cây ban đầu, số protocom ban đầu ... tức là đạt hệ số nhân giống lớn nhất.

Vật liệu khởi đầu *in vitro* được chuyển sang môi trường nhân nhanh có bổ sung chất điều tiết sinh trưởng nhóm xytokinin để tái sinh từ một chồi thành nhiều chồi. Hệ số nhân phụ thuộc vào số lượng chồi tạo ra trong một ống nghiệm.

Ở giai đoạn này cần đảm bảo một trong các yêu cầu:

- Phát triển chồi nách.
- Tạo chồi bất định (cụm chồi).
- Tạo phôi vô tính.

Kết quả giai đoạn này phụ thuộc nhiều vào việc sử dụng các tác nhân kích thích sự phân hoá cơ quan mà đặc biệt là phân hoá chồi như nhóm chất xytokinin và tăng cường ánh sáng cả về thời gian và cường độ (16h và 2000 lux), ánh sáng tím là thành phần quan trọng để kích thích phân hoá chồi (weiss và Jaffe, 1969).

* *Sự phát triển của chồi nách* được kích thích bằng cách loại bỏ ưu thế ngọn khi nuôi cấy các đỉnh chồi và đoạn thân mang mắt ngủ. Theo phương thức này sự phát triển chồi diễn ra theo hai cách:

- Cắt đoạn thân: Cây phát triển trực tiếp từ chồi đỉnh hoặc chồi nách. Thường áp dụng cho nuôi cấy loại cây hai lá mầm như thuốc lá, khoai tây, hoa cúc...

- Tách chồi: Tạo cụm chồi từ chồi đỉnh hoặc chồi nách. Thường áp dụng cho loại cây 1 lá mầm như chuối, mía, lúa, hoa lily, hoa đồng tiền, hoa layon...

- Tạo củ *in vitro*: Củ được hình thành từ cây *in vitro* trong môi trường và điều kiện phù hợp cho sự ra củ. Thường sử dụng đối với cây nhân giống bằng củ như khoai tây, khoai lang, cây họ hành tỏi...

* *Tạo chồi bất định (adventitious shoots)*: Trường hợp này cần phải thực hiện quá trình phản phân hoá và tái phân hoá để bắt các tế bào soma hình thành chồi trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua giai đoạn phát triển mô sẹo.

Ở các đối tượng một lá mầm như lan, dừa, chuối, hoa loa kèn... thường gặp sự phát triển cây qua giai đoạn đẻ hành (protocorm): Từ mẫu cấy tạo thành hàng loạt protocorm, từ đó, hoặc tiếp tục sản sinh protocorm mới hoặc phát triển thành cây.

* *Tạo phôi vô tính (somatic embryos)*: Tương tự như tạo chồi bất định, để tạo phôi vô tính cũng cần phải thực hiện quá trình phản phân hoá và tái phân hoá tế bào để tế bào soma hình thành phôi trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua giai đoạn phát triển mô sẹo. Phôi vô tính có cấu trúc lưỡng cực bao gồm cả chồi mầm và rễ mầm.

Các phôi vô tính có thể tái sinh thành cây hoàn chỉnh hoặc sử dụng làm nguyên liệu sản xuất hạt giống nhân tạo.

* *Tạo củ in vitro (Microtuber)*: Đối với một số loại cây như khoai tây, khoai lang, hoa loa kèn... ngoài phương pháp nhân giống bằng cây *in vitro* thì người ta còn nhân giống bằng tạo củ *in vitro*. Với phương pháp tạo củ *in vitro*, giai đoạn đầu mọi thao tác tương tự như kỹ thuật nhân cây *in vitro*, đến khi cây đạt trạng thái sinh trưởng tốt thì được chuyển sang môi trường ra củ, sau một thời gian khoảng từ 2 - 3 tháng để củ già sinh lý thì thu hoạch, củ thu được có kích thước nhỏ nhưng hoàn toàn sạch bệnh.

c) Giai đoạn 3: Tạo cây hoàn chỉnh và huấn luyện cây con

Kết thúc giai đoạn nhân cây, ta được số lượng lớn chồi nhưng chưa hình thành cây hoàn chỉnh vì chưa có bộ rễ cây. Vì vậy, cần chuyển chồi từ môi trường nhân nhanh sang môi trường tạo rễ. Tách các chồi riêng cây chuyển vào môi trường nuôi cấy có bổ sung chất điều tiết sinh trưởng nhóm auxin. Mỗi chồi khi ra rễ là thành một cây hoàn chỉnh.

Một số loại cây có thể phát sinh rễ ngay sau khi chuyển từ môi trường nhân nhanh giàu xytokinin sang môi trường không chứa chất điều tiết sinh trưởng.

Đối với các phôi vô tính chỉ cần cấy chúng trên môi trường không có chất điều tiết sinh trưởng hoặc môi trường có chứa xytokinin nồng độ thấp thì phôi sẽ phát triển thành cây hoàn chỉnh.

Khi đã có cây *in vitro* hoàn chỉnh đầy đủ các cơ quan như thân, rễ, lá thì trước khi đưa ra ngoài điều kiện tự nhiên cần có giai đoạn huấn luyện cây để thích nghi với những thay đổi về nhiệt độ, ẩm độ, sự mất nước, sâu bệnh... để chuyển trạng thái cây từ dị dưỡng sang tự dưỡng.

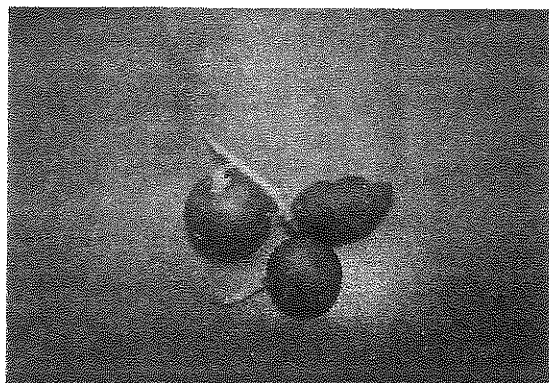
Các hình thức nhân giống vô tính cây và củ *in vitro* được minh họa từ hình 23.1 đến 28.1 (Nguồn: Bộ môn Sinh lý thực vật- ĐHNHI và website www.ars.usda.gov).



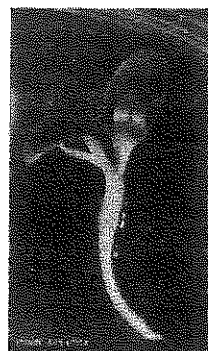
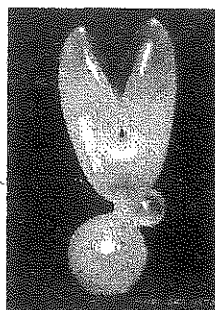
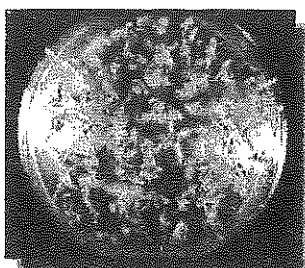
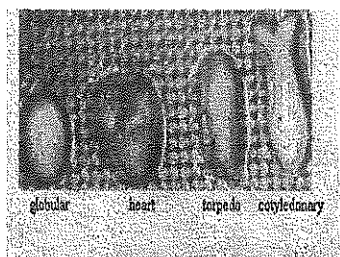
Hình 23.1. Phát sinh cụm chồi



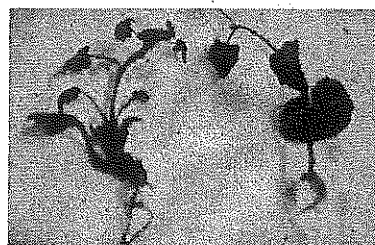
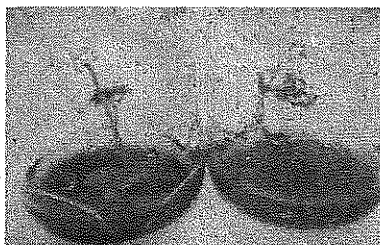
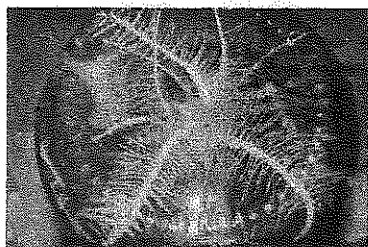
Hình 24.1. Phát triển chồi nách cây khoai tây



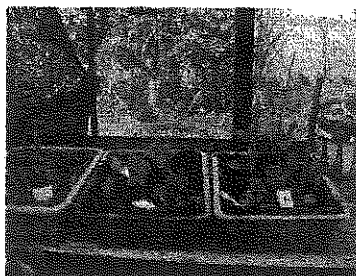
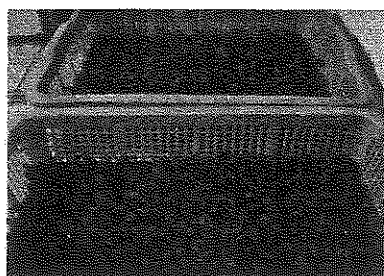
Hình 25.1. Tạo củ khoai tây *in vitro* và củ *in vitro* nảy mầm trước khi trồng



Hình 26.1. Tái sinh cây từ phôi vô tính (somatic embryo)



Hình 27.1. Ra rễ tạo cây hoàn chỉnh *in vitro* cây dưa lai



a)

b)

c)

Hình 28.1. Ra cây *in vitro* trong vườn ươm. a), b) Cây khoai tây; c) Cây dưa lai

Thời gian huấn luyện cây *in vitro* khoảng từ 1- 2 ngày đến 1-2 tuần tùy thuộc vào từng loại cây.

Các phương pháp huấn luyện cây *in vitro* như phương pháp đặt bình cây ngoài điều kiện tự nhiên, mở nắp bình nuôi, cấy chuyển vào giá thể trấu hoặc xơ dừa trong bình nuôi...

d) Giai đoạn 4: Ra cây ngoài điều kiện tự nhiên

Khi cây trong ống nghiệm đã đủ tiêu chuẩn (về chiều cao, số lá, số rễ), được chuyển ra trồng ngoài điều kiện tự nhiên. Trước khi trồng ngoài đất, cây trong ống nghiệm thường được chuyển ra trồng vào giá thể xốp nhẹ (trấu hun, xơ dừa...) đặt trong nhà lưới có điều chỉnh ánh sáng, độ ẩm thích hợp cho cây thích nghi dần với môi trường tự nhiên. Sau một thời gian, cây con cứng cáp sẽ được trồng ra đất.

8. Giới thiệu một số loại môi trường dinh dưỡng nuôi cấy *in vitro*

Trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào, việc sử dụng môi trường dinh dưỡng thích hợp cho mỗi loại cây trồng là quan trọng, quyết định đến tỷ lệ thành công, chất lượng cây giống và giá thành của sản phẩm. Môi trường dinh dưỡng cho nuôi cấy *in vitro* đã được nghiên cứu từ những năm 50 của thế kỷ XX và ngày càng hoàn thiện dần cho mỗi loại cây trồng, cho đến nay có rất nhiều loại môi trường dinh dưỡng đã được ứng dụng có hiệu quả cao cho các loại cây khác nhau và đã được giới thiệu trong các sách về lĩnh vực dinh dưỡng khoáng cho cây trồng hoặc kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào...

Sau đây là một vài loại môi trường dinh dưỡng sử dụng trong các mục đích và các loại môi trường khác nhau. (Nguồn: "Catalog 2000-2001", chủ biên F.T.M. Kors).

MÔI TRƯỜNG CHU (N₆) (1975)

MACRO ELEMENTS		
CaCl ₂	125,33 mg/l	1,13 mM
KH ₂ PO ₄	400,00 mg/l	2,94 mM
KNO ₃	2830,00 mg/l	27,99 mM
MgSO ₄	90,27 mg/l	0,75 mM
(NH ₄) ₂ SO ₄	463,00 mg/l	3,50 mM
MICRO ELEMENTS		
FeNaEDTA	36,70 mg/l	0,10 mM
H ₃ BO ₃	1,60 mg/l	25,88 mM
KI	0,80 mg/l	4,81 μM
MnSO ₄ .H ₂ O	3,33 mg/l	19,70 mM
ZnSO ₄ .7H ₂ O	1,50 mg/l	5,22 μM
VITAMINS		
Glycin	2,00 mg/l	26,64 μM
Thiamine HCl	1,00 mg/l	2,96 μM
Pyridoxine HCl	0,50 mg/l	2,43 μM
Nicotinic acid	0,50 mg/l	4,06 μM

Ghi chú: Môi trường CHU (N₆) thường sử dụng cho nuôi cấy bao phấn lúa.

MÔI TRƯỜNG CLC/IPOMOE A (1992)

MACRO ELEMENTS		
CaCl ₂	332,02 mg/l	2,99 mM
KCl	2237,00 mg/l	30,00 mM
KH ₂ PO ₄	170,00 mg/l	1,25 mM
KNO ₃	2022,00 mg/l	20,00 mM
MgSO ₄	180,54 mg/l	1,50 mM
NH ₄ NO ₃	1601,00 mg/l	20,00 mM
MICRO ELEMENTS		
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025 mg/l	0,11 µM
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025 mg/l	0,10 µM
FeNaEDTA	36,70 mg/l	0,10 mM
H ₃ BO ₃	6,20 mg/l	0,10 mM
KI	0,83 mg/l	5,00 µM
MnSO ₄ .H ₂ O	16,90 mg/l	0,10 mM
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25 mg/l	1,03 µM
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,60 mg/l	29,91 µM
VITAMINS		
myo-Inositol	90,10 mg/l	0,50 mM
Nicotinic acid	1,23 mg/l	10,00 µM
Pyridoxine HCl	1,03 mg/l	5,00 µM
Thiamine HCl	1,69 mg/l	5,00 µM

Ghi chú: Môi trường CLC/IPOMOE A sử dụng cho nuôi cấy tạo phôi vô tính khoai lang

MÔI TRƯỜNG GAMBORG B5 (1968)

MACRO ELEMENTS		
CaCl ₂	113,23 mg/l	1,02 mM
NaH ₂ PO ₄	250,00 mg/l	24,73 mM
KNO ₃	121,65 mg/l	1,01 mM
MgSO ₄	130,44 mg/l	1,09 mM
(NH ₄) ₂ SO ₄	134,00 mg/l	1,01 mM
MICRO ELEMENTS		
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025 mg/l	0,11 µM
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025 mg/l	0,10 µM
FeNaEDTA	36,70 mg/l	0,10 mM
H ₃ BO ₃	3,00 mg/l	48,52 mM
KI	0,75 mg/l	4,52 µM
MnSO ₄ .H ₂ O	10,00 mg/l	59,16 mM
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25 mg/l	1,03 µM
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2,00 mg/l	6,96 µM
VITAMINS		
myo-Inositol	10,00 mg/l	0,56 mM
Nicotinic acid	1,00 mg/l	8,12 µM
Pyridoxine HCl	1,00 mg/l	4,86 µM
Thiamine HCl	10,00 mg/l	29,65 µM

Ghi chú: Môi trường GAMBORG B5 thường sử dụng cho nuôi cấy huyền phù tế bào rễ cây đậu tương.

MÔI TRƯỜNG LINSMAIER & SKOOG (1965)

MACRO ELEMENTS		
CaCl ₂	332,02 mg/l	2,99 mM
KH ₂ PO ₄	170,00 mg/l	1,25 mM
KNO ₃	1900,00 mg/l	18,79 mM
MgSO ₄	180,54 mg/l	1,50 mM
NH ₄ NO ₃	1650,00 mg/l	20,61 mM
MICRO ELEMENTS		
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025 mg/l	0,11 μM
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025 mg/l	0,10 μM
FeNaEDTA	36,70 mg/l	0,10 mM
H ₃ BO ₃	6,20 mg/l	0,10 mM
KI	0,83 mg/l	5,00 μM
MnSO ₄ .H ₂ O	16,90 mg/l	0,10 mM
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25 mg/l	1,03 μM
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,60 mg/l	29,91 μM
VITAMINS		
myo-Inositol	100,00 mg/l	0,56 mM
Thiamine HCl	0,40 mg/l	1,19 μM

Ghi chú: Môi trường LINSMAIER & SKOOG thường sử dụng cho nuôi cấy mô thuốc lá

MÔI TRƯỜNG ORCHIMAX (1987)

MACRO ELEMENTS		
CaCl ₂	166,00 mg/l	1,50 mM
KH ₂ PO ₄	85,00 mg/l	0,62 mM
KNO ₃	950,00 mg/l	9,40 mM
MgSO ₄	90,35 mg/l	0,75 mM
NH ₄ NO ₃	825,00 mg/l	10,31 mM
MICRO ELEMENTS		
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,0125 mg/l	0,05 μM
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,0125 mg/l	0,05 μM
FeNaEDTA	36,70 mg/l	0,10 mM
H ₃ BO ₃	3,10 mg/l	0,05 mM
KI	0,415 mg/l	2,50 μM
MnSO ₄ .H ₂ O	8,45 mg/l	0,05 μM
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,125 mg/l	0,52 μM
ZnSO ₄ .7H ₂ O	5,30 mg/l	18,42 μM
VITAMINS		
myo-Inositol	100,00 mg/l	0,56 mM
Nicotinic acid	1,00 mg/l	8,12 μM
Pyridoxine HCl	1,00 mg/l	4,86 μM
Thiamine HCl	10,00 mg/l	29,65 μM

Ghi chú: môi trường ORCHIMAX sử dụng cho cây hoa phong lan

MÔI TRƯỜNG MURASHIGE & SKOOG (1962)

MACRO ELEMENTS		
CaCl ₂	332,02 mg/l	2,99 mM
KH ₂ PO ₄	170,00 mg/l	1,25 mM
KNO ₃	1900,00 mg/l	18,79 mM
MgSO ₄	180,54 mg/l	1,50 mM
NH ₄ NO ₃	1650,00 mg/l	20,61 mM
MICRO ELEMENTS		
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025 mg/l	0,11 μM
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025 mg/l	0,10 μM
FeNaEDTA	36,70 mg/l	0,10 mM
H ₃ BO ₃	6,20 mg/l	0,10 mM
KI	0,83 mg/l	5,00 μM
MnSO ₄ .H ₂ O	16,90 mg/l	0,10 μM
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25 mg/l	1,03 μM
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,60 mg/l	29,91 μM
VITAMINS		
Glycine	2,00 mg/l	26,64 μM
myo-Inositol	100,00 mg/l	0,56 mM
Nicotinic acid	0,50 mg/l	4,06 μM
Pyridoxine HCl	0,50 mg/l	2,43 μM
Thiamine HCl	0,10 mg/l	0,30 μM

Ghi chú: Môi trường MURASHIGE & SKOOG thích hợp cho nhiều loại cây trồng khác nhau như khoai tây, dưa, mía, cẩm chướng, đồng tiền, hoa hồng...

9. Một số hạn chế trong kỹ thuật nhân cây *in vitro*

a) Tính bất định về mặt di truyền (*genetic instability*):

Mục đích của nhân giống *in vitro* là tạo ra quần thể cây đồng nhất (True-to-type) với số lượng rất lớn. Tuy nhiên, trong một số trường hợp phương pháp này cũng tạo ra những biến dị soma. Tần số biến dị cũng hoàn toàn khác nhau và không lặp lại. cây tạo ra thông qua giai đoạn nuôi cấy mô sẹo (callus) sẽ có nhiều biến dị hơn so với nuôi cấy chồi đỉnh.

Những nhân tố gây ra biến dị tế bào soma có thể là:

- Kiểu di truyền (Genotype): Tần số biến dị ảnh hưởng bởi genotyp của các loài cây trồng khác nhau. Nói chung cây càng có mức bội thể cao thì càng dễ biến dị.

- Số lần cấy chuyển (Subcultures): Số lần cấy chuyển càng nhiều thì độ biến dị càng cao. Theo Armstrong và Phillips (1988), khi nuôi cấy lâu dài thường gây ra biến dị nhiễm sắc thể.

- Loại mô (Tissue): Nói chung nuôi cấy dinh sinh trưởng trong nhân nhanh *in vitro* ít bị biến dị hơn so với nuôi cấy các cơ quan khác.

b) Sự nhiễm mẫu (explant contamination):

Các vi sinh vật như nấm, vi khuẩn nói chung đều bị loại trừ trong giai đoạn khử trùng mẫu trước khi đưa vào nuôi cấy. Tuy nhiên, một số loại vi khuẩn như *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Erwinia* và *Pseudomonas* có thể xâm nhiễm vào mô dẫn, tồn tại trong mô và gây tác hại khi tế bào bắt đầu phân chia (sau 1 - 2 tuần nuôi cấy).

Để khắc phục hiện tượng trên, cần phải lựa chọn cây mẹ đúng tiêu chuẩn và có thể sử dụng một số chất kháng sinh để chống hiện tượng nhiễm khuẩn và nấm. Nhưng mô thực vật rất mẫn cảm với kháng sinh và có phản ứng đến kiểu di truyền do đó cần rất thận trọng khi sử dụng kháng sinh. Chất kháng sinh thường gây ra sự huỷ hoại tế bào và làm thay đổi ảnh hưởng đến di truyền tế bào chất.

c) Việc sản sinh các chất độc từ mô nuôi cấy (Toxic compounds phenol):

Trong nuôi cấy mô thường quan sát thấy hiện tượng hoá nâu hay đen mẫu, màu nâu đen này có thể khuếch tán trong môi trường. Hiện tượng này là do mẫu nuôi cấy có chứa nhiều chất tanin hoặc hydroxyphenol. Thí dụ các chất phenol eucomicacid và tyramine đã làm hoá nâu mẫu cấy của cây lan *Cattleya*, cây chuối, mía... khi nuôi cấy.

Các phương pháp loại trừ sự hoá nâu:

- Bổ sung than hoạt tính vào môi trường nuôi cấy (0,1 - 0,3%): Phương pháp này đặc biệt có hiệu quả trên các loài phong lan *Phalenopsis*, *Cattleya* và *Aerides*. Tuy nhiên than hoạt tính có thể làm chậm quá trình nhân nhanh cây do hấp phụ một số chất điều tiết sinh trưởng và dinh dưỡng cần thiết khác.

- Bổ sung polyvinyl pyrrolidone (PVP) có tác dụng khử nâu hoá tốt ở mẫu một số cây ăn quả, (táo, hồng).

- Sử dụng mô non hoặc giảm thiểu những vết thương cho mẫu cấy khi khử trùng.

- Ngâm mẫu vào dung dịch axit ascorbic và axit xytric vài giờ trước khi cấy.

- Nuôi cấy mẫu trong môi trường lỏng, có nồng độ oxy thấp, không có ánh sáng (1 - 2 tuần).

- Cấy chuyển mẫu liên tục (1 - 2 ngày/lần) sang môi trường mới trong 1 - 2 tuần.

d) Hiện tượng thủy tinh hoá (Vitrification):

Hiện tượng cây bị “thủy tinh hoá” tức là thân lá cây mọng nước và trong suốt, cây rất khó sống khi đưa ra ngoài môi trường do bị mất nước rất mạnh. Hiện tượng này thường xảy ra khi nuôi cấy trong môi trường lỏng hay môi trường ít agar, sự trao đổi khí thấp. Đặc biệt thường xảy ra khi nuôi cấy các loại cây như táo, mận, hoa cẩm chướng, hoa đồng tiền, hoa cúc.

Cây bị thủy tinh hoá thường có hàm lượng lớp sáp bảo vệ thấp, cấu tạo có nhiều phân tử phân cực nên dễ hấp thụ nước. Cây *in vitro* thường có mật độ khí khổng cao, khí khổng có dạng tròn chứ không elip, khí khổng mở liên tục trong quá trình nuôi cấy nên khi đưa ra môi trường tự nhiên dễ mất nước.

Để tránh hiện tượng thủy tinh hoá có thể tiến hành một số giải pháp:

- Giảm sự hút nước của cây bằng cách tăng nồng độ đường hoặc các chất gây áp suất thẩm thấu cao.
- Giảm nồng độ các chất chứa nitơ trong môi trường.
- Giảm sự sản sinh ethylen trong bình nuôi cấy.
- Xử lý axit abscisic hoặc một số chất ức chế sinh trưởng.

Trên đây là tóm tắt toàn bộ các bước trong quy trình vi nhân giống *in vitro* chung cho các loại cây trồng. Tùy theo từng loại cây mà có các quy trình nhân giống riêng mang tính đặc thù cho mỗi giống.

Ở nước ta, do tính ưu việt của phương pháp nhân giống vô tính bằng kỹ thuật nuôi cấy *in vitro*, trên toàn quốc đã có hơn 30 tỉnh thành xây dựng phòng nuôi cấy mô và thậm chí trong mỗi tỉnh thành như Hà Nội, Đà Lạt, Tp. Hồ Chí Minh... lại có nhiều phòng nuôi cấy mô với quy mô lớn nhỏ khác nhau, hàng năm đã cung cấp lượng đáng kể cây giống sạch bệnh, chất lượng cao cho thực tiễn sản xuất.

Có thể kể tên một số cơ sở như:

- Viện Sinh học Nông nghiệp - Trường Đại học Nông nghiệp I mỗi năm sản xuất hàng chục vạn củ khoai tây *in vitro* và hàng vạn cây giống *in vitro* các loại cho sản xuất như cây phong lan, cẩm chướng, đồng tiền, khoai tây...

- Viện Di truyền Nông nghiệp, Viện Khoa học kỹ thuật Nông nghiệp, Viện Rau quả Trung ương, Trung tâm nghiên cứu ứng dụng KH & CN Hải Phòng, Sở Khoa học & Công nghệ Nam Định, Công ty Giống cây trồng Trung ương I, Viện Sinh học Đà Lạt, ... mỗi năm sản xuất hàng triệu cây giống *in vitro*, củ giống *in vitro* của các loại cây hoa, cây khoai tây, cây mía, dưa, chuối ... Tại Đà Lạt từ nhiều năm nay, rất nhiều phòng nuôi cấy mô của tư nhân ra đời, hoạt động rất có hiệu quả và mỗi năm cũng đã cung cấp một lớn lượng cây giống *in vitro* (khoai tây, hoa các loại, cây rau...) cho vùng sản xuất tại Đà Lạt và các vùng lân cận.

- Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng KH vào sản xuất Nông lâm nghiệp Quảng Ninh, Sở Nông nghiệp Tuyên Quang, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Trường Đại học Lâm nghiệp, Công ty Giống vùng Đông Nam bộ, ... mỗi năm sản xuất hàng triệu cây rừng *in vitro* các loại như cây bạch đàn, keo lai, tẻch, hồng, trầm, gia vị,...

BẢNG TÓM TẮT QUY TRÌNH NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH MỘT SỐ CÂY TRỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP NUÔI CÂY *IN VITRO*

Loại cây	Giai đoạn tạo vật liệu khởi đầu <i>in vitro</i>	Giai đoạn nhân nhanh <i>in vitro</i>	Giai đoạn ra rễ tạo cây hoàn chỉnh
Cây hoa đồng tiền (<i>Dương Minh Nga và cs, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc</i>)	- Cơ quan nuôi cấy: Nụ hoa non - Khử trùng: $HgCl_2$ 0,1% trong 10 phút - Môi trường tạo callus và tái sinh chồi: MS + 0,2 TDZ + 0,1 NAA + 5% sacaroza + 0,6% agar	MS + 1,5 BAP + 10% nước dừa + 5% sacaroza + 0,3% agar	MS + 0,5 NAA + 0,6% agar + 5% sacaroza
Cây hoa phong lan <i>Phalaenopsis</i> (lan Hồ điệp) (<i>Nguyễn Quang Thạch và cs, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc</i>)	- Cơ quan nuôi cấy: Mắt ngủ trên hoa và đỉnh ngọn của phát hoa - Khử trùng: $HgCl_2$ 0,1% hai lần 5 phút và 1 phút (khử trùng kép) - Cho mắt ngủ phát hoa: VW + 3 kinetin + 2 BA + 1% sacaroza + 10% nước dừa + 0,65% agar - Cho đỉnh ngọn phát hoa: VW + 3 kinetin + 1% sacaroza + 10% nước dừa + 0,65% agar	VW + 30g/l khoai tây + 30 g/l carot + 1g/l pepton + 1% sacaroza + 10% nước dừa + 0,65% agar Nên bổ sung 1g/l polyvinyl pirollidon (PVP) để ngăn ngừa hiện tượng hoá đen cho môi trường nuôi cấy	
Cây hoa hồng (<i>Nguyễn Thị Kim Thanh, 1/2005. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT</i>)	- Cơ quan nuôi cấy: mắt ngủ cành hoa hoặc chồi đỉnh - Khử trùng: $HgCl_2$ 0,5% trong 5 phút - Môi trường bắt chồi: MS + 1BA hoặc kinetin + 2% sacaroza + 0,65% agar	MS + 2BA + 2% sacaroza + 0,65% agar	MS + 2 NAA hoặc 2 IBA + 1,5 g/l than hoạt tính + 2% sacaroza + 0,65% agar

Loại cây	Giai đoạn tạo vật liệu khởi đầu <i>in vitro</i>	Giai đoạn nhân nhanh <i>in vitro</i>	Giai đoạn ra rễ tạo cây hoàn chỉnh
Cây nho (Nguyễn Thị Kim Thanh, 10/2004. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT)	- Cơ quan nuôi cấy: Mắt ngủ cành nho hoặc chồi đỉnh - Khử trùng: Cồn 70° + HgCl₂ 0,1% trong 3 phút	MS + 0,7BA + 2% sacaroza + 0,65% agar	MS + 3g/l thành hoạt tính + 2% sacaroza + 0,65% agar
Cây chuối lấy bột (Nguyễn Thị Kim Thanh, 11/2003. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT)	- Cơ quan nuôi cấy: Đỉnh sinh trưởng (kích thước 2cm) - Khử trùng: Rửa sạch mầm chuối rồi lau bằng cồn 70°, tiến hành bóc bẹ lấy phần đỉnh sinh trưởng trong buồng cây vô trùng - Môi trường khởi động: MS + 2% sacaroza + 0,65% agar	MS + 3BA + 10% nước dừa + 2% sacaroza + 0,65% agar	MS + 1 g/l thành hoạt tính + 2% sacaroza + 0,7% agar
Cây dứa Cayen (Nguyễn Thị Nhân, Nguyễn Quang Thạch, 1995. Vi sinh vật và Công nghệ sinh học. Hội thảo quốc gia khu vực)	- Cơ quan nuôi cấy: Ngọn dứa - Khử trùng: Ca(OCl)₂ 7% trong 20 phút - Môi trường khởi động: MS + 1,5 BA + 2% sacaroza + 0,6% agar	MS + 2BA + 2,5% sacaroza + 0,6% agar	MS + 0,5 NAA + 1 IBA + 2,5 % sacaroza + 0,6% agar
Cây Khoai tây (Nguyễn Thị Kim Thanh, 1995. Vi sinh vật và Công nghệ sinh học. Hội thảo quốc gia khu vực)	- Cơ quan nuôi cấy: Mầm củ giống - Khử trùng: Ca(OCl)₂ 7% trong 15 phút hoặc HgCl₂ 0,1% trong 7 phút - Môi trường khởi động: MS + 2% sacaroza + 0,65% agar	- Môi trường nhân cây: MS + 10% nước dừa + 2% sacaroza (có hoặc không có agar) - ngoài sáng - Môi trường nhân củ : MS + 1 2% sacaroza - trong tối	- Cây tự ra rễ trong giai đoạn nhân nhanh - Củ <i>in vitro</i> sau 2 tháng thu hoạch

Loại cây	Giai đoạn tạo vật liệu khởi đầu <i>in vitro</i>	Giai đoạn nhân nhanh <i>in vitro</i>	Giai đoạn ra rễ tạo cây hoàn chỉnh
Cây trà mứt (Nguyễn Văn Nghi, Vũ Văn Vù và cs, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc)	- Cơ quan nuôi cấy: Chồi ngọn - Khử trùng: HgCl_2 0,2% trong 10 phút - Môi trường khởi động: MS + 0,5 BA + 2,5% sacaroza + 0,7% agar	MS + 0,4 kinetin + 0,5 BA + 2% sacaroza + 0,7% agar	MS + 0,5 IBA hoặc 0,5 NAA + 2% sacaroza + 0,7% agar
Cây keo lai (Mai Trường, Nguyễn Hữu Hồ và cs, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc)	- Cơ quan nuôi cấy: Chồi đỉnh và chồi nách - Khử trùng: Cồn 70° và nước Javen 30% + 1-2 giọt Tween 20 trong 10 phút - Môi trường khởi động: MS + 0,05 BA + 2,5 % sacaroza + 0,67 % agar	MS + 0,05 BA + 2,5 % sacaroza + 0,67 % agar	MS + 0,05 NAA + 2% sacaroza + 0,67 % agar
Cây bạch đàn, téch, trà mứt, hồng (Chu Bá Phúc, Phạm Kim Hạnh và cs, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc)	- Cơ quan nuôi cấy: Chồi đỉnh hoặc chồi nách - Khử trùng: Cồn 70° và HgCl_2 0,1% trong 10 phút - Môi trường khởi động: MS + 2 % glucoza + 0,67 % agar	- Bạch đàn: MS + 1 BAP + 0,2 kinetin + 2 % glucoza + 0,7 % agar - Téch: MS + 1 BAP + 2 % glucoza + 0,7 % agar - Cây hồng: MS + 2 BAP + 2 % glucoza + 0,7 % agar - Trà mứt: MS + 0,2 BAP + 2 % glucoza + 0,7 % agar	- Bạch đàn và hồng: MS + 0,5 IBA + 2 % sacaroza + 0,65% agar - Téch: MS + 0,3 IBA + 2% sacaroza + 0,65% agar - Trà mứt: MS + 0,1 NAA + 2% sacaroza + 0,65% agar

Loại cây	Giai đoạn tạo vật liệu khởi đầu <i>in vitro</i>	Giai đoạn nhân nhanh <i>in vitro</i>	Giai đoạn ra rễ tạo cây hoàn chỉnh
Cây bông (Mai Trường, Nguyễn Hữu Hố và cs, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc)	- Cơ quan nuôi cấy: Hạt giống - Khử trùng: Cồn 70° và nước Javen 50% + 1-2 giọt Tween 20 trong 15 phút. Dùng dao tách vỏ và khử trùng bằng cefotaxime - Môi trường khởi động: MS + 2 % glucoza + 0,7 % agar	MS + 2 BA + 2 g/l than hoạt tính + 2% glucoza + 0,67% agar	MS + 2 g/l than hoạt tính + 2 % glucoza + 0,67 % agar
Cây dâu tây (Nguyễn Thị Thanh Hằng, Dương Tấn Nhật, 2003. "Những vấn đề cơ bản trong KH sự sống". Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc)	- Cơ quan nuôi cấy: Chồi đỉnh của thân bò dâu tây - Khử trùng: Cồn 70° trong 30 giây và HgCl₂ 0,1% trong 8 phút - Môi trường khởi động: MS + 2% glucoza + 0,67% agar	1/2 MS + 1 BA + 3% sacaroza + 0,65 % agar	1/2 MS + 1 IBA + 1 g/l than hoạt tính + 2% sacaroza + 0,65 % agar
Cây đu đủ (Nguyễn Thị Nhân, Tạp chí KHKTNN, 3/2004)	- Mô cấy: Đỉnh sinh trưởng ngọn - Khử trùng: Hypocloric Canxi 5% trong 15 phút hoặc HgCl₂ 0,1% trong 5-7 phút - Môi trường: MS + 1 ppm BA	MS + 0,2α- NAA + 0,5 BA (ppm)	0,025 ppm α-NAA (hoặc giảm ½ MS chuẩn)

Loại cây	Giai đoạn tạo vật liệu khởi đầu <i>in vitro</i>	Giai đoạn nhân nhanh <i>in vitro</i>	Giai đoạn ra rễ tạo cây hoàn chỉnh
Cây mía (Nguyễn Thị Nhân, Tạp chí KHKTNN, 4/2005)	- Mô cấy: Định sinh trưởng ngọn và các mắt ngủ trên thân cây - Khử trùng: Hypocloric canxi 5% trong 15 phút hoặc $HgCl_2$ 0,1% trong 10 phút - Môi trường: 0,5 α-NAA + 1 BA (ppm)	MS + 0,5 α -NAA + 1 BA (ppm)	MS + 0,5 α -NAA (hoặc 7,5% Saccaroza)

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG I

1. Trình bày các khái niệm liên quan đến nhân giống cây trồng? Những ưu, nhược điểm của hình thức nhân giống hữu tính và nhân giống vô tính?
2. Các hình thức nhân giống vô tính trong tự nhiên và nhân tạo?
3. Cơ sở khoa học, ưu nhược điểm và các thao tác kỹ thuật của nhân giống vô tính cây trồng bằng phương pháp giâm cành, chiết cành và ghép cành?
4. Cơ sở khoa học, ưu nhược điểm của phương pháp nhân giống vô tính *in vitro* (nuôi cấy mô tế bào)? Trình bày các hình thức nhân giống vô tính *in vitro*? Những ứng dụng của phương pháp này trong thực tiễn sản xuất?
5. Trình bày các điều kiện cần thiết cho phương pháp nhân giống vô tính bằng kỹ thuật nuôi cấy *in vitro*?
6. Trình bày cụ thể kỹ thuật của từng giai đoạn trong nhân giống vô tính *in vitro*? Lấy ví dụ cho từng giai đoạn?

Chương II

ĐIỀU CHỈNH SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC VÀ DINH DƯỠNG KHOÁNG CỦA CÂY TRỒNG

- Trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng là hai chức năng sinh lý quan trọng, ảnh hưởng rất mạnh, có tính chất quyết định tới trạng thái và các hoạt động sinh lý, chiều hướng biến đổi các chất trong cây.

- Cần nắm được vai trò sinh lý của nước và các nguyên tố dinh dưỡng khoáng đối với cơ thể thực vật, với các hoạt động sống khác diễn ra trong cây như quang hợp, hô hấp, vận chuyển và phân bố vật chất trong cây, khả năng chống chịu với các điều kiện ngoại cảnh bất thuận trong quá trình sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây trồng.

- Cần nắm vững cơ sở sinh lý của việc điều chỉnh trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng, các phương pháp tưới tiêu và sử dụng các loại phân bón hợp lý; ưu, nhược điểm của từng phương pháp, từng loại phân bón và những yếu tố liên quan để chọn lựa các biện pháp kỹ thuật cụ thể, có hiệu quả giúp cây trồng sinh trưởng, phát triển thuận lợi, cho năng suất cao, phẩm chất tốt.

I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC VÀ DINH DƯỠNG KHOÁNG CỦA THỰC VẬT

1. Tại sao cây cần trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng?

Cây trồng luôn được coi là một trong những đối tượng chính trong bất kỳ hệ thống canh tác nào của sản xuất nông nghiệp. Cây sống được phải nhờ nước và các chất dinh dưỡng. Nước và các nguyên tố khoáng là cơ sở để xây dựng cơ thể thực vật, là điều kiện để duy trì và quyết định chiều hướng hoạt động của tất cả các chức năng sinh lý khác trong cây. Từ lâu đời ông cha ta vẫn thường nói đối với cây trồng là “nhất nước, nhì phân, tam cần, tứ giống”. Điều đó có nghĩa là: hai yếu tố quan trọng hàng đầu đối với bất kỳ cây trồng nào là nước và chất dinh dưỡng (trước hết là các nguyên tố khoáng). Nói cách khác: cây trồng nào cũng cần được đảm bảo đủ nước và phân bón hợp lý mới phát huy được tiềm năng năng suất, phẩm chất của mình.

Nước được cung cấp cho cây từ nhiều nguồn khác nhau thông qua các hệ thống tưới tiêu. Các chất dinh dưỡng được cung cấp cho cây thông qua các loại phân bón. Hai yếu tố này cùng với ánh sáng, nhiệt độ, không khí, các điều kiện sống cần thiết có liên quan mật thiết với nhau, hỗ trợ lẫn nhau, cùng tác động tới quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng.

Đứng về mặt hoạt động sinh học, việc cung cấp đủ nước sẽ giúp cây hút thu các chất dinh dưỡng tốt hơn, tiến hành các quá trình sinh lý, sinh hoá thuận lợi hơn. Bởi vì,

chỉ khi được cung cấp đủ nước, cây trồng mới có thể sử dụng thuận lợi, có hiệu quả các yếu tố dinh dưỡng khoáng và các điều kiện sinh thái khác (ánh sáng, nhiệt độ, không khí). Các nguyên tố khoáng được cây hút vào cùng với nước, là nguyên liệu để xây dựng nên các yếu tố cấu trúc của cây, là thành phần hoá học quan trọng đóng vai trò quyết định chiều hướng biến đổi sinh hoá, trao đổi chất, trao đổi năng lượng trong cây - cơ sở để cây sinh trưởng, phát triển thuận lợi, cho năng suất cao, phẩm chất tốt.

2. Ý nghĩa của việc nghiên cứu điều chỉnh sự trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng của cây trồng

Hiểu được cơ sở sinh lý của việc tưới nước và sử dụng phân bón sẽ giúp cho việc điều chỉnh chế độ nước và dinh dưỡng khoáng của cây trồng một cách hợp lý. Trên cơ sở đó, áp dụng các biện pháp kỹ thuật cụ thể nhằm nâng cao năng suất, phẩm chất sản phẩm thu hoạch; nâng cao hiệu quả kinh tế trong việc sử dụng và quản lý nguồn nước, nguồn dinh dưỡng cung cấp cho cây, đồng thời duy trì được độ phì của đất. Đó cũng là mục tiêu quan trọng trong nghiên cứu, xây dựng hệ thống canh tác nông nghiệp sinh thái bền vững.

II. VAI TRÒ CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI CÁC HOẠT ĐỘNG SINH LÝ CỦA CÂY

1. Nước trong cây và vai trò của nó đối với các hoạt động sinh lý của cây

Các tế bào, mô của cây chứa lượng nước rất lớn (khoảng 3/4 khối lượng cây), bao gồm nước tự do và nước liên kết. Hàm lượng và tỷ lệ hai dạng nước này quyết định trạng thái chất nguyên sinh, cường độ, chiều hướng trao đổi chất, khả năng sinh trưởng, phát triển và chống chịu của cây. Cụ thể:

- *Nước quyết định sự ổn định cấu trúc của chất nguyên sinh.* Nước tạo màng thủy hoá bao quanh chất nguyên sinh và tùy theo độ thủy hoá mà hệ keo nguyên sinh chất ở trạng thái sol, coacerva hay gel. Nhờ vậy mà duy trì được cấu trúc và hoạt tính của keo nguyên sinh chất, quyết định mức độ hoạt động sống, quyết định tính chống chịu của keo nguyên sinh chất của tế bào và của cây.

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

- *Nước là dung môi hòa tan các chất hữu cơ và các chất khoáng.*

- *Nước tạo dòng vận chuyển các chất trong tế bào và giữa các tế bào với nhau,* đến các cơ quan trong toàn cơ thể và tích lũy vào cơ quan dự trữ quyết định sự hình thành năng suất kinh tế của cây trồng. Nước tạo nên dòng vận chuyển vật chất, tạo nên mạch máu lưu thông trong cây như tuần hoàn máu ở động vật.

- *Nước điều chỉnh nhiệt trong cây.* Quá trình bay hơi nước làm giảm nhiệt độ đặc biệt là của bộ lá, đảm bảo hoạt động quang hợp và các chức năng sinh lý khác tiến hành thuận lợi.

- *Nước có chức năng dự trữ trong cây.* Thực vật chịu hạn như các thực vật mọng nước có hàm lượng nước dự trữ lớn. Hàm lượng nước liên kết trong cơ thể thực vật này rất cao, quyết định khả năng chống chịu của chúng đối với điều kiện bất thuận, nhất là chịu nóng và hạn.

- *Nước tạo nên sức trương P trong tế bào.* Nhờ có sức trương P mà đảm bảo cho tế bào luôn ở trạng thái trương nước tạo tư thế thuận lợi cho các hoạt động sinh lý và sinh trưởng, phát triển của cây.

- *Nước là thành phần quan trọng trong việc duy trì sự cân bằng tỷ lệ O_2/CO_2 trong khí quyển, thuận lợi cho các hoạt động sống của mọi sinh vật thông qua quang hợp của cây.*

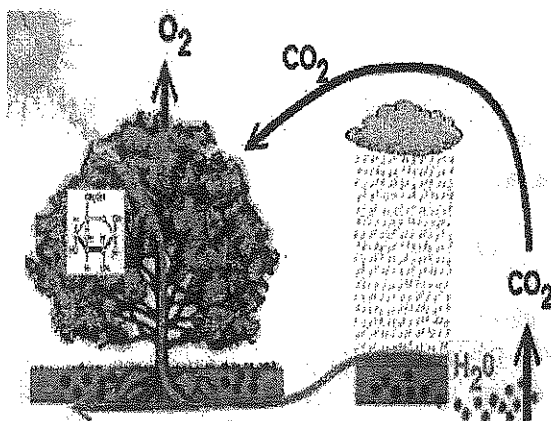
Đối với từng chức năng sinh lý cụ thể, nước có vai trò đặc trưng riêng.

a) *Vai trò của nước đối với quang hợp:*

Nước trong lá và trong tế bào thực vật nói chung đều ảnh hưởng đến sự hình thành và kích thước của bộ máy quang hợp. Nước không chỉ là nguồn nguyên liệu mà còn là điều kiện đặc biệt quan trọng trong quá trình sinh tổng hợp các chất hữu cơ quan trọng, là cơ sở hình thành năng suất của cây trồng (hình 1.2). Thiếu nước gây sự phân huỷ bộ máy quang hợp, làm suy thoái lục lạp, phá huỷ mối liên kết giữa diệp lục và protein... Thiếu nước làm khí khổng đóng, hạn chế sự xâm nhập CO_2 vào lá, độ thuỷ hoá của chất nguyên sinh giảm làm giảm hoạt tính của enzyme RDP-carboxylaza, tốc độ biến đổi các chất trong pha sáng và pha tối của quang hợp; các sản phẩm quang hợp không được vận chuyển ra khỏi lá... làm giảm sút hoạt động quang hợp của lá, thậm chí ức chế quang hợp. Cây đủ nước, khí khổng mở, ảnh hưởng tốt tới tốc độ xâm nhập CO_2 vào lá, cung cấp cho quang hợp.

Các thí nghiệm đều cho thấy, hàm lượng nước trong lá đạt trạng thái bão hoà và thiếu bão hoà một ít (90 - 95%) thì quang hợp đạt cực đại. Tuy nhiên, nếu độ thiếu bão hoà nước tăng lên trên 10% thì quang hợp bị giảm sút. Quang hợp ngừng khi độ thiếu bão hoà nước trong lá tăng trên 30%.

Tuy nhiên, tùy theo khả năng chống chịu hạn của cây mà mức độ giảm sút quang hợp khác nhau. Thực vật càng chống chịu hạn tốt thì quang hợp càng giảm ít hơn khi thiếu nước, ví dụ: ở cây bông Ả rập cường độ quang hợp giảm chậm và chỉ ngừng khi độ thiếu bão hoà nước lên tới >35%.

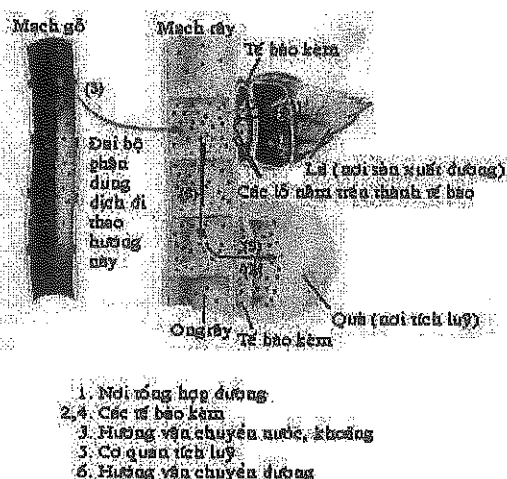


Hình 1.2. Vai trò của nước trong hoạt động quang hợp của cây

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

b) Vai trò của nước đối với sự vận chuyển và phân bố các chất trong cây:

Nước ảnh hưởng đến quá trình vận chuyển các chất trong cây mạnh nhất so với các yếu tố khác. Nước quyết định tốc độ và cả chiều hướng vận chuyển, phân bố các chất trong cây bởi nó vừa là dung môi hoà tan, vừa là môi trường để các chất này được vận chuyển. Các chất vô cơ được rễ hút vào và vận chuyển trong mạch gỗ (xylem) theo hướng chính là từ rễ lên ngọn. Các chất hữu cơ được tổng hợp ở lá, vận chuyển trong hệ mạch rây (libe, floem) theo hướng chính là từ lá xuống rễ và hướng khác là tới các cơ quan dự trữ như củ, quả, hạt - khi các cơ quan này hình thành (hình 2.2).



Hình 2.2. Mô hình vận chuyển nước, các chất khoáng và các chất được tổng hợp

Khi thiếu nước thì tốc độ vận chuyển các vật chất trên đều giảm. Các thí nghiệm đã khẳng định rằng tốc độ dòng vận chuyển trong mạch libe giảm từ 1/3- 1/2 lần khi thiếu nước. Nếu thiếu nước nhiều sẽ gây hiện tượng chảy ngược dòng: các chất hữu cơ lại vận chuyển từ cơ quan dự trữ, cơ quan tích lũy đến cơ quan dinh dưỡng. Hậu quả là cây sinh trưởng kém, năng suất giảm, thậm chí không cho năng suất.

Ví dụ: Lúa trổ, vào chắc mà gặp hạn thì hạt bị lép, lửng nhiều; khoai tây bị hạn thì ít củ và củ nhỏ; đậu, lạc khi vào chắc mà thiếu nước thì hạt không mẩy. Vì vậy, việc đảm bảo nhu cầu nước cho cây trồng đặc biệt là ở giai đoạn hình thành cơ quan kinh tế là rất cần thiết, bởi đây là một yếu tố quyết định năng suất kinh tế.

c) Vai trò của nước đối với hô hấp của cây:

Nước là môi trường cho các phản ứng sinh hoá, là nguyên liệu trực tiếp tham gia vào các quá trình ôxi hoá trong hô hấp. Hàm lượng nước trong mô ảnh hưởng rất mạnh, có tính quyết định tới cường độ hô hấp. Thiếu nước sẽ làm tăng hô hấp vô hiệu, hiệu quả sử dụng năng lượng trong hô hấp thấp.

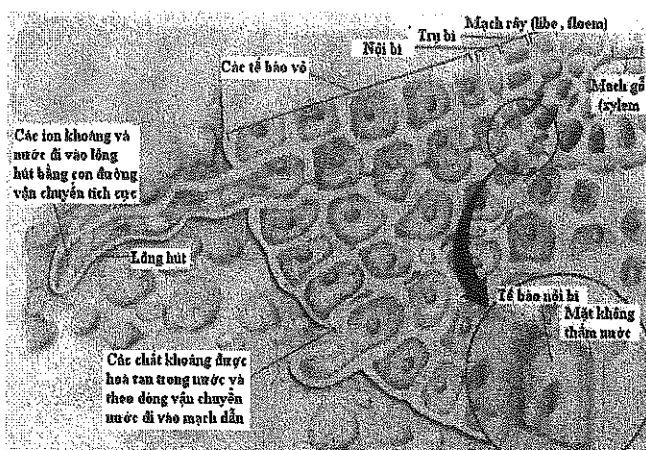
Tuy nhiên, mối quan hệ giữa cường độ hô hấp và hàm lượng nước trong mô rất phức tạp, phụ thuộc vào các loại thực vật, các loại mô khác nhau. Chẳng hạn: ở cây mọng nước, một số mô có cường độ hô hấp tăng khi mô héo. Đối với hạt thì tuân theo quy luật rõ ràng: khi độ ẩm tăng thì thúc đẩy cường độ hô hấp tăng theo.

Ví dụ: hạt lúa mì phơi khô trong không khí (hàm lượng nước còn khoảng 10 %) thì cường độ hô hấp rất thấp, khi độ ẩm hạt tăng 14 - 15 % thì cường độ hô hấp tăng 4 - 5 lần. Khi độ ẩm hạt tăng lên đến 30 - 35 % thì cường độ hô hấp của hạt tăng gấp hàng nghìn lần. Cần lưu ý là mối quan hệ giữa hàm lượng nước trong mô và cường độ hô hấp có liên quan khá chặt chẽ với nhiệt độ.

d) Vai trò của nước đối với dinh dưỡng khoáng:

Sự trao đổi dinh dưỡng khoáng trong cây là một quá trình sinh lý rất phức tạp, phụ thuộc rất nhiều vào các điều kiện khác nhau, trong đó nước là một trong các yếu tố đóng vai trò quan trọng.

Các chất dinh dưỡng khoáng được bón vào đất hoặc phun lên lá đều ở dạng ion hoà tan trong nước. Cây hút nước, vận chuyển nước kèm theo hút khoáng và vận chuyển khoáng vào cây (hình 3.2). Hàm lượng nước trong tế bào, trong cây, trong đất đều ảnh hưởng tới tốc độ hút, vận chuyển bị động và chủ động các chất khoáng và chất dinh dưỡng khác trong cây. Thiếu nước, sự hút và vận chuyển khoáng đều giảm do tốc độ dòng thoát hơi nước (động lực trên) bị giảm.



Hình 3.2. Sự vận chuyển các chất khoáng và nước vào rễ cây

e) Vai trò của nước đối với sinh trưởng, phát triển của cây:

Nước luôn được coi là điều kiện sinh thái tối cần thiết cho sinh trưởng, phát triển của cây. Nước ảnh hưởng tới tất cả các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây nhưng mạnh nhất là giai đoạn giãn (đó chính là thời kỳ khủng hoảng nước của cây). Đặc biệt mẫn cảm với hàm lượng nước là sự nảy mầm của hạt. Khi hạt giống phơi khô còn khoảng 10 - 12 % nước thì ngừng sinh trưởng, hạt ở trạng thái ngủ nghỉ. Hạt hút nước vào, đạt độ ẩm hạt khoảng 50 - 60 % sẽ phát động sinh trưởng và nảy mầm.

Cây sinh trưởng, phát triển thuận lợi nhất khi đủ nước. Song phải lưu ý, nếu cây luôn bão hoà nước sẽ dẫn đến kéo dài thời kỳ sinh trưởng, phát triển dinh dưỡng, cây chậm ra hoa; nếu cây bị thiếu nước (bị hạn) thì thời kỳ sinh trưởng, phát triển dinh dưỡng rút ngắn, cây ra hoa, quả sớm.

Cây bị thiếu nước do bất kỳ nguyên nhân nào, dù là hạn đất (do đất thiếu nước), hạn không khí (do độ ẩm không khí quá thấp) hay hạn sinh lý (do trạng thái sinh lý của cây không cho phép cây hút được nước) đều ảnh hưởng xấu tới tất cả các chức năng sinh lý của cây, làm cây sinh trưởng, phát triển chậm, thậm chí ngừng sinh trưởng. Biểu

hiện đầu tiên, rõ nhất khi cây bị thiếu nước là cây bị héo, rũ, sau đó lá dần mất màu xanh do diệp lục bị phá hủy. Khi cây bị héo, dù là héo tạm thời hay héo lâu dài đều có hại. Đặc biệt, héo lâu dài gây tác hại nghiêm trọng tới sinh trưởng, phát triển của cây. Do đó, cần xác định chế độ tưới hợp lý cho từng loại cây trồng, tránh bị héo. Khi bị héo, phải tìm nguyên nhân gây héo để có biện pháp khắc phục.

Có thể mô tả tóm tắt vai trò của nước trong mối quan hệ hữu cơ với các hoạt động sống trong cây theo hình 4.2.

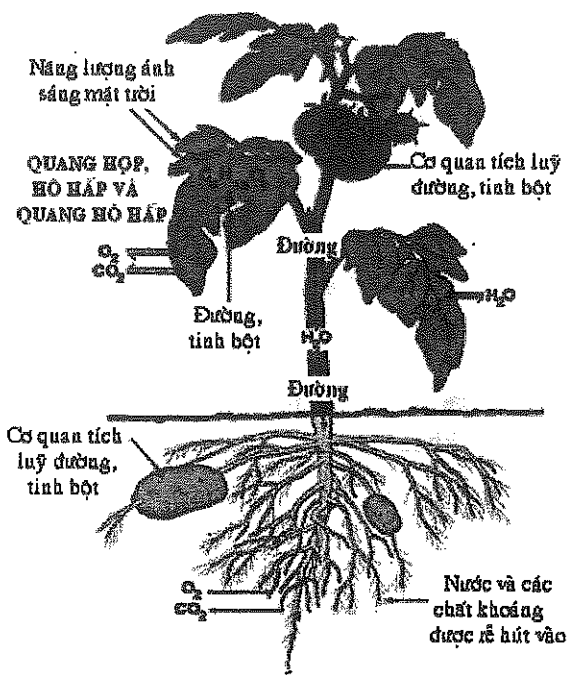
g) Vai trò của nước đối với khả năng chống chịu các điều kiện ngoại cảnh bất thuận:

Hàm lượng, tỷ lệ nước tự do và liên kết trong cây, các dạng nước mao quản, nước màng, nước trọng lực trong đất không chỉ ảnh hưởng tới các hoạt động sinh lý của cây mà còn có quan hệ khá chặt chẽ tới khả năng chống chịu các điều kiện ngoại cảnh bất thuận của cây.

Lượng nước tự do trong các tế bào của cây cao thì cường độ trao đổi chất trong cây diễn ra mạnh và theo hướng tổng hợp, cây sinh trưởng tốt. Nhưng ngược lại, chúng lại chống chịu rét, hạn, mặn kém nên dễ bị tổn thương, thậm chí chết và rụng.

Nước liên kết trong chất nguyên sinh tạo nên độ bền vững của keo nguyên sinh chất nên nó có vai trò quan trọng trong việc quyết định khả năng chống chịu của cây. Tỷ lệ nước liên kết càng cao thì cây càng chống chịu tốt với các điều kiện ngoại cảnh bất lợi như: chống chịu nóng, hạn, mặn.. Cây xương rồng sống được trong điều kiện rất nóng và khô hạn của sa mạc là do tỷ lệ hàm lượng nước liên kết chiếm 2/3 hàm lượng nước trong chúng. Tuy nhiên, cây sinh trưởng kém.

Vì lý do nào đó làm cây thiếu nước, nói cách khác là cây bị hạn gây ảnh hưởng xấu đến hoạt động của các chức năng sinh lý và sinh trưởng, phát triển nói chung của cây. Từ đó, ảnh hưởng xấu đến sức sống và khả năng chống chịu các loại bệnh hại của cây. Hiện tượng này biểu hiện khá rõ khi sự thay đổi độ ẩm đất xảy ra đột ngột (quá thiếu hoặc quá dư thừa nước, đất bị ngập, úng) hoặc bị váng chặt làm đất thiếu dưỡng khí. Ở các điều kiện trên, sinh trưởng, phát triển và hoạt động của bộ rễ (nhất là với các cây có rễ ăn sâu) bị ảnh hưởng xấu nhưng lại rất thuận lợi cho việc phát sinh, phát triển một số loại bệnh như bệnh lở cổ rễ, cuốn lá ở cây họ cà (ví dụ: cà chua xuân hè).



Hình 4.2. Mối quan hệ hữu cơ giữa trao đổi nước với các hoạt động sống khác nhau trong cây

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

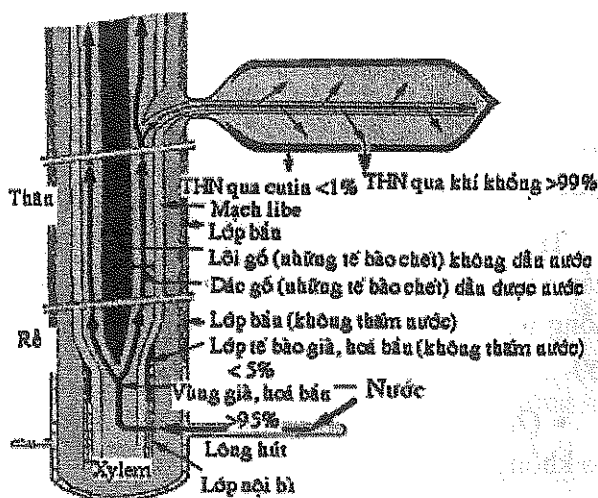
Để các chức năng sinh lý của cây diễn ra thuận lợi, hài hoà tạo điều kiện cho cây sinh trưởng, phát triển tốt và cho năng suất cao cần phải có một chế độ nước thích hợp cho cây. Nói cách khác là phải điều chỉnh chế độ nước (tưới và tiêu nước hợp lý) theo nhu cầu sinh lý của cây.

Mỗi loại cây trồng, ở mỗi thời kỳ sinh trưởng khác nhau, cây có nhu cầu nước khác nhau tùy thuộc vào các hoạt động sinh lý của thời kỳ đó. Hai quá trình hút nước và thoát hơi nước có liên quan trực tiếp đến hàm lượng nước trong cây và lượng nước cây cần. Để tưới nước hợp lý cho cây, trước hết cần xác định được nhu cầu nước của cây, xác định thời điểm tưới và phương pháp tưới thích hợp.

a) Xác định nhu cầu nước của cây:

Nhu cầu nước của cây chính là lượng nước tổng số và trong từng thời kỳ sinh trưởng mà cây cần để có năng suất tối đa. Điều đó cũng có nghĩa là năng suất cây trồng có liên quan chặt chẽ với lượng nước được cung cấp. Có thời kỳ đặc biệt mà nếu thiếu nước sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của cây và năng suất, phẩm chất cuối cùng của sản phẩm thu hoạch. Các nhà nghiên cứu về chế độ nước của cây gọi đó là thời kỳ khủng hoảng nước của cây. Nhu cầu nước thay đổi tùy thuộc từng loại cây trồng và các giai đoạn sinh trưởng khác nhau. Nhìn chung, nhu cầu nước của cây tăng dần theo độ lớn của cây và đạt tối đa khi cây có khối lượng thân lá và bề mặt phát tán nước lớn nhất, sau đó giảm dần. Theo các nhà thủy nông thì trung bình mỗi ngày các cây trồng như lúa, ngô, lúa mì, rau cần từ 30 - 60 m³ nước/ha.

Trong một giờ đã có từ 10 đến 100 % lượng nước trong cây đổi mới. Các loại cây lấy hạt thường có nhu cầu nước nhiều nhất ở thời kỳ hình thành cơ quan sinh sản. Các cây lấy củ có nhu cầu nước nhiều nhất ở thời kỳ sinh trưởng (phình to) của củ. Dựa vào nhu cầu nước của cây có thể dự tính được tổng lượng nước cần tưới trên một diện tích gieo trồng của một cây trồng nào đó tùy theo thời vụ. Có thể mô phỏng mối quan hệ giữa nhu cầu nước của cây (lượng nước cây hút vào) và lượng nước cây đã thực hiện thoát hơi nước như hình 5.2.



Hình 5.2. Mô hình biểu diễn mối quan hệ giữa lượng nước cây hút vào và thoát ra trong hoạt động trao đổi nước của cây

Có nhiều quan điểm khác nhau trong việc xác định nhu cầu nước của cây (lượng nước cây cần):

- *Quan điểm 1:* Xác định nhu cầu nước của cây bằng cách xác định lượng nước cây hút vào hoặc lượng nước cây đã cho bay hơi đi thông qua việc xác định sự thay đổi khối lượng cây hoặc bộ phận cây trước và sau khi thí nghiệm.

- *Quan điểm 2:* Xác định nhu cầu nước của cây thông qua một số chỉ tiêu nghiên cứu về sự thoát hơi nước như: cường độ thoát hơi nước, hệ số thoát hơi nước, hiệu suất thoát hơi nước hoặc thoát hơi nước tương đối.

+ Cường độ thoát hơi nước: Tính bằng lượng nước bay hơi đi (gam hoặc kilôgam) trên một đơn vị diện tích lá (dm^2 hoặc m^2) trong một đơn vị thời gian (phút hoặc giờ). Cây có bản lá rộng (diện tích bề mặt phát tán nước lớn), cây đang ở giai đoạn hoạt động sống mạnh, cây sống trong điều kiện nhiệt độ cao, ánh sáng mạnh, khô hạn, v.v... thường có cường độ thoát hơi nước lớn, dao động trong phạm vi 15 - 250 g/m^2 lá/giờ.

+ Hệ số thoát hơi nước k_t : Tính bằng lượng nước bay hơi để tạo nên một đơn vị chất khô. Chỉ tiêu này cho biết nhu cầu nước của cây trồng trong việc hình thành nên năng suất. Do vậy, người ta có thể dựa vào năng suất để dự đoán nhu cầu nước của cây.

Hệ số thoát hơi nước thay đổi tùy thuộc vào giống cây trồng và điều kiện ngoại cảnh. Các cây C3 có hệ số thoát hơi nước lớn hơn cây C4: lúa là 680 (C3), khoai tây là 640 (C3), ngô là 170 (C4), rau dền là 300(C4)...

+ Hiệu suất thoát hơi nước: Tính bằng số gam chất khô tạo nên khi bay hơi 1 kg nước. Có thể xác định lượng chất khô hình thành trong từng giai đoạn hoặc trong cả chu kỳ sống của cây mà xác định nhu cầu nước của cây trong từng giai đoạn hoặc của cả chu kỳ sống đó của cây.

+ Thoát hơi nước tương đối: Tỷ số giữa lượng nước thoát đi qua bề mặt lá so với lượng nước bay hơi qua mặt thoáng có cùng diện tích trong cùng một thời gian bay hơi. Tuy nhiên, chỉ tiêu này chịu ảnh hưởng rất lớn của điều kiện ngoại cảnh nên trong thực nghiệm ít được sử dụng.

Trong các chỉ tiêu trên, việc xác định cường độ thoát hơi nước được coi là phương pháp có tính thuyết phục hơn cả (vì > 99 % lượng nước cây hút vào đều bay hơi qua khí khổng nằm ở lớp biểu bì lá, chỉ còn lượng rất nhỏ dùng để xây dựng các bộ phận của cây).

- *Quan điểm 3:* Xác định nhu cầu nước của cây dựa theo độ thiếu hụt độ ẩm bão hoà không khí.

Theo Anpachiep (Nga), để xác định lượng nước cần của cây có thể dựa vào độ thiếu hụt độ ẩm bão hoà không khí (trong thời kỳ sinh trưởng của cây) và hệ số đường cong sinh học theo công thức:

$$E = K \cdot \Sigma D$$

Trong đó:

E: Lượng nước cây cần (mm)

K: Hệ số đường cong sinh học.

ΣD : Tổng thiếu hụt độ ẩm bão hoà không khí (mm Hg)

Ở đây, K được xác định bằng tỷ số giữa lượng nước cần thực tế của cây và lượng thiếu hụt độ ẩm bão hoà không khí. Đại lượng này được xác định trong cùng một thời gian đối với từng thời kỳ sinh trưởng hoặc trong thời gian 10 ngày một kể từ lúc gieo trồng đến khi thu hoạch trong những điều kiện khí hậu cụ thể và độ ẩm đất thích hợp cho cây trồng. Hệ số K thay đổi theo thời gian sinh trưởng của cây hoặc từ thời điểm này đến thời điểm khác do nhiều nguyên nhân như: sự tăng thêm về khối lượng cây trồng; giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây; tình trạng bề mặt đất được che phủ khác nhau; tốc độ và khối lượng nước bay hơi; sự thay đổi thời tiết khí hậu qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây. Thông thường, để có đường cong sinh học trung bình cần có số liệu nghiên cứu trong 4 - 5 năm (số liệu của năm khô hạn, năm mưa nhiều và năm trung bình). Bảng 2.1. là hệ số đường cong sinh học của cây ngô và cây khoai tây.

Bảng 1.2. Hệ số đường cong sinh học trung bình K của cây ngô và cây khoai tây

Thời gian quan sát	Loại cây trồng	Thứ tự 10 ngày một lần theo thời gian sinh trưởng											Trung bình
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4 năm	Ngô	0,37	0,43	0,53	0,57	0,58	0,59	0,60	0,59	0,55	0,50	0,50	0,56
5 năm	Khoai tây	0,55	0,56	0,57	0,61	0,63	0,69	0,73	0,68	0,63	0,13		0,61

b) Xác định thời điểm tưới nước thích hợp cho cây:

Việc tưới nước cho cây phải dựa vào yêu cầu sinh lý của cây tức là chỉ tưới khi cây có nhu cầu. Có nhiều quan điểm khác nhau về vấn đề này. Cụ thể, có thể dựa vào:

- Ngoại hình: Khi quan sát cây trồng có dấu hiệu héo hay khi màu sắc lá thay đổi, sinh trưởng, phát triển kém là cây có biểu hiện thiếu nước, cây cần được tưới nước. Tuy nhiên, chỉ tiêu này không chính xác vì khi cây đã có biểu hiện ngoại hình thì các hoạt động sinh lý, sinh hoá bên trong cây đã bị vi phạm nghiêm trọng.

- Hệ số héo q của đất: Dựa vào lượng nước còn lại trong đất mà cây không hút được, cây héo thì tưới. Chỉ tiêu này cũng không chính xác vì khi đất đạt tới hệ số héo q thì cây cũng đã hút tới phần từ nước cuối cùng mà cây có khả năng lấy được (lượng nước còn lại chỉ là nước ngầm).

- Các chỉ tiêu sinh lý: Độ mở của khí khổng, nồng độ dịch bào, áp suất thẩm thấu, sức hút nước của lá cây và thế nước trong cây... Các chỉ tiêu này khá nhạy với trạng thái nước trong cây.

+ Độ đóng mở khí khổng: Nếu khí khổng đóng chứng tỏ cây đang thiếu nước, cần tưới và ngược lại. Vì vậy, có thể quan sát nhanh trên kính hiển vi để xác định độ mở của khí khổng, qua đó biết cây đang cần nước hay không. Song, cần lưu ý 2 trường hợp ngoại lệ: khi mưa kéo dài (tế bào khí khổng bão hoà nước nhưng vẫn đóng) và khi nắng nóng kéo dài (tế bào khí khổng thiếu nước nhưng vẫn mở).

+ Nồng độ dịch bào, áp suất thẩm thấu và sức hút nước rất dễ thay đổi khi hàm lượng nước thay đổi. Theo Dobrunop thì nồng độ dịch bào có thể coi là chỉ số thích hợp để đánh giá nhu cầu nước của cây. Xác định được nồng độ dịch bào (C_{db}), có thể xác định được áp suất thẩm thấu (π). Từ đó, suy ra sức hút nước (S) và thế nước (Ψ_w) của cây.

Khi C_{db} thấp, π thẩm thấu nhỏ: biểu hiện cây đủ nước, chưa cần tưới; khi C_{db} cao, π thẩm thấu cao: biểu hiện cây thiếu nước, cần tưới.

Khi S tăng cao thì Ψ_w trong cây thấp: chứng tỏ cây thiếu nước, cần tưới. Ngược lại, khi S giảm thấp thì Ψ_w trong cây cao, biểu hiện cây đủ nước, chưa cần tưới.

Nồng độ dịch bào (mol/lít) gần đúng được xác định bằng phương pháp co nguyên sinh, tính bằng trung bình cộng của hiệu số giữa nồng độ bắt đầu gây co nguyên sinh chất và nồng độ chưa gây co nguyên sinh kế sát nó.

$$C_{db} = \frac{C_{db} \text{ bắt đầu gây co NSC} + C_{db} \text{ chưa gây co NSC kế sát nó}}{2}$$

Áp suất thẩm thấu được tính theo công thức của Van Hoff:

$$\pi \text{ (atm)} = R.T.C.i$$

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

T: nhiệt độ tuyệt đối ($t^\circ + 273$)

C: nồng độ dung dịch (mol/lít)

R: hằng số khí = 0,082

i: số cấu tử hoà tan

- với chất tan không phân ly, $i = 1$ (ví dụ: saccharoza)

- với chất tan phân ly thành ion, $i = 1 + \alpha (n - 1)$

Ở đây, α là hệ số điện ly, n là số ion phân ly (ví dụ: NaCl có $n = 2$, CaCl_2 có $n = 3$)...

Sức hút nước $S \text{ (atm)} = \pi - P$. Khi tế bào cây bão hòa nước hoặc đủ nước hoàn toàn thì $\pi = P$. Khi tế bào héo hoàn toàn (xảy ra khi tế bào không thể hút nước từ bên ngoài, nguyên nhân do mặn, pH...). Tưới nước dựa theo chỉ tiêu sinh lý là cách tưới nước hiện đang được các nước có nền nông nghiệp tiên tiến sử dụng.

c) *Xác định phương pháp tưới thích hợp:*

Có nhiều phương pháp tưới: tưới trên mặt đất (bao gồm tưới ngập, tưới tràn, tưới rãnh, tưới dải, tưới phun mưa, tưới nhỏ giọt) và tưới ngầm.

• Tưới ngập, tưới tràn

Tưới ngập, tưới tràn tức là đưa nước vào phủ tràn, ngập mặt ruộng. Mức nước ngập thường từ 5 - 15 cm tùy loại cây.

Phương pháp này thường sử dụng cho cây lúa và một số cây trồng cần nhiều nước như cói, một số cây thức ăn gia súc hoặc áp dụng trong trường hợp cần rửa mặn và chủ động về thủy lợi.

Phương pháp này có nhiều ưu điểm: Điều hoà được nhiệt độ trong ruộng, kìm hãm được sinh trưởng, phát triển của cỏ dại, giảm bớt nồng độ các chất có hại trong tầng canh tác. Tuy nhiên, tưới ngập cũng có một số nhược điểm như: Giảm độ thoáng khí trong đất, hạn chế hoạt động của các vi sinh vật cũng như quá trình phân giải các chất hữu cơ, ảnh hưởng xấu tới tính chất vật lý và độ phì của đất. Tưới tràn liên tục còn rửa trôi đất màu và phân bón. Mặt khác, tưới ngập thường xuyên có thể dẫn đến làm tăng mực nước ngầm trong đất, dễ gây tái mặn cho đất.

Do vậy, đối với những cây trồng cần nước thường xuyên, việc tưới ngập, tưới tràn là biện pháp tích cực, song cần có biện pháp điều chỉnh kỹ thuật tưới thích hợp để hạn chế những tác hại của hiện tượng ngập nước gây nên. Chẳng hạn, khi tưới ngập cho lúa cần chú ý luôn giữ cho mặt ruộng một lớp nước vừa đủ theo nhu cầu của cây mà chế độ tưới đã quy định, không để chất dinh dưỡng, phân bón bị rửa trôi và xói mòn đất hoặc tái mặn; chú ý kết hợp làm cỏ, sục bùn và có hệ thống tưới tiêu nước chủ động.

• Tưới rãnh

Phương pháp tưới rãnh thường sử dụng với các cây màu, cây trồng theo hàng rộng, theo luống như ngô, khoai (khoai tây, khoai lang), mía, v.v... Tưới rãnh là hình thức đưa nước vào theo rãnh luống, nước thấm dần vào đất theo lực mao dẫn và một phần theo trọng lực ngấm xuống đáy rãnh. Phương pháp tưới này có ưu điểm là không gây kết váng lớp đất mặt, kết cấu đất không bị phá vỡ; chế độ nước, không khí và chất dinh dưỡng được điều tiết thích hợp, không bị rửa trôi. Do vậy, tưới rãnh được coi là phương pháp tưới thích hợp nhất cho các cây ưa ẩm, thuận lợi cho sinh trưởng, phát triển của cây.

Có thể tưới rãnh hở và tưới rãnh kín. Tưới rãnh hở là hình thức tưới mà không giữ lại nước trong rãnh sau khi ngừng tưới. Kiểu tưới này đòi hỏi thời gian tưới dài để nước kịp thấm đều vào trong đất mà không gây ngập, thích hợp cho các vùng đất có độ dốc ít. Tưới rãnh kín có thể giữ nước lại trong rãnh lâu hơn để nước thấm dần vào đất.

• Tưới dải

Ruộng tưới dải được chia theo theo băng, theo dải. Kiểu tưới này tạo nên lớp nước mỏng (5 - 6 cm) chảy men theo độ dốc của dải đất và thấm dần vào đất. Tưới dải khắc phục được nhiều nhược điểm của tưới ngập như không tốn nhiều nước, không bào mòn và phá vỡ kết cấu đất. Độ ẩm đất đồng đều, đất ít bị bào mòn, rửa trôi, ít kết váng chặt. Tưới dải dùng cho các cây trồng hàng hẹp như đậu, vừng, lạc đỗ.

• Tưới phun mưa, phun sương

Phương pháp tưới này có nhiều ưu điểm như làm đất ẩm đồng đều, tăng độ ẩm không khí gần mặt đất, giảm bốc hơi bề mặt đất. Tưới phun mưa vừa làm sạch bụi, vừa giúp cây có thể hút nước bằng cả bề mặt thân, lá, rễ, điều hoà nhiệt độ bề mặt lá và tiểu khí hậu đồng ruộng cho cả quần thể cây trồng, tạo điều kiện thuận lợi cho sinh trưởng của cây. Mặt khác, bằng cách tưới này có thể dùng ống dẫn nước tưới, giảm bớt diện tích ruộng tưới, tiết kiệm được lượng nước tưới (bằng một nửa so với các phương pháp tưới khác). Tuy nhiên hạn chế của phương pháp này là phải đầu tư thiết bị, kỹ thuật cao, sức cơ giới nhiều.

Các nước nông nghiệp tiên tiến, các cơ sở trong nước có điều kiện cơ sở vật chất có thể xây dựng hệ thống phun mưa áp lực cao để phun mưa xa, máy phun mưa áp lực thấp để phun mưa gần thuận lợi cho việc điều chỉnh chế độ tưới và nâng cao hiệu suất tưới. 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.

• Tưới nhỏ giọt

Tưới nhỏ giọt là hình thức dùng hệ thống ống dẫn để cung cấp nước (bằng cách nhỏ từ từ) đến từng gốc cây vừa đủ theo nhu cầu của cây. Phương pháp này tiết kiệm nước, thậm chí có thể sử dụng cả nước hơi mặn để tưới cho cây mà không gây hại cây. Tuy nhiên, phương pháp tưới này đòi hỏi phải đầu tư cao về các trang thiết bị tưới. Thường sử dụng ở các vùng thiếu nước cho các cây công nghiệp, cây ăn quả, cây rau nhưng không thích hợp đối với cây ngũ cốc.

• Tưới ngầm

Tưới ngầm là hình thức cho nước vào hệ thống ống chôn ngầm dưới đất và từ đó nước thấm dần lên lớp đất phía trên nhờ hệ mao dẫn của đất. Phương pháp này thích hợp với những nơi đất có khả năng thấm nước mao quản tốt và lớp đất ở dưới chặt, thấm nước kém. Phương pháp tưới này có ưu điểm là giữ được lớp đất mặt tơi xốp, không bị váng, không bị gí chặt, đất giữ ẩm được lâu và thuận lợi cho cơ giới hoá cũng như các công việc khác trên đồng ruộng. Hạn chế của phương pháp tưới này là lớp đất mặt dễ bị thiếu nước, không thuận lợi cho cây trồng ở giai đoạn mọc mầm hoặc còn nhỏ, chưa có bộ rễ phát triển. Mặt khác, phương pháp tưới này cũng đòi hỏi phải đầu tư cao, phải có kỹ thuật xử lý lắng đọng bùn, tắc ống dẫn nước và hạn chế sự thấm lậu nước xuống dưới. Ở những vùng đất mặn, việc tưới ngầm dễ gây hiện tượng đẩy muối khoáng lên lớp đất mặt gây hại cho cây trồng.

Tùy theo từng loại cây trồng, đất đai, địa hình, điều kiện cung cấp nước và cơ sở vật chất mà xác định phương pháp tưới thích hợp và có hiệu quả nhất.

3. Ứng dụng của tưới nước cho cây trồng trong sản xuất

Sự sinh trưởng, phát triển của cây phụ thuộc chủ yếu vào sự cung cấp nước. Do vậy, trong suốt chu kỳ sống của mình, từ lúc gieo trồng đến khi thu hoạch lúc nào cây

trồng cũng cần nước. Song, trong tự nhiên nước phân bố không đều, dao động rất phức tạp cả về không gian và thời gian nên không đáp ứng được nhu cầu nước của cây trồng trong hệ thống luân canh. Nếu chỉ trông chờ vào nước mưa và nước ngầm thì thường không chủ động thời vụ. Mặt khác, lượng nước tự nhiên quá nhiều (do mưa nhiều, mưa tập trung, nước dồn chỗ trũng) hoặc quá ít (do hạn hán kéo dài, địa hình cao) so với nhu cầu của cây thì dễ gây úng hoặc hạn cho cây. Cả hai hậu quả này đều là những nguyên nhân làm cây sinh trưởng, phát triển không bình thường, năng suất giảm, đất trồng dần bị giảm độ phì nhiêu.

Điều chỉnh chế độ nước hợp lý cho cây trồng bằng cách chủ động tưới, tiêu nước luôn được coi là biện pháp thủy lợi hàng đầu. Tưới nước nhằm đáp ứng kịp thời theo nhu cầu sinh lý của cây là một biện pháp kỹ thuật quan trọng để tăng vụ, tăng năng suất, phẩm chất cây trồng và nâng cao độ phì của đất. Trên cơ sở của biện pháp này sẽ phát huy được tác dụng của các biện pháp kỹ thuật khác như làm đất, bón phân, bố trí thời vụ, v.v... nhằm nâng cao hiệu quả của chúng trong sản xuất nông nghiệp. Mỗi loài cây, mỗi loại đất trồng, điều kiện canh tác, thời tiết, khí hậu khác nhau cần có chế độ tưới khác nhau mới đảm bảo sự cân bằng nước trong đất, trong cây. Hiểu được vai trò của tưới nước đối với đất trồng, sự thay đổi của tiểu khí hậu đồng ruộng và với quần thể cây trồng sẽ xác định được chế độ tưới hợp lý, có hiệu quả.

a) Tác động của tưới nước tới cây trồng và đất trồng:

• Làm thay đổi các đặc tính lý, hoá, sinh học của đất trồng:

Các nhà nghiên cứu về thổ nhưỡng và thủy nông đã khẳng định: nước là một trong những nhân tố quan trọng trong việc hình thành và chi phối các đặc tính vật lý, hoá học của đất. Chính sự di chuyển nước trong đất có chứa các chất vô cơ, hữu cơ khác nhau đã tạo nên các tầng trong phẫu diện đất. Độ chặt, độ trương, độ dẻo, độ dính, độ phì, khả năng xói mòn, v.v... đều bị nước chi phối. Theo Burôva, khi tưới nước với độ ẩm 50 - 60 % độ ẩm đất tối đa thì sức liên kết, sức dính hút của hạt đất nằm trong giới hạn thích hợp cho việc làm đất bằng cơ giới. Tưới nước làm tăng cấp hạt đất có kích thước từ 1 - 5 mm thích hợp cho sự sinh trưởng của cây trồng.

Nhờ đặc trưng cấu tạo lưỡng cực của nước (một đầu mang điện âm là O^{2-} , một đầu mang điện dương là $2H^{+}$) mà có khả năng liên kết với nhau và hấp phụ trên mặt keo đất tạo màng thủy hoá. Chính nhờ đặc điểm này mà nước được đất giữ lại bằng những lực khác nhau để tạo nên các dạng nước khác nhau trong đất như nước liên kết hoá học, nước hấp phụ, nước tự do. Trong các loại nước trên, nước tự do (gồm nước mao quản và nước trọng lực) là dạng nước không bị giữ chặt trong đất nên di chuyển dễ dàng. Đặc biệt, nước mao quản có thể di chuyển theo nhiều hướng khác nhau theo hệ thống mao quản dày đặc giữa các hạt đất nên cây trồng dễ hút và là nguồn cung cấp nước chủ yếu cho cây. Tưới nước đã cung cấp thêm lượng nước tự do cho đất, làm tăng thể nước trong đất giúp cây dễ hút và vận chuyển vào cây thuận lợi.

Nước tưới có thể làm thay đổi hoá tính của đất. Nước có khả năng hoà tan các chất dinh dưỡng tích lũy trong đất cùng với một số chất khác trong khí quyển như N_2 , CO_2 , NH_3 , NO_2 , muối, cát bụi được nước mưa hoà tan và cuốn xuống đất tạo nên dung dịch đất. Dung dịch đất là yếu tố quan trọng không chỉ tham gia trực tiếp vào quá trình hình thành đất, vào các phản ứng lý, hoá, sinh học trong đất, mà còn quyết định độ pH đất, khả năng đệm, tính ôxy hoá khử của đất và trao đổi dinh dưỡng của cây trồng. Tưới nước hợp lý tạo độ ẩm đất và nồng độ dung dịch đất, pH thích hợp cho các vi sinh vật đất hoạt động phân giải các chất hữu cơ khó tiêu thành các chất dinh dưỡng dễ tiêu cho cây trồng hút thu thuận lợi. Tuy nhiên, nếu tưới nước không hợp lý, nguồn nước tưới không đảm bảo sẽ dẫn đến những biến đổi như tăng độ mặn, bị rửa trôi, gây xói mòn, v.v... có hại cho độ phì của đất và cây trồng.

Nhờ có tỷ nhiệt cao, nhiệt dung lớn nên nước tưới có khả năng điều hoà nhiệt độ đất. Mùa nóng, đất có độ ẩm thích hợp có nhiệt độ đất thấp hơn. Việc tưới nước cho đất khô còn điều hoà sự chênh lệch nhiệt độ giữa đất và không khí, giữa ngày và đêm: nhiệt độ đất tăng chậm vào ban ngày, giảm chậm hơn vào ban đêm. Nhờ vậy, rễ cây sinh trưởng, phát triển thuận lợi, chậm bị già hoá, hệ lông hút ít bị hại hơn, thuận lợi cho việc hút nước và hút khoáng của cây.

• *Làm thay đổi tiểu khí hậu đồng ruộng:*

Độ ẩm và nhiệt độ không khí gần mặt đất là hai yếu tố chịu ảnh hưởng mạnh nhất khi đất được tưới nước. Độ ẩm đất khác nhau, khả năng hấp thu nhiệt của đất cũng khác nhau dẫn đến sự thay đổi về nhiệt độ đất cũng như nhiệt độ của không khí sát mặt ruộng. Đất được tưới có độ ẩm cao hơn nhưng nhiệt độ đất lại thấp hơn so với đất không được tưới. Điều này có ảnh hưởng lớn đến hoạt động thoát hơi nước của cây - một trong các động lực chính của hút nước, hút khoáng, vận chuyển nước, vận chuyển khoáng bị động (ví dụ: sự hút silic của cây lúa).

Cần lưu ý đến các phương pháp tưới, phương pháp tưới khác nhau sẽ cho kết quả tiểu khí hậu đồng ruộng khác nhau.

• *Ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển, năng suất và phẩm chất cây trồng:*

Nước, không khí, các chất khoáng, nhiệt độ, ánh sáng là những yếu tố sinh thái quan trọng đối với sinh trưởng, phát triển của cây; trong đó, nước luôn được coi là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất. Để đảm bảo cho tất cả các chức năng sinh lý của cây hoạt động bình thường, trước hết cây phải đủ nước. Do vậy, cây luôn cần khối lượng nước rất lớn. Đất được tưới, đảm bảo độ ẩm đồng ruộng tối ưu và điều hoà được tiểu khí hậu đồng ruộng. Đáp ứng được nhu cầu nước hợp lý cho từng giai đoạn sinh trưởng, phát triển của từng loại cây trồng trong từng mùa vụ, điều kiện canh tác, đất đai, thời tiết, cây sẽ sinh trưởng, phát triển thuận lợi.

Cây bị thiếu nước do bất kỳ nguyên nhân nào, dù là hạn đất, hạn không khí hay hạn sinh lý đều ảnh hưởng xấu tới tất cả các chức năng sinh lý của cây làm cây sinh trưởng,

phát triển chậm, thậm chí ngừng sinh trưởng. Thiếu nước, hệ thống lông hút rất dễ bị tổn thương, thậm chí bị chết ảnh hưởng xấu tới sự hút nước, hút khoáng của cây. Thiếu nước, thiếu chất dinh dưỡng, quá trình thụ phấn, thụ tinh không thực hiện được, quả không hình thành, hạt lép và quả bị rụng. Hệ thống vận chuyển và phân phối vật chất trong cây bị tắc nghẽn làm giảm năng suất kinh tế và phẩm chất sản phẩm thu hoạch. Vì vậy, cần xác định chế độ tưới nước đủ và hợp lý cho cây.

b) Xác định lượng nước cần tưới hợp lý:

Để đảm bảo lượng nước thích hợp cho cây thì ngoài việc chẩn đoán được nhu cầu nước của cây còn phải quan tâm đến lượng nước bị thoát đi do bay hơi trên mặt ruộng.

Bốc hơi nước là quá trình tất yếu xảy ra trong tự nhiên, nó không ảnh hưởng trực tiếp tới sự sinh trưởng của cây nhưng ảnh hưởng trực tiếp lượng nước tưới và nhu cầu cần tưới nước của cây trên đồng ruộng. Lượng nước bốc hơi qua khoảng trống tùy thuộc vào mật độ cây, khoảng cách giữa các cây, tán cây và bị chi phối bởi điều kiện thời tiết, khí hậu, kỹ thuật canh tác và địa chất thủy văn của từng vùng. Nhiệt độ càng cao, ẩm độ không khí càng thấp, gió càng mạnh càng làm tăng lượng bốc hơi qua khoảng trống. Mật độ cây cao, trồng dày, tán cây rậm, đất được xới xáo và bón phân hữu cơ, đất được che phủ đều có tác dụng làm giảm lượng nước thất thoát do bốc hơi. Vì vậy, xác định lượng nước bay hơi qua bề mặt lá (chiếm khoảng 99% lượng nước cây hút vào) và lượng nước bốc hơi qua khoảng trống mặt ruộng là các thông số phản ánh tương đối đầy đủ trong việc xác định lượng nước cần tưới. Đây là vấn đề rất phức tạp bởi cả hai thông số này đều phụ thuộc nhiều vào loại cây trồng, khả năng giữ ẩm đồng ruộng, điều kiện canh tác, điều kiện thời tiết, khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm không khí, gió, v.v...). Các nhà nghiên cứu về chế độ tưới nước cho cây trồng đã đưa ra công thức tính các thông số trên như sau:

$$ET = K_c (ET_p) \text{ (mm)}$$

Trong đó:

- ET (Evapotranspiration potential) là tổng lượng nước bốc hơi mặt lá và bốc hơi khoảng trống
- K_c là hệ số cây trồng (phụ thuộc vào loại cây trồng và thời gian sinh trưởng)
- ET_p là lượng nước bốc hơi mặt lá và bốc hơi khoảng trống tiềm năng.

ET_p được tính theo công thức Blaney Cridle như sau: $ET_p = \frac{100}{K} \cdot t \cdot p$

Trong đó:

- t: Nhiệt độ bình quân hàng tháng
- p: Tỷ lệ (%) giữa số giờ chiếu sáng hàng ngày trong thời gian thực nghiệm so với tổng số giờ chiếu sáng cả năm.
- K: Hệ số tổng hợp các yếu tố khác không phân tích.

Bảng 2.2. Giá trị K_c của một số loại cây trồng

Loại cây trồng	Phạm vi biến đổi	Giai đoạn quyết định
Ngũ cốc và rau	0,20 - 1,25	0,95 - 1 25
Cây ăn quả	0,40 - 1,05	0,75 - 1,05
Nho	0,25 - 0,90	0,60 - 0,90

Nguồn: J. Drovenbos và W.O. Pruitt. Irrigation System Design, AIT, 1987

Bảng 3.2. Giá trị K trong công thức Blaney Cridle

Loại cây trồng	Giá trị K	
	Vùng duyên hải	Vùng khô hạn
Chanh	0,50	0,65
Khoai tây	0,65	0,75
Rau	0,70	0,70
Ngô	0,75	0,85
Lúa mì	0,75	0,85
Lúa nước	1,00	1,20

Thực tế cho thấy, ở ruộng khô không được che phủ lượng nước bốc hơi qua khoảng trống chiếm khoảng 10 - 15 % tổng lượng nước tưới, ở ruộng lúa tới 50 - 57 %. Do vậy, để hạn chế lượng nước bốc hơi qua khoảng trống ở ruộng khô cần có biện pháp che phủ đất, xới xáo kịp thời, trồng dày hợp lý và phân bón hữu cơ. Ở ruộng lúa nước, biện pháp thả bèo dậu là một trong những biện pháp rất hữu hiệu (vừa hạn chế được sự bốc hơi nước, vừa tăng được lượng đạm sinh học do vi khuẩn cố định N_2 cung cấp).

c) Chất lượng nguồn nước tưới:

Cùng với lượng nước được tưới, chất lượng nước tưới có ảnh hưởng tới khả năng sử dụng nước và sử dụng các chất dinh dưỡng của cây trong đất. Hàm lượng các ion hoà tan trong nước, pH, các kim loại nặng và các hợp chất gây nhiễm bẩn nguồn nước tưới (ví dụ các hợp chất của nitơ như HNO_2 , HNO_3 , NH_3) đều ảnh hưởng tới khả năng hút thu, trao đổi các chất dinh dưỡng trong đất của cây. Các yếu tố này liên quan đến sinh trưởng, phát triển của cây và chất lượng nông sản. Thông thường, nguồn nước tưới phải đảm bảo độ sạch cho phép, nghĩa là tổng lượng các ion hoà tan (độ mặn hoặc độ dẫn điện), pH, đặc biệt là các ion kim loại nặng không vượt quá ngưỡng cho phép. Độ mặn của nước tưới được biểu thị bằng lượng muối hoà tan trong 1 đơn vị thể tích nước (g/l) hoặc bằng độ dẫn điện EC (Electrical Conductivity, ds/m).

Bảng 4.2. Độ mặn cho phép của các nhóm cây trồng

Nhóm cây trồng phản ứng mặn	Ngưỡng EC (ds/m) bắt đầu có tổn thất
Nhạy cảm	1,3
Nhạy cảm trung bình	1,3 - 3,0
Chịu mặn trung bình	3,0 - 6,0
Chịu mặn	6,0 - 10,0

Nguồn: Ager và Westcol, 1985, K. K. Janji and Bfaron. Management of water use in Agriculture, New York, 1994

Giới hạn chịu mặn như trên chủ yếu đối với cây ở giai đoạn chín, còn ở giai đoạn đầu của sinh trưởng thường giới hạn cho phép hạn chế hơn. Phương pháp tưới cũng ảnh hưởng tới tác động của mặn đối với cây. Tưới phun mưa, nước mặn ít gây hại hơn so với tưới nhỏ giọt. Ngoài ra, một số loại ion đặc biệt như Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} có mặt trong nước tưới cũng gây ảnh hưởng xấu tới sinh trưởng của cây, lượng Na và Cl >3 mg/l đã gây độc hại nhóm cây trồng nhạy cảm.

pH trong nước tưới thích hợp cho đa số cây trồng trong khoảng từ 5 - 8. pH quá thấp (< 4,5) và quá cao (> 8,3) đều bất lợi cho sinh trưởng của cây.

Pratt và Snarez cũng đã đưa ra giới hạn cho phép của các nguyên tố vi lượng trong nước tưới như bảng 5.2.

Bảng 5.2. Ngưỡng cho phép của các nguyên tố vi lượng trong nước tưới

Tên nguyên tố	Hàm lượng cao nhất cho phép (mg/l)
Pb	5,00
F	1,00
Zn	0,50
Mn	0,20
Cr	0,10
Se	0,02
Cd	0,01

d) Chọn phương pháp tưới, số lần tưới và thời gian tưới:

Mỗi loại cây trồng thích hợp với phương pháp tưới khác nhau. Mỗi giai đoạn sinh trưởng, phát triển cây trồng có nhu cầu khác nhau về lượng nước. Do vậy, lượng nước tưới, số lần tưới và thời gian tưới tùy thuộc vào từng loại cây trồng và giai đoạn sinh

trường, phát triển cụ thể. Việc chẩn đoán nhu cầu nước và chọn phương pháp tưới thích hợp có ý nghĩa quan trọng, giúp cây trồng sử dụng nước tưới hiệu quả nhất.

III. ĐIỀU CHỈNH DINH DƯỠNG KHOÁNG ĐỐI VỚI CÂY TRỒNG

1. Dinh dưỡng khoáng và các hoạt động sinh lý của cây

Cùng với nước, dinh dưỡng khoáng là thành phần rất quan trọng, là cơ sở quyết định sự tồn tại, sinh trưởng, phát triển, năng suất và phẩm chất của cây. Rễ và lá là các cơ quan chủ yếu có khả năng hấp thu các chất dinh dưỡng để cung cấp cho sự chuyển hoá, tạo mới các yếu tố cấu trúc, duy trì các hoạt động của chúng trong cây và tạo nên các sản phẩm thu hoạch. Các chất dinh dưỡng được cây hút thu chủ yếu dưới dạng các ion khoáng hoà tan có trong dung dịch đất.

Theo Hiệp hội phân bón quốc tế, trong cây có chứa 92 nguyên tố tự nhiên, trong đất có 45 nguyên tố khoáng nằm dưới dạng ion, các hợp chất vô cơ, hữu cơ khác nhau. Các nhà nghiên cứu về dinh dưỡng khoáng và phân bón đều cho rằng hầu hết các nguyên tố khoáng có trong đất đều có mặt trong cây. Hàm lượng, thành phần, tỷ lệ và vai trò sinh lý của chúng trong cây rất khác nhau tùy dạng cây hút, dạng tồn tại trong cây, loại cây trồng, loại đất, mối quan hệ giữa chúng, v.v...

a) Các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu và vai trò của chúng đối với các hoạt động sinh lý của cây:

Các nguyên tố tham gia vào thành phần cấu tạo của tế bào, của mô cây được gọi là nguyên tố dinh dưỡng, xem như là thức ăn của cây (Võ Minh Kha, 1996). Hiện tại, trong số các nguyên tố khoáng đã phát hiện được trong cây chỉ có 19 nguyên tố được xếp vào nhóm các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu. Theo Galston (1980), đó là những nguyên tố mà nếu thiếu nó cây trồng không thể hoàn thành được chu kỳ sống của mình. Các nguyên tố này gồm: C, H, O, N, P, K, S, Mg, Ca, Fe, Cl, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Na, Si, Ni. Trong số các nguyên tố trên, C, H, O cây có thể lấy từ nguồn có sẵn trong nước và không khí. Các nguyên tố còn lại, cây phải nhờ rễ hút thu từ đất hoặc qua lá từ các nguồn khác nhau dưới dạng phân bón.

Một số nhà nghiên cứu còn cho rằng, ngoài các nguyên tố trên, cây cũng cần một lượng rất nhỏ các nguyên tố khác như coban (Co), iot (I), selen (Se), vanadi (V). Tuy nhiên, vẫn chưa khẳng định được vai trò thiết yếu của các nguyên tố này.

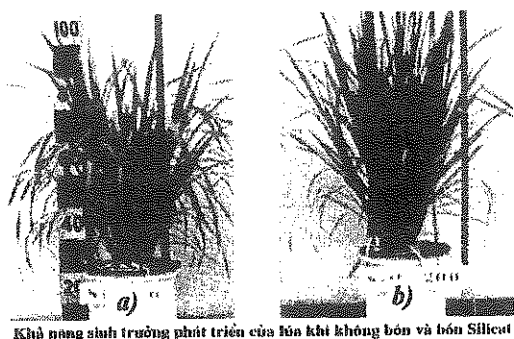
Phân tích thành phần hoá học của cây thấy rằng, C, O mỗi loại chiếm khoảng 44 - 45 %; H từ 6,2 - 6,5 %; N chiếm khoảng 1,5 %; các nguyên tố khác chiếm khoảng 5 % tính theo khối lượng chất khô. Tuy nhiên, vai trò và chức năng sinh lý, sinh hoá của các nguyên tố dinh dưỡng rất khác nhau, nhiều trường hợp không phụ thuộc vào hàm lượng. Có thể tóm tắt các vai trò, chức năng chính của các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu như ở bảng 6.2.

Bảng 6.2. Chức năng sinh lý, sinh hoá của các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu

Nguyên tố	Chức năng sinh lý, sinh hóa trong cây	Biểu hiện	
		Thiếu	Thừa
C,H,O	Thành phần cơ bản của các hợp chất hữu cơ quan trọng trong cây: đường, tinh bột, xenlulo, lipit, protein, các axit hữu cơ, axit nucleic.	Thiếu CO ₂ (cây trồng trong nhà kính), cây sinh trưởng kém không cho năng suất. Thiếu H ₂ O, cây sinh trưởng, phát triển kém, lá héo rũ.	
N	Nguyên tố di chuyển. Là thành phần của nguyên sinh chất tế bào, axit amin, protein, enzym, axit nucleic, chlorophyll, alkaloid. Tăng sinh trưởng, phát triển của mô sống, quyết định năng suất, phẩm chất nông sản.	Cây sinh trưởng, phát triển chậm, còi cọc, lá xanh nhạt đến vàng (chlorosis), năng suất và phẩm chất giảm.	Lá xanh sẫm, cây dễ đổ. Quá thừa: lá khô, rũ; thân bị hại. Hoa quả bị biến dạng.
P	Nguyên tố di chuyển. Là thành phần của axit nucleic, photphatid, protein, lipit, coenzim (NAD, NADP, ATP) và nhiễm sắc thể. Cần thiết cho sự phân chia tế bào, mô phân sinh, ra rễ, ra hoa, tạo quả và sự phát triển hạt.	Chậm sinh trưởng. Thân, lá nhỏ, lá hoá vàng đỏ từ mép lá và lá già, thân không bình thường, sinh trưởng rễ giảm; giảm năng suất.	Kìm hãm chức năng của Fe, Mn, Zn, Cu. Lá vàng.
K	Nguyên tố di chuyển. Hoạt hoá enzym liên quan đến quang hợp, chuyển hoá đường và protein. Điều chỉnh đóng mở khí khổng, cân bằng áp suất thẩm thấu. Thúc đẩy sử dụng đạm NH ₄ ⁺ . Cải thiện sử dụng ánh sáng khi trời âm u. Ảnh hưởng tới sự hình thành và độ chắc của màng tế bào, tăng tính chống lốp đổ, khả năng chịu bệnh, lạnh, tăng kích thước hạt và phẩm chất nông sản.	Cây chậm sinh trưởng. Lá ngắn, hẹp, xuất hiện các chấm đỏ, lá bị khô và héo rũ. Giảm khả năng chống chịu của cây. Hạt lép. Giảm năng suất.	Gây thiếu Ca, Mg, Na; làm tăng bệnh đạo ôn ở lúa.
Ca	Nguyên tố không di chuyển. Thành phần của vỏ tế bào, tham gia phân chia tế bào. Duy trì cấu trúc nhiễm sắc thể. Hoạt hoá các enzym (ATP). Trung hoà axit hữu cơ để giải độc cho cây.	Đỉnh lá non hoá vàng, chết; tán lá xanh tối không bình thường, lá mới bị xoắn, hạn chế ra hoa, chồi non; đỉnh rễ hoá nhầy và chết.	

Nguyên tố	Chức năng sinh lý, sinh hóa trong cây	Biểu hiện	
		Thiếu	Thừa
Mg	Nguyên tố di chuyển. Thành phần của vỏ tế bào. Hoạt hoá các enzym liên quan đến quang hợp (đặc biệt là RDP-cacboxylaza, PEP- cacboxylaza, hô hấp, trao đổi axit nucleic, các phản ứng có liên quan đến ATP; thúc đẩy tổng hợp protein, chlorophyll, thúc đẩy quang hợp và sinh trưởng. Thúc đẩy hấp thu và vận chuyển lân, vận chuyển đường trong cây.	Lá già vàng trước, lá còn xanh nhưng gân lá vàng. Cây chậm ra hoa.	
S	Nguyên tố không di chuyển. Thành phần của axit amin, tổng hợp protein. Liên quan đến hoạt động trao đổi chất của vitamin, coenzim A. Tổng hợp dầu và tham gia tổng hợp chlorophyll. Thúc đẩy quá trình phát triển của rễ và nốt sần.	Lá mới xanh nhạt đến vàng úa, gân lá vàng mà thịt lá còn xanh. Kim hãm sinh trưởng rễ.	Lá nhỏ đi, ngừng sinh trưởng, lá hoá vàng trước hết ở lá già.
B	Cần cho tổng hợp protein. Ảnh hưởng đến hoạt động của một số enzym. Tăng khả năng thấm của màng tế bào, thúc đẩy sự vận chuyển đường, trao đổi nước, khoáng, chất béo... Ảnh hưởng đến ra hoa, kết quả. Ảnh hưởng đến phân chia tế bào và sử dụng Ca. Tối ưu hoá tỷ lệ K/Ca trong cây. Tăng chịu hạn.	Chồi ngọn chết, chồi bên thui dần. Sự thụ tinh kém, rụng quả, quả bị biến dạng. Giảm năng suất hạt, quả.	Lá quăn về phía sau, lá úa vàng, gân lá vàng.
Cu	Xúc tiến tạo vitamin A. Tham gia nhiều phản ứng oxy hoá khử. Thúc đẩy hô hấp và trao đổi đường, protein. Tăng chlorophyll, thúc đẩy quang hợp. Tăng tính chịu nấm, khuẩn, nóng, lạnh, hạn.	Sinh trưởng kém, lá non biến dạng, khô cành; tỷ lệ hạt phần bị chết cao dẫn đến năng suất hạt quả giảm.	
Fe	Cần thiết cho tổng hợp và duy trì chlorophyll. Là thành phần của nhiều enzym oxy hoá khử. Chuyển hoá ARN.	Lá chuyển úa vàng và trắng bạc. Giảm năng suất cây trồng, nốt sần ở cây họ đậu.	Lá xanh đậm, trên lá có các chấm đen.

Nguyên tố	Chức năng sinh lý, sinh hóa trong cây	Biểu hiện	
		Thiếu	Thừa
Zn	Giúp cho sử dụng lân và đạm trong cây. Thành phần thiết yếu của một số enzym và hoạt hoá khoảng 70 enzym. Tham gia tổng hợp axit nucleic, protein, chlorophyll, tinh bột, auxin. Thúc đẩy thụ phấn và phát triển của phôi. Tăng chịu nóng, lạnh, hạn.	Cây sinh trưởng kém. Lá nhỏ, xoắn, úa vàng; lông ngắn, biến dạng. Rối loạn trao đổi auxin.	
Mn	Tham gia và hoạt hoá nhiều enzym của chu trình Krebs, sự khử nitrat và quang hợp. Ảnh hưởng đến quang hợp, hô hấp và dinh dưỡng nitơ. Tăng chịu hạn.	Úa vàng giữa các gân lá non, thiếu nhiều gây khô và chết lá, giảm sinh trưởng; giảm nốt sần ở cây họ đậu.	
Mo	Thúc đẩy quá trình sử dụng N và cố định N của vi khuẩn nốt sần. Thành phần của enzym khử nitrat. Tăng chịu nóng, lạnh.	Như thiếu nitơ.	
Cl	Giải phóng oxy trong quang hợp. Tham gia phân chia tế bào rễ, lá. Tăng sức trương tế bào, điều chỉnh đóng mở khí khổng, tăng tích nước của mô cây.	Lá non bị héo đỉnh lá, lá hoá vàng và chết, không tăng trưởng.	Làm cháy đỉnh và mép lá, màu lá chuyển màu đồng.
Na	Một số cây trồng cần natri. Thay thế một phần kali như trong cân bằng áp suất thẩm thấu. Cần cho cây có quang hợp theo con đường C4.	Lá vàng, hại hoa của cây có quang hợp theo con đường C4.	Gây độc mặn. Thiếu hụt các nguyên tố khác.
Si	Cần cho tạo thân và sinh trưởng cho cây ngũ cốc (cây lúa). Làm cây cứng, chống lốp đổ và sâu, bệnh.	Cây yếu, dễ đổ.	
Ni	Có trong men ureaza, giúp chuyển hoá urê.	Lá vàng.	



Khả năng sinh trưởng phát triển của lúa khi không bón và bón Silic

Hình 6.2. Hình thái cây lúa khi được bón phân chứa silic
a) Bón phân không chứa silic
b) Bón phân có chứa silic



Hình 7.2. Phân bón chứa natri silicat tăng khả năng chống đổ cho lúa (Khang dân 18)

2. Cơ sở sinh lý của bón phân hợp lý cho cây trồng

Rễ cây hút các chất dinh dưỡng từ đất và phân bón dưới dạng các ion hoà tan nằm trong dung dịch đất. Trên thực tế, không có loại đất nào có thể cung cấp đủ mọi chất dinh dưỡng thoả mãn nhu cầu của cây, nên phải bón phân. Hai nguồn phân bón chính cung cấp dinh dưỡng cho cây: phân vô cơ (còn gọi là phân khoáng, phân hoá học) và phân hữu cơ (gồm phân chuồng, phân than bùn, phân ủ, phân vi sinh, phân xanh). Mỗi loại phân bón có thành phần, hàm lượng các dinh dưỡng và các đặc trưng khác nhau, do vậy, có vai trò khác nhau đối với sinh trưởng, phát triển của cây cũng như với đất trồng.

Trước đây, người nông dân chỉ biết đến phân hữu cơ. Phân hữu cơ có nhiều ưu điểm như: vừa cung cấp dinh dưỡng cho cây, vừa duy trì được độ ẩm, độ thoáng xốp, độ phì cho đất mà ít ảnh hưởng xấu đến môi trường. Song, phân hữu cơ lại có nhược điểm là phân giải chậm, cây hút khó khăn hơn nên phát huy hiệu quả chậm và thường không đáp ứng cho cây về khối lượng dinh dưỡng. Phân vô cơ chứa thành phần dinh dưỡng khá cao, dễ sử dụng, cây hút dễ dàng, dễ cho năng suất cao nên hiện đang được sử dụng rất rộng rãi. Song, việc sử dụng phân vô cơ lâu dài với khối lượng lớn lại ảnh hưởng xấu đến chất lượng đất, chất lượng sản phẩm nông nghiệp và môi trường sinh thái (ô nhiễm nguồn nước và không khí). Do vậy, trong nghiên cứu phát triển nông nghiệp bền vững cần thiết phải sử dụng phối hợp cả phân vô cơ và phân hữu cơ. Vấn đề đặt ra là phải sử dụng phân bón như thế nào để đảm bảo cung cấp đủ lượng chất dinh dưỡng cho cây một cách hiệu quả nhất. Cơ sở sinh lý để bón phân hợp lý cho cây trồng là như thế nào?

Bón phân hợp lý cho cây là cung cấp đủ lượng, cân đối các chất dinh dưỡng theo nhu cầu sinh lý của cây để cây sinh trưởng, phát triển thuận lợi, cho năng suất, phẩm chất tối đa, đồng thời duy trì được độ phì của đất và an toàn sinh thái. Để bón phân hợp lý cần xác định được lượng phân bón thích hợp, tỷ lệ thích hợp giữa các loại phân bón, thời kỳ sử dụng và phương pháp bón thích hợp cho từng đối tượng cây trồng.

a) *Lượng phân bón và tỷ lệ giữa các loại phân bón hợp lý:*

• *Xác định lượng phân bón hợp lý*

Lượng phân bón hợp lý là lượng phân cần bón cho cây trong suốt chu kỳ sống (từ khi gieo trồng đến khi thu hoạch) để cây trồng sinh trưởng, phát triển thuận lợi, cho năng suất và phẩm chất tối đa. Lượng phân bón (LPB) được tính theo công thức:

$$LPB = \frac{\text{Nhu cầu dinh dưỡng của cây} - \text{Khả năng cung cấp của đất}}{\text{Hệ số sử dụng phân bón}}$$

- *Nhu cầu dinh dưỡng của cây* là lượng chất dinh dưỡng cây cần qua các thời kỳ sinh trưởng để cho năng suất kinh tế tối đa. Kiểm nghiệm thực tế cho thấy, hầu hết lượng chất dinh dưỡng này cây lấy đi từ đất nên còn gọi nhu cầu dinh dưỡng là lượng cây lấy đi. Nhu cầu dinh dưỡng thay đổi tùy thuộc loài cây, loại cây, giai đoạn sinh trưởng, phát triển, điều kiện canh tác và thời tiết. Do vậy, để tính được nhu cầu dinh dưỡng của cây phải tính đến nhu cầu dinh dưỡng tổng số dựa trên cơ sở của từng giai đoạn sinh trưởng của cây trong từng điều kiện đất đai, thời tiết cụ thể.

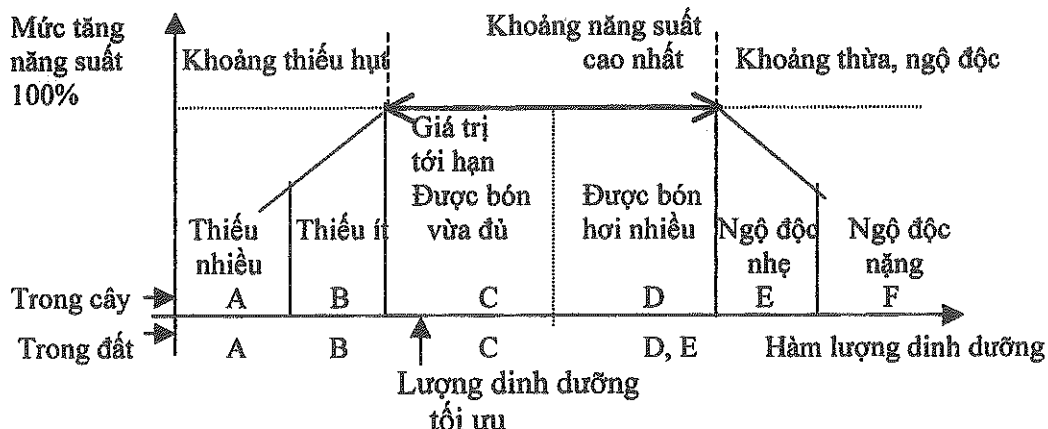
Thông thường, để xác định nhu cầu dinh dưỡng của cây người ta phải phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng có trong cây. Có nhiều phương pháp khác nhau để xác định nhu cầu dinh dưỡng, trong đó có hai phương pháp phổ biến là:

+ Xác định toàn bộ lượng chất dinh dưỡng có trong cây (thân, lá, rễ, củ, quả, hạt) ở giai đoạn mà cây tích lũy được nhiều nhất, thường là trước khi thu hoạch (trước khi cây chín hoàn toàn). Thu hoạch toàn bộ cây, mang sấy khô rồi tiến hành phân tích các nguyên tố dinh dưỡng chủ yếu (ví dụ N, P, K, Mg, Ca, S) rồi quy ra trên đơn vị sản phẩm thu hoạch. Từ đó có thể tính được lượng chất dinh dưỡng cây cần để đạt một năng suất nhất định nào đó.

+ Ứng dụng phương pháp trồng cây trong dung dịch (hoặc trong chậu đất, chậu cát) để xác định lượng chất dinh dưỡng tổng số ban đầu và lượng chất dinh dưỡng còn lại trong dung dịch (trong đất, cát) sau khi thu hoạch. Hiệu số tính toán trước và sau khi thí nghiệm cho biết lượng chất dinh dưỡng cây lấy đi.

Trong nghiên cứu xác định nhu cầu dinh dưỡng của cây, người ta đưa ra khái niệm về hàm lượng các chất dinh dưỡng khủng hoảng hay hàm lượng các chất dinh dưỡng tới hạn (critical nutrient concentration) để làm cơ sở cho việc chẩn đoán dinh dưỡng. Thực nghiệm đã chứng minh rằng, đối với bất kỳ chất dinh dưỡng nào ban đầu năng suất cũng tăng nhanh theo lượng phân bón, sau đó tốc độ tăng năng suất giảm dần rồi ổn định; sau khi đạt đến một ngưỡng nhất định thì năng suất bắt đầu giảm. Cùng với lượng phân bón, hàm lượng các chất dinh dưỡng trong cây cũng tăng dần với năng suất. Song, sau khi đạt đến một mức nào đó thì mối tương quan này không tỷ lệ thuận nữa, năng suất có thể giảm mặc dù lượng phân bón, lượng dinh dưỡng trong đất, trong cây vẫn tăng.

Theo sơ đồ (hình 8.2), người ta chia nhu cầu dinh dưỡng thành ba khoảng: khoảng thiếu (nếu thiếu nhiều sẽ gây khủng hoảng), khoảng thích hợp và khoảng thừa (nếu thừa nhiều sẽ gây ngộ độc). Ở khoảng thiếu chất dinh dưỡng, nhu cầu dinh dưỡng của cây rất cao, được bón phân kịp thời thì hiệu suất của phân bón ở khoảng này rất lớn.



Hình 8.2. Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ giữa năng suất và nhu cầu dinh dưỡng của đất, của cây

Ở khoảng dinh dưỡng thích hợp, năng suất cây trồng tăng và ổn định ở mức cao. Quá ngưỡng thích hợp, chất dinh dưỡng trở nên độc đối với cây (thường được tính khi năng suất giảm đi khoảng 10% so với năng suất tối đa).

- *Khả năng cung cấp của đất* được coi là độ phì, độ màu mỡ của đất. Đất có độ phì cao là đất tốt, tức là có khả năng cung cấp cho cây trồng lượng nước, lượng chất dinh dưỡng cần thiết. Mỗi loại đất có độ phì khác nhau, khả năng cung cấp chất dinh dưỡng cho cây khác nhau.

Hai phương pháp thông dụng được dùng để xác định khả năng cung cấp của đất là phương pháp phân tích hoá học và phương pháp sinh học.

+ **Phương pháp phân tích hoá học:** Phân tích, xác định hàm lượng các chất dinh dưỡng có trong đất ở cả hai dạng tổng số và dễ tiêu. Lượng dinh dưỡng tổng số bao gồm cả lượng dinh dưỡng hoà tan trong dung dịch đất và lượng dinh dưỡng bị keo đất hấp phụ, giữ chặt trong đất. Còn lượng dễ tiêu là lượng dinh dưỡng hoà tan và di động trong dung dịch đất. Khả năng cung cấp của đất thường nhiều hơn lượng dinh dưỡng dễ tiêu vì ngoài lượng đã được hoà tan trong dung dịch đất còn có một lượng nhất định các chất dinh dưỡng nằm trên bề mặt keo đất có khả năng trao đổi với lông hút của cây.

+ **Phương pháp sinh học:** Sử dụng phương pháp đơn giản là trồng cây trong thời gian ngắn và phân tích cây. Chọn một số lượng hạt đồng đều về chất lượng. Gieo một lượng hạt nhất định trên một lượng đất nhất định (ví dụ gieo 10 hạt trên 100 gam đất trong đĩa petri). Để cây mọc và sinh trưởng, phát triển tự nhiên, chỉ tưới nước tinh khiết mà không bón thêm bất cứ chất dinh dưỡng nào. Khi cây hút cạn kiệt chất dinh dưỡng có trong đất, tiến hành phân tích lượng chất dinh dưỡng có trong toàn bộ cây khi thu

hoạch và lượng chất dinh dưỡng có trong hạt trước khi gieo. Khả năng cung cấp của đất được tính bằng hiệu số lượng chất dinh dưỡng có trong mẫu cây khi thu hoạch và trong hạt trước khi gieo.

- *Hệ số sử dụng phân bón* là tỷ lệ lượng chất dinh dưỡng mà cây có khả năng hút được so với lượng bón vào đất. Mỗi loại phân bón có một hệ số sử dụng nhất định bởi vì khi bón phân vào đất, cây không có khả năng sử dụng được toàn bộ lượng chất dinh dưỡng có trong phân bón đó vì một số phân tử khoáng bị giữ chặt lại trong đất. Nếu lượng chất khoáng bị giữ lại trong đất càng nhiều, cây hút được càng ít, điều đó có nghĩa là thì hệ số sử dụng phân bón càng thấp.

Theo Võ Minh Kha (1996), hệ số sử dụng phân bón có thể được tính theo công thức tính hệ số sử dụng chất dinh dưỡng biểu kiến (%):

$$\text{Hệ số sử dụng dinh dưỡng biểu kiến} = \frac{B}{H} \%$$

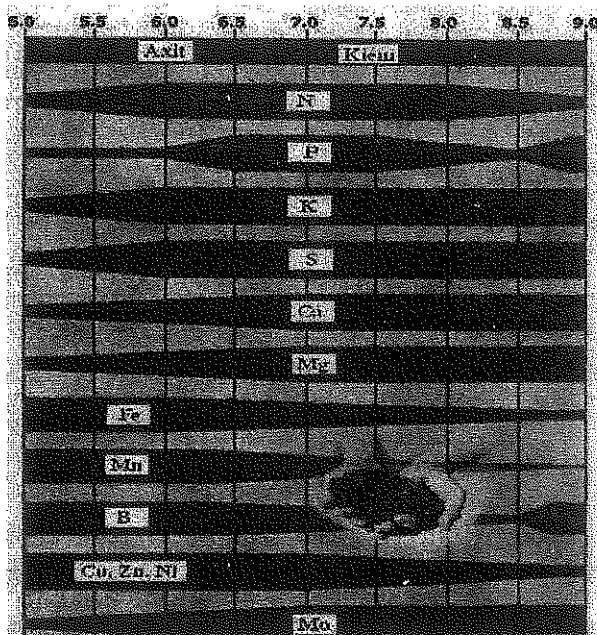
Trong đó: B là lượng chất dinh dưỡng có trong toàn bộ sinh khối cây

H là lượng chất dinh dưỡng bón vào.

Ví dụ: bón 100 kg N cho lúa, lượng N có trong toàn bộ gốc rễ, rơm rạ và hạt là 45 kg N. Hệ số sử dụng đạm biểu kiến là $45/100 = 45\%$. Tuy nhiên, hệ số tính toán như trên chỉ là biểu kiến vì rằng một phần chất dinh dưỡng cây đã hút được là từ đất chứ không phải hoàn toàn từ phân bón. Song, cách tính toán này sử dụng được vì nó dựa trên cơ sở có tính toán đến sự cân bằng dinh dưỡng giữa lượng cây lấy đi, tích lũy vào sản phẩm thu hoạch và phần cây hoàn trả lại đất qua phần gốc rễ lưu lại trong đất.

- *Ảnh hưởng của pH môi trường đến sự hút thu dinh dưỡng của cây và hệ số sử dụng phân bón:*

+ Ảnh hưởng của pH môi trường đến sự hút thu dinh dưỡng của cây: pH môi trường (dung dịch đất) ảnh hưởng rất mạnh tới sự hoà tan chất khoáng, ảnh hưởng trực tiếp khả năng tích điện trên bề mặt rễ và quyết định khả năng hút chất khoáng của rễ cây. Do chất nguyên sinh của rễ (lông hút) được cấu tạo chủ yếu bằng protein (có tính lưỡng tính) nên trong môi trường có pH thấp (axít) protein rễ mang điện tích dương và hút anion (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , ...) nhiều hơn.



Hình 9.2. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hút thu các nguyên tố khoáng của cây trồng

Ngược lại, trong môi trường có pH cao (kiềm), rễ cây thường tích điện âm và hút cation (K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , ...) nhiều hơn. Mặt khác, pH quá thấp hoặc quá cao dễ gây tổn thương mô rễ, làm mất tính hút chọn lọc, thậm chí mất khả năng hút khoáng của cây. Mỗi loại cây trồng chỉ có thể sinh trưởng, phát triển tốt trong một khoảng pH xác định của môi trường trồng trọt (bảng 7.2).

Khi được nuôi trồng trong điều kiện môi trường có pH thích hợp, sự hình thành sinh khối sẽ đạt lớn nhất, do vậy, cây cũng hút thu nhiều dinh dưỡng nhất. Tuy nhiên, pH của dung dịch đất lại là chỉ tiêu không ổn định, dễ thay đổi theo thời tiết: thường cao về mùa khô và thấp vào khoảng thời gian không mưa của mùa mưa. Sự biến động này biểu hiện rất rõ ở đất có thành phần cơ giới nhẹ. Chính điều này đã ảnh hưởng đến đặc tính của đất, ảnh hưởng đến khả năng đồng hoá các chất dinh dưỡng của cây. Chẳng hạn, đối với sự hút P: khi pH đất giảm xuống dưới 5, cây hút P khó khăn vì P đã liên kết với Al và Fe trao đổi. pH còn được coi là chỉ tiêu chủ yếu để đánh giá khả năng hút thu và đồng hoá các nguyên tố vi lượng của cây vì phần lớn các nguyên tố vi lượng (trừ Mo) đều hoà tan tốt ở pH hơi axit (B, Cu, Mn, Zn).

Bảng 7.2. Ngưỡng pH thích hợp của một số loại cây trồng

Loại cây trồng	pH thích hợp	Loại cây trồng	pH thích hợp
Lúa	6,2 - 7,3	Cà phê	5,6 - 6,0
Khoai lang	5,0 - 6,0	Dứa	5,0 - 6,0
Khoai tây	4,8 - 5,4	Chè	4,5 - 5,5
Ngô	6,0 - 7,0	Đào	6,0 - 8,6
Kê	5,0 - 5,5	Nho	6,0 - 8,0
Đỗ tương	6,5 - 7,1	Bí ngô	6,0 - 8,0
Đỗ (xanh, trắng, đen)	6,0 - 7,0	Cải bắp	6,0 - 7,0
Cà chua	6,3 - 6,7	Cam, quýt	5,0 - 6,0
Cà rốt	5,5 - 7,0	Bèo dậu	6,2 - 7,3
Lạc	5,0 - 6,0	Dưa chuột	6,0 - 8,0
Thuốc lá	5,0 - 6,0	Dâu	6,0 - 8,0
Đay	6,0 - 7,0	Cải củ	6,0 - 8,0
Bông	6,0 - 8,0	Xà lách	6,0 - 7,0
Mía	6,0 - 8,0	Chuối	6,0 - 8,0

+ pH môi trường ảnh hưởng đến hệ số sử dụng phân bón do ảnh hưởng tới độ hoà tan của các chất khoáng trong đất. pH hơi axit: tăng độ hoà tan của các chất khoáng (nhất là kim loại kiềm & kiềm thổ). pH thấp quá (đất quá chua): tăng nhiều Al^{3+} , Fe^{3+} di động, gây độc cho cây, giảm hiệu lực của Ca, Mg, Cu Zn do hoà tan kém (thường ở đất phèn mặn). pH quá cao (đất quá kiềm): giảm hoà tan, tăng kết tủa Mg, Ca, Cu, Zn, Mn, P, K (cụ thể: khi pH cao H_2PO_4^- (dạng cây hút chủ yếu) chuyển thành HPO_4^{2-} (dạng cây hút ít) hoặc chuyển thành PO_4^{3-} (dạng hoàn toàn khó tiêu đối với cây) làm cho quá trình hút P giảm.

Ngoài ra, pH còn ảnh hưởng tới hoạt động của hệ vi sinh vật đất tham gia phân giải các chất hữu cơ thành các chất vô cơ, các chất khó tan thành dễ tan giúp cho cây hút thu, trao đổi khoáng thuận lợi. Đa số các vi sinh vật thích nghi ở pH trung tính (= 7) hoặc hơi kiềm, pH quá cao hoặc quá thấp đều ảnh hưởng không tốt tới hoạt động của chúng, ảnh hưởng gián tiếp tới quá trình hút khoáng. Ở pH hơi kiềm, vi sinh vật dễ đồng hoá N_2 và chuyển thành dạng dễ tiêu, tăng lượng đạm và độ phì cho đất.

• *Xác định tỷ lệ giữa các loại phân bón*

Trong suốt quá trình sinh trưởng, phát triển của cây, lúc nào cây cũng cần các chất dinh dưỡng để vừa tạo mới các yếu tố cấu trúc, vừa duy trì các hoạt động sống, các quá trình trao đổi chất và năng lượng của cơ thể.

Tuy nhiên, không phải lúc nào cây cũng có nhu cầu về lượng các nguyên tố dinh dưỡng như nhau mà cần có sự cân đối, hợp lý mới phát huy được hiệu quả của từng yếu tố. Nếu tỷ lệ giữa chúng cân đối theo nhu cầu sinh lý thì cây sinh trưởng, phát triển thuận lợi, dễ đạt năng suất tối đa và phẩm chất tốt. Khi đạt cân đối thì yếu tố quyết định sinh khối sẽ quyết định năng suất. Nếu không cân đối thì sẽ làm giảm hiệu lực của từng yếu tố, thậm chí cản trở lẫn nhau, gây ảnh hưởng xấu tới các hoạt động sinh lý của cây và làm giảm năng suất, phẩm chất cây.

Để xác định tỷ lệ hợp lý giữa các loại phân bón cần phải thông qua thực nghiệm. Dựa trên cơ sở xem xét tương quan giữa các chất dinh dưỡng trong cây, sự cân đối giữa các chất có sự liên quan về mặt sinh lý hoặc giữa các nguyên tố có tính đối kháng nhau để xây dựng các tỷ lệ thích hợp. Muốn xác định đúng, nhiều khi phải xét nhiều tỷ lệ cùng một lúc. Công thức tỷ lệ nào cho năng suất, phẩm chất cao nhất được coi là tỷ lệ tốt nhất. Trong các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, đặc biệt là ba nguyên tố N, P, K được chú ý nhiều nhất. Ba yếu tố dinh dưỡng này có tỷ lệ tối ưu nhất định và ảnh hưởng khá rõ rệt tới sinh trưởng, phát triển, năng suất, phẩm chất sản phẩm thu hoạch. Chẳng hạn: khi bón ít đạm, cây cũng hút ít lân và kali hoặc khi cây hút nhiều kali lại có xu hướng hút ít canxi hoặc magiê (hoặc ngược lại).

Hiện nay, có nhiều khuyến cáo đưa ra các tỷ lệ phân bón khác nhau cho từng loại cây trồng, trên nhiều loại đất, mùa vụ khác nhau và đã được thực tế sản xuất kiểm nghiệm và chấp nhận. Hầu hết các giống lúa đều có nhu cầu cao về N nhưng đa số các giống lúa cũ thường có nhu cầu về P thấp và có thể tận dụng được dạng lân khó tan trong đất. Ngược lại, các giống lúa mới lại có nhu cầu về lân cao và không tận dụng được lân khó tiêu nên thường dùng lân dễ tiêu như lân supe hoặc lân nung chảy. Các giống lúa lai lại có nhu cầu về kali cao. Trên cơ sở đó người ta xây dựng các tỷ lệ phân bón hợp lý. Ví dụ: Với đa số giống lúa, mức thâm canh phổ biến là $N : P : K = 2 : 1 : 1$, thường là $150 N : 75 P_2O_5 : 75 K_2O$ (bón 150 kg N nguyên chất, 75 kg P_2O_5 và 75 kg K_2O cho 1 ha); hoặc mức thâm canh cao hơn, mặc dù vẫn là $N : P : K = 2 : 1 : 1$ nhưng là $200 N : 100 P_2O_5 : 100 K_2O$; hoặc giống lúa lai hai dòng TH3-3 lại dùng tỷ lệ $N : P : K = 2 : 1 : 2$ với lượng cụ thể là $150 N : 75 P_2O_5 : 150 K_2O$.

• *Xác định tỷ lệ giữa các dạng ion trong phân bón*

Khi bón phân hoá học, do cây trồng hút thu các ion không như nhau dẫn đến có sự dư thừa các ion nhất định. Các ion này phản ứng với H_2O (sự thủy phân) tạo ra sự thay đổi pH môi trường, thường được gọi là các phản ứng chua hoặc kiềm sinh lý. Điều này đôi khi không có lợi cho sự sinh trưởng của cây trồng, nhất là với các cây trồng trong dung dịch.

Ví dụ:

- Khi bón phân đạm amoni sunphat hoặc amoni clorua. Do cây hút ion amoni nhiều hơn ion sunphat hoặc clorua, các ion sunphat hoặc clorua dư dẫn đến sự hoá chua của môi trường.

- Khi bón phân đạm dạng KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$. Do cây hút ion nitrat nhiều hơn ion kali hoặc canxi, các ion kali hoặc canxi dư dẫn đến sự hoá kiềm của môi trường.

Do đó, để phản ứng chua, kiềm sinh lý không xảy ra cần phối hợp phân bón sao cho cây trồng hút thu các lượng dinh dưỡng mang điện tích âm và điện tích dương tương đương nhau. Tuy nhiên, để có tỷ lệ phối hợp hợp lý giữa các dạng ion là rất khó, mà chỉ có thể cố gắng gần đạt được mối tương quan này. Ví dụ: sử dụng amoni nitrat để cung cấp N, cây trồng hút đồng thời cả hai dạng ion, nên pH môi trường không bị thay đổi.

b) *Xác định thời kỳ bón hợp lý:*

Nhu cầu dinh dưỡng của cây thay đổi theo thời kỳ sinh trưởng của cây. Có thời kỳ cây cần nhiều, hút nhiều nhưng lại có thời kỳ cây cần ít, hút ít hơn. Do vậy, cần phải phân phối lượng các chất dinh dưỡng theo nhu cầu sinh lý của cây trong từng thời kỳ đó. Có hai thời kỳ quan trọng cần chú ý ưu tiên cung cấp đủ lượng chất dinh dưỡng cho cây là thời kỳ khủng hoảng và thời kỳ hiệu suất cao. Hai thời kỳ này có thể trùng nhau hoặc không trùng nhau tùy giống cây trồng. Ví dụ: đối với lúa: thời kỳ khủng hoảng N là lúc đẻ nhánh và làm đòng; thời kỳ hiệu suất cao của N cũng trùng với thời kỳ khủng

hoảng. Nhưng với P lại khác, thời kỳ khủng hoảng P của lúa là giai đoạn làm đồng, thời kỳ hiệu suất cao của P lại là giai đoạn mạ, hai thời kỳ này không trùng nhau.

c) Xác định phương pháp bón hợp lý:

Tuỳ loại cây trồng, tuỳ theo loại đất, loại phân bón mà có phương pháp bón phân thích hợp. Có hai phương thức thường dùng là: bón lót, bón thúc. Trong mỗi phương thức lại có thể sử dụng nhiều phương pháp bón khác nhau như: bón vãi, bón theo hàng, hoà nước tưới hoặc phun lên lá. Mỗi phương pháp đều có các ưu và nhược điểm riêng.

• *Bón lót:*

Bón lót là phương thức bón trước khi gieo trồng nhằm cung cấp chất dinh dưỡng cần cho sự sinh trưởng ban đầu của cây. Bón lót thường dùng cho các loại phân chậm tan, khó tan như phân chuồng, phân lân, vôi. Các loại phân bón này cần có thời gian phân huỷ nên cần bón toàn bộ, kết hợp cày bừa để chúng được trộn đều trong tầng canh tác. Phân đạm và phân kali phát huy hiệu quả nhanh và dễ bị rửa trôi chỉ bón lượng nhỏ, vừa đủ cung cấp cho sự sinh trưởng ban đầu của cây, còn chủ yếu dùng để bón thúc.

Bón lót có ưu điểm là kỹ thuật đơn giản, ít tốn công nhưng lại có nhược điểm là dễ bị mất mát dinh dưỡng trong quá trình phân huỷ và bị rửa trôi (tuỳ thuộc điều kiện ngoại cảnh). Có nhiều cách bón lót:

- Bón vãi: chủ yếu dùng cho cây trồng nước như lúa.

- Bón theo hàng, theo hốc: thường dùng cho cây trồng cạn như các loại hoa màu (ngô, khoai tây, cà chua), cây ăn quả... Bón xong lấp thêm lớp đất mỏng trước khi gieo hạt hoặc đặt cây.

- Hoà nước tưới: thường dùng cho cây hoa màu khi đất quá khô (chú ý dùng nồng độ thích hợp, nồng độ cao dễ làm cháy lá hoặc cây chết xót).

• *Bón thúc:*

Bón thúc là phương thức bón rải rác nhiều lần các loại phân dễ tan để cung cấp kịp thời các chất dinh dưỡng cho cây trong từng giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây.

Bón thúc có ưu điểm là hạn chế được sự mất mát dinh dưỡng trong quá trình phân giải nhưng có nhược điểm là tốn công lao động hơn. Bón thúc cũng có thể thực hiện bằng các cách:

- Bón vãi: dùng cho ruộng lúa nước, kết hợp làm cỏ, sục bùn.

- Bón theo hàng, theo hốc: thường dùng cho cây hoa màu. Bón cách gốc khoảng 10 - 15 cm kết hợp xới xáo, vun cao và tưới (nếu đất khô).

- Hoà nước tưới: dùng cho các cây rau, cây hoa màu.

- Phun lên lá: thường dùng đối với phân vi lượng và các chất điều hoà sinh trưởng cho các loại cây rau, cây hoa, cây cảnh, cây giống. Đây là phương pháp bón phân tiết

kiệm và phát huy hiệu quả nhanh nhất. Tuy nhiên, khi phun phân bón qua lá phải chú ý đến nồng độ, độ pH của dung dịch và thời tiết. Không phun khi trời nắng to, mưa hoặc khi hoa nở rộ.

• *Phương pháp bón phân dựa vào màu sắc lá:*

Các chất dinh dưỡng được cây đồng hoá và sử dụng vào việc tạo dựng các yếu tố cấu trúc của cơ thể và biến đổi, sinh tổng hợp các chất trong cây, trong lá. Sự thiếu hụt hoặc thừa các chất dinh dưỡng làm biến đổi màu sắc, hình thái lá, từ đó ảnh hưởng tới sinh trưởng, phát triển của cây. Một số cây rất nhạy cảm với sự thiếu hoặc thừa chất khoáng. Có thể dựa vào các biểu hiện thay đổi màu sắc, hình thái cây mà trước hết là lá (xem bảng 6.2) để điều chỉnh chế độ dinh dưỡng của cây.

Khi cây có biểu hiện thiếu, biện pháp bổ sung kịp thời và hiệu quả nhất là bón phân qua lá. Phương pháp này có nhiều ưu điểm như: điều chỉnh nhanh chóng hiện tượng thiếu dinh dưỡng (nhất là với các nguyên tố vi lượng), nâng cao hiệu suất sử dụng dinh dưỡng (có thể tới 90 - 95% trong khi qua gốc chỉ đạt 45 - 50%), tăng khả năng chống chịu với một số loại sâu bệnh hại và các điều kiện bất thuận khác, v.v... Hiện tại, trên thị trường phân bón Việt Nam đã và đang sử dụng khá rộng rãi các loại phân bón lá từ nhiều nguồn khác nhau như: chế phẩm phân bón lá Thiên Nông, kích phát tố hoa trái Thiên Nông, kích phát tố lá - hạt GA-3 Thiên Nông, KOMIX, Cromix, Spray-Grow... Năng suất thu hoạch ở nhiều loại cây trồng (lúa, ngô, đậu đỗ, các loại rau, cây công nghiệp, cây ăn quả...) tăng trung bình từ 15 - 30% so với đối chứng. Khi sử dụng các loại phân bón qua lá phải tuân thủ nguyên tắc pha chế, sử dụng đúng theo khuyến cáo ghi trên bao bì...

Ở những vùng đất, cây có biểu hiện thừa dinh dưỡng: phương pháp điều chỉnh chế độ đơn giản nhất là tưới nước nhằm làm giảm nồng độ dung dịch đất, giảm “độ độc”.

3. Sử dụng phân bón trong trồng trọt

Phân bón là một trong các nguồn cung cấp chất dinh dưỡng quan trọng của cây. Cây trồng có thể hút thu các chất dinh dưỡng trong đất và từ phân bón để cùng với hoạt động quang hợp tạo nên năng suất và phẩm chất cây trồng. Có nhiều loại phân bón được sử dụng phổ biến trong sản xuất như: phân vô cơ, phân hữu cơ. Mỗi loại phân bón có đặc trưng và vai trò riêng đối với cây và đất trồng. Việc khai thác sử dụng hợp lý các loại phân bón trên sẽ giúp cây trồng sinh trưởng, phát triển tốt, nâng cao năng suất và phẩm chất sản phẩm thu hoạch.

a) Phân vô cơ:

• *Các loại, dạng phân bón vô cơ thường dùng:*

Các chất dinh dưỡng thiết yếu được phân bón cung cấp dưới nhiều dạng khác nhau nhưng chủ yếu và cho hiệu quả nhanh nhất là các loại phân vô cơ. Tùy loài cây, loại đất, giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây có thể sử dụng các dạng phân bón sau (bảng 9.2).

Bảng 9.2. Các dạng dinh dưỡng cây hút và nguồn phân bón cung cấp phổ biến

Nguyên tố dinh dưỡng	Dạng cây hút	Nguồn cung cấp phổ biến	Đặc tính sinh lý của phân bón
C	CO ₂	CO ₂ từ không khí	
O	CO ₂ , H ₂ O, O ₂	CO ₂ , O ₂ (từ không khí), H ₂ O	
H	H ₂ O	H ₂ O	
N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	(NH ₄) ₂ SO ₄ 20 - 21% N, 23 - 24% S NH ₄ Cl 22,5 - 23% N, 73% Cl Urê hạt 45 - 46% N NaNO ₃ 16% N, 25 Na ₂ O Ca(NO ₃) ₂ 15% N, 25% CaO NH ₄ NO ₃ loại thông thường 33 - 34,5% N, trong đó 26% N ở dạng NO ₃ ⁻ , 17% ở dạng NH ₄ ⁺ KNO ₃ 13% N, 44% K ₂ O	Chưa sinh lý Chưa sinh lý Trung tính Kiềm sinh lý Kiềm sinh lý Trung tính Kiềm sinh lý
P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	Supe lân thông thường 16 - 24% P ₂ O ₅ , 28% CaO, 8 - 12% S Supe lân giàu 25 - 35% P ₂ O ₅ , 20% CaO, 6 - 8 % S Diamoni photphat (DAP) 46 - 50% P ₂ O ₅ , 18 - 20% N Lân nung chảy 16 - 17% P ₂ O ₅ , 17 - 20% MgO, 32% CaO, 14 - 16% SiO ₂ Phốtphorit 10 - 30% P ₂ O ₅	Chưa tự nhiên Chưa tự nhiên Trung tính Kiềm tự nhiên
K	K ⁺	KCl 63,1% K ₂ O K ₂ SO ₄ 54% K ₂ O, 18,4% S KNO ₃ 44% K ₂ O, 13% N	Chưa sinh lý Chưa sinh lý Kiềm sinh lý
S	SO ₄ ²⁻	S 100% S CaSO ₄ 18,6% S, 32,6% CaO Supe lân thông thường 8 - 12% S, 1624% P ₂ O ₅ , 28% CaO	Kiềm sinh lý Kiềm sinh lý Chưa tự nhiên
Ca	Ca ²⁺	Vôi cục 80 - 95% CaO CaCO ₃ bột 45 - 56% CaO CaSO ₄ 32,6% CaO, 18,6% S Lân supe, lân nung chảy	Kiềm sinh lý Kiềm sinh lý Kiềm sinh lý
Mg	Mg ²⁺	Lân nung chảy 17 - 20% MgO, 16 - 17% P ₂ O ₅ , 32% CaO, 14 - 16% SiO ₂ MgSO ₄ .7H ₂ O 15% MgO	Kiềm tự nhiên
Fe	Fe ²⁺ , FeEDTA ⁻ , FeEDTA ²⁻	FeSO ₄ .7H ₂ O 19% Fe NaFeEDTA 5 - 14% Fe Na ₂ FeEDTA 5 - 14% Fe	
Cu	Cu ²⁺ , CuEDTA ²⁻	CuSO ₄ .5H ₂ O 25% Cu Na ₂ CuEDTA 14% Cu	
B	BO ₃ ³⁻	H ₃ BO ₃ 17,5% B Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O 11,3% B	
Zn	Zn ²⁺ , ZnEDTA ²⁻	ZnSO ₄ .7H ₂ O 23% Zn Na ₂ ZnEDTA 14% Zn	
Mn	Mn ²⁺ , MnEDTA ²⁻	MnSO ₄ .4H ₂ O 24% Mn Na ₂ MnEDTA 12% Mn	
Mo	MoO ₄ ²⁻	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O 39 - 46% Mo (NH ₄) ₂ MoO ₄ 52% Mo MoO ₃ 66% Mo	

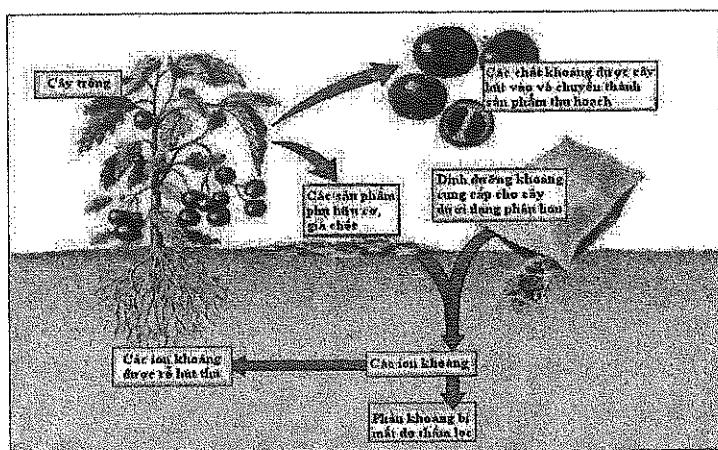
Nguyên tố dinh dưỡng	Dạng cây hút	Nguồn cung cấp phổ biến	Đặc tính sinh lý của phân bón
Na	Na ⁺	Từ nước tưới NaCl 52% Na ₂ O	
Cl	Cl ⁻	Từ nước tưới NaCl 60% Cl	
Si	H ₄ SiO ₄	CaSiO ₃ 51% SiO ₂ Na ₂ SiO ₃ 49% SiO ₂ Thuỷ tinh lỏng (Na ₂ SiO ₃ lỏng) 47% SiO ₂ Lân nung chảy 14% SiO ₂	Kiểm tự nhiên Kiểm tự nhiên Kiểm tự nhiên
Ni	Ni ²⁺ , NiEDTA ²⁻	NiSO ₄ .7H ₂ O 19,6% Ni Na ₂ NiEDTA 12% Ni	

Ghi chú: Chua tự nhiên hoặc kiềm tự nhiên là do quy trình sản xuất tạo nên.

• Chọn dạng phân bón phù hợp:

* Chọn dạng phân bón phù hợp với cây và giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây

Mỗi loại cây trồng hoặc nhóm cây trồng “ưa” dạng phân bón khác nhau. Điều này có nghĩa là cùng một loại phân bón nhưng hiệu quả sử dụng dinh dưỡng, hiệu lực phân bón khác nhau tùy loại cây trồng và giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây. Do vậy, trước khi sử dụng dạng phân bón nào cần phải tìm hiểu đặc tính của loại phân bón, đặc điểm sinh lý của cây, cây đó thuộc nhóm cây nào, đang ở giai đoạn sinh trưởng nào, trạng thái sinh trưởng, phát triển của cây ra sao và nên dùng loại phân bón nào có hiệu quả nhất. Chẳng hạn, các cây ăn quả, cây rau ưa dùng nhiều đạm amôn hoặc cây lúa nên dùng đạm amôn bón sâu hiệu quả hơn nitrat. Thời kỳ khủng hoảng lân của hầu hết cây trồng là thời kỳ cây con... Ngoài ra, cần chú ý tránh hiện tượng đối kháng sinh lý giữa các ion không gây độc và và nâng cao hiệu quả đối kháng giữa các ion gây độc.



Hình 10.2. Quan hệ giữa phân bón, dinh dưỡng khoáng và năng suất cây trồng

* Chọn dạng phân bón phù hợp với phản ứng của đất

- Phù hợp với pH đất, pH môi trường:

Dạng phân bón được chọn phải thoả mãn các tiêu chí sau:

+ Cây trồng hút được với pH có trong đất, tức pH đất phải đảm bảo lượng dinh dưỡng di động đủ cung cấp cho cây trồng. Ví dụ: bón lân nung chảy trên đất chua, có

hiệu quả tốt hơn khi bón trên đất trung tính, đất kiềm, vì ở pH thấp, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ trong lân phản ứng với ion H^+ và chuyển về dạng CaHPO_4 có độ tan lớn hơn, cây dễ hút hơn.

+ pH đất không làm phân bón bị phân huỷ hoặc làm biến tính phân bón dẫn đến cây không hút được. Ví dụ: trên đất kiềm không nên bón phân đạm dạng amôni, vì ion NH_4^+ phản ứng với ion OH^- tạo NH_4OH và chất này bị phân huỷ thành NH_3 bay đi hoặc trên đất kiềm không thể bón phân vi lượng có chứa các ion kim loại nặng của Fe, Mn, Cu, vì các ion này bị thủy phân tạo thành các hydroxit, các oxit khó tan cây trồng không hấp thu được.

+ Phân bón tham gia cải tạo đất. Ví dụ: bón phân lân nung chảy trên đất chua không chỉ cung cấp dinh dưỡng cho cây mà còn làm giảm độ chua của đất, đảm bảo độ phì của đất.

+ Dạng phân bón sử dụng không gây thay đổi bất lợi về pH đất, pH môi trường. Một số loại phân do có tính chua (như supe lân), tính kiềm (natri silicat) khi bón liên tục vào đất có thể làm pH đất thay đổi hoặc các loại phân bón gây chua hoặc kiềm sinh lý, dẫn đến ức chế hoạt động của vi sinh vật đất hoặc gây phản ứng không tốt cho các yếu tố dinh dưỡng khác. Khi trồng cây trong dung dịch cần hết sức lưu ý đến phối hợp các dạng ion, sao cho khi cây hút sẽ ít tạo phản ứng chua, kiềm sinh lý có ảnh hưởng xấu đến sinh trưởng của cây trồng.

- *Phù hợp với kết cấu đất:*

Đất có khả năng trao đổi ion, do đó nó có thể cố định phân bón làm cho cây trồng không hấp thu được. Vì thế chọn dạng phân bón thích hợp có thể hạn chế được hiện tượng này.

Ví dụ: Trên đất phèn, đất giàu sắt, nhôm di động không nên dùng lân supe vì các hạt keo sắt, nhôm phản ứng với các ion photphat hoà tan tạo thành các dạng photphat khó tan cây không hút được. Trong trường hợp này, bón phân lân nung chảy cho hiệu quả cao hơn.

* Chọn dạng phân bón phù hợp với phương thức bón

Khi bón vào đất có thể sử dụng các dạng phân bón khác nhau. Song, khi phun lên lá (phân vi lượng hoặc tổ hợp vi lượng với chất điều hoà sinh trưởng, phát triển...) hoặc khi cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng trong dung dịch thì nhất thiết phải sử dụng các loại phân dễ tan. Trong những trường hợp này đôi khi phân chelat có hiệu quả rất cao vì cây dễ hút và phân bón ít bị biến tính do tác động của môi trường. Ví dụ ion Fe^{2+} rất dễ bị oxy không khí oxy hoá thành ion Fe^{3+} cây khó hút, song chelat FeEDTA^- khá bền trong môi trường, khó bị oxy oxy hoá hơn.

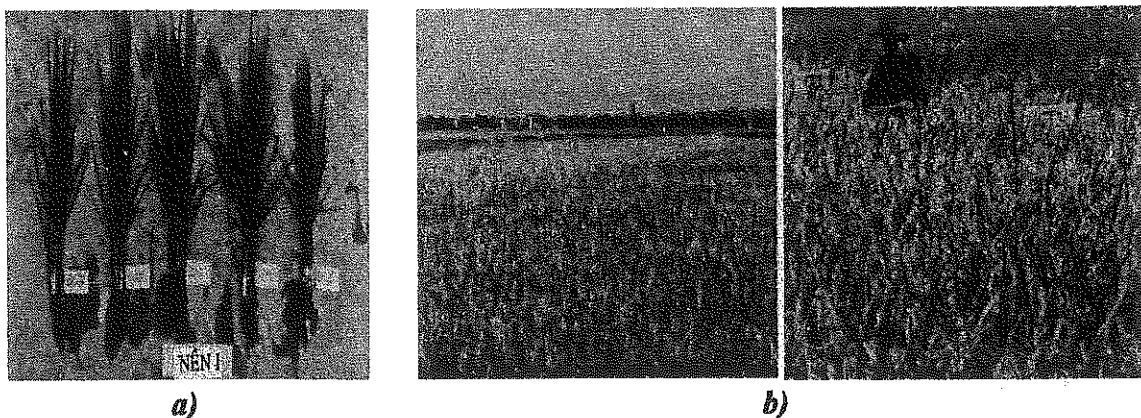
* Chọn dạng phân bón phù hợp với thời tiết

Nhiệt độ có ảnh hưởng lớn đến độ tan của phân bón hoặc độ bền vững của phân bón, nên tùy theo nhiệt độ môi trường mà chọn dạng phân bón thích hợp để cây hấp thu tốt hơn hoặc không gây mất phân bón. Ví dụ, khi nhiệt độ môi trường thấp không nên bón các loại phân chậm tan, hoặc ở nhiệt độ cao không nên bón phân urê sẽ dẫn đến sự mất đạm dưới dạng NH_3 .

b) Phân hữu cơ:

Phân hữu cơ bao gồm: phân chuồng, phân than bùn, phân ủ, phân vi sinh, phân xanh. Thành phần, chất lượng của loại phân này tùy thuộc vào loại gia súc, chất độn chuồng, phương pháp chế biến và bảo quản. Phân hữu cơ vừa là nguồn cung cấp dinh dưỡng khá phong phú, vừa là giá thể rất tốt cho cây trồng sinh trưởng, phát triển thuận lợi. Phân hữu cơ có những đặc điểm mà không có loại phân hoá học nào có được là: giàu mùn, giàu dinh dưỡng, giữ ẩm, hạn chế mất nước, chống được xói mòn và có độ thoáng xốp tốt. Tuy nhiên, phải có quá trình phân huỷ các thành phần hữu cơ thành vô cơ đơn giản cây mới hút thu và sử dụng thuận lợi loại phân này. Nhờ những đặc điểm trên mà phân hữu cơ thường được dùng để bón lót hoặc làm nguyên liệu sản xuất các loại phân khác như phân hữu cơ vi sinh (phân trộn cơ học giữa phân hữu cơ và phân vi sinh), phân phức hợp hữu cơ vi sinh (hỗn hợp các loại phân hữu cơ, phân vi sinh và phân vô cơ), phân chứa axit humic. Trong các loại phân hữu cơ trên, phân phức hợp hữu cơ vi sinh hiện được coi là loại phân bón tốt nhất, tuy nhiên giá thành khá cao nên không phù hợp với nhu cầu sản xuất. Do vậy, phân vô cơ vẫn được coi là loại phân có ý nghĩa ứng dụng cao và phổ biến nhất. Tuy nhiên, việc sử dụng phối hợp cân đối, hợp lý các nguồn phân bón là vấn đề lớn đã và đang được đặt ra vì lợi ích phát triển lâu dài của nông nghiệp bền vững.

Hiện tại, trong chăm sóc cây trồng nói chung, sản xuất lúa nói riêng đã và đang thử nghiệm loại phân bón hỗn hợp có chứa axit humic (chất chiết xuất từ than bùn) hoặc tổ hợp axit humic với silicat lỏng tỏ ra rất có hiệu quả. Với nồng độ 0,03% của hợp chất chứa axit humic kết hợp với 50 - 100 kg/ha natri silicat bón cho lúa trồng trên các loại đất bạc màu, vằn trũng, trũng đều làm tăng khả năng chống đổ cho lúa, tăng khả năng đẻ nhánh, quang hợp, sự tích lũy chất khô, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của nhiều giống lúa (Bao thai, Th3-3, Khang dân 18, Tạp giao 1, Nhị ưu 63, Nhị ưu 838...).



Hình 11.2. Cây lúa Nhị ưu 838 được phun axit humic ở các nồng độ khác nhau (a) và bón natri silicat lỏng kết hợp phun natri humat (b- ruộng có cắm thẻ).

(Thực nghiệm tại Trường ĐHNLI và tại Ninh Bình của Bộ môn Sinh lý thực vật - Khoa Nông học phối hợp với Bộ môn Hoá - Khoa Đất và Môi trường, Đại học Nông nghiệp I Hà Nội)

c) *Hiệu quả sử dụng phân bón:*

Khi sử dụng phân bón phải tính đến hiệu quả của việc đầu tư phân bón. Thường hiệu quả phân bón được tính theo lãi suất đầu tư:

$$\text{Lãi suất đầu tư vào phân bón} = \frac{\text{Giá trị sản phẩm tăng lên do phân bón}}{\text{Chi phí phân bón}}$$

Cần lưu ý, khi tính chi phí phân bón phải tính cả lãi ngân hàng phải trả.

Ở các nước tiên tiến với kinh tế ổn định, chỉ số này > 1,5 được xem là đầu tư có lãi. Bởi vì, phải cần một khoản bằng 50% tiền chi phí mua phân bón để bù đắp vào các khoản sau:

- Tiền lãi vay ngân hàng để mua phân bón lúc đầu vụ, cuối vụ mới trả được
- Sản xuất nông nghiệp phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên. Hệ số an toàn đầu tư không cao.

Còn ở nước ta, do sự trượt giá, do lãi vay ngân hàng cao, chỉ số này phải > 2 mới được coi là có lãi (Võ Minh Kha, 1996).

Như vậy, để bón phân hợp lý và có hiệu quả cao trong trồng trọt, khi sử dụng phân bón cần chú ý trông trời, trông đất, trông cây và tính toán các yếu tố liên quan để đạt mục đích cao nhất: bội thu cả về năng suất và chất lượng sản phẩm thu hoạch, an toàn sinh thái và phát triển nông nghiệp bền vững.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG II

1. Tại sao nói trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng là hai chức năng sinh lý quan trọng bậc nhất trong cây?
2. Vai trò sinh lý của trao đổi nước trong đời sống của cây và với từng chức năng sinh lý cụ thể của cây?
3. Thế nào là tưới nước hợp lý cho cây? Cơ sở sinh lý của vấn đề này?
4. Phương pháp xác định nhu cầu nước của cây?
5. Phân biệt nhu cầu nước của cây và lượng nước cần tưới để đảm bảo cho cây luôn ở trạng thái cân bằng nước dương?
6. Phân biệt nguyên tố khoáng và nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu?
7. Hãy kể tên một số nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu đa lượng và vai trò của chúng.
8. Hãy kể tên một số nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu vi lượng và vai trò của chúng.
9. Vai trò của dinh dưỡng khoáng đối với các hoạt động sinh lý của cây?
10. Vai trò sinh lý và các biểu hiện thừa và thiếu của các nguyên tố đa lượng?
11. Vai trò sinh lý và các biểu hiện thừa và thiếu của các nguyên tố vi lượng?
12. Cơ sở sinh lý của bón phân hợp lý. Các yếu tố ảnh hưởng và cách điều chỉnh?
13. Những yêu cầu cơ bản của bón phân hợp lý là gì? Cơ sở để xác định lượng phân bón?
14. Hãy trình bày các phương pháp nghiên cứu về dinh dưỡng khoáng của cây?
15. Phương pháp cụ thể để nghiên cứu vai trò của một nguyên tố dinh dưỡng nào đó?

Chương III

TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT

- Cần hiểu biết rằng sự sinh trưởng, phát triển của cây chỉ phụ thuộc vào các yếu tố như: nước, chất khoáng, khí O_2 , CO_2 và ánh sáng ... mà không phụ thuộc vào môi trường trồng có đất hay không có đất. Đất chỉ là giá thể giúp cây đứng vững, do đó chúng ta có thể trồng cây trên giá thể mà không dùng đất, chỉ cần đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của cây.

- Nắm được vai trò của phương pháp trồng cây không dùng đất và những yếu tố quan trọng của phương pháp để giúp cây sinh trưởng, phát triển tốt.

- Nắm được các hệ thống trồng thủy canh đang phổ biến hiện nay. Những ưu, nhược điểm và khả năng ứng dụng của chúng trong sản xuất với quy mô rộng.

- Nắm được các giá thể trồng cây có tưới dung dịch dinh dưỡng và cách sử dụng chúng.

- Cần hiểu được những thành phần cơ bản của dung dịch dinh dưỡng và một số yếu tố thường thay đổi của dung dịch ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng, phát triển của cây để có biện pháp điều chỉnh dung dịch cho phù hợp.

I. KHÁI NIỆM CHUNG

Trồng cây không dùng đất là một hình thức canh tác không sử dụng đất mà cây trồng được trồng trong hoặc trên dung dịch dinh dưỡng hay các giá thể như trấu hun, xơ dừa, cát, sỏi,...

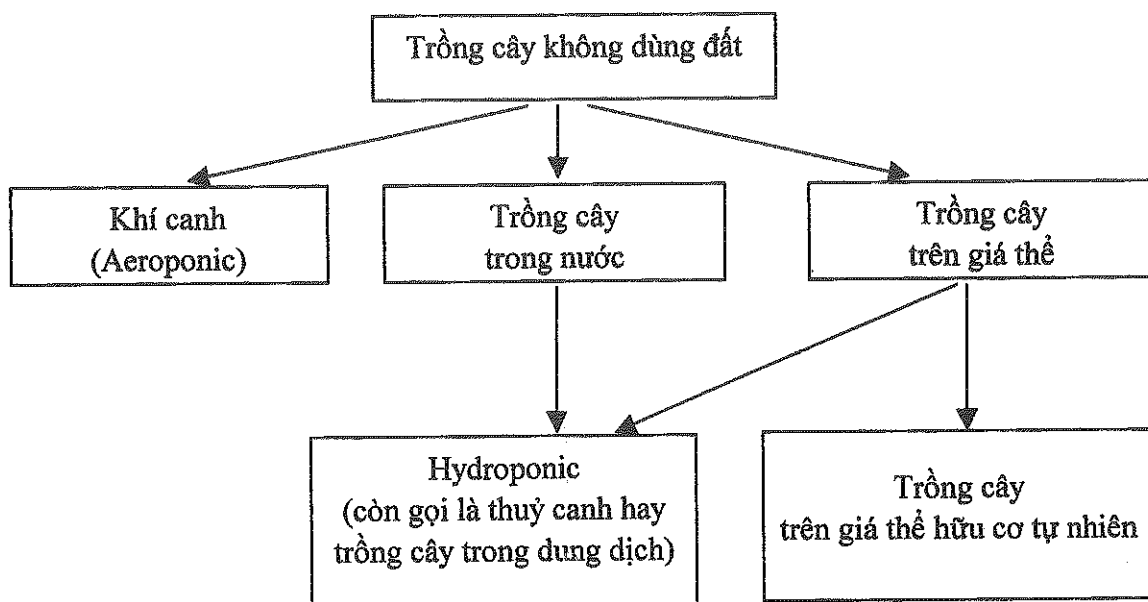
Phải nuôi cây thật tốt trước khi chúng ta muốn cây nuôi sống mình - trồng cây không dùng đất là một giải pháp nuôi cây hết sức hữu hiệu.

Trồng cây trong dung dịch là phương pháp chủ yếu của các phương pháp trồng cây không dùng đất. Trong phương pháp trồng này, cây sử dụng chất dinh dưỡng hoà tan trong nước dưới dạng dung dịch. Có thể nói “không có nước là không có sự sống” đối với sinh vật nói chung và đối với cây trồng nói riêng, bởi vì nước tham gia vào cấu trúc cơ thể thực vật, vừa quyết định quá trình sinh trưởng của cây. Do vậy, nước được xem là yếu tố sinh thái quan trọng nhất quyết định đến năng suất cây trồng. Khi nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng của cây, từ năm 1849 - 1856 Salm-Horstmar đã chứng minh rằng cây lúa mạch muốn sinh trưởng, phát triển bình thường phải cần đến các nguyên tố: N, P, K, Ca, K, Mg, Si, Fe và Mn. Đến năm 1938, hai nhà sinh lý học thực vật người Đức là Sachs và Knop đã phát hiện thấy rằng để cây trồng sinh trưởng bình thường cần có 16 nguyên tố cơ bản là: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Mo, B, Cl. Trong đó 3 nguyên tố C, H, O cây lấy chủ yếu từ khí CO_2 và H_2O , 13 nguyên tố còn lại cây lấy từ đất khi chúng được hoà tan trong dung dịch đất. Nếu thiếu bất kỳ một nguyên tố nào trong 16 nguyên tố trên, cây không thể hoàn tất được chu kỳ sinh trưởng, phát triển của mình.

Như vậy, sự sinh trưởng, phát triển của cây không chỉ phụ thuộc vào các yếu tố chính như nước, muối khoáng, ánh sáng và sự lưu thông không khí,... mà không phụ thuộc vào môi trường trồng cây có đất hay không có đất, đất chỉ là giá thể giúp cây đứng vững để sinh trưởng, phát triển.

Vì lẽ đó, chúng ta hoàn toàn có thể trồng cây mà không sử dụng đất, chỉ cần đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của cây.

Theo FAO, hệ thống trồng cây không dùng đất như sau:



II. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT

Như chúng ta đã nói ở trên, thủy canh (hydroponic) là phương pháp trồng cây chủ yếu của các phương thức canh tác không sử dụng đất. Trồng cây trong dung dịch (thủy canh) được Boyle nghiên cứu đầu tiên năm 1666, ông trồng cây trong những lọ con chỉ có nước mà cây vẫn sống. Sau đó (1699) John Woodwald đã trồng cây bạc hà trong nước có độ tinh khiết khác nhau và ông có nhận xét: Cây trồng trong nước tự nhiên (không tinh khiết) sinh trưởng tốt hơn trong nước tinh khiết (nước cất) và cây sinh trưởng tốt nhất khi trồng trong nước đục (dung dịch đất). Weigman (1771-1853), Polstoff (1781-1844), Boussingault (1802-1887) là những người trồng cây trên các giá thể trơ (cát, sỏi,...) và dùng dung dịch dinh dưỡng để tưới cho cây.

Knop là người đầu tiên giữa thế kỷ 19 đưa ra dung dịch dinh dưỡng (gọi là dung dịch Knop) để trồng cây trong dung dịch, đến nay đã có hàng loạt dung dịch trồng cây được nghiên cứu và đề xuất như: dung dịch FAO, dung dịch Imai, dung dịch AVRDC,... Các dung dịch dinh dưỡng đề xuất ngày càng hoàn thiện hơn, pH ít thay đổi trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây nên rất thuận lợi cho việc sử dụng. Tuy vậy, để cây có

thể hút được các nguyên tố dinh dưỡng và nước trong dung dịch thì rễ cây cần hô hấp. Như thế, muốn trồng cây trong dung dịch phải cung cấp liên tục oxy cho rễ cây ngập trong dung dịch. Chính vì lẽ đó mà hàng loạt các hệ thống cây trồng trong dung dịch đã được nghiên cứu và đề xuất đều phải đảm bảo vừa cung cấp đủ dinh dưỡng cho cây vừa cung cấp đủ oxy cho rễ cây hô hấp. Các hệ thống trồng cây trong dung dịch liên tục được cải tiến từ hệ thống trồng trong dung dịch sâu của Gerick (1930) đến hệ thống trồng cây trong dung dịch sâu hoàn toàn của Kyowa và Kobuta (1977- 1983). Sau đó là kỹ thuật màng mỏng dung dịch (NFT- Nutrient Film Technique), kỹ thuật khí canh (aeroponic). Tiếp theo, người ta dùng các hệ thống có chi phí tương đối thấp (các giá thể nhân tạo, tro như len đá - Rock wood) hay các kiểu trồng cây tiên tiến trong dung dịch không có giá thể rắn. Tuy nhiên, các hệ thống kể trên đều phức tạp và khó triển khai do đầu tư ban đầu quá cao cho hệ thống bơm tuần hoàn dung dịch để đảm bảo cung cấp đủ oxy cho rễ cây và chỉnh pH kịp thời cũng như hàm lượng các chất trong dung dịch. Hơn thế nữa, khi trồng cây trong điều kiện dòng nước chảy tuần hoàn thì khả năng lây lan bệnh rất nhanh chóng nếu trong hệ thống xuất hiện chỉ một cây bệnh.

Có thể nói, hệ thống cải tiến tối ưu hiện nay là hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn của Trung tâm nghiên cứu và phát triển rau châu Á (Asian Vegetable Research and Development Center - AVRDC) do Hideo Imai và David J. Mimore nghiên cứu và hoàn thiện. Hệ thống thủy canh này là hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn và đơn giản không cần bộ phận sục khí hoặc hồi lưu dung dịch dinh dưỡng mà vẫn đảm bảo pH của dung dịch ổn định (không bị chua hay kiềm tính). Hệ thống trồng cây của AVRDC đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới để sản xuất rau an toàn.

III. TRỒNG CÂY TRONG DUNG DỊCH

Trồng cây trong dung dịch có tên khoa học là hydroponics. Từ hydroponics bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp với gốc "Hydro" (nước) và "ponics" (công việc). Ở Việt Nam còn gọi thuật ngữ trồng cây trong dung dịch là "thủy canh" hay "thủy chủng".

1. Định nghĩa

Trồng cây trong dung dịch là kỹ thuật trồng cây không dùng đất, cây được trồng trực tiếp vào dung dịch dinh dưỡng.

2. Các loại dung dịch dinh dưỡng

Trồng cây trong dung dịch dinh dưỡng có nghĩa là cây được trồng trong nước hoặc dung dịch muối khoáng hoặc dung dịch các chất hữu cơ. Dựa vào thành phần của dung dịch dinh dưỡng mà Schropp (1951) đã chia dung dịch dinh dưỡng làm 4 loại sau:

- Dung dịch dinh dưỡng chỉ gồm có nước máy, nước mưa, nước ao, nước sông và nước biển,... Loại dung dịch này không cần thiết phải đưa thêm vào bất cứ một nguyên tố khoáng nào.

- Dung dịch dinh dưỡng chỉ gồm có một hoặc một số nguyên tố khoáng nhất định.

- Dung dịch dinh dưỡng gồm tất cả các nguyên tố đa lượng cùng với một nguyên tố đặc biệt nào đó đang cần theo dõi.

- Dung dịch dinh dưỡng có đầy đủ các nguyên tố cần thiết cho sự sinh trưởng, phát triển bình thường của cây.

Dựa trên quan điểm về kỹ thuật trồng cây (nuôi cây) và phương pháp đưa thêm các nguyên tố dinh dưỡng vào dung dịch, Schropp lại chia dung dịch dinh dưỡng ra 5 loại:

- Dung dịch dinh dưỡng “tĩnh”, nghĩa là hoàn toàn không thay đổi trong quá trình trồng cây hoặc chỉ thay đổi theo khoảng thời gian nhất định.

- Dung dịch dòng chảy, nghĩa là luôn luôn có sự thay đổi dung dịch dinh dưỡng (dung dịch dinh dưỡng “động”).

- Dung dịch dinh dưỡng vô trùng, nghĩa là dung dịch được khử trùng bằng cách hấp vô trùng để nuôi cấy (được sử dụng trong nuôi cấy mô- *in vitro*).

- Trồng cây trong không khí (khí canh) có phun vào rễ dung dịch dinh dưỡng theo chu kỳ nhất định.

- Trồng cây trong các giá thể (cát, sỏi, trấu hun, xơ dừa,...) có tưới dung dịch dinh dưỡng.

Cần nhớ rằng, các phương pháp trồng cây trong dung dịch dinh dưỡng cần có hai yếu tố quan trọng là sự thay đổi dung dịch và sự thông khí. Do vậy, các dung dịch dinh dưỡng có thể xếp làm hai loại: đó là loại “tĩnh” không thông khí và loại “động” có thông khí. Nếu theo tiêu chuẩn chính để phân loại dung dịch dinh dưỡng thì Schropp chia dung dịch dinh dưỡng ra 5 loại trên hợp lý hơn.

Tùy theo mục đích, yêu cầu của công việc trồng cây mà phương pháp trồng cây trong dung dịch cần phải giải quyết các vấn đề sau đây:

- Cung cấp một lượng dung dịch các nguyên tố khoáng nhất định với hàm lượng cố định của các ion khoáng.

- Tạo được các điều kiện kiểm tra, điều chỉnh dung dịch trong suốt quá trình sinh trưởng, phát triển của cây.

- Có điều kiện so sánh được nồng độ của các ion khác nhau trong dung dịch dinh dưỡng.

- Theo dõi và đánh giá thường xuyên được hệ thống rễ của cây.

Từ những yêu cầu cần thiết của phương pháp trồng cây trong dung dịch mà cho đến nay người ta đã đưa ra nhiều hệ thống thủy canh khác nhau được trình bày dưới đây.

3. Phân loại các hệ thống thủy canh

Dựa vào đặc điểm sử dụng dung dịch dinh dưỡng, có thể chia thành 2 kiểu hệ thống thủy canh chính như sau:

a) Hệ thống thủy canh tĩnh:

Đây là loại hệ thống thủy canh mà trong quá trình sử dụng để trồng cây, dung dịch dinh dưỡng không chuyển động. Hệ thống này có nhược điểm là thường thiếu oxy trong dung dịch và pH dung dịch dinh dưỡng dễ bị axit (chua).

b) Hệ thống thủy canh động:

Đây là hệ thống thủy canh mà trong quá trình trồng cây, dung dịch dinh dưỡng có chuyển động nên chi phí cao, nhưng dung dịch dinh dưỡng không thiếu oxy. Hệ thống thủy canh động được chia làm 2 loại:

- Hệ thống thủy canh mở: Những hệ thống thủy canh mà trong đó dung dịch dinh dưỡng không có sự tuần hoàn trở lại nên gây lãng phí dung dịch. Tuy nhiên, hệ thống này không phải đầu tư hệ thống bơm để bơm dung dịch dinh dưỡng tuần hoàn trở lại.

- Hệ thống thủy canh kín: Những hệ thống thủy canh động mà trong đó dung dịch dinh dưỡng có sự tuần hoàn trở lại nhờ một hệ thống bơm hút dung dịch dinh dưỡng ở bể chứa thấp đưa lên hệ thống máng trồng cây. Như vậy, hệ thống này chi phí ban đầu cao nhưng tiết kiệm được dung dịch dinh dưỡng.

Sau đây chúng ta đi chi tiết hơn vào các phương pháp trồng cây trong dung dịch dinh dưỡng đã được nghiên cứu và áp dụng trên thế giới.

• Trồng cây trong nước sâu (hệ thống của Gericke)

Đây là phương pháp trồng cây không dùng đất đầu tiên được đưa vào sản xuất do Gericke (1930) đề xuất và đã được triển khai ở Trạm nghiên cứu nông nghiệp bang California (Mỹ). Đặc điểm chính của phương pháp trồng này là rễ cây hoàn toàn hay một phần được nhúng trong dung dịch dinh dưỡng. Dung dịch dinh dưỡng này có thể ở trạng thái tĩnh hoặc tuần hoàn liên tục, có lớp cát ngăn ánh sáng không chiếu vào rễ. Cây được giữ trên lưới đặt trên một máng gỗ. Trên thực tế thử nghiệm thì phương pháp trồng cây này chưa hoàn thiện do oxy trong dung dịch dinh dưỡng không đầy đủ.

• Trồng cây thủy canh nổi (hệ thống hydroponic nổi)

Đây là một dạng trồng cây trong nước, trong đó cây được đỡ nằm trên mặt dung dịch bằng những bệ vật liệu chất dẻo (polystyrene xốp). Cây trồng trôi nổi trên bệ thả trong dung dịch hồi lưu được sục khí tạo thành một dòng bệ di chuyển trên máng. Hệ thống hydroponic nổi này chủ yếu được dùng để trồng rau ăn lá như xà lách, rau muống,

rau cải,... và cũng có thể trồng cây ăn quả, cây hoa có thân thấp, bụi như dâu tây, hoa đồng tiền,... Trồng cây theo phương pháp này, năng suất có thể không tăng so với trồng ngoài đất, nhưng năng suất tăng theo đơn vị diện tích bằng cách tăng mật độ trồng.

• *Trồng cây trong nước sâu có tuần hoàn*

Đây là phương pháp trồng cây tiên tiến trong nước sâu đã giải quyết được vấn đề mà hệ thống Gericke vấp phải. Hệ thống của Kyowa Hydroponica là hệ thống nửa sâu, trong hệ thống này thì dung dịch dinh dưỡng được bơm từ bể chứa qua máy hoà không khí rồi chảy vào trong luống trồng, từ đây chảy xuống mặt dưới luống và qua ống tràn chảy vào bể chứa. Các luống được lắp đặt từ các tấm dập khuôn bằng chất dẻo cứng, rễ cây đâm qua lỗ ở đáy và 2 bên chậu con bằng chất dẻo đặt trên nắp luống. Nhật Bản là nước áp dụng nhiều phương pháp này để sản xuất cà chua, dưa, xà lách và các loại rau ăn lá, ăn quả khác.

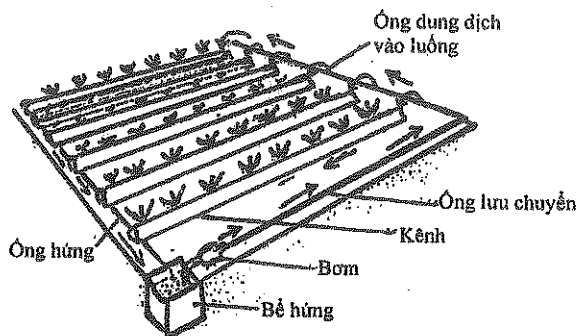
+ Hệ thống M không sử dụng bể chứa dung dịch cũng là một dạng của phương pháp trồng cây trong nước sâu có tuần hoàn. Dung dịch dinh dưỡng được dẫn ra bằng một bơm tuần hoàn chảy qua máy hoà không khí rồi đưa trở lại vào luống qua những lỗ nhỏ nằm ở dọc đáy luống

+ Một dạng khác của phương pháp trồng cây trong nước sâu có tuần hoàn là hệ thống EinGedi (Soffer và Levinger, 1980) đưa ra để khắc phục những hạn chế do tiếp nước và canh tác. Ở hệ thống này, rễ cây hoàn toàn chìm trong dung dịch dinh dưỡng sâu được lưu chuyển không khí liên tục. Độ sâu của dung dịch được khống chế bằng một ống chảy hoàn toàn tràn điều chỉnh được theo yêu cầu của mỗi loại canh tác và từng giai đoạn sinh trưởng của cây. Cách tiếp dung dịch theo kiểu phun dưới áp suất, tạo thành sương mù trên dung dịch đang chảy. Độ thông khí của hệ thống này rất tốt nên cây trồng sinh trưởng, phát triển tốt, đặc biệt cho kết quả lý tưởng đối với canh giâm để tạo rễ bất định.

+ Hệ thống KoMiZoMo là một dạng cổ điển của phương pháp trồng cây trong nước sâu tuần hoàn, luống thủy canh (hydroponic) với hai thành bê tông và lót polythene. Dung dịch dinh dưỡng cũng được tiếp nhờ máy bơm từ bể chứa qua máy hoà không khí rồi chảy vào luống trồng, sau đó chảy vào bể chứa qua ống tràn.

• *Trồng cây bằng kỹ thuật màng mỏng dinh dưỡng*

Kỹ thuật màng mỏng dinh dưỡng gọi là NFT (Nutrient Film Technique) là một hệ thống mới trồng cây trong dung dịch, có đặc trưng chỉ dùng một dòng dung dịch rất nông có 2 tác dụng: thứ nhất là những cây non ở trong chậu ươm có thể đứng trong máng và rễ cây nhanh chóng mọc vào trong dung dịch; thứ hai là tỷ lệ cao giữa diện tích bề mặt đối với khối lượng dung dịch nên cho phép thông khí tốt. Do chỉ dùng một lớp dung dịch nông nên không cần đến những luống trồng sâu và nặng; vì thế dễ thay đổi cách xếp đặt khi cần thiết và giảm chi phí sản xuất.



Hình 1.3. Những nét cơ bản của một hệ thống màng mỏng dinh dưỡng (NFT).
Dung dịch dinh dưỡng được bơm đến đầu cao nhất của máng rồi chảy xuống đầu thấp theo một dòng mỏng trước khi trở về bể hứng

Những đặc điểm cơ bản của hệ thống NFT:

- + Một bể hứng chứa dung dịch dinh dưỡng.
- + Một máy bơm tiếp dung dịch dinh dưỡng.
- + Những máng song song trong đó có trồng cây.
- + Một ống hứng (hồi lưu) để các máng thải dung dịch vào đó và dẫn dung dịch về bể hứng.
- + Bộ phận theo dõi và kiểm tra nồng độ chất dinh dưỡng, pH và mức nước của dung dịch dinh dưỡng để kịp thời điều chỉnh chúng cho phù hợp.

Một ưu điểm nổi bật của kỹ thuật màng mỏng dinh dưỡng (NFT) là cho phép điều chỉnh lượng nitơ phù hợp trong dung dịch dinh dưỡng để hàm lượng nitrat (NO_3^-) trong rau không vượt quá mức cho phép.

Các nước Anh, Bỉ, Hà Lan,... áp dụng hệ thống NFT để sản xuất xà lách, cà chua, dâu tây,... Ở vương quốc Anh, người ta đã trồng hoa cúc theo phương pháp NFT từ năm 1975 đến nay.

Ngày nay, các hệ thống trồng cây trong dung dịch tiên tiến đã được vi tính hoá, tự động hoá hoàn toàn để điều chỉnh độ pH, độ dẫn điện (EC); đo và điều chỉnh nồng độ dung dịch dinh dưỡng, độ thông khí cũng như cung cấp oxy cho rễ cây. Các hệ thống trồng cây này phần lớn được áp dụng để sản xuất sản phẩm an toàn ở các nước có nền kinh tế phát triển và công nghiệp hiện đại.

Rõ ràng là các hệ thống trồng cây trong dung dịch tuần hoàn rất phức tạp và khó triển khai vào sản xuất đối với các nước kém phát triển cũng như các nước đang phát triển do đầu tư quá cao cho hệ thống bơm tuần hoàn dung dịch để đảm bảo oxy cho rễ cây, chỉnh pH và hàm lượng các chất dinh dưỡng trong dung dịch. Một vấn đề nữa là khi trồng cây trong dòng chảy tuần hoàn, bệnh lây lan từ cây này sang cây khác rất nhanh khi trong hệ thống xuất hiện một cây bị bệnh.

Vấn đề khó khăn lớn nhất của kỹ thuật trồng cây trong dung dịch mà nó ảnh hưởng lớn đến sự triển khai đại trà để sản xuất rau an toàn là dung dịch dinh dưỡng luôn phải điều chỉnh pH cho phù hợp, phải sục khí để cung cấp oxy cho rễ và cho dung dịch chảy liên tục. Vấn đề này đã được khắc phục ở hệ thống trồng cây trong dung dịch đơn giản và tạo ra được dung dịch dinh dưỡng có tác dụng như kiểu dung dịch đệm giữ được pH ổn định, đó là hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn của Trung tâm nghiên cứu và phát triển rau châu Á (AVRDC).

• *Hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn của AVRDC*

Sau nhiều năm nghiên cứu, AVRDC đã đề xuất một hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn rất hiệu quả, đơn giản và dễ triển khai ở mọi quy mô (hộ gia đình, cơ sở sản xuất lớn...).

Hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn của AVRDC được coi là hệ thống tối ưu hiện nay, được áp dụng vào thực tế sản xuất ở nhiều nước trên thế giới trong đó có Việt Nam. Hệ thống này bao gồm:

+ Thùng chứa dung dịch dinh dưỡng (hộp xốp bằng polystyrene) có kích cỡ xác định cho rau ăn lá và rau ăn quả.

+ Rọ bằng nhựa (có nhiều lỗ xung quanh rọ) để đựng giá thể trồng cây, gieo hạt.

Theo nhiều nghiên cứu của AVRDC, giá thể trấu hun là tốt nhất nhưng có thể dùng vật liệu khác như: mẩu thừa của công nghiệp dệt và may mặc, gạch vụn, bấc bông, đá cuội, xơ dừa,... Các giá thể này có thể sử dụng lại nhiều lần nếu mỗi đợt trồng cây chưa biểu hiện nhiễm khuẩn, bệnh. Cần rửa sạch rọ và giá thể sau mỗi lần trồng cây.

+ Trên nắp hộp xốp được đục các lỗ để đặt rọ trồng cây.

Theo Hideo Imai và David Midmore (tác giả của hệ thống) thì:

- Nhiệt độ dung dịch dinh dưỡng 28°C là đặc trưng cho hệ thống thủy canh của AVRDC, sử dụng hộp xốp polystyrene thích hợp cho rễ cây sinh trưởng.

- Mức dung dịch trong hộp xốp phải đảm bảo độ sâu 15- 20 cm trong suốt quá trình sinh trưởng, phát triển của cây (nếu thấp hơn 15cm thì không có chỗ hình thành rễ khí - phần rễ ở khoảng không để hút oxy).

- Không cần sục khí để cung cấp oxy cho rễ cây.

- Nước sử dụng cho hệ thống hydroponic của AVRDC phải có chất lượng cao. Nước thải, nước chất lượng kém làm giảm năng suất rau.

- Mật độ trồng nên cao hơn 10- 20% so với trồng ngoài đồng.

Hệ thống thủy canh của AVRDC có những đặc điểm sau:

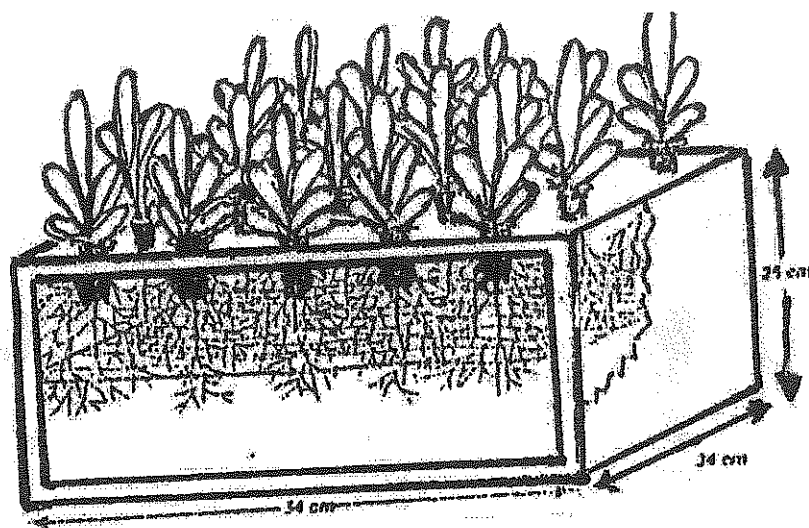
+ Dung dịch dinh dưỡng phù hợp cho hầu hết các loại cây trồng, đặc biệt là rau. pH của dung dịch dinh dưỡng ổn định.

+ Có khoảng cách thích hợp giữa mặt nước và gốc cây tạo điều kiện cho một phần rễ nằm lơ lửng trong không khí, phần rễ còn lại nhúng trong dung dịch để hút nước và dinh dưỡng. Do vậy, cây sinh trưởng tốt mà không cần sục khí.

+ Hộp xốp kín đựng dung dịch dinh dưỡng có tác dụng cách nhiệt làm nhiệt độ trong dung dịch tương đối ổn định, ấm về mùa đông và mát về mùa hè; và tránh ánh sáng cho bộ rễ, tạo điều kiện thuận lợi cho sự sinh trưởng, phát triển của cây.

+ Hộp gọn nhẹ, dễ di chuyển khi cần tránh mưa gió bão,... đơn giản dễ làm, đặt bất cứ chỗ nào như hành lang, ban công, sân thượng,...

Hệ thống cây trồng trong dung dịch không tuần hoàn cải tiến của AVRDC được thể hiện ở mô hình dưới đây:



Hình 2.3. Hệ thống trồng cây trong dung dịch của Trung tâm nghiên cứu và phát triển rau châu Á (AVRDC)

• Hệ thống trồng cây thủy canh phổ biến

Có thể nói phương pháp trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn của AVRDC là đơn giản, dễ làm và hiệu quả. Nhưng trên thực tế chúng ta còn có thể sử dụng những vật liệu đựng trong dung dịch hết sức đơn giản và đa dạng để trồng cây như thùng xốp, chậu nhựa, chậu sứ cho đến lốp ô tô, túi nilon, ống tre,... để đựng dung dịch. Giá thể đỡ cây có thể là cát, trấu hun, vụn than đá, xơ dừa, mùn cưa,... Nhìn chung các vật liệu trồng cây của kỹ thuật trồng cây theo hệ thống thủy canh phổ biến rẻ tiền, thậm chí không phải mua. Kỹ thuật trồng cây này nhiều năm qua được phổ biến rộng rãi ở các nước châu Mỹ, khu vực Nam Á đã và đang cho một nguồn rau an toàn đáng kể cả về số lượng cũng như phong phú về chủng loại để tự cung cấp tại chỗ cho các gia đình và nhu cầu xã hội được Tổ chức FAO rất khuyến khích phát triển.

IV. TRỒNG CÂY TRÊN GIÁ THỂ CÓ TƯỚI DUNG DỊCH DINH DƯỠNG

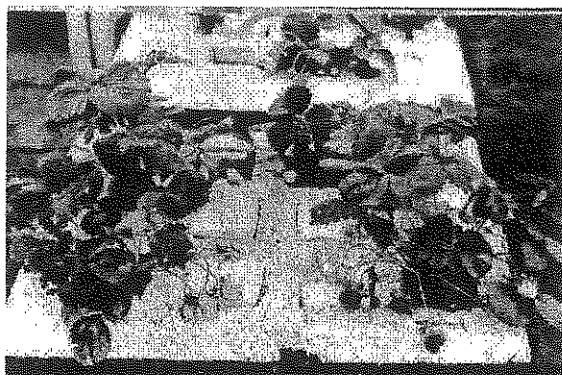
Với các phương pháp trồng cây trong dung dịch nói trên, rễ cây có thể hoàn toàn nằm trong dung dịch dinh dưỡng, một phần nằm trong dung dịch dinh dưỡng và một phần lơ lửng trong không khí hay toàn bộ rễ cây lơ lửng trong không khí (trồng cây bằng kỹ thuật màn sương dinh dưỡng - aeroponic). Như vậy, các kỹ thuật trồng cây này đã hoàn toàn loại bỏ được môi trường đất. Chúng ta còn có thể trồng cây trên các giá thể tro, cứng không phải là đất như cát, sỏi, đá, vụn than, trấu hun, xơ dừa, hay phối trộn trấu hun + xơ dừa, xơ dừa + vụn than,... Các giá thể này được đựng trong các loại chậu, thùng xốp bằng polystyrene, máng gỗ hay máng bằng bê tông, túi nilon,...

Trồng cây trên giá thể là kỹ thuật trồng cây không dùng đất, cây được trồng trực tiếp trên các giá thể hữu cơ hay giá thể tro cứng có tưới dung dịch dinh dưỡng.

Như vậy giá thể là môi trường rắn cho rễ cây đâm vào mà không phải là đất. Có rất nhiều giá thể khác nhau nhưng theo FAO có thể xếp các giá thể vào hai loại: giá thể hữu cơ tự nhiên và giá thể vô cơ (giá thể tro cứng).



Hình 3.3. Dâu tây trồng thủy canh tại một nông hộ ở Nhật Bản



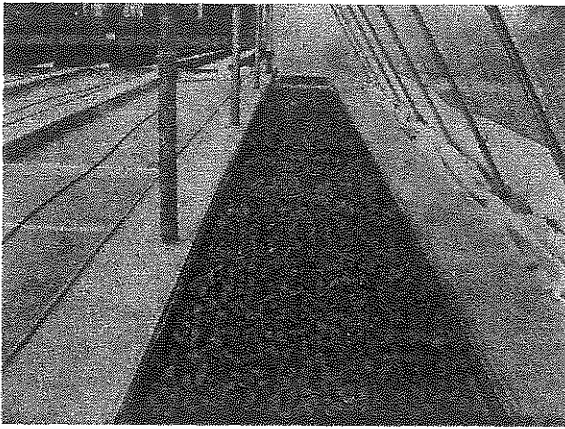
Hình 4.3. Dâu tây trồng thủy canh tại Đại học Nông nghiệp I Hà Nội



Hình 5.3. Cà chua giống VR2 trồng thủy canh



Hình 6.3. Bồn chứa khay nổi trồng thủy canh cây giống thuốc lá tại Việt Nam



Hình 7.3. Rau cải trên bè nổi trồng tại Kiến An (Hải Phòng)

1. Trồng cây trên giá thể hữu cơ tự nhiên

a) Than bùn:

Than bùn là giá thể hữu cơ rất tốt đối với cây trồng và thường được sử dụng với hệ thống trồng cây trong túi (tùy theo cây trồng và túi to hay nhỏ mà trồng số cây trong túi, có thể 2 - 3 cây). Giá thành của giá thể này khá cao nhưng sau mỗi vụ, phơi khô than bùn, làm vụn và khử trùng ta lại tiếp tục sử dụng để trồng cây được.

b) Mùn cưa:

Mùn cưa là phế phẩm trong sản xuất chế biến gỗ, dùng làm giá thể hữu cơ có khả năng giữ ẩm tốt. Nếu mùn cưa trộn thêm cát để trồng cây sẽ tốt hơn là dùng riêng mùn cưa bởi hỗn hợp phối trộn này phân bố độ ẩm tốt hơn. Tuy nhiên, các loại gỗ khác nhau có sản phẩm mùn cưa khác nhau và không phải sản phẩm mùn cưa của loại gỗ nào cũng thích hợp như nhau đối với cây trồng. Có loại mùn cưa độc với cây, đặc biệt không sử dụng mùn cưa từ gỗ đã ngâm, tẩm thuốc bảo quản. Ở nhiều nước trên thế giới, mùn cưa được sử dụng rộng rãi để trồng cà chua, dưa chuột, xà lách và các loại rau ăn lá, ăn quả khác.

c) Vỏ cây:

Vỏ cây tươi, khô hoặc vỏ cây đã ủ đều được sử dụng làm giá thể để trồng cây. Vỏ cây cũng chứa các chất độc, tuy ở mức độ khác nhau tùy theo từng loại cây, các chất độc này sẽ cản trở sự sinh trưởng, phát triển của cây trồng và làm giảm năng suất. Vỏ cây tươi có chứa tanin và giữ ẩm kém nên thời gian đầu (2 - 3 tuần) cây sinh trưởng kém, sau đó sinh trưởng và phát triển tốt do tanin đã phân hủy. Có thể lấy than bùn lắng từ nước thải nhà máy giấy đã xử lý để làm giá thể. Như vậy sẽ có lợi cho môi trường, cho cây và cả cho nhà máy giấy.

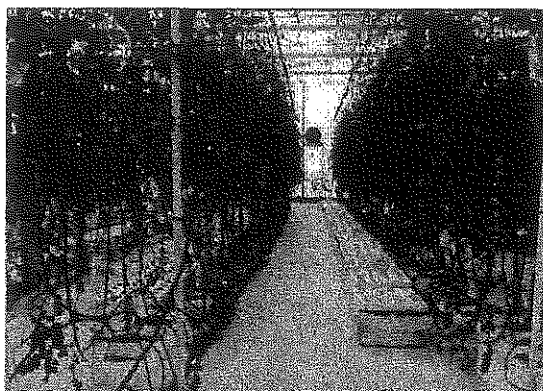
d) Xơ dừa:

Xơ dừa được lấy từ vỏ quả dừa, nghiền nhỏ, đóng thành bánh để khô. Khi sử dụng cần ngâm nước, xơ dừa là giá thể có khả năng giữ nước tốt nhưng nó dễ gây ung cho

một số loại cây trồng. Xơ dừa có thể sử dụng trong hệ thống trồng thành luống hoặc làm giá thể trồng thủy canh trong hệ thống tĩnh...

e) Trấu hun:

Trấu hun là mảnh vỏ lúa (sau khi đã lấy gạo) đem chất đống và hun đến một nhiệt độ mà có thể diệt hết mầm mống bệnh, vỏ trấu đã đen nhưng chưa thành tro. Trấu hun là giá thể hữu cơ, thoát nước tốt, thích hợp với nhiều loại cây trồng. Trong trấu hun chứa một lượng lớn kali có tính kiềm, có thể tái sử dụng. Trấu hun là loại phế phẩm rất phổ biến trong nông nghiệp, sẵn có ở Việt Nam. Cũng như xơ dừa, sử dụng trấu hun làm giá thể trồng cây mang lại hiệu quả kinh tế cao và có thể tái sử dụng trong hệ thống trồng thành luống, giá thể trong hệ thống trồng thủy canh tĩnh,...



Hình 8.3. Sup lơ và cà chua trồng trên giá thể trấu hun tưới dung dịch dinh dưỡng theo phương pháp nhỏ giọt tại Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội.

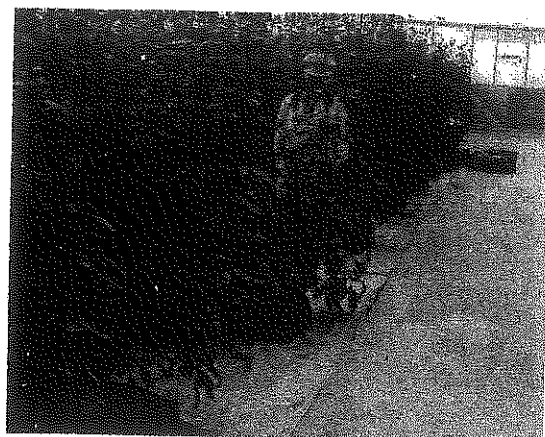
2. Trồng cây trên giá thể trơ cứng

a) Cát, sỏi:

Đây là loại giá thể trơ điển hình và thường được sử dụng trong các hệ thống mở. Trồng cây trên giá thể cát có lợi là dễ tìm kiếm, rẻ tiền nhưng phải thanh trùng khi sử dụng. Ngoài cát tồn tại ở dạng hạt, nếu hạt càng nhỏ thì cát càng mịn do đó tiêu nước càng khó, độ thoáng khí càng thấp nên cây sinh trưởng kém. Dùng cát có độ hạt lớn từ 0,1 mm - 2,0 mm và sỏi có độ lớn từ 1 cm - 5 cm, được rửa sạch, khử trùng, sấy hay phơi khô rồi đưa vào các chậu, thùng xốp hoặc lên luống, v.v... để trồng cây.

b) Perlite:

Perlite là dẫn xuất của núi đá lửa chứa silic, ở nhiệt độ 1000°C. Perlite tiêu nước, thông thoáng tốt và có tính ổn định về tính chất vật lý, tính trơ hoá học với hầu hết các mục đích sử dụng. Perlite có chứa 76,9 % nhôm (Al), do một phần Al này giải phóng ra ngoài làm giảm độ pH (đây cũng là nhược điểm chính của perlite) nên người ta thường sử dụng perlite cùng với các giá thể khác.



Hình 9.3. Cà chua trồng trên giá thể Perlite tưới dung dịch dinh dưỡng theo phương pháp nhỏ giọt tại Kiến An (Hải Phòng)

c) Giá thể hữu cơ tổng hợp:

Đây là những chất liệu hữu cơ nhân tạo, có tính trơ hoá học đối với phần lớn các mục đích sử dụng như polystyrene xốp, bột ureaformaldehyt, polyurethane... Đặc biệt các chất bột có gốc phenol ở dạng hạt được nhiều người quan tâm để trồng cây trong túi. Loại giá thể này được sử dụng trồng nhiều loại rau ăn lá, rau ăn quả như cà chua, dưa chuột, ớt, rau cải ... cho năng suất cao nhưng hiệu quả không cao do giá thành đắt.

Ngoài ra người ta còn dùng giá thể vermiculite là một loại magiê - nhôm silicat ngậm nước dưới dạng tinh thể dẹt. Dưới tác dụng của nhiệt, giá thể này nở ra, tách thành lá và trở thành vật liệu nhẹ, khi đó nó có tính kiềm (do có đá vôi magiê trong quặng nguyên thủy), giữ nước tốt.

Trồng cây trên giá thể hữu cơ hay giá thể trơ cứng, có thể tưới trực tiếp dung dịch dinh dưỡng vào giá thể với số lượng nhất định bằng kỹ thuật tưới mưa nhân tạo hoặc nhỏ giọt.

3. Dung dịch dinh dưỡng

Dung dịch dinh dưỡng là hỗn hợp các muối khoáng và các chất hữu cơ hoà tan trong nước. Các cây xanh có khả năng quang hợp thì dung dịch dinh dưỡng cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cây chỉ cần các nguyên tố khoáng (nguyên tố đa lượng và vi lượng).

Dung dịch dinh dưỡng gồm tất cả các nguyên tố đa lượng và vi lượng gọi là *dung dịch dinh dưỡng đầy đủ*. Dung dịch dinh dưỡng thiếu một nguyên tố nào đó gọi là *dung dịch dinh dưỡng không đầy đủ*.

Dung dịch dinh dưỡng đầu tiên để trồng cây do nhà sinh lý thực vật Knop sản xuất vào giữa thế kỷ 19 (gọi là dung dịch Knop). Loại dung dịch này có thành phần rất đơn giản chỉ gồm 6 loại muối vô cơ, trong đó chứa các nguyên tố vi lượng.

Sau đó, hàng loạt các dung dịch dinh dưỡng để nuôi trồng cây ra đời từ dung dịch đơn giản nhất như dung dịch Hoagland- Arnon chỉ gồm 4 hợp chất muối vô cơ cho đến những dung dịch phức tạp gồm hàng loạt muối vô cơ khác nhau như dung dịch của Arnon, của Sinsadze, của Olsen,...

Ngày nay người ta đã sử dụng rất nhiều loại dung dịch khác nhau, tùy theo từng loại cây mà sử dụng dung dịch cho thích hợp. Tuy nhiên mỗi dung dịch dinh dưỡng trồng cây thì các muối khoáng đều được lựa chọn sao cho có một tỷ lệ thích hợp giữa các nguyên tố trong dung dịch và tránh được hiện tượng đối kháng ion. Tất cả các dung dịch đều có một nồng độ nhất định theo % hoặc theo mol hay g/lít và mg/lít.

a) Một số hỗn hợp dinh dưỡng phổ biến để trồng cây

+ Dung dịch Knóp:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ngâm nước	1g/lít	KCl	0,125 g/lít
KH_2PO_4	0,25g/l	FeCl_3	1% (3 - 4 giọt).
MgSO_4	0,25g/l		
KNO_3	0,25g/l		

pH: 6 - 7. Trồng các loại rau ăn lá.

Dung dịch Knóp cũng có thể pha đơn giản bằng cách pha trộn những dung dịch của các muối dinh dưỡng riêng biệt được pha chế từ trước:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1%	-	8mg/l
KH_2PO_4	5%	-	4mg/l
KNO_3	10%	-	2mg/l
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1%	-	2mg/l
KCl	10%	-	1mg/l
Xitrat sắt	0,8%	-	5mg/l

+ Dung dịch Alten:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ không ngâm nước	0,492g/l	K_2SO_4	0,523g/l
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$ không ngâm nước	0,117g/l	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,861g/l
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,123g/l	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,139g/l
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	0,120g/l		

pH: 6 - 7,2. Trồng ngô và các cây khác.

+ Dung dịch FA0:

Đa lượng		Vi lượng	
KN ₀₃	0,281g/l	MnSO ₄ .4H ₂ O	0,0025g/l
MgSO ₄	0,498g/l	H ₃ B ₃	0,0025g/l.
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1,074g/l	ZnSO ₄	0,005g/l
KH ₂ PO ₄	0,135g/l	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,0008g/l
KOH	0,023g/l	Na ₂ Mo.H ₂ O	0,0012g/l
K ₂ SO ₄	0,254g/l		
Fe- EDTA	0,010g/l		

pH: 7- 7,4. Trồng các loại rau ăn lá và rau ăn quả.

+ Dung dịch Steiner:

KN ₀₃	0,281g/l	K ₂ SO ₄	0,225g/l
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1,074g/l	KOH	0,023g/l
MgSO ₄	0,498g/l	Fe	0,025g/l
KH ₂ PO ₄	0,135g/l	Vi lượng khác	0,005g/l

+ Dung dịch Ginne:

KN ₀₃ -	0,0368g/l	(NH ₄) ₂ SO ₄ -	0,064g/l
NaNO ₃ -	0,0512g/l	MgSO ₄ .7H ₂ O -	0,25g/l
(NH ₄) ₂ HP ₀₄ -	0,25g/l	KCl -	0,25g/l
Fe ₃ (PO ₄).4H ₂ O -	0,25g/l	FeCL ₃ dung dịch 5% 3 giọt	

+ Dung dịch Mitrelich:

Ca(NO ₃) ₂ không ngâm nước	0,80g/l	NaCl -	0,02g/l
hay Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1,15g/l	KH ₂ PO ₄ -	0,17g/l
KN ₀₃	0,30g/l	MgSO ₄ .7H ₂ O -	0,20g/l
NH ₄ NO ₃	0,08g/l		

+ Dung dịch Onxen:

KN ₀₃ -	149 mg/l	H ₃ B ₀₃ -	0,4 mg/l
Ca(NO ₃) ₂ -	168 mg/l	ZnSO ₄ .7H ₂ O -	0,2 mg/l
KH ₂ PO ₄ -	23 mg/l	CuSO ₄ .7H ₂ O -	0,1 mg/l
MgSO ₄ .7H ₂ O -	101 mg/l	(NH ₄) ₂ MoO ₄ -	0,05 mg/l
MnSO ₄ .4H ₂ O -	0,4 mg/l	Fe-xitrat 1% -	5 giọt

+ *Dung dịch Crone:*

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	-	0,25 g/l	$\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$	-	0,50 g/l
$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2.2\text{H}_2\text{O}$	-	0,25 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,50 g/l
KNO_3	-	1,00 g/l			

Hỗn hợp chứa các muối khó tan, duy trì sự thay đổi từ từ của dung dịch dinh dưỡng. Do đó khi bón vào cát dung dịch này cần trộn cẩn thận.

+ *Dung dịch Richtera:*

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ không ngâm nước	-	0,50 g/l	KH_2PO_4	-	0,20 g/l
hay $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2.4\text{H}_2\text{O}$	-	0,72 g/l	$\text{FeSO}_4.4\text{H}_2\text{O}$	-	0,04 g/l
KNO_3	-	0,20 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,25 g/l

+ *Dung dịch Sac:*

KNO_3	-	1,00 g/l	$\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$	-	0,50 g/l
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	-	0,50 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,50 g/l
FeCl_3 5% dung dịch 1 giọt			NaCl	-	0,50 g/l

+ *Dung dịch Pfefe (Pfeffere):*

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ không ngâm nước	-	1,33 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,33 g/l
hay $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2.4\text{H}_2\text{O}$	-	1,92 g/l	KH_2PO_4	-	0,33 g/l
KNO_3	-	0,33 g/l			
KCl	-	0,16 g/l			
FeCl_3 5% dung dịch	-	1 giọt			

+ *Dung dịch Hoagland - Arnon:*

Dung dịch 1:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ không ngâm nước	-	0,82045 g/l	KH_2PO_4	-	0,13609 g/l
KNO_3	-	0,50555 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,24076 g/l

Dung dịch 2:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ không ngâm nước	-	0,65636 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,24076 g/l
KNO_3	-	0,60666 g/l	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	-	0,11503 g/l

+ *Dung dịch Moliel:*

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	-	0,80 g/l	$\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$	-	0,40 g/l
KH_2PO_4	-	0,40 g/l	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,40 g/l
$\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	-	0,08 g/l			

B) Dung dịch nguyên tố vi lượng đối với những hỗn hợp dinh dưỡng phổ biến:

+ Dung dịch "A - Z" theo Hoabland:

H_3BO_3	-	11g	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	-	1g
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	-	7g	TiO_2	-	1g
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	-	1g	$LiCl$	-	0,5g
$ZnSO_4$	-	1g	$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	-	0,5g
$Al_2(SO_4)_3$	-	1g	KI	-	0,5g
$NiSO_4 \cdot 6H_2O$	-	1g	KBr	-	0,5g

Lượng muối trên pha tan trong 18 lít nước. Cho thêm 1 - 1,5 ml dung dịch vào 1 lít hỗn hợp dinh dưỡng phổ biến.

+ Dung dịch Bertlo:

$Fe_2(SO_4)_3$	-	50,0 mg/l	$ZnSO_4$	-	100 mg/l
$MnSO_4$	-	2,0 mg/l	$CuSO_4$	-	50 mg/l
KI	-	0,5 mg/l	$BeSO_4$	-	100 mg/l
$NiCl_2$	-	50 mg/l	H_3BO_3	-	50 mg/l
$CoCl_2$	-	50 mg/l	H_2SO_4	-	50 mg/l
$TiSO_4$	-	200 mg/l			

Cho 1 giọt dung dịch này vào 1 lít dung dịch dinh dưỡng không chứa nguyên tố vi lượng.

+ Dung dịch Braunera - Bukach:

$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	-	350 mg/l	$Co(NO_3)_2$	-	50 mg/l
H_3BO_3	-	500 mg/l	TiO_2	-	50 mg/l
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	-	50 mg/l	$LiCl$	-	25 mg/l
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	-	50 mg/l	KBr	-	25 mg/l
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	-	50 mg/l	KI	-	25 mg/l
$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	-	50 mg/l	$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	-	25 mg/l

Cho 1 ml dung dịch này vào 1 lít dung dịch dinh dưỡng phổ biến.

Trồng cây theo phương thức thủy canh cần lưu ý rằng, cây hấp thụ Fe qua rễ phụ thuộc không những vào pH của dung dịch mà còn phụ thuộc vào dạng Fe đưa vào dung dịch. Do đó trồng cây trong dung dịch thường bị bệnh thiếu Fe mặc dù lượng Fe trong dung dịch đầy đủ với pH thích hợp. Nếu ta sử dụng phức hệ Fe có tên EDTA (etylen -

diamin - tetraoctan). Ion Fe giải phóng từ hợp chất Fe - EDTA trong dung dịch được cây sử dụng rất tốt trong suốt quá trình trồng ở dải pH tương đối rộng. Thông thường người ta đưa vào dung dịch từ 5 -10 mg Fe- EDTA /lít, nếu cho vào dung dịch lượng cao hơn cây sẽ bị ngộ độc Fe.

Sự sinh trưởng, phát triển và tạo năng suất của cây phụ thuộc nhiều vào pH dung dịch nuôi cây. Một trong những khó khăn cho sự phát triển thủy canh rộng rãi là pH dung dịch dinh dưỡng phải được điều chỉnh cho phù hợp đối với yêu cầu của từng loại cây, chúng có khả năng hút cation và anion từ các muối dinh dưỡng “kiềm sinh lý” và “chua sinh lý” khác nhau. Dinh dưỡng cation hay anion đều gây ảnh hưởng rõ đến pH dung dịch. Dinh dưỡng cation có nhiều H^+ được vận chuyển từ môi trường bên ngoài vào tế bào chất của tế bào cây làm tăng pH dung dịch dinh dưỡng. Dinh dưỡng anion làm giảm pH dung dịch do hoạt động của ATPaza đẩy H^+ ra dung dịch bên ngoài. Vì vậy, trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây, pH dung dịch nuôi cây không ổn định mà có sự biến đổi tùy theo nhu cầu dinh dưỡng khoáng của cây.

Tuy nhiên, những năm gần đây người ta đã nghiên cứu và đưa ra nhiều dung dịch dinh dưỡng trồng cây không dùng đất cho nhiều loại cây như dung dịch FA0, AVRDC, v.v... có sự thay đổi pH không nhiều trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây luôn ở khoảng pH thích hợp (6,0 - 7,2) mà không cần điều chỉnh pH.

EC (Electrical conductivity) là số đo của phần muối hoà tan trong dung dịch dinh dưỡng thủy canh, EC là một nhân tố dẫn điện (Conductivity factor). Giá trị của EC cho biết chỉ số của chất dinh dưỡng có mặt trong dung dịch mà chúng bị hấp thu bởi rễ cây. Do đó khi biết được chỉ số EC của dung dịch dinh dưỡng cũng rất quan trọng trong công nghệ trồng cây bằng kỹ thuật thủy canh. Chỉ số EC phản ánh cây trồng hút bao nhiêu chất dinh dưỡng và từ đó ta điều chỉnh EC (nghĩa là cung cấp đầy đủ dinh dưỡng không chỉ theo tổng lượng yêu cầu mà còn cung cấp thường xuyên) thích hợp cho cây trồng sinh trưởng, phát triển thuận lợi nhất. Theo khuyến cáo của những nhà chuyên môn thì giá trị EC thích hợp cho hầu hết các loại cây trồng là 0,5 mS/cm - 2,5 mS/cm.

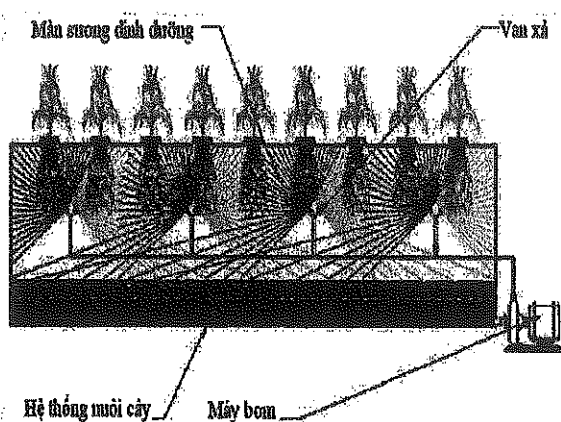
V. HỆ THỐNG KHÍ CANH (AEROPONICS)

Theo định nghĩa của Steiner: Khí canh là hệ thống mà rễ cây được đặt trong môi trường bão hoà với các giọt dinh dưỡng liên tục hay gián đoạn dưới dạng sương mù hay phun. John Hason (1980) mô tả hệ thống aeroponics như sau: Cây được trồng trong những lỗ ở các tấm polystyrene xốp hoặc vật liệu khác nhưng rễ cây được treo lơ lửng trong môi trường không khí phía dưới tấm đỡ. Trong hộp có hệ thống phun mù, hộp được che kín sao cho rễ trong hộp ở trong bóng tối và rễ cây luôn được giữ ẩm bằng cách phun định kỳ 2 -3 phút 1 lần (mỗi lần khoảng 4 - 5 giây). Với hệ thống này không phải dùng giá thể trơ, dinh dưỡng được phun trực tiếp vào rễ, oxy (O_2) được cung cấp đầy đủ. Tuy nhiên, hệ thống khí canh có hạn chế là cây không được khoẻ như trồng bằng các phương pháp khác, do rễ cây không có chỗ tựa nên thường cuộn rối vào nhau

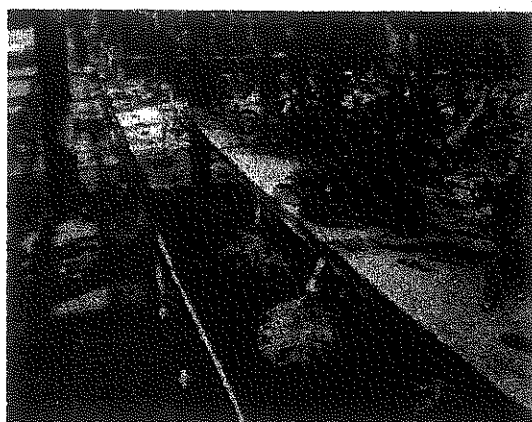
và có ít lông hút. Phương pháp trồng theo hệ thống khí canh cần đầu tư lớn và khó thực hiện được trên những loại cây có thời gian sinh trưởng dài ngày và có bộ rễ lớn như cà chua, dưa chuột...

Dung dịch dinh dưỡng cung cấp cho rễ cây trồng theo phương pháp khí canh cần đầy đủ các chất dinh dưỡng, đặc biệt cần các chất có nhiều năng lượng. Ví dụ: Phân Supe Vegetable 11-2-7 là loại phân chuyên dùng cho cây rau có đầy đủ các nguyên tố đa lượng, vi lượng, các vitamin, enzym, axit amin và axit humic... cần thiết cho cây rau sinh trưởng, phát triển tốt và cho năng suất, chất lượng cao.

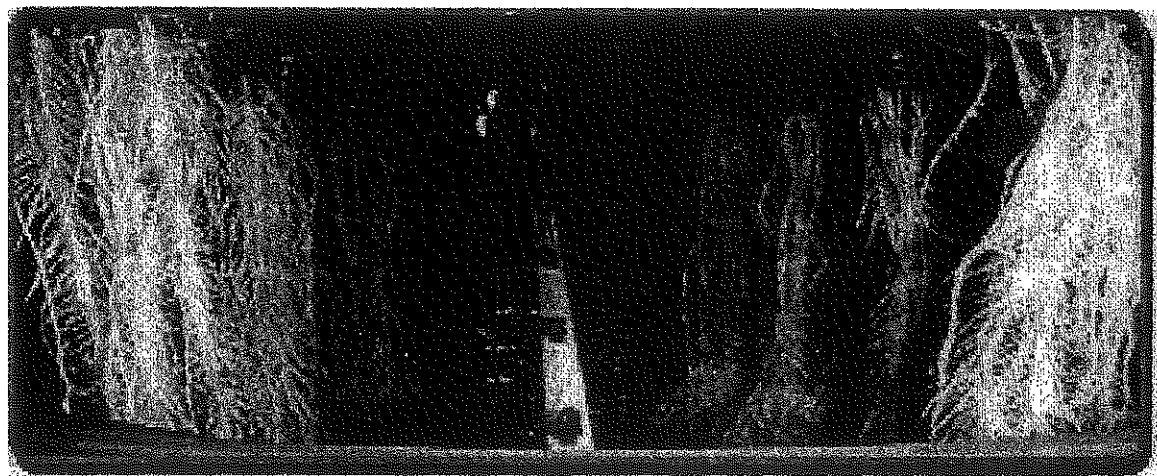
Thành phần chủ yếu của phân Super Vegetable bao gồm các nguyên tố sau: Total Nitrogen (N): 11,0%; Available phosphate (P_2O_5): 2,0%; Soluable potable (K_2O): 7,0%; các nguyên tố vi lượng Fe, Cu, Mn, Zn; các axit amin threonin, aspartic, glutamic, prolin, glycin, arginin, valine và axit humic: 7,8%; pH = 6 - 7.



a



b



c

Hình 10.3. a - Mô hình hệ thống khí canh (aeroponic).
b, c - Ứng dụng khí canh trong sản xuất hoa, rau ...

VI. ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT

Theo tài liệu của FAO thì trồng cây không dùng đất trong nghề làm vườn có một số ưu điểm và nhược điểm sau:

1. Ưu điểm của kỹ thuật trồng cây không dùng đất

a) Những ưu điểm chung:

• Điều chỉnh được dung dịch dinh dưỡng cho cây trồng

Đối với cây trồng trong đất, việc điều chỉnh dinh dưỡng thích hợp cũng như loại bỏ những nguyên tố có hại cho cây trồng là rất khó khăn. Nhưng trồng cây trong dung dịch hay trên giá thể trơ, cứng có sử dụng dung dịch dinh dưỡng, ta có thể chọn dung dịch dinh dưỡng phù hợp nhất cho từng loại cây trồng, loại bỏ được những thành phần có hại hay ảnh hưởng xấu đến sự sinh trưởng, phát triển của cây. Các chất dinh dưỡng cần thiết cho cây được cung cấp kịp thời, đặc biệt có khả năng kiểm tra, điều chỉnh pH thích hợp cho rễ cây hút nước và hút khoáng tốt nhất. Vì vậy, trồng cây trong dung dịch là điều kiện lý tưởng để cây sinh trưởng, phát triển tốt, cho năng suất cao và sản phẩm an toàn.

• Giảm bớt yêu cầu về lao động

Kỹ thuật trồng cây trên đất phải tiến hành những công việc thường xuyên như làm đất, làm cỏ, xới xáo,... còn kỹ thuật trồng cây không dùng đất thì loại bỏ hoàn toàn những công việc trên.

• Dễ tưới nước

Dễ tưới nước là ưu thế chính của kỹ thuật trồng cây không dùng đất so với các phương thức sản xuất rau khác trên đất. Nước được cung cấp kịp thời, đầy đủ và đồng đều như phương pháp màng mỏng dinh dưỡng,...

• Dễ thanh trùng

Đối với đất việc khử trùng, loại bỏ tác nhân gây bệnh là vô cùng khó khăn đối với sản xuất nông nghiệp. Nhưng trong các hệ thống trồng cây không dùng đất thì việc khử trùng, loại bỏ tác nhân gây hại cho cây rất đơn giản, chỉ cần rửa bằng formaldehyd loãng rồi tráng lại bằng nước sạch hay thay các tấm polythrene trong lòng máng là bảo đảm an toàn.

• Nâng cao năng suất cây trồng

Do chủ động kiểm soát được các chất dinh dưỡng cây trồng hấp thu nên theo AVRDC trồng cây không dùng đất cho năng suất cao và ổn định, so với trồng cây trên đất tăng từ 25 - 500% chủ yếu do tăng vụ (có thể trồng được liên tục).

b) Những ưu điểm trong những điều kiện đặc biệt:

• Ở những nơi đất không thích hợp cho việc trồng cây hay không có đất như hải đảo, thành phố, nhà cao tầng ở các khu chung cư thì phương thức trồng cây không

dùng đất đã tạo ra khả năng sản xuất rau quả tại chỗ, cung cấp rau quả tươi, có chất lượng cao.

- Ở những vùng đất khô hạn thiếu nước ngọt thì trồng cây không dùng đất sẽ tiết kiệm được một lượng nước lớn do không có hiện tượng tiêu hao nước ở vùng rễ và bốc hơi trên bề mặt do các máng trồng cây không dùng đất đều được che phủ (hoặc được đựng trong hộp xốp như hệ thống cải tiến của AVRDC). Đặc biệt đối với các hệ thống kín - hồi lưu dung dịch thì trồng cây không dùng đất trở thành rất ưu việt trong những nơi phải khử mặn nước mới trồng cây được.

2. Nhược điểm của trồng cây không dùng đất

- *Đầu tư ban đầu lớn, giá thành cao*

Chi phí cao là nhược điểm chính của phương thức trồng cây không dùng đất (chi phí cho trang thiết bị như thùng xốp, giá thể, nhà lưới, bơm, tưới tiêu, bể chứa,... mà trồng cây trên đất không phải chi phí). Vì vậy giá thành cao là do đầu tư ban đầu lớn nên đã cản trở việc triển khai kỹ thuật thủy canh, đặc biệt đối với những nước nghèo và thuận lợi trong việc trồng cây trên đất.

- *Yêu cầu trình độ kỹ thuật cao*

Để áp dụng thành công phương thức trồng cây không dùng đất thì yêu cầu người thực hiện phải có sự hiểu biết toàn diện về sinh lý cây trồng, về hoá học cũng như về kỹ thuật trồng trọt.

- *Đòi hỏi nguồn nước sạch*

Theo D.J. Midmore, yêu cầu về độ mặn trong nước dùng trong các hệ thống trồng cây không dùng đất cần nhỏ hơn 2500 ppm. Do vậy phải sử dụng nguồn nước đảm bảo những tiêu chuẩn nhất định. Nhìn chung sử dụng nước máy, nước giếng để trồng cây thủy canh là đạt yêu cầu.

- *Sự lan truyền bệnh nhanh*

Khi mầm bệnh đã xuất hiện thì trong thời gian rất ngắn chúng đã lan truyền ở toàn bộ hệ thống trồng thủy canh, đặc biệt càng nhanh hơn với các hệ thống kín hoặc dùng lại dung dịch dinh dưỡng.

VII. ỨNG DỤNG CỦA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT

Sau khi hệ thống trồng cây không dùng đất của Gericke ra đời (năm 1930), ở nhiều nước trên thế giới đã đi sâu vào nghiên cứu và triển khai ứng dụng kỹ thuật này trên quy mô sản xuất thương mại, đặc biệt là các nước phát triển. Từ các hệ thống trồng cây chi phí thấp dùng cho các giá thể tự nhiên sẵn có và tưới thủ công cho tới các hệ thống đất

tiền và tinh vi, hiện đại theo kiểu công nghiệp như sử dụng giá thể tro nhân tạo như len đá (rockwood). Các hệ thống trồng cây không dùng đất luôn luôn được cải tiến phù hợp với điều kiện kinh tế của từng quốc gia trên thế giới. Hệ thống trồng cây trong dung dịch cải tiến của Trung tâm Nghiên cứu và phát triển rau châu Á (AVRDC), hệ thống trồng cây màn sương dinh dưỡng (khí canh), công nghệ trồng cây không dùng đất của Israel... với hệ thống điều chỉnh tự động tất cả các yêu cầu của cây như ánh sáng, nhiệt độ, nước, không khí, dung dịch dinh dưỡng...

Được mệnh danh là kỳ quan trên thế giới về trồng cây không dùng đất từ thế kỷ XVIII đó chính là vườn treo Babylon ở Mehicô. Sau Chiến tranh thế giới lần 2, để đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm (nhất là rau quả tươi), Mỹ đã xây dựng một cơ sở sản xuất rau ở Nhật Bản trong đó 2 ha trồng rau ăn quả và rau ăn lá bằng kỹ thuật thủy canh để cung cấp rau quả tươi, an toàn cho quân đội Mỹ. Nước Mỹ sử dụng kỹ thuật này để trồng nhiều các loại hoa như layon, cúc, cẩm chương ...

Nhật Bản là nước phát triển trồng cây không dùng đất khá phổ biến, người Nhật chỉ ăn dâu tây trồng thủy canh cũng như trồng các loại rau quả khác cho năng suất đạt kỷ lục cao: cà chua 130 - 140 tấn/ha/năm, dưa leo 250 tấn/ha/năm và xà lách 70 tấn/ha/năm...

Ở Pháp, đến năm 1975 việc trồng cây không dùng đất chỉ giới hạn trong nghiên cứu và những ứng dụng đặc biệt, tổng diện tích chỉ khoảng 10 ha. Ngày nay nước Pháp đang phát triển mạnh kỹ thuật trồng cây không dùng đất cho cây hoa và cây rau ăn lá, ăn quả với diện tích trên 300 ha.

Hà Lan là nước phát triển công nghệ trồng cây không dùng đất mạnh nhất trên thế giới, tổng diện tích hiện nay khoảng trên 3600 ha. Nước này sẽ tiến tới xóa bỏ diện tích trồng rau ăn lá và rau ăn quả trên đất để rau không phải nhiễm thuốc trừ sâu. Nam Phi trên 400ha, Anh, Ý, Tây Ban Nha, Hàn Quốc... mỗi nước có hàng trăm hecta trồng cây trong dung dịch. Đài Loan cũng là nơi được Trung tâm Nghiên cứu và phát triển rau châu Á giúp đỡ nhiều nhất nên kỹ thuật trồng cây không dùng đất nói chung và trồng cây trong dung dịch nói riêng được ứng dụng rộng rãi, phổ biến đến từng hộ gia đình để trồng rau an toàn từ trong các hệ thống trồng đơn giản đến các hệ thống hiện đại, v.v...

Các vùng sa mạc có khí hậu khắc nghiệt nên phần lớn các loại rau được trồng trong các nhà kính theo công nghệ trồng cây không dùng đất, có năng suất cao hơn rất nhiều so với trồng ngoài đồng ruộng.

Đặc biệt ở nhiều nước trên thế giới đã và đang ứng dụng công nghệ trồng cây không dùng đất để ươm cây con giống trong các nhà lưới, nhà kính trước khi đem trồng ngoài đồng ruộng mang lại hiệu quả kinh tế cao vì chủ động được cây giống, thời vụ và chất lượng cây giống tốt nên cho năng suất cao. Ví dụ: ở Mỹ người ta ươm cây giống thuốc lá trong khay nổi, giá thể trong khay thường là than bùn trộn lẫn với các than thực vật, perlite để sản xuất hàng triệu cây giống thuốc lá có chất lượng cao trước khi đem trồng ngoài đồng ruộng.

Ở Việt Nam, công nghệ trồng cây không dùng đất còn mới mẻ nhưng kỹ thuật này đang được người sản xuất, người tiêu dùng rất quan tâm vì nó cung cấp sản phẩm an toàn nên sẽ phát triển mạnh trong tương lai.

Trung tâm rau quả Hà Nội có một khu nhà kính áp dụng kỹ thuật trồng cây không dùng đất với các trang thiết bị hiện đại nhất đã đi vào hoạt động (10.000 m²). Trung tâm công nghệ cao Kiến An (Hải Phòng) cũng xây dựng gần 8.000 m² nhà lưới tiên tiến để sản xuất rau an toàn theo công nghệ này. Các quy trình kỹ thuật từ tưới nước, bón phân, điều chỉnh nhiệt độ, ánh sáng, ẩm độ, không khí, pH, EC của dung dịch dinh dưỡng đều được tự động hoá. Các thiết bị công nghệ cũng như quy trình kỹ thuật này được nhập trọn gói từ Israel. Hiện nay các cơ sở này đang sản xuất cà chua, dưa chuột, dưa xanh, ớt ngọt, xà lách, rau cải, hoa hồng.

Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội có 600 m² nhà lưới do dự án KC.07.20 đầu tư để nghiên cứu và sản xuất rau an toàn theo công nghệ trồng cây không dùng đất. Tại đây nghiên cứu và sản xuất rau ăn lá và rau ăn quả như súp lơ xanh, dưa chuột, cà chua, xà lách bước đầu thu được kết quả khả quan.

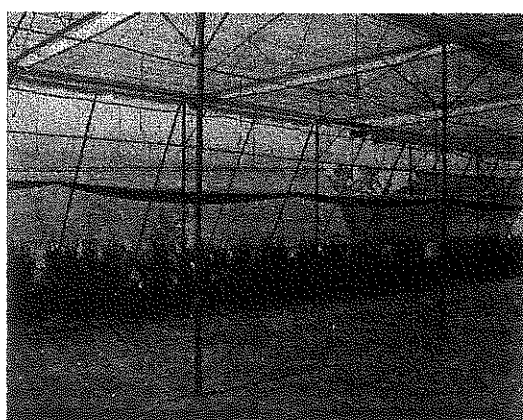
Xí nghiệp dinh dưỡng Thăng Long (thuộc chi nhánh Công ty phân bón Sông Gianh) đã áp dụng kỹ thuật trồng thủy canh của AVRDC với diện tích 4000m², trong tương lai là 18.000 m² để sản xuất rau an toàn các loại với mục đích thương mại.

Trường Trung cấp Nông nghiệp Hà Nội, Trung tâm giống cây trồng Phú Thọ (thành phố Việt Trì) cũng đã xây dựng hàng trăm m² nhà lưới để sản xuất rau an toàn bằng kỹ thuật trồng thủy canh.

Trường Đại học Khoa học tự nhiên đã tiến hành nghiên cứu và đưa ra được dung dịch dinh dưỡng phù hợp cho các loại rau trồng thủy canh. Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam cũng đã tiến hành nghiên cứu trồng củ ngọt và các loại rau khác trong dung dịch mang lại hiệu quả cao.



Hình 11.3. Cà chua trồng trên giá thể Perlite tưới dung dịch dinh dưỡng theo phương pháp nhỏ giọt tại Kiến An (Hải Phòng)



Hình 12.3. Kỹ thuật trồng cây theo phương pháp màn sương dinh dưỡng tại Kiến An (Hải Phòng)

Bộ môn Sinh lý thực vật, Viện Sinh học Nông nghiệp (Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội) đã nhiều năm nghiên cứu, cải tiến công nghệ trồng thủy canh để giảm giá thành (về dung dịch dinh dưỡng, vật liệu...) và đã thu được kết quả tốt, ứng dụng chuyển giao kỹ thuật cho nhiều cơ sở sản xuất, các hộ gia đình trong các thành phố... đặc biệt công nghệ trồng cây không dùng đất được áp dụng rất thành công ở giai đoạn sau nuôi cấy mô (*in vitro*), tỷ lệ cây sống cao và sinh trưởng tốt hơn rất nhiều so với trồng trên các giá thể khác.

Nhiều cơ sở sản xuất rau ở thành phố Hồ Chí Minh, Đà Lạt cũng đã áp dụng công nghệ trồng cây không dùng đất để sản xuất rau an toàn cung cấp cho người dân thành phố. Các dự án sản xuất lớn các loại rau, hoa, quả đang được thực hiện tại hai thành phố này.

Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội là nơi nghiên cứu và triển khai tốt dự án trồng cây không dùng đất, có nhiều cải tiến kỹ thuật trồng thủy canh và thu được kết quả rất khả quan (bảng 1.3).

**Bảng 1.3. Năng suất một số cây trồng trong dung dịch (thủy canh)
của Trường ĐHNH Hà Nội**

TT	Cây trồng		Nguồn gốc	Thời vụ		Năng suất	
						g/hộp (*)	kg/m ²
1	Cà chua	G. VR2	Đài Loan	Vụ đông		1310	5,26
				Vụ xuân		1060	3,91
		G. HT7	VN-ĐHNH	Vụ xuân		1730	6,93
				Xuân muộn		960	3,84
				Hè sớm		1130	4,53
		G. XH2	Đài Loan	Vụ xuân		1450	5,81
2	Ớt			Xuân muộn		1040	4,17
				Hè sớm		1250	4,99
		G. Chia vôi	VN	Xuân hè		850	3,38
		G. Chi Lê	Nhập nội	Xuân hè		900	3,60
		G. Mỹ	Nhập nội	Xuân hè		760	3,04
		G. Angelic	Nhập nội	Thu đông		140	0,75
4	Khoai lang ăn lá		Nhập nội	Đông xuân	Đợt 1	140	0,78
					Đợt 2	180	1,06
					Đợt 3	169	0,95
5	Rau Diếp	Lecture LT0089	AVRDC	30/6-11/8		396,1	1,58
		Grand rapid	AVRDC	30/6-11/8		241,4	0,97
		TOP 423	AVRDC	30/6-11/8		90,5	0,36
		TOP 419	AVRDC	30/6-11/8		47,4	0,19
		LT0087	AVRDC	30/6-11/8		52,7	0,23
		LT0004	AVRDC	30/6-11/8		111,6	0,45
		Grand rapid	AVRDC	14/8-23/9		573,0	2,29
6	Cải trắng	Paisai	AVRDC	30/6-11/8		188,9	0,76
			Tropica	30/6-11/8		270,1	1,08
			VN	30/6-11/8		307,1	1,23
		Paisai	AVRDC	14/8-23/9		743,0	2,97
			VN	14/8-23/9		1015,0	4,06
			VN	14/8-23/9		973,0	3,89
		Paisai	AVRDC	15/8-7/10		630,9	2,52
			VN	15/8-7/10		815,4	3,26
7	Cải xanh		VN	30/6-11/8		385,1	0,78
			VN	14/8-23/9		308,0	1,23
8	Cải cúc		VN	30/6-11/8		14,9	0,06

Nguồn: Viện Sinh học Nông nghiệp và Bộ môn Sinh lý thực vật (ĐHNH Hà Nội)

(*) Diện tích hộp = 0,25 m²

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG III

1. Phương pháp trồng cây không dùng đất là gì?
2. Lịch sử phát triển của kỹ thuật trồng cây không dùng đất?
3. Hãy định nghĩa thế nào là trồng cây trong dung dịch (thủy canh). Dựa vào đâu mà Schropp chia dung dịch dinh dưỡng ra 5 loại và hiệu dung dịch dinh dưỡng “tĩnh” và “động” là gì?
4. Trình bày các hệ thống trồng thủy canh và những ưu, nhược điểm của chúng?
5. Trình bày hệ thống trồng cây trong dung dịch không tuần hoàn của AVRDC?
6. Hãy trình bày những ưu, nhược điểm của kỹ thuật trồng cây trên các giá thể hữu cơ?
7. Nêu thành phần của dung dịch dinh dưỡng và sự thay đổi cơ bản của dung dịch ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển của cây trồng thủy canh?
8. Trình bày những ưu điểm, nhược điểm của kỹ thuật trồng cây không dùng đất?
9. Trình bày các nghiên cứu và ứng dụng của công nghệ trồng cây không dùng đất trên thế giới và Việt Nam?

Chương IV

QUANG HỢP CỦA QUẦN THỂ CÂY TRỒNG

- Trên cơ sở những hiểu biết về bản chất của quá trình hình thành năng suất và chất lượng sản phẩm cây trồng mà ta có thể đề ra các biện pháp điều chỉnh hoạt động quang hợp đạt tối ưu.

- Hiểu được hiệu suất sử dụng ánh sáng vào quang hợp trên lý thuyết và thực tế của quần thể cây trồng.

- Nắm được các đặc điểm của cây trồng “lý tưởng” trong quần thể ruộng và hoạt động quang hợp.

- Nắm được vai trò của lá trong hoạt động quang hợp và tăng năng suất, chất lượng cây trồng để điều chỉnh diện tích lá tối ưu cho quần thể ruộng.

- Trên cơ sở các hiểu biết về quang hợp mà các nhà nghiên cứu về cây trồng đề xuất các biện pháp điều khiển quang hợp thích hợp nhất để tăng năng suất và chất lượng nông sản phẩm.

I. HỆ SỐ SỬ DỤNG QUANG NĂNG CỦA QUẦN THỂ CÂY TRỒNG

Kết quả nghiên cứu của Nitriporovich đã chứng minh rằng: Quang hợp là quá trình cơ bản quyết định năng suất cây trồng. Quang hợp tạo ra 90-95% tổng số lượng chất khô mà cây trồng tích lũy được trong suốt đời sống của mình. Nhà sinh lý thực vật thiên tài người Nga Timiriazev đã nói: “Bằng cách điều khiển chức năng quang hợp, con người có thể khai thác cây xanh vô hạn” và nhà sinh lý thực vật Hà Lan Dewitt đã tính rằng nếu chỉ sử dụng 5% năng lượng ánh sáng mặt trời, cây trồng đã cho năng suất gấp 4-5 lần năng suất cao nhất hiện nay (vùng ôn đới khoảng 125 tạ/ha, vùng nhiệt đới khoảng 250 tạ/ha). Rõ ràng ngành trồng trọt là một hệ thống sử dụng chức năng quang hợp của cây xanh và tất cả các biện pháp của hệ thống trồng trọt đều nhằm mục đích làm sao để bộ máy quang hợp hoạt động có hiệu quả nhất. Trồng trọt chính là ngành “kinh doanh” năng lượng mặt trời.

Để làm sáng tỏ mối liên quan giữa hoạt động của bộ máy quang hợp và năng suất cây trồng, Nitriporovich đã biểu diễn mối liên quan này bằng phương trình sau:

$$NS_{Kt} = \frac{(F_{CO_2} \cdot L \cdot K_f \cdot K_{kt})_{1,2,...n}}{100.000} \quad (\text{tạ/ha})$$

Trong đó: NS_{Kt} - Năng suất kinh tế (năng suất chất khô tích lũy trong các cơ quan kinh tế như: hạt, củ, bắp, quả,...); F_{CO_2} - Cường độ quang hợp ($mgCO_2 / dm^2 / giờ$); L - Diện tích lá làm nhiệm vụ quang hợp (diện tích đồng hoá); K_f - Hệ số hiệu quả của quang hợp; K_{kt} - Hệ số kinh tế; n - Thời gian hoạt động của diện tích đồng hoá và 100.000 là số đổi ra tạ/ha.

Như vậy, năng suất kinh tế (NS_{Kt}) phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Nhịp điệu sinh trưởng của bộ máy quang hợp - diện tích đồng hoá (L).
- Thời gian (n) hoạt động của bộ máy quang hợp.
- Cường độ quang hợp (FCO_2).
- Hệ số hiệu quả của quang hợp (Kf).
- Hệ số kinh tế (Kkt).

Những yếu tố trên phụ thuộc vào thành phần tạo nên hệ quang hợp, tức là phụ thuộc vào những cá thể của hệ (giống cây trồng), phụ thuộc vào cấu trúc của hệ về mặt không gian (sự sắp xếp giữa các cá thể, các tầng của bộ máy quang hợp) để sao cho cây trồng sử dụng được năng lượng ánh sáng mặt trời với hệ số cao nhất; phụ thuộc vào hoạt tính của hệ trong quá trình trao đổi chất (hấp thu vật chất, vận chuyển, tích lũy, đồng hoá và biến đổi) và hoạt động trao đổi năng lượng của hệ như trao đổi nhiệt, hấp thu năng lượng trao đổi nước,...

Do đó muốn tăng năng suất cây trồng, chúng ta phải điều khiển hệ quang hợp về thành phần tạo nên hệ, cấu trúc của hệ và hoạt tính của hệ để quang hợp hoạt động tốt nhất.

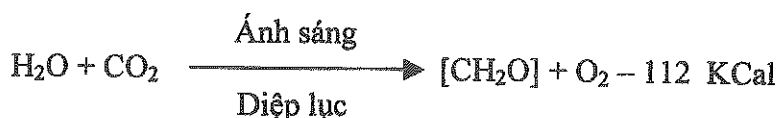
Để có năng suất kinh tế (NSkt) cao thì cây trồng phải có năng suất sinh vật học (NSsvh) cao, tức là cây phải hấp thu năng lượng ánh sáng mặt trời để tiến hành quang hợp. Trong suốt chu kỳ sống của mình thì cây chỉ nhận được 50% năng lượng của các tia sáng tới, còn 50% cây không hấp thu được (vì khi cây còn nhỏ phần lớn ánh sáng chiếu xuống đất, khi cây có bộ lá tốt thì một phần tia sáng chiếu xuyên qua lá xuống đất, phần khác bị phản xạ lại). Trong 50% ánh sáng mà cây hấp thu được thì chỉ $\frac{1}{2}$ là các tia (bức xạ) ánh sáng mặt trời có lợi cho quang hợp. Như vậy cây chỉ sử dụng được 25% của tổng năng lượng ánh sáng mặt trời chiếu xuống vào quá trình quang hợp. Trong 25% bức xạ có hoạt động quang hợp này thì để đồng hoá được 1 phân tử CO_2 cần 8 lượng tử (theo lý thuyết) và cần 28% năng lượng ánh sáng. Trong đó 8% bị tiêu hao do hô hấp, còn lại 20% ánh sáng để tạo năng suất sinh vật học (NSsvh). Nhưng 20% ánh sáng tạo năng suất sinh vật học này là của 25% năng lượng bức xạ có hoạt động quang hợp nên hiệu suất sử dụng ánh sáng của cây sẽ là:

$$\frac{25\% \times 20\%}{100\%} = 5\%$$

Như vậy trong điều kiện tối ưu quần thể cây trồng sử dụng được 5% năng lượng ánh sáng để hoạt động quang hợp tạo năng suất sinh vật học. Trên thực tế do điều kiện sinh thái bất thuận cho cây trồng nên để đồng hoá 1 phân tử CO_2 không phải 8 lượng tử mà có thể tới 16 - 20 lượng tử. Vì vậy, trong trồng trọt cây chỉ sử dụng được từ 0,5% đến 2% năng lượng ánh sáng tới. Hiện nay có một số giống lúa lai có hiệu suất sử dụng ánh sáng đạt 5% thì năng suất sinh vật học khá cao (có thể cho 250 tấn chất khô/ha/năm).

Ta có thể giải thích tại sao cần 8 lượng tử để đồng hoá 1 phân tử CO_2 và 28% năng lượng ánh sáng cây hô hấp thu được dùng để tạo ra chất hữu cơ trong cây khi tiến hành quang hợp với ánh sáng trắng.

Theo phương trình quang hợp:



Để đồng hoá 1 phân tử CO_2 cần vận chuyển $4e^-$ (4 điện tử). Theo nguyên tắc 1 lượng tử kích thích 1 phân tử diệp lục và phóng ra 1 e^- (theo lý thuyết), như thế để giải phóng 1 phân tử O_2 cần 4 lượng tử ánh sáng. Nhưng để 2 hệ thống quang hoá I và II hoạt động thì cần tối thiểu là 8 lượng tử.

$$\text{Sự tiêu tốn lượng tử} = \frac{\text{Số lượng tử hút vào}}{1 \text{ phân tử } \text{CO}_2}$$

$$\text{Hiệu suất lượng tử} = \frac{\text{Số phân tử } \text{CO}_2 \text{ đồng hoá}}{\text{Số lượng tử hút vào}}$$

Như vậy sự tiêu tốn lượng tử là 8 và hiệu suất lượng tử của quang hợp là 1/8 ($\approx 0,125$). Với ánh sáng xanh $\lambda = 450 \text{ nm}$, có năng lượng là 65 Kcal/mol-photon, ánh sáng đỏ $\lambda = 680 \text{ nm}$, có năng lượng là 43 Kcal/mol-photon và ánh sáng trắng có năng lượng 50Kcal/mol-photon thì hệ số sử dụng năng lượng ánh sáng sẽ là:

$$\text{Ánh sáng xanh : } \frac{112 \times 100}{65 \times 8} \approx 20\%$$

$$\text{Ánh sáng đỏ : } \frac{112 \times 100}{43 \times 8} \approx 33\%$$

$$\text{Ánh sáng trắng : } \frac{112 \times 100}{50 \times 8} \approx 28\%$$

II. CẤU TRÚC QUẦN THỂ CÂY TRỒNG VÀ HOẠT ĐỘNG QUANG HỢP

Ruộng là một quần thể gồm nhiều cá thể ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Như ta đã nói ở phần trên nếu tính bình quân cả chu kỳ sinh trưởng của cây và với các loài cây khác nhau chỉ sử dụng được từ 0,5% đến 2% năng lượng tới vào việc tổng hợp chất hữu cơ, tạo nên năng suất sinh vật học của cây. Do đó nếu hệ số sử dụng quang năng của quần thể cây trồng càng cao thì năng suất sinh vật học càng cao. Theo tính toán toàn bộ thực vật trên trái đất hàng năm tạo khoảng trên 120 tỷ tấn chất hữu cơ và với trên 6 tỷ người hiện nay đang sống trên trái đất này cần gần 1 tỷ tấn sản phẩm dinh dưỡng. Như vậy, vấn đề nguồn thực phẩm vẫn là một trong những vấn đề gay gắt nhất của loài người.

Tuy nhiên con người có thể giải quyết được lương thực nếu có biện pháp cải tạo đúng và sử dụng hợp lý chức năng quang hợp của cây xanh. Những biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học chính là các biện pháp nâng cao hệ số sử dụng quang năng của quần thể cây trồng. Có nhiều biện pháp nâng cao hệ số sử dụng quang năng của quần thể cây trồng nhưng biện pháp kỹ thuật làm tăng diện tích lá thông qua chỉ số diện tích lá (m^2 lá/ m^2 đất) tối ưu và thời gian hoạt động quang hợp dài nhất để có thể năng quang hợp đồng ruộng lớn nhất (m^2 lá/ngày/ha) mang tính quyết định. Các giống cây trồng khác nhau có chỉ số diện tích lá và thể năng quang hợp cũng khác nhau, vì vậy cấu trúc và hoạt động quang hợp của quần thể cây trồng phụ thuộc rất nhiều vào hình thái lá, góc lá so với thân, chiều cao,... của mỗi giống cây trồng.

1. Cấu trúc của cây trồng lý tưởng

Trong việc tăng hoạt tính quang hợp của cây trồng, chúng ta thấy rất rõ những tiến bộ lớn của những năm gần đây trong việc tạo ra các giống cho năng suất cao. Tuy còn một số quan điểm khác nhau về giống cây trồng cho năng suất cao hay “cây trồng lý tưởng” nhưng đều thống nhất rằng muốn có năng suất cao, cây phải sử dụng bức xạ mặt trời với hiệu quả tốt nhất (hiệu suất sử dụng ánh sáng cao). Theo quan điểm chọn giống theo di truyền quang hợp thì “cây trồng lý tưởng” cần đạt được các chỉ tiêu sau:

a) Giống cây có chiều cao trung bình:

Cây trồng khác nhau có chiều cao cây khác nhau và mục đích sử dụng khác nhau nhưng nhìn chung nếu giống cây cao sẽ bị che cóm lẫn nhau khi tăng mật độ trồng và tăng dinh dưỡng, cây dễ bị đổ, năng suất giảm. Ví dụ: giống lúa cao trung bình có bộ lá đứng thẳng, ít bị che cóm lẫn nhau khi tăng mật độ cây trồng và tăng dinh dưỡng và quang hợp mạnh sẽ thúc đẩy quá trình vận chuyển các chất đồng hoá về bông và hạt tốt làm cho bông to, hạt đầy, khối lượng 1000 hạt cao.

b) Lá cây có cường độ quang hợp cao và thời gian quang hợp dài:

Khi cây có diện tích lá phù hợp và chỉ số diện tích lá (m^2 lá/ m^2 đất) thích hợp thì cường độ quang hợp ($mg\ CO_2/dm^2$ lá/giờ) sẽ quyết định năng suất sinh vật học (NSSvh). NSSvh cây C_4 cao hơn NSSvh cây C_3 vì cây C_4 có cường độ quang hợp cao hơn cây C_3 . Cường độ quang hợp của lá cây cao hay thấp phụ thuộc vào đặc tính di truyền của giống (đặc tính quan trọng là có enzym hấp thụ CO_2 cao). Trên thực tế có giống cường độ quang hợp không cao nhưng cho NSSvh cao vì giống này có tổng diện tích lá tham gia quang hợp tăng và thời gian quang hợp dài. Ví dụ: quang hợp của lá đồng cây lúa liên quan rất nhiều đến năng suất nên các biện pháp kỹ thuật để tăng và kéo dài thời gian quang hợp lá đồng là rất cần thiết.

c) Giống có cấu trúc hình thái thuận lợi:

Các giống cây trồng khác nhau có cấu trúc hình thái khác nhau nhưng trong quần thể cây trồng thì cây cần phải có một kết cấu quần thể thích hợp (bụi cây gọn, hình thái lá, góc nghiêng của lá so với thân,...) để có hệ số tiêu sáng nhỏ, ánh sáng có thể xuyên

sâu hơn xuống các tầng lá dưới nên nâng cao được chỉ số diện tích lá tối ưu. Muốn vậy, cây phải có chiều cao trung bình, dáng cây gọn, lá dài rộng trung bình và đứng (góc giữa lá với thân lá $\leq 30^\circ$) là thích hợp, phù hợp với định luật Bia (Monsi và Saeki, 1952)

$$I_F = I_0 \cdot e^{-KF}$$

Trong đó: I_0 - Cường độ tia sáng tới trên bề mặt ruộng.

I_F - Cường độ ánh sáng trong quần thể cây trồng ở tầng lá có chỉ số diện tích lá F .

K - Hệ số hấp thu ánh sáng của lá (hệ số tiêu sáng).

F - Chỉ số diện tích lá.

e - Cơ số của logarit tự nhiên.

Ví dụ: Đối với ruộng lúa người ta thường tính hệ số tiêu sáng K của ruộng để tìm ra chế độ ánh sáng của ruộng. Hệ số K có ý nghĩa quan trọng nhất khi ruộng lúa đạt chỉ số diện tích lá đạt cao nhất.

Hệ số K ở gốc cây lúa thay đổi từ 0,5 đến 0,9 và nó tăng dần lên theo thời gian sinh trưởng của cây, hệ số K nhỏ nhất 0,3- 0,6 rơi vào giữa thời kỳ sinh trưởng ở ruộng có năng suất cao. Giống có khả năng chịu phân cao có hệ số $K \approx 0,5 - 0,75$, còn giống lúa có tính chịu phân kém có $K \approx 0,75 - 1,0$.

Hệ số tiêu sáng K trong quần thể ruộng phụ thuộc vào:

+ Diện tích lá trên điểm tính càng lớn thì K càng nhỏ do K tính theo công thức:

$$K = - \ln \frac{I_F}{I_0} : F$$

+ Cường độ ánh sáng càng thấp thì K càng lớn vì $\frac{I_F}{I_0}$ nhỏ thì $-\ln \frac{I_F}{I_0}$ lớn.

Do vậy ở tầng lá dưới có cường độ ánh sáng thấp nên K tăng lên mặc dù diện tích lá ở tầng dưới có thể tăng.

Từ công thức của Monsi, có thể tính được chỉ số diện tích lá cao nhất trong quần thể ruộng.

$$F = - \ln \frac{I_F}{I_0} : K$$

Cấu trúc hình thái thuận lợi của cá thể là cơ sở để cấu tạo nên quần thể tốt và muốn tính được chỉ số diện tích lá (F) thì ta phải biết được cường độ ánh sáng của điểm bù tức là cường độ ánh sáng mà ở đó cường độ quang hợp bằng cường độ hô hấp.

Theo công thức trên nếu đo được điểm bù ánh sáng (I_p) là 2.000 lux vào tháng 4 đối với lúa xuân hè. Tại Việt Nam I_0 (cường độ ánh sáng trung bình hàng ngày của tháng có diện tích lá đạt cao nhất) là $0,38 \text{ cal/cm}^2/\text{phút} = 25.308 \text{ lux}$. (Tổng bức xạ tháng 4 là $293 \text{ cal/cm}^2/\text{phút} = 25.308 \text{ lux}$) và hệ số tiêu sáng K của ruộng là 0,7 đối với giống lúa cao cây có bộ lá nằm ngang và 0,4 đối với giống lúa thấp cây (có bộ lá đứng) thì chỉ số diện tích lá ($\text{m}^2 \text{ lá/m}^2 \text{ đất}$) sẽ được tính như sau:

$$F_{(\text{gốc lá nằm ngang})} = -\ln \frac{2000}{25.308} : 0,7 = \frac{-\ln 0,079}{0,7} = \frac{2,5383}{0,7} = 3,6$$

$$F_{(\text{gốc lá đứng})} = -\ln \frac{2000}{25.308} : 0,4 = \frac{-\ln 0,079}{0,4} = \frac{2,5383}{0,4} = 6,3$$

d) Cây có cơ quan kinh tế lớn:

Những cây trồng mà đối tượng thu hoạch chủ yếu là quả, hạt, bắp, củ,... thì khái niệm về năng suất kinh tế rất quan trọng. Năng suất kinh tế (NS_{kt}) là lượng chất khô mà cây tích lũy được ở các bộ phận có giá trị kinh tế đối với con người như hạt, quả, củ,... trên một đơn vị diện tích trồng trọt trong khoảng thời gian nhất định (vụ, năm hay một chu kỳ sinh trưởng). NS_{kt} được tính theo công thức:

$$NS_{kt} = NS_{svh} \cdot K_{kt} \quad (K_{kt} - \text{hệ số kinh tế})$$

Vì vậy, muốn nâng cao NS_{kt} cần phải nâng cao NS_{svh} và K_{kt} (hệ số kinh tế). Hệ số kinh tế được tính bằng tỷ số giữa năng suất kinh tế (NS_{kt}) và năng suất sinh vật học (NS_{svh}):

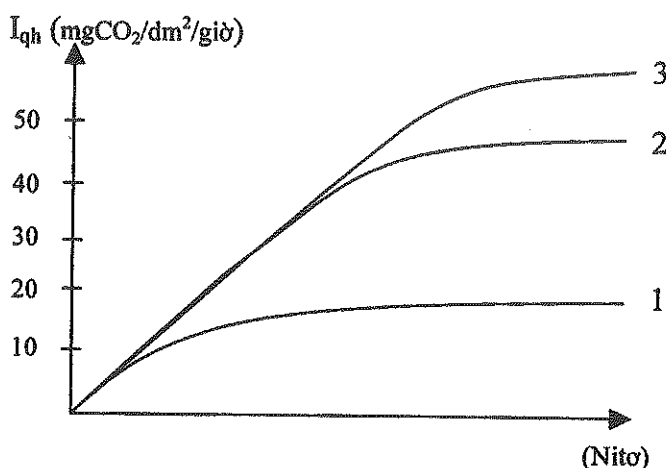
$$K_{kt} = \frac{NS_{kt}}{NS_{svh}}$$

Hệ số kinh tế biểu thị khả năng tích lũy chất khô về các cơ quan có giá trị kinh tế. Chính vì vậy mà các biện pháp kỹ thuật để tăng dòng vận chuyển chất hữu cơ cây đồng hoá được về cơ quan kinh tế như cung cấp nước đầy đủ, bón phân hợp lý, gieo trồng đúng thời vụ,... Cũng như việc sử dụng chất điều tiết sinh trưởng để tăng tỷ lệ đậu hoa, quả là những việc làm rất cần thiết trong nghề làm nông nghiệp. Tuy nhiên giá trị tối đa của hệ số kinh tế (K_{kt}) còn phụ thuộc rất nhiều vào đặc tính di truyền của giống. Những giống có hệ số kinh tế cao thì có năng suất cao. Các giống lúa cũ của Việt Nam có hệ số kinh tế thấp (0,2- 0,4) có khả năng cho năng suất từ 3-4 tấn hạt/ha/vụ là tối đa. Hiện nay chúng ta có nhiều giống lúa lai mới có hệ số kinh tế từ 0,5- 0,6 và có thể cho năng suất kinh tế từ 8-12 tấn/ha/vụ. Rõ ràng cây có hệ số kinh tế lớn (K_{kt}) thì bao giờ cũng cho năng suất kinh tế cao. Vì vậy, hệ số kinh tế lớn là chỉ tiêu quan trọng của "cây trồng lý tưởng".

e) Cây có cảm ứng cao với độ phì của đất:

Diện tích đất canh tác ngày càng thu hẹp lại do tốc độ đô thị hoá nhanh và công nghiệp phát triển, cho nên chúng ta phải thâm canh cao để trên một đơn vị diện tích trồng trọt nhất định nào đó cho sản phẩm lương thực có ích tối đa. Nito là nguyên tố quyết định năng suất cây trồng nhưng nếu bón nhiều đạm cây sẽ sinh trưởng không hợp lý và bị lốp đổ như lúa, ngô, đậu tương,...

Do đó ta phải có những cây trồng có cảm ứng cao với độ phì của đất, nghĩa là cây sinh trưởng hợp lý khi bón lượng phân nhiều (nhất là nito) - cây có cơ quan đồng hoá đạm cao. Thực tế cho thấy, giống có phản ứng với đạm thấp có bộ lá dài, rộng, mỏng, xanh đậm, thân cao và yếu. Giống có phản ứng với đạm cao có bộ lá thẳng đứng, ngắn, xanh đậm, thân ngắn và cứng.



Hình 1.4. Cường độ quang hợp của cây phụ thuộc vào lượng nito bón

1. Cây có phản ứng thấp với nito; 2. Cây có phản ứng trung bình với nito;
3. Cây có phản ứng cao với nito

2. Điều chỉnh diện tích lá tối ưu cho quần thể cây trồng

Một trong những điều kiện quan trọng nhất của năng suất cao của ruộng là làm thế nào để cây có thể hút được năng lượng bức xạ mặt trời nhiều nhất. Điều này có liên quan nhiều tới quy mô diện tích lá trong ruộng của quần thể cây trồng. Để biểu thị cho diện tích lá cao hay thấp, người ta dùng chỉ tiêu chỉ số diện tích lá (LAI: Leaf Area Index) được đo bằng số m^2 lá/ m^2 đất. Các loại cây khác nhau trong cùng một quần thể cây trồng đều có chỉ tiêu giống nhau về hệ số hút thu ánh sáng quang hợp và phụ thuộc vào diện tích lá. Nếu diện tích lá tăng đến 30.000 - 40.000 m^2 /ha thì hệ số hút thu ánh sáng tăng mạnh, nhưng tiếp tục tăng diện tích lá lên nữa thì hiệu quả hấp thu ánh sáng mặt trời lại giảm. Như vậy để sử dụng có hiệu quả năng lượng bức xạ ánh sáng mặt trời thì ở thời kỳ diện tích lá tối đa của quần thể cây trồng phải có chỉ số diện tích lá tối ưu. Diện tích lá tối ưu là diện tích lá mà ở đó có hiệu suất quang hợp lớn nhất. Hiệu suất quang hợp là tỷ số giữa sự tăng lên về trọng lượng khô của toàn cây với diện tích lá trong 1 ngày đêm. Hiệu suất quang hợp (HSQH) được tính theo công thức:

$$HSQH = \frac{P_2 - P_1}{1/2 \cdot (L_2 + L_1) \cdot T} = \text{g/m}^2 \text{ lá/ngày đêm}$$

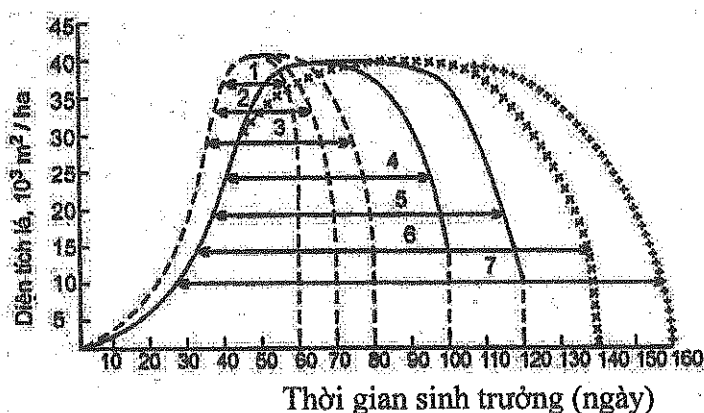
Trong đó: P_1, P_2 - Trọng lượng chất khô ban đầu và sau T ngày (g).

L_1, L_2 - Diện tích lá ban đầu và sau T ngày tương ứng tạo ra chất khô trên m^2 lá.

Tăng diện tích lá trong quần thể cây trồng phải thích hợp để hầu hết năng lượng tới được bộ lá hấp thu và tạo ra chất khô cao nhất. Nếu LAI thấp hơn LAI tối ưu thì còn lãng phí ánh sáng. Trong trường hợp này phải nâng cao chỉ số diện tích lá để đạt trị số LAI tối ưu. Nhưng LAI cao hơn trị số LAI tối ưu thì các lá che lấp nhau làm cường độ ánh sáng của các tầng lá dưới ở dưới điểm bù ánh sáng do đó làm giảm lượng chất khô tích lũy.

Để có năng suất sinh vật học cao ngoài chỉ số diện tích lá tối ưu cần phải có thời gian hoạt động quang hợp dài nhất để tạo ra “thể năng quang hợp đồng ruộng” lớn nhất. Thể năng quang hợp đồng ruộng là tổng diện tích lá tham gia quang hợp qua từng ngày trong suốt thời kỳ sinh trưởng của quần thể cây trồng và được tính bằng triệu m^2 lá/ngày/ha. Thể năng quang hợp đồng ruộng càng cao thì năng lượng ánh sáng được hấp thu càng nhiều và năng suất sinh vật học càng cao. Các cây trồng khác nhau có thể năng quang hợp đồng ruộng khác nhau và thay đổi từ 0,5 - 5 triệu m^2 lá/ngày/ha.

Các cây khác nhau có thời gian sinh trưởng khác nhau, ngay trong giới hạn của miền ôn đới thì thời gian sinh trưởng cũng thay đổi từ 75 - 80 ngày (lúa mì mùa xuân) đến 120 - 180 ngày (giống ngô chín muộn, củ cải đường, lúa,...). Các cây trồng miền nhiệt đới và cận nhiệt đới có thời gian sinh trưởng khác nhau càng rõ hơn. Tuy nhiên khi nghiên cứu về diện tích lá trong ruộng của những loại cây khác nhau có sự giống nhau về hệ số hút thu bức xạ quang hợp phụ thuộc vào diện tích lá. Nếu diện tích lá tăng đến 30.000 - 40.000 m^2/ha có hệ số hút thu ánh sáng mạnh, nếu cứ tiếp tục tăng diện tích lá lên nữa ($> 40.000 \text{ m}^2/\text{ha}$) thì hệ số hút thu lại giảm. Do vậy có thể nói rằng diện tích lá đạt khoảng 30.000- 40.000 $\text{m}^2/\text{ha/ngày}$ là đủ để thu được năng suất sinh vật học (NS_{svh}) cao.



Hình 2.4. Biểu đồ cực thuận về sinh trưởng của diện tích lá tối ưu đối với ruộng cây có thời gian sinh trưởng khác nhau

Trên hình 2.4 cho thấy: các cây có thời gian sinh trưởng khác nhau nhưng có chung về diện tích lá cực đại ($40.000\text{m}^2/\text{ha}$). Điều này có nghĩa là nhịp điệu hình thành bộ máy quang hợp của cây trồng trong ruộng đạt $40.000\text{m}^2/\text{ha}$ là gần cực thuận và có thể bảo đảm năng suất cao với hệ số sử dụng năng lượng bức xạ mặt trời cao.

Với những ruộng hoàn thiện về cấu trúc bộ máy quang hợp thì hiệu suất quang hợp thuần như thường gặp là $5\text{g}/\text{m}^2$ lá/ngày có thể cho năng suất sinh vật học khá cao từ 6 đến 22-25 tấn/ha. Nếu diện tích lá của ruộng đạt cao nhất nhỏ hơn so với trị số $40.000\text{--}50.000\text{ m}^2/\text{ha}$ (từ $15.000\text{--}20.000\text{ m}^2/\text{ha}$ hay thấp hơn nữa từ $8.000\text{--}10.000\text{m}^2/\text{ha}$) thì số liệu tương ứng về thể năng quang hợp chỉ là 0,5- 1,0 triệu $\text{m}^2/\text{ha}/\text{ngày}$ (nếu diện tích lá của ruộng đạt $40.000\text{ m}^2/\text{ha}$ thì thể năng quang hợp của nó có thể thay đổi từ 1- 4,5 triệu $\text{m}^2/\text{ha}/\text{ngày}$).

Hiệu suất quang hợp thuần của quần thể cây trồng thường đạt từ 2 - 4 $\text{g}/\text{m}^2/\text{ngày}$ thì năng suất sinh vật học chỉ đạt 2 - 4 tấn/ha. Vì vậy, để tăng năng suất cây trồng chúng ta phải làm thế nào để ruộng có thể năng quang hợp cao. Đối với những cây chín sớm thì thể năng quang hợp ít nhất phải đạt từ 1,5 - 2,0 triệu $\text{m}^2/\text{ha}/\text{ngày}$, đối với cây chín trung bình là 2,5 - 3,0 triệu $\text{m}^2/\text{ha}/\text{ngày}$, đối với cây chín muộn là 3,0 - 5,0 triệu $\text{m}^2/\text{ha}/\text{ngày}$.

Như vậy để quần thể cây trồng của ruộng chín sớm hình thành về mặt cấu trúc có lợi cho việc hút thu năng lượng ánh sáng mặt trời, ta phải có các biện pháp kỹ thuật canh tác làm tăng nhanh thời gian diện tích lá đạt cực đại hay tăng nhịp điệu hình thành bộ máy quang hợp của quần thể cây trồng mà ở đó diện tích lá đạt $40.000\text{--}60.000\text{ m}^2/\text{ha}$ và cao hơn nữa. Tuy nhiên, tùy theo mức tăng diện tích lá và độ khép tán cây của ruộng, chế độ bức xạ thay đổi, do có sự che chắn lẫn nhau của lá và các lá ở tầng giữa, tầng dưới nhận được ít ánh sáng hơn. Cũng như các cây có nhu cầu đặc trưng về chế độ chiếu sáng trong các thời kỳ sinh trưởng khác nhau, chế độ chiếu sáng đó không mâu thuẫn với nhu cầu về ánh sáng của cây trong quần thể cây trồng.

Một số cây trồng khác lại có nhu cầu đặc biệt về điều kiện chiếu sáng trong thời kỳ làm đồng và hình thành cơ quan sinh sản. Cho nên nhìn chung nếu tăng quá nhanh diện tích lá và khép kín lá nhanh trong ruộng là thuận lợi để tăng năng suất sinh vật học (NS_{svh}) nhưng lại không có lợi cho việc tăng năng suất kinh tế (NS_{kt}).

Mật độ gieo và trồng cây là một trong những yếu tố tác động nhanh vào việc chi phối nhịp điệu đầu và cuối của sự hình thành diện tích lá trong quần thể ruộng. Để có năng suất sinh vật học cao thì cây trong ruộng phải hút được nhiều năng lượng bức xạ mặt trời và sử dụng tốt nhất năng lượng đó vào quang hợp, do đó tăng diện tích lá trong ruộng phải phù hợp với nhịp điệu thay đổi theo mùa vụ của chế độ chiếu sáng của mặt trời. Ví dụ: Cây ngô, cây đậu tương,... vào thời điểm chiếu sáng của mặt trời tốt nhất nhưng diện tích lá trong quần thể ruộng lại không đạt tối ưu nên sự hút thu ánh sáng vào quang hợp là rất thấp. Vào thời kỳ mà diện tích lá ngô, đậu tương... đạt trị số tối ưu thì điều kiện chiếu sáng lại kém nên hoạt động quang hợp của ruộng lại bị giảm nhiều, dẫn tới hiệu suất quang hợp thuần cũng giảm. Chính vì lẽ đó mà các cây trồng đã thích nghi

với điều kiện sinh thái mà nó sống, sinh trưởng, phát triển tốt và cho năng suất sinh vật học cao khi chuyển chúng đến vùng sinh thái khác sẽ bội lộc nhiều bất lợi.

Sự chuyên môn hoá cao các cây trồng và các giống có vòng phát triển thích nghi nhất với chu kỳ thay đổi khí hậu của miền là một trong những biện pháp quan trọng nhằm tăng hệ số sử dụng năng lượng bức xạ mặt trời để tạo năng suất sinh vật học và năng suất kinh tế của cây. Những vùng mà điều kiện cho phép như vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới có thời gian sinh trưởng dài và đầy đủ nước để tăng hệ số sử dụng ánh sáng vào việc tạo năng suất quang hợp ta có thể trồng xen, gối vụ để có thể thu được từ 2 - 4 vụ trong năm. Ở những vùng có thời gian sinh trưởng ngắn ta nên gieo trồng đúng thời vụ và có thể sớm hơn.

Trên thực tế, để tăng năng suất quang hợp cần kết hợp giữa tăng diện tích lá trong ruộng với sự tăng cường độ quang hợp, hiệu suất quang hợp và hệ số kinh tế (K_{kt}). Cho nên, các biện pháp kỹ thuật nhằm tăng năng suất sinh vật học của quần thể cây trồng cần điều chỉnh bộ máy quang hợp (chỉ số diện tích lá và thế năng quang hợp) tăng một cách có hiệu quả để hiệu suất quang hợp thuần của quần thể ruộng đạt cao nhất.

3. Cấu trúc của ruộng là một hệ quang học, yếu tố của năng suất

Sự tương quan giữa diện tích lá và cường độ quang hợp, hiệu suất quang hợp có ý nghĩa rất quan trọng. Hoạt động của quang hợp có liên quan chặt chẽ với sự đồng hoá các nguyên tố khoáng của cây mà chúng được hút qua bộ rễ cũng như qua lá. Khi quang hợp của lá tăng thì khả năng hút và đồng hoá các chất khoáng tăng. Tuy theo mức tăng diện tích lá trong ruộng, sự giảm độ chiếu sáng và giảm quang hợp mà ảnh hưởng xấu đến khả năng đồng hoá các nguyên tố khoáng.

Ví dụ một giống lúa hay giống ngô,... nào đó có góc lá rộng so với thân chính sẽ tạo ra một tầng lớp lá nằm ngang liên tục trong ruộng và che lấp các tầng lá phía dưới nên tổng diện tích lá tham gia hút thu bức xạ quang hợp không nhiều, do đó tổng diện tích lá của loại ruộng này không thể thực hiện được một công quang hợp tổng cộng lớn. Loại ruộng có tầng lá nằm ngang này vào những giờ giữa trưa nắng (cường độ ánh sáng đạt 40.000 lux - 50.000 lux) thì bản lá sẽ nhận được ánh sáng thừa ứng (ánh sáng quá mạnh) nên hoạt động quang hợp giảm, còn vào buổi sáng do tia nắng mặt trời rơi lên bản lá theo độ chiếu sáng của mặt phẳng ngang nên lá cũng ít nhận được ánh sáng và quang hợp cũng bị giảm. Hơn nữa, do lớp lá nằm ngang "lớp đơn" này liên tục đã làm cho lớp lá dưới nó không đủ năng lượng ánh sáng mặt trời để thực hiện chức năng quang hợp cũng như các chức năng sinh lý khác của cây và quần thể ruộng.

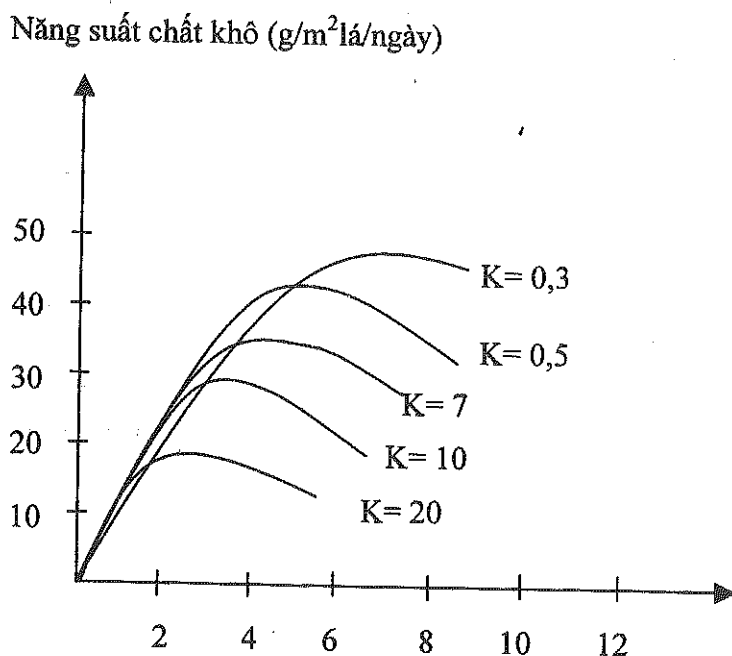
Một loại ruộng trong đó các giống cây trồng có góc lá nhỏ so với thân chính và lá cây phân bố thẳng đứng, nhất là cây cao sẽ bao gồm nhiều tầng lá. Nếu tính tổng cộng diện tích lá của các tầng lại có thể lớn gấp 8 - 10 lần diện tích lá của "lớp đơn" của ruộng có tầng lá nằm ngang và ánh sáng xuyên xuống sâu khá tốt vào các tầng lá phía dưới, tuy cường độ chiếu sáng có giảm nhưng cũng đủ để quang hợp. Do vậy, cường độ quang hợp của các lá trong ruộng này thấp hơn 2 - 5 lần nhưng do có diện tích lá tham gia quang hợp lớn gấp 8-10 lần so với ruộng có lớp lá nằm ngang nên công quang hợp

tổng số vẫn lớn hơn nhiều. Tuy nhiên khi nghiên cứu về quang hợp của ruộng mà giống cây trồng có lá thẳng đứng thì bộ lá hút các tia sáng chiếu tới chưa hoàn hảo.

Vì vậy, để tạo ra loại ruộng lý tưởng có đặc tính trung gian giữa ruộng có lớp lá nằm ngang liên tục và ruộng mà lá cây phân bố thẳng đứng thì tầng lá trên phải gần như thẳng đứng để cho ánh sáng xuyên qua lớp lá phía dưới mà lớp lá này có hướng không gian gần nằm ngang hút thu ánh sáng. Từ kết quả nghiên cứu của Nitsporovits cho thấy: Ruộng cây ngũ cốc có diện tích lá gần bằng $40.000\text{m}^2/\text{ha}$ thì khoảng 50% diện tích phiến lá xếp theo hướng tạo với mặt phẳng ngang một góc $90^\circ - 60^\circ$; 37% góc $30^\circ - 60^\circ$ và 30% góc $30^\circ - 0^\circ$.

Nếu theo định hướng không gian này, các phiến lá trong ruộng chiếm tất cả các vị trí có thể có để tiếp nhận ánh sáng và lá đứng thẳng chiếm ưu thế. Đây là một trong những kiểu cấu trúc ruộng thuận lợi cho quang hợp để tạo năng suất sinh vật học và năng suất kinh tế cao (Vũ Văn Vụ, 1999).

Trên thực tế những loại cây trồng như bí ngô, dưa hấu, hướng dương,..., chúng tạo ra các ruộng hay vườn cây có lá nằm ngang chiếm ưu thế. Cũng có ruộng và quần thể có cây cao, cây thấp. Trong đó có một số cây có khả năng hình thành nên quần thể có cấu trúc thuận lợi để cho năng suất cao, nhưng một số cây khác không có khả năng này.



Hình 3.4. Năng suất chất khô ở LAI khác nhau trong quần thể cây có hệ số tắt (K) khác nhau

Dựa vào việc đánh giá cấu trúc, đặc tính quang học của ruộng mà các nhà nghiên cứu Nhật Bản đã có khả năng xác định được năng suất của quần thể cây trồng. Người ta dùng phương pháp xác định theo tầng (cứ 10 cm theo chiều thẳng đứng là một tầng) mà các tia sáng chiếu vào ruộng, tính khối lượng sinh khối và diện tích lá ở mỗi tầng bằng

phương pháp cắt. Kết quả cho thấy những ruộng mà phần lớn lá tập trung ở tầng trên và lá chủ yếu theo hướng nằm ngang thì hệ số tắt (K) của ruộng cao và giảm cường độ ánh sáng, quang hợp mạnh. Tuy nhiên, ruộng có cấu trúc kiểu này thì diện tích lá cực đại để hấp thụ ánh sáng là không cao nên năng suất sinh khối tạo ra không nhiều. Nếu diện tích lá được phân bố đều trong không gian của ruộng và ánh sáng được chiếu tới lá trong tán thì hệ số tắt (K) sẽ nhỏ hơn. Diện tích lá đạt cực đại (tối ưu) cao hơn nên năng suất sinh khối hàng ngày cao. Như vậy cấu trúc ruộng là một hệ thống quang học và năng suất, muốn có năng suất cao chúng ta phải tạo ra những giống cây có khả năng hình thành nên quần thể có cấu trúc hoàn thiện nhất.

III. BIỆN PHÁP ĐIỀU KHIỂN QUANG HỢP ĐỂ TĂNG NĂNG SUẤT CÂY TRỒNG

1. Ý nghĩa và triển vọng của quang hợp trong các hệ nhân tạo

Như đã biết, quang hợp của cây xanh có vai trò vô cùng quan trọng. Theo tính toán thì trong một phút tất cả các cá thể quang hợp trên bề mặt trái đất hấp thụ được khoảng 10^{19} Kcal, khoảng 30% năng lượng ánh sáng này được chuyển hoá thành năng lượng hoá học của các hợp chất hữu cơ nhờ cây xanh. Do vậy nhờ có quang hợp của thực vật đã bù đắp lại sự hao hụt về chất hữu cơ hàng năm (chỉ riêng trên 6 tỷ người trên trái đất này hàng năm sử dụng khoảng 1 tỷ tấn chất hữu cơ). Các sản phẩm như đường, tinh bột, protein, lipid,... do quang hợp tạo ra rất cần thiết cho con người. 96% nhu cầu của con người về năng lượng trong dinh dưỡng và kỹ thuật là nhờ có quang hợp (lương thực, thực phẩm, nguyên liệu). Đối với trồng trọt thì quang hợp quyết định 90 - 95% năng suất cây trồng.

Ngày nay hoạt động cơ giới và công nghiệp hàng ngày tiêu thụ một lượng O_2 và nhả ra một lượng CO_2 khổng lồ. Người ta tính rằng hàng năm thực vật trên trái đất lấy đi từ môi trường khoảng 2.10^9 tấn nitơ; 6.10^{19} tấn photpho và các nguyên tố khoáng khác; 158.10^{19} tấn CO_2 ; 128.10^{19} tấn nước để xây dựng nên cơ thể của mình và giải phóng 115.10^{19} tấn O_2 . Như vậy nhờ có quang hợp của cây xanh mà hàm lượng O_2 và CO_2 trong khí quyển được điều hoà ($O_2 \approx 21\%$ và $CO_2 \approx 0,03\%$) tránh sự tích lũy nhiều CO_2 trong không khí.

Đến nay chúng ta có thể nhận biết tương đối rõ về 4 giai đoạn chính của sự phát triển năng suất cây trồng:

Giai đoạn 1 là giai đoạn sử dụng các chất hoá học để diệt cỏ, chống sâu bệnh và côn trùng.

Giai đoạn 2 là giai đoạn sử dụng các giống mới và các chất có hoạt tính sinh học.

Giai đoạn 3 là giai đoạn nâng cao hoạt động quang hợp của cây trồng.

Giai đoạn 4 là giai đoạn sử dụng các hệ thống nhân tạo, một dạng mới của sản xuất nông nghiệp "quang hợp trong ống nghiệm". L. Bell (1977) đã viết: "Tiền bộ của chúng ta trong việc nhận thức được cơ chế của quang hợp nhanh tới mức là chẳng còn lâu nữa chúng ta có thể hoàn toàn đưa vấn đề sử dụng quá trình quang hợp vào thực tế nhằm

tích lũy năng lượng ánh sáng để đáp ứng nhu cầu kỹ thuật của loài người". Rolf Loether (1973) cũng đã viết: "Tôi tin rằng trong khoảng 30 năm nữa, con người sẽ tạo được quá trình quang hợp nhân tạo".

Mục đích của việc nghiên cứu bản chất và cơ chế của quá trình quang hợp là xây dựng những con đường và phương thức nhằm tăng năng suất quang hợp ở cây trồng, song chúng ta cũng có thể tái lập và sử dụng các nguyên tắc, phản ứng của quang hợp trong các hệ thống công nghiệp như nhờ "quang hợp nhân tạo" để chế tạo ra các chất đơn loại về thực phẩm và các nguyên liệu khác: đường, axit amin, protein, lipid, các chất có hoạt tính sinh lý, các chất trùng hợp,... Quang hợp nhân tạo cũng sẽ dựa theo cơ chế của quang hợp tự nhiên là nhờ các nguyên liệu có sẵn trong khí quyển như CO_2 , N_2 , H_2O , dinh dưỡng khoáng và bức xạ mặt trời.

Dân số trên thế giới ngày càng tăng, diện tích đất trồng trọt ngày càng thu hẹp lại do sự công nghiệp hoá,... Với quy mô khai thác thực vật trồng trọt hiện nay, con người chưa thoả mãn được tất cả các nhu cầu của mình (một phần ba dân số thế giới trong khẩu phần ăn không đủ chất dinh dưỡng và một phần tư dân số vẫn còn bị đói ăn), nghĩa là nguồn lương thực, thực phẩm vẫn là một trong những vấn đề gay gắt nhất của con người hiện nay. Có nhiều nguyên nhân (do xã hội, do kỹ thuật trồng trọt) nhưng nguyên nhân chính là do con người chưa có những biện pháp cải tạo đúng mức và sử dụng hợp lý chức năng quang hợp của cây xanh.

2. Biện pháp điều khiển quang hợp để tăng năng suất cây trồng

Năng suất cây trồng là mục đích chính của ngành trồng trọt. Năng suất cây trồng gồm năng suất sinh vật học (NS_{svh}) và năng suất kinh tế (NS_{kt}). Năng suất sinh vật học là tổng lượng sinh khối chất khô cây trồng tích lũy được trên một đơn vị diện tích trồng trọt trong một thời gian nhất định (một vụ, một năm hay một chu kỳ sinh trưởng). Những cây trồng mà đối tượng thu hoạch chủ yếu là hạt, củ, bắp,... thì ngoài khái niệm về năng suất sinh vật học còn có khái niệm về năng suất kinh tế. Năng suất kinh tế là một phần của năng suất sinh vật học. Năng suất kinh tế là tổng lượng chất khô cây trồng tích lũy ở những bộ phận có giá trị kinh tế lớn nhất (hạt, bắp, củ, quả,...) trên một đơn vị diện tích trồng trọt trong một khoảng thời gian (một vụ, một năm hay một chu kỳ sinh trưởng).

$$\text{NS}_{\text{kt}} = \text{NS}_{\text{svh}} \cdot K_{\text{kt}} \quad (K_{\text{kt}}: \text{hệ số kinh tế})$$

Như vậy, để nâng cao năng suất kinh tế (NS_{kt}) trước hết cần nâng cao năng suất sinh vật học (NS_{svh}) và hệ số kinh tế (K_{kt}).

a) Năng suất sinh vật học và các biện pháp kỹ thuật trồng trọt để tăng năng suất sinh vật học:

Năng suất sinh vật học được tạo ra chủ yếu do quá trình quang hợp. Cây trồng sử dụng năng lượng bức xạ mặt trời trong quang hợp và hình thành năng suất. Về hệ số hấp thu năng lượng ánh sáng tới ruộng, chúng ta đã nói ở trên, nếu ruộng có cấu trúc hoàn thiện, diện tích lá đạt trên $40.000 \text{ m}^2/\text{ha}$ thì trung bình quần thể cây trồng của ruộng hút được 50% quang năng tới.

Nếu nói về sử dụng năng lượng hút thu vào quang hợp theo lý thuyết thì quang hợp có thể tiêu dùng 8 quang tử, vì vậy sử dụng năng lượng ánh sáng về mặt số lượng gần bằng 20% (đã trừ 8% tiêu dùng vào hô hấp) được biến đổi, vận chuyển và tích lũy trong quá trình sinh trưởng, phát triển để tạo ra năng suất và chất lượng sản phẩm cây trồng. Tính bình quân trong suốt chu kỳ sinh trưởng của cây và với các loài khác nhau khoảng 0,5-2%, chỉ trong trường hợp tốt đạt 3% năng lượng tới sử dụng để tổng hợp chất hữu cơ, tạo năng suất sinh vật học của cây. Do đó nếu hệ số sử dụng quang năng của quần thể cây trồng càng cao thì năng suất sinh vật học càng cao. Ví dụ: ruộng có cấu trúc hoàn thiện (có cấu trúc tốt và phân bố ánh sáng tốt trong khối dày của ruộng), hệ số sử dụng ánh sáng mặt trời trong suốt thời gian sinh trưởng đạt 5% thì năng suất sẽ lớn gấp nhiều lần năng suất trung bình và năng suất cao ở một số giống cây trồng hiện nay (lúa lai, giống ngô lai,...).

Trong trồng trọt tương lai, chúng ta sử dụng các giống cây có khả năng thực hiện quang hợp trong những điều kiện kỹ thuật canh tác tốt (có thể trong những điều kiện đặc biệt) thì hệ số sử dụng năng lượng ánh sáng có thể tăng, đối với những ruộng có cấu trúc tốt tới 8 - 9%. Cho nên, những biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học cũng chính là những biện pháp nâng cao hệ số sử dụng quang năng của quần thể cây trồng.

Trong cây luôn tồn tại hai chức năng sinh lý quan trọng trái ngược nhau đó là quang hợp và hô hấp. Quang hợp tổng hợp ra các chất hữu cơ từ chất vô cơ đơn giản là CO_2 và H_2O có sự tham gia của ánh sáng mặt trời và diệp lục trong lá xanh của cây, còn hô hấp làm tiêu tốn một lượng chất hữu cơ do quang hợp tạo thành. Cây còn lấy thêm các chất khoáng từ đất nhờ hệ thống rễ để góp phần tạo ra các chất hữu cơ trong cây. Năng suất sinh vật học (C) cây trồng tích lũy trên một đơn vị diện tích là hecta (ha) trong một đơn vị thời gian ngày đêm sẽ được tính như sau:

$$C = \frac{F_{\text{CO}_2} \cdot K_f \cdot L}{1.000} = \text{kg/ha/ngày đêm}$$

Trong đó:

- F_{CO_2} là lượng CO_2 cây trồng đồng hoá được trong quang hợp trên diện tích 1 m^2 lá/1 ngày đêm (g).

- L là diện tích lá (m^2 lá/ha).

- K_f là hệ số hiệu quả của quang hợp, $K_f = \frac{F_k}{F_{\text{CO}_2}}$ giá trị của K_f thường từ 0,3 - 0,5.

- F_k là lượng chất khô được tích lũy cũng trong thời gian ngày đêm và diện tích lá 1 m^2 đó (g).

Một số giống lúa mới (lúa lai) cho năng suất cao thì hệ số K_f có thể đạt $\geq 0,6$.

Trong điều kiện bất thuận như khi nhiệt độ cao, sự tiêu dùng vật chất vào hô hấp có thể rất lớn. Khi cây gặp nhiệt độ cao kèm theo bị hạn thì hô hấp có thể lớn hơn quang hợp, trong trường hợp này sự tích lũy chất khô là con số âm. Vì vậy, tỷ số giữa sự đồng hoá CO_2 hàng ngày và độ tăng chất khô hàng ngày (K_f) của cây là rất khác nhau. Trong điều kiện ngoại cảnh thuận lợi, hệ số hiệu quả của quang hợp (K_f) có thể đạt $\geq 0,5$, vào những thời điểm không thuận lợi thì K_f có thể bằng không hay số âm.

Nếu cây trồng có thời gian sinh trưởng n ngày thì năng suất sinh vật học được tính theo phương trình sau:

$$NS_{svh} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{CO_2} \cdot K_f \cdot L}{100.000} \quad \text{tạ/ha/vụ, năm}$$

Từ phương trình trên, để nâng cao năng suất sinh vật học ta có 3 biện pháp chính:

- (1) Nâng cao diện tích lá của quần thể cây trồng.
- (2) Tăng cường độ quang hợp và kéo dài thời gian quang hợp của bộ máy quang hợp.
- (3) Nâng cao hiệu suất quang hợp của quần thể cây trồng (nâng cao lượng chất khô tích lũy trên đơn vị diện tích lá/đơn vị thời gian).

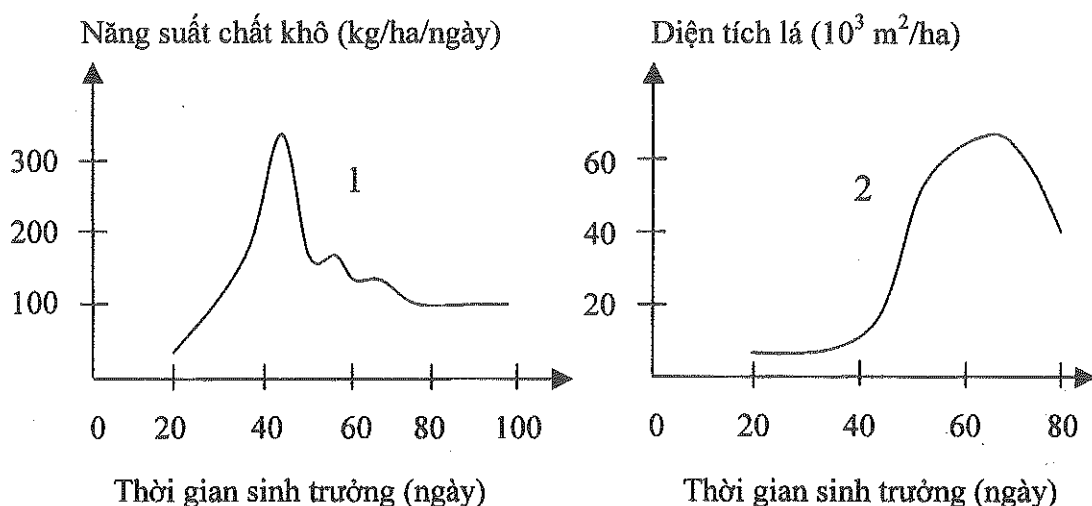
Để đánh giá diện tích lá của cây cao hay thấp trong quần thể cây trồng ta dùng chỉ tiêu là chỉ số diện tích lá (LAI) được đo bằng số m^2 lá/ m^2 đất. Theo quy luật chung thì diện tích lá của các cây trồng tăng dần từ lúc cây con đến cuối thời kỳ phát triển thân lá (ra hoa rộ và hình thành quả non), sau đó diện tích lá giảm dần đến thu hoạch. Quần thể cây trồng cần có chỉ số diện tích lá đạt tối ưu để hấp thu năng lượng ánh sáng được nhiều nhất và tạo ra chất khô cao nhất. Nếu chỉ số diện tích lá nhỏ hơn chỉ số diện tích lá tối ưu thì lãng phí ánh sáng chiếu xuống quần thể cây trồng. Nếu LAI đạt cao hơn chỉ số diện tích lá tối ưu thì các lá trong quần thể cây trồng sẽ bị che khuất làm cường độ ánh sáng chiếu vào các tầng lá dưới bị giảm (dưới điểm bù) do đó lượng chất khô tích lũy bị giảm.

Để có chỉ số diện tích lá tối ưu đạt cao trong quần thể cây trồng phụ thuộc vào giống (về chiều cao cây, hình thái lá, góc lá với thân,...) và các biện pháp kỹ thuật canh tác như mật độ gieo trồng, phân bón, chế độ nước,...

Muốn có một kết cấu quần thể cây trồng hợp lý, bộ lá có khả năng sử dụng được 5% (theo lý thuyết) năng lượng bức xạ mặt trời vào việc tạo năng suất chất khô thì giống cây là vô cùng quan trọng. Hiện nay chúng ta đang tích cực chọn, tạo ra các giống “cây trồng lý tưởng” có sự phân phối ánh sáng đều trên các tầng lá để tất cả các tầng lá đều thực hiện quang hợp tốt nhất. Như vậy mô hình “cây lý tưởng” là các tầng lá được xếp theo hình quạt, nhờ vậy mà năng lượng ánh sáng được hút thu nhiều nhất do có chỉ số diện tích lá tối ưu cao, người ta đã chọn tạo ra nhiều giống lúa theo mô hình “cây lý tưởng” (cây cao trung bình, bộ lá thẳng đứng, góc lá nhỏ so với thân, có điểm bù ánh sáng và CO_2 thấp). Những giống lúa này có chỉ số diện tích lá tối ưu cao và cho năng suất sinh vật học, năng suất kinh tế cao.

Trong một quần thể ruộng ở các điều kiện sinh thái khác nhau, diện tích lá có thể tăng với tốc độ khác nhau và đạt cực đại cũng khác nhau. Mặt khác, do thời gian sinh trưởng khác nhau (nói chung các cây trồng có thời gian sinh trưởng từ 75 ngày đến 150 ngày) nên ở các loại cây có thời gian hoạt động trao đổi chất của bộ lá cũng khác nhau do đó sự tích lũy chất khô không giống nhau.

Mức tăng năng suất chất khô của quần thể cây trồng từ số không (đầu, cuối thời gian sinh trưởng và khi cây gặp điều kiện bất thuận) đến 300 kg/ha/ngày ở thời kỳ phát triển lá mạnh nhất và những ngày thuận lợi cho quang hợp có thể đạt 500 kg/ha/ngày.



Hình 4.4. Nhịp điệu tích lũy chất khô của cây ngô trong quá trình sinh trưởng, phát triển
1- Sự tích lũy chất khô (kg/ha/ngày); 2- Sự sinh trưởng của lá (m² lá/ha/ngày)

Sự tích lũy chất khô phụ thuộc nhiều vào thể năng quang hợp của ruộng (m² lá/ha/ngày) chỉ tiêu này thay đổi tùy theo các cây trồng khác nhau, dao động từ 0,5 - 5 triệu m² - ngày. Tuy nhiên, đây không phải là chỉ tiêu duy nhất chi phối mức năng suất. Chỉ tiêu m² lá/m² đất cũng có ý nghĩa quan trọng trong việc tạo năng suất quang hợp, chỉ tiêu này trong ruộng cũng thay đổi khá nhiều. Trong điều kiện tốt 1 m² lá cây trong ruộng có thể đồng hoá được 4 - 6g CO₂ trong 1 giờ, còn trong điều kiện xấu chỉ dưới 1g và có khi tiêu hao hết chất hữu cơ tích lũy được do hô hấp xảy ra mạnh. Do vậy, cường độ hoạt động quang hợp của lá cây trong ruộng còn phụ thuộc vào hiệu suất quang hợp, nghĩa là lượng chất khô chung do cây tạo ra trong một ngày đêm tính trên 1 m² lá hoạt động trong ngày đó.

Có thể tính hiệu suất quang hợp trung bình của bộ lá trong suốt thời gian sinh trưởng của quần thể cây trồng bằng cách lấy năng suất sinh vật học chia cho thể năng quang hợp của quần thể ruộng. Ví dụ: năng suất sinh vật học của ruộng tạo ra 80 tạ hay 8.000.000 g chất khô. Thể năng quang hợp của ruộng là 3 triệu m²-ngày thì hiệu suất quang hợp trung bình của lá sẽ là:

$$\text{Hiệu suất quang hợp trung bình} = \frac{8.000.000 \text{ g}}{3.000.000 \text{ m}^2} \approx 2,6 \text{ g/m}^2/\text{ngày đêm}$$

Chỉ tiêu hiệu suất quang hợp trung bình cũng rất quan trọng về sự hình thành năng suất và nó có thể thay đổi trong suốt thời gian sinh trưởng của cây trồng từ 0 - 20 g/m² lá/ngày đêm. Trong điều kiện bất thuận cho cây trồng như bị ngộ độc (NH₃, H₂S,...), bị

hạn, nóng, sâu bệnh,... thì hô hấp vô hiệu tăng làm giảm sự tích lũy chất khô, trong trường hợp này hiệu suất quang hợp trung bình có thể là một con số không.

Hiệu suất quang hợp trung bình quang hợp hàng ngày còn phụ thuộc vào lượng CO_2 đồng hoá được trong quá trình quang hợp của ngày đó và được ký hiệu là FCO_2 . Tỷ số giữa lượng chất khô tăng hàng ngày (F_K) và sự đồng hoá CO_2 hàng ngày là K_f (hệ số hiệu quả của quang hợp).

Như vậy muốn thu được năng suất sinh vật học (NS_{svh}) cao nhất cần có những điều kiện sau đây:

- Nhịp điệu sinh trưởng tốt nhất của bộ máy quang hợp - diện tích lá L.

- Thời gian quang hợp dài nhất (n) trong suốt ngày đêm và trong suốt thời gian sinh trưởng, nghĩa là thế năng quang hợp của quần thể ruộng có trị số cao nhất.

- Cường độ quang hợp và đồng hoá CO_2 hàng ngày (F_{CO_2}) cũng như hệ số hiệu quả của quang hợp (K_f) lớn nhất.

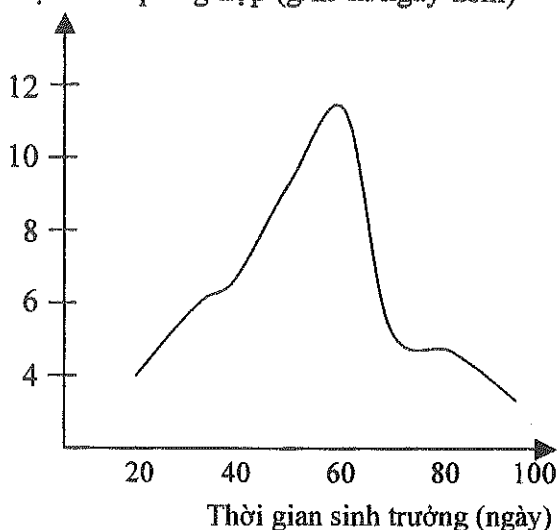
- Hiệu suất quang hợp trung bình và năng suất chất khô hàng ngày cao nhất.

Muốn giải quyết các vấn đề trên, trước hết cần đánh giá những yếu tố cơ bản của năng suất cây trồng: năng lượng của ánh sáng mặt trời, động lực của quá trình quang hợp, các yếu tố khác tác động vào hiệu suất quang hợp như: dinh dưỡng khoáng, chế độ nước, điều kiện cung cấp khí cacbonic cho cây,... đều có thể thay đổi và điều chỉnh.

Đến nay đã có những tiến bộ lớn là tạo được các giống cây trồng có hoạt tính quang hợp tăng, nên cho năng suất cao.

Về yếu tố ánh sáng, như đã nói ở trên trong suốt chu kỳ sinh trưởng của cây và với các loài cây khác nhau chỉ sử dụng được từ 0,5 đến 2% năng lượng tới được sử dụng để tổng hợp chất hữu cơ, tạo năng suất sinh vật học. Trên lý thuyết, quần thể cây trồng có thể đạt được 5% năng lượng tới vào việc tạo năng suất chất khô, còn thực tế trong quần thể ruộng hút thu được trị số đó trong chu kỳ sinh trưởng của mình là khó có thể thực hiện được. Tuy nhiên về năng suất sinh vật học của các loại cây trồng hiện nay đạt được vẫn còn thấp hơn so với tiềm năng của chúng. Thực vật có khả năng hút thu năng lượng ánh sáng ở bước sóng từ 380 - 720 nm (ánh sáng nhìn thấy), nhưng không phải tất cả các bước sóng này đều thuận lợi cho quang hợp để tạo năng suất chất khô vì có những vùng, những ngày thiếu năng lượng bức xạ mặt trời để quang hợp thực hiện tốt hay tuy đủ năng lượng ánh sáng nhưng nhiệt độ thấp mà cây không đủ khả năng sinh trưởng

Hiệu suất quang hợp ($\text{g/m}^2\text{lá/ngày đêm}$)



Hình 5.4. Hiệu suất quang hợp của cây ngô trong quá trình sinh trưởng, phát triển

manh, hoặc một phần năng lượng rơi vào khu đất không được cung cấp đủ nước hay bị thiếu nước hoàn toàn,... Nghĩa là phần năng lượng này không có giá trị đối với quang hợp do chế độ nhiệt không thuận lợi.

Tính toán cho thấy, những miền có vĩ độ địa lý khác nhau thì năng lượng sử dụng vào quang hợp cũng khác nhau: miền nhiệt đới, số lượng năng lượng trong thời gian quang hợp khoảng 7- 10 tỷ Kcal/ha; miền á nhiệt đới 5 - 7 tỷ Kcal/ha và miền ôn đới khoảng 1- 4 tỷ Kcal/ha.

Hiệu quả sử dụng năng lượng ánh sáng vào việc tạo năng suất sinh vật học của các loài cây khác nhau và quần thể khác nhau được trình bày ở bảng 1.4.

Bảng 1.4. Hiệu quả sử dụng năng lượng ánh sáng vào việc tạo năng suất sinh vật học

Quần thể ruộng	Vĩ độ	Năng lượng tới của bức xạ mặt trời (tỷ Kcal/ha)	Tích lũy sinh khối (tấn/ha/vụ)	Tích lũy năng lượng (triệu Kcal/ha/vụ)	Hệ số sử dụng ánh sáng (%)
Cây mía	10 - 25°	8	40	150	1,9
Cây ngô	40 - 50°	4	20 - 25	84	2,0
Khoai tây	50 - 55°	3	15	60	2,0

Số liệu ở bảng trên về hệ số sử dụng quang năng là đặc trưng cho quần thể ruộng cho năng suất cao. Thông thường hệ số sử dụng quang năng của quần thể cây trồng chỉ đạt 0,5-1%. Có nhiều nguyên nhân nhưng nguyên nhân chính là ruộng thiếu nước và thiếu dinh dưỡng khoáng cho cây nên thời gian sinh trưởng bị rút ngắn so với thời gian sinh trưởng tiềm tàng của cây, một nguyên nhân nữa không kém phần quan trọng là chưa nắm được quy luật xây dựng các ruộng có khả năng sử dụng quang năng vào quang hợp với hệ số cao về mặt lý thuyết (5%).

Việt Nam là nước nhiệt đới nên thời gian hoạt động quang hợp của quần thể ruộng ngắn hơn so với các nước ôn đới, tuy nhiên trong điều kiện của nước ta, cây trồng có khả năng quang hợp quanh năm. Do vậy, trong trồng trọt ta cần tăng vụ, xen canh gối vụ để tận dụng thời gian quang hợp của quần thể cây trồng nhằm tăng hệ số sử dụng quang năng. Hiện nay chúng ta đã có mô hình luân canh 3, 4 vụ và cá biệt 5 vụ trong năm. Các biện pháp kỹ thuật canh tác hợp lý như chế độ phân bón, tưới nước, phòng trừ sâu bệnh kịp thời đã làm tăng tuổi thọ của lá (nhất là lá đồng của lúa...), tăng cường độ quang hợp và kéo dài thời gian quang hợp có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong việc tăng năng suất sinh vật học.

b) Hệ số kinh tế và biện pháp nâng cao hệ số kinh tế (K_k):

Khi chúng ta đã nắm và điều khiển được các đường hướng, biện pháp kỹ thuật chủ yếu để làm tăng năng suất sinh vật học rồi thì biện pháp làm tăng khả năng tích lũy chất khô về các cơ quan có giá trị kinh tế đối với các cây trồng mà đối tượng thu hoạch chủ yếu là củ, hạt, bắp, quả... là việc làm có ý nghĩa cực kỳ quan trọng.

Hệ số kinh tế (K_{kt}) là tỷ số giữa năng suất kinh tế (NS_{kt}) và năng suất sinh vật học (NS_{svh}).

$$K_{kt} = NS_{kt} / NS_{svh}.$$

Giá trị tối đa của hệ số kinh tế phụ thuộc rất nhiều vào đặc tính di truyền của giống. Giống có hệ số kinh tế cao thì thường cho năng suất kinh tế cao, các giống lúa mới hiện nay có $K_{kt} = 0,5 - 0,6$ có thể cho năng suất từ 8 - 12 tấn/ha/vụ. Các giống cũ ở nước ta có hệ số kinh tế thấp ($K_{kt} = 0,3 - 0,4$) cho năng suất không cao (4 - 6 tấn/ha/vụ là tối đa).

Hệ số kinh tế phụ thuộc vào đặc tính di truyền của giống là chính nhưng có thể thay đổi từ 0 đến giá trị cao nhất còn phụ thuộc vào các biện pháp kỹ thuật cũng như điều kiện ngoại cảnh. Ví dụ: Khoai tây trồng trong điều kiện nhiệt độ cao (vụ xuân hè ở Việt Nam) sẽ không có củ hay củ rất ít và nhỏ mặc dù chế độ bón phân, tưới nước phù hợp, do vậy hệ số kinh tế rất nhỏ. Song trồng khoai tây vào vụ đông nếu được tưới nước, bón phân tốt sẽ cho năng suất củ rất cao (nhiệt độ thích hợp cho cây khoai tây hình thành củ từ 18 - 23°C) do hệ số kinh tế lớn. Đối với cây lúa nếu trổ bông, phơi màu vào lúc nhiệt độ cao hay thấp đều không tốt cho quá trình thụ phấn, thụ tinh nên hạt không hình thành, khi đó giá trị của hệ số kinh tế có thể là con số không. Cho nên đối với lúa cần bố trí thời vụ để khi trổ bông, phơi màu nhiệt độ không khí trong khoảng từ 25 - 30°C và có ánh sáng đầy đủ... thì quá trình thụ phấn, thụ tinh diễn ra tốt, hạt chắc, bông to và hệ số kinh tế lớn, năng suất kinh tế sẽ cao.

Trong trồng trọt, nước là yếu tố quan trọng hàng đầu đối với sự sinh trưởng, phát triển của cây. Đặc biệt khi cây bắt đầu chuyển sang giai đoạn sinh trưởng sinh sản thì nước là yếu tố quyết định sự vận chuyển vật chất trong cây về cơ quan dự trữ. Nếu ở giai đoạn hình thành cơ quan kinh tế mà cây bị hạn thì hoa sẽ không được thụ tinh dẫn tới hạt lép, lửng, quả bị rụng... và sự vận chuyển vật chất về cơ quan kinh tế giảm mạnh, có thể không cho năng suất đối với cây lấy củ, hạt, quả, v.v...

Phân bón cũng là yếu tố thúc đẩy quá trình vận chuyển vật chất về cơ quan kinh tế vì chúng có thể tham gia vào việc làm tăng tiết diện mạch libe và trực tiếp tham gia vận chuyển vật chất trong libe. Ví dụ: bón phân kali hiệu quả đối với tất cả các loại cây trồng nhưng hiệu quả rất cao đối với cây lấy tinh bột như khoai tây, khoai lang, sắn dây, sắn tàu... hay cây lấy đường như mía, củ cải đường... vì nguyên tố kali tham gia vào quá trình tổng hợp tinh bột, đường. Vì vậy, đối với các cây trồng trên không thể thiếu kali. Nếu ta cung cấp đầy đủ kali cho các cây lấy củ, đường... sẽ làm củ to, nhiều tinh bột, hàm lượng đường tăng và dẫn đến năng suất tăng cao.

Đối với các cây họ đậu như lạc, đậu tương, vừng, thầu dầu... bón phân lân mang lại hiệu quả cao hơn rất nhiều so với các cây trồng khác vì đối với các cây trồng trên, phospho có tác dụng làm tăng tổng hợp chất béo cũng như chuyển hoá nitơ phân tử (N_2) thành đạm sinh học nhờ hoạt động của vi sinh vật.

Các nguyên tố vi lượng như Cu, Zn, B, Mn, Mo, Fe... và một số chất điều hoà sinh trưởng (auxin, gibberellin ...) có tác dụng làm tăng khả năng đậu hoa, đậu quả, tăng sự vận chuyển các sản phẩm quang hợp về cơ quan kinh tế nên làm tăng kích thước quả, củ, hạt ...nhờ đó làm tăng hệ số kinh tế, tăng năng suất và chất lượng sản phẩm.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG IV

1. Hãy viết phương trình đầy đủ năng suất kinh tế (NS_{kt}) để làm sáng tỏ mối liên quan giữa hoạt động của bộ máy quang hợp và năng suất cây trồng?
2. Hãy chứng minh hiệu suất sử dụng ánh sáng mặt trời của cây trồng trên lý thuyết chỉ đạt 5%?
3. Nêu những đặc điểm cơ bản về cấu trúc, hình thái của cây trồng “lý tưởng”?
4. Trình bày các biện pháp điều chỉnh diện tích lá tối ưu cho quần thể cây trồng?
5. Chứng minh rằng cấu trúc của ruộng là một hệ quang học và là yếu tố của năng suất?
6. Trình bày ý nghĩa và triển vọng của quang hợp trong các hệ nhân tạo?
7. Biện pháp nâng cao năng suất sinh vật học (NS_{svh})?
8. Biện pháp nâng cao năng suất kinh tế (NS_{kt}) khi đã có năng suất sinh vật học cao?

Chương V

HÔ HẤP TRONG QUÁ TRÌNH NÀY MÀM VÀ TRONG BẢO QUẢN NÔNG SẢN

- Hô hấp không chỉ là trung tâm trao đổi năng lượng mà nó còn là trung tâm trao đổi chất của tế bào thực vật.

- Hiểu rõ những biến đổi sinh lý, hoá sinh đặc trưng trong quá trình này mầm của thực vật, từ đó hiểu được cơ sở khoa học của các biện pháp điều chỉnh hô hấp trong quá trình ngâm ủ hạt giống.

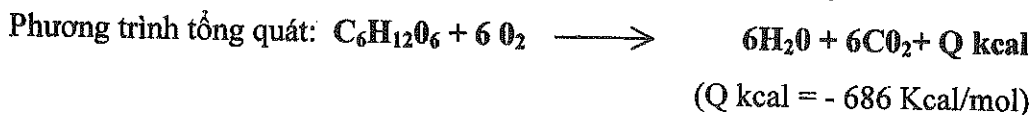
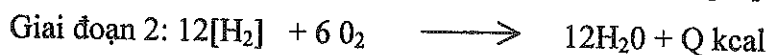
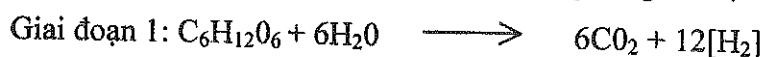
- Cần nắm được những hoạt động sinh lý xảy ra trong khối nông sản phẩm khi bảo quản và tác hại của chúng. Trên cơ sở đó hiểu được cơ sở khoa học của các biện pháp bảo quản nông sản phẩm.

I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ QUÁ TRÌNH HÔ HẤP

1. Định nghĩa

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

Phương trình tổng quát của hô hấp có thể được biểu diễn qua 2 giai đoạn:



2. Vai trò của hô hấp đối với đời sống của thực vật

- Hô hấp tạo ra nguồn năng lượng cung cấp cho mọi hoạt động sống của cơ thể thực vật. Nếu như trong quang hợp, năng lượng ánh sáng mặt trời được tích lũy vào các hợp chất hữu cơ thì qua hô hấp năng lượng đó lại được giải phóng ra dưới dạng ATP (hình 1.5). Đây là nguồn năng lượng cơ bản, là chất dự trữ năng lượng vạn năng trong cơ thể thực vật.

- Sản phẩm trung gian trong quá trình oxy hoá là sợi dây liên kết các mặt khác nhau của quá trình trao đổi chất thống nhất trong cơ thể thực vật. Nhiều sản phẩm trung gian còn là nguyên liệu khởi đầu của nhiều quá trình sinh tổng hợp quan trọng trong cây.

- Hô hấp còn là cơ sở cho hoạt động chống chịu của cây. Năng lượng cũng như nhiều nguyên liệu trong quá trình hô hấp đã giúp cây chống chịu tốt hơn với sâu bệnh cũng như với điều kiện ngoại cảnh bất lợi.

Như vậy, hô hấp không chỉ là trung tâm trao đổi năng lượng mà còn là trung tâm trao đổi chất của tế bào thực vật và ty thể (Mitochondria) là cơ quan từ thực hiện chức năng này. Mỗi tế bào có tới hàng trăm ty thể, ở các tế bào có hoạt động trao đổi chất càng mạnh thì số lượng ty thể càng nhiều.

Để đánh giá khả năng hô hấp của các nguyên liệu thực vật khác nhau, người ta dựa vào 2 chỉ tiêu quan trọng, đó là cường độ hô hấp và hệ số hô hấp.

- Cường độ hô hấp (I_h) là lượng O₂ mà thực vật hấp thu, lượng CO₂ thải ra hay bằng lượng chất hữu cơ tiêu hao trên một đơn vị khối lượng nguyên liệu hô hấp và trong một đơn vị thời gian.

Cường độ hô hấp luôn biến đổi nhiều theo các loài thực vật khác nhau. Trong cùng một cây cường độ hô hấp thay đổi theo từng cơ quan bộ phận khác nhau cũng như từng giai đoạn sinh trưởng khác nhau.

Ngoài ra, cường độ hô hấp của thực vật còn phụ thuộc nhiều vào các yếu tố ngoại cảnh như hàm lượng nước trong mô, nhiệt độ, nồng độ O₂ ...

- Hệ số hô hấp (Respiration quotient - RQ)

RQ là tỷ số giữa số phân tử (hay thể tích) của CO₂ thải ra và số phân tử (hay thể tích) của O₂ mà thực vật hấp thu trong quá trình hô hấp trong cùng một điều kiện và thời gian nhất định.

RQ phụ thuộc vào bản chất của nguyên liệu hô hấp:

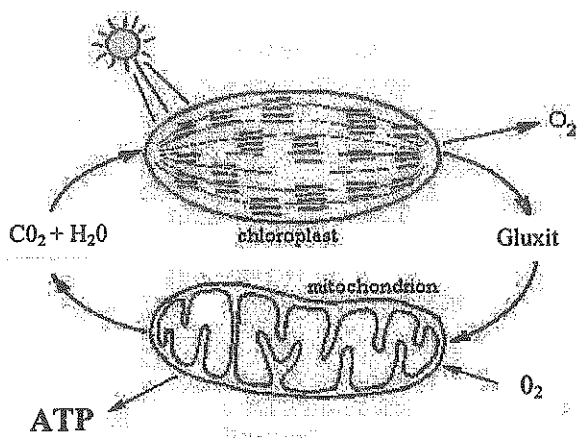
RQ = 1 khi nguyên liệu là glucit.

RQ < 1 khi nguyên liệu hô hấp là protein, axit béo hoặc lipid.
(các protein khi bị oxy hoá triệt để RQ ≈ 0,8).

RQ > 1 khi nguyên liệu hô hấp là axit hữu cơ.

RQ còn phụ thuộc vào tình trạng hô hấp. Khi hô hấp yếm khí hoặc có sự kết hợp giữa hô hấp và lên men thì RQ tăng và thường lớn hơn 1 ở mọi nguyên liệu hô hấp.

Giá trị của RQ cho biết quá trình hô hấp cần nhiều hay ít oxy, giúp người ta có thể đề xuất các biện pháp trồng trọt hợp lý cho từng loại cây trồng cũng như kỹ thuật bảo quản thích hợp với từng loại nông sản.



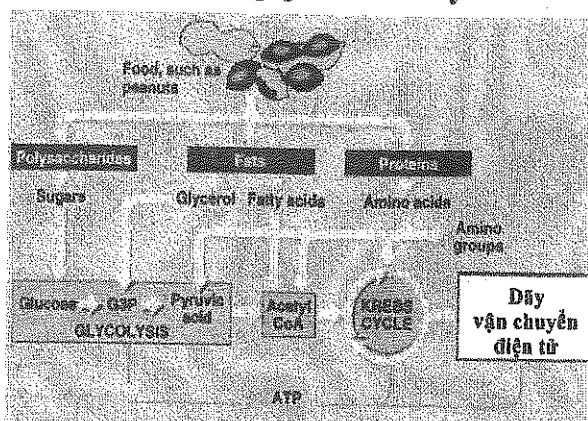
Hình 1.5. Mối quan hệ giữa hô hấp và quang hợp

II. HÔ HẤP TRONG QUÁ TRÌNH NẤY MẦM CỦA HẠT GIỐNG

1. Những biến đổi về sinh lý và hoá sinh đặc trưng trong quá trình nảy mầm

• Biến đổi hoá sinh

Khi hạt nảy mầm quá trình thủy phân tăng lên đột ngột. Các enzym thủy phân như α -amylaza, proteaza, lipaza được tăng cường tổng hợp. Nhờ vậy mà chất dự trữ ở dạng các polime được phân giải thành các monome làm thay đổi hoạt động thẩm thấu của tế bào. Phần lớn các sản phẩm thủy phân này được sử dụng làm nguyên liệu cho quá trình hô hấp.



Hình 2.5. Biến đổi các chất dự trữ cung cấp nguyên liệu cho quá trình hô hấp khi hạt nảy mầm

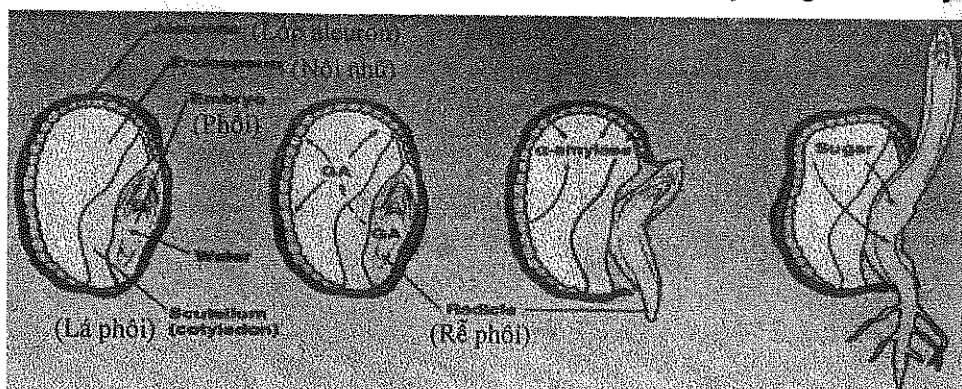
• Biến đổi sinh lý

- Biến đổi sinh lý đặc trưng nhất

trong quá trình nảy mầm là sự tăng cường độ hô hấp. Vì vậy, cơ sở khoa học của các biện pháp kỹ thuật trong ngâm ủ hạt giống là tác động vào quá trình hô hấp, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hô hấp xảy ra với cường độ cao để cung cấp đủ năng lượng và sản phẩm trung gian cần thiết cho sự nảy mầm của hạt giống.

- Thay đổi về cân bằng hormone: Cân bằng hormone điều chỉnh sự nảy mầm hay ngủ nghỉ là tỷ lệ giữa gibberellin (GA) và abscisic acid (ABA). Khi hạt đang ở trạng thái ngủ nghỉ, hàm lượng ABA rất cao và GA là không đáng kể. Ngược lại, khi hạt giống hút nước, phôi phát động sinh trưởng tăng cường tổng hợp GA, GA vận chuyển ra khỏi phôi và kích thích sự tổng hợp α -amilaza từ lớp aleron. Đây là enzym quan trọng thực hiện quá trình phân giải tinh bột thành đường sử dụng làm nguyên liệu hô hấp. Đồng thời một phần trong số đường tạo thành được vận chuyển vào phôi làm nguyên liệu thúc đẩy sự sinh trưởng, phát triển của mầm (hình 3.5).

Trong thực tế sản xuất, để phá bỏ ngủ nghỉ, kích thích sự nảy mầm của hạt, của củ người ta có thể điều chỉnh sự cân bằng giữa hai loại hormone này bằng cách xử lý GA₃.



Hình 3.5. Vai trò của GA đối với quá trình nảy mầm của hạt

2. Các biện pháp điều chỉnh hô hấp trong quá trình ngâm ủ hạt giống

a) Điều chỉnh hàm lượng nước trong hạt:

Nước là một trong những điều kiện quan trọng đối với sự nảy mầm. Hạt khô (độ ẩm 10 - 14%) không có khả năng nảy mầm. Ở trạng này, nhờ lực hút trương hạt có khả năng hấp thu nước rất mạnh, cường độ hô hấp tăng nhanh, phôi phát động sinh trưởng và hạt nảy mầm. Mỗi loại hạt cần một lượng nước khác nhau cho sự nảy mầm - được gọi là lượng nước tối thiểu.

Lượng nước tối thiểu là tỷ lệ % giữa lượng nước hút vào đủ cho hạt nảy mầm so với khối lượng của hạt.

$$\text{Lượng nước tối thiểu (\%)} = \frac{\text{Lượng nước hút vào đủ để hạt nảy mầm}}{\text{Khối lượng của hạt}} \times 100$$

Các loại hạt khác nhau có lượng nước tối thiểu khác nhau. Một số loại hạt giàu protein như các loại đậu đỗ cần lượng nước tối thiểu từ 100 - 120%, hạt thóc cần 50 - 80%, hạt ngô cần 38 - 40% và hạt hướng dương cần khoảng 44%. Vai trò của nước trong hạt đối với quá trình nảy mầm còn có quan hệ mật thiết với nhiệt độ trong môi trường.

b) Điều chỉnh nhiệt độ:

Mỗi loại hạt khác nhau có nhiệt độ thích hợp cho sự nảy mầm khác nhau (bảng 1.5). Nhìn chung, nhiệt độ thích hợp cho sự nảy mầm của đa số các loại hạt dao động từ 25 - 28°C, với các cây nhiệt đới khoảng 35 - 37°C.

Trong giới hạn nhất định, khi nhiệt độ tăng, cường độ hô hấp cũng tăng và xúc tiến nhanh sự nảy mầm. Giai đoạn đầu, nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ của các phản ứng hoá sinh và tăng khả năng hô hấp của hạt xúc tiến nhanh quá trình nảy mầm. Khi hình thành mầm thì nhiệt độ thích hợp có khả năng điều tiết sự sinh trưởng phát triển của mầm thông qua hô hấp và các chức năng sinh lý khác. Khi nhiệt độ quá thấp, sự nảy mầm vẫn có thể bị ức chế ngay cả khi ẩm độ của hạt cao.

Như vậy, nhiệt độ và nước là hai yếu tố quan trọng đối với sự nảy mầm. Thực tế, người ta đã điều chỉnh hai yếu tố này qua biện pháp ngâm ủ hạt giống để tăng hô hấp và kích thích nhanh quá trình nảy mầm. Đối với các loại hạt không cần qua kỹ thuật ngâm ủ, người ta phải xác định thời vụ gieo trồng hợp lý và độ ẩm đất thích hợp để hạt có thể nảy mầm nhanh và tỷ lệ nảy mầm cao trên đồng ruộng.

Bảng 1.5. Giới hạn nhiệt độ cho sự nảy mầm của một số loại hạt

Loại hạt	Nhiệt độ (°C)		
	Cực tiểu (minimum)	Tối thích (optimum)	Cực đại (maximum)
Ngô (Zea mays)	8-10	35	45
Lúa (Oryza sativa)	10-12	35-37	44-50
Đậu Hà Lan (Pisum sativum)	1-2	30	35
Củ cải đường (Brassica napus)	1-2	30	40
Hướng dương (Helianthus annuus)	8-9	28	35
Dưa hấu (Citrullus vulgaris)	12-14	35	40
Thuốc lá (Nicotinana tabacum)	13-14	28	32-35
Bông (Gossypium)	12-26	37- 44	44-50

c) Điều chỉnh hàm lượng khí trong khối hạt (O_2 và CO_2):

Oxy là nguyên liệu của hô hấp nên nó rất cần cho sự nảy mầm của hạt. Tuy nhiên, mức độ miễn cảm với oxy của từng loại hạt khi nảy mầm có khác nhau. Ví dụ, hạt lúa mì nảy mầm rất thuận lợi trong không khí, quá trình này sẽ bị ức chế khi hạt bị vùi sâu dưới đất. Ngược lại, hạt lúa lại có thể nảy mầm ngay trong nước và mầm có khả năng sinh trưởng rất tốt trong điều kiện hàm lượng oxy rất thấp (khoảng 0,2%).

CO_2 được sản sinh ra trong quá trình hô hấp, nó tích tụ lại trong khối hạt và ức chế hô hấp ở nồng độ cao. Trong quá trình nảy mầm, cường độ hô hấp tăng nhanh đồng nghĩa với lượng CO_2 cũng thải ra nhiều, nếu không có biện pháp giảm lượng khí này trong khối hạt sẽ gây hiện tượng hô hấp yếm khí, tạo nhiều sản phẩm gây độc và làm mất sức sống của hạt giống. Khi hàm lượng CO_2 tăng lên 35% hầu hết các hạt giống đều mất sức nảy mầm.

Như vậy, để xúc tiến nhanh quá trình nảy mầm, ngoài việc ủ ấm để nâng cao nhiệt độ, ngâm H_2O để tăng độ ẩm của hạt, ta còn phải đảo khối hạt để tăng hàm lượng O_2 , tránh tích lũy nhiều CO_2 , đảm bảo thuận lợi cho quá trình hô hấp của hạt khi nảy mầm.

Khi làm đất gieo hạt cũng cần phải đảm bảo độ tơi xốp nhất là với những loại hạt có hệ số hô hấp (RQ) thấp như hạt lạc, hạt đậu. Đây là các loại hạt cần nhiều oxy hơn trong quá trình hô hấp. Sau khi gieo hạt nếu gặp mưa cần xới phá váng kịp thời để đảm bảo đủ oxy cho hạt hô hấp và quá trình nảy mầm xảy ra sẽ thuận lợi hơn.

III. HÔ HẤP TRONG BẢO QUẢN NÔNG SẢN PHẨM

1. Phân loại nông sản phẩm và đặc tính chung của chúng

• Các loại hạt

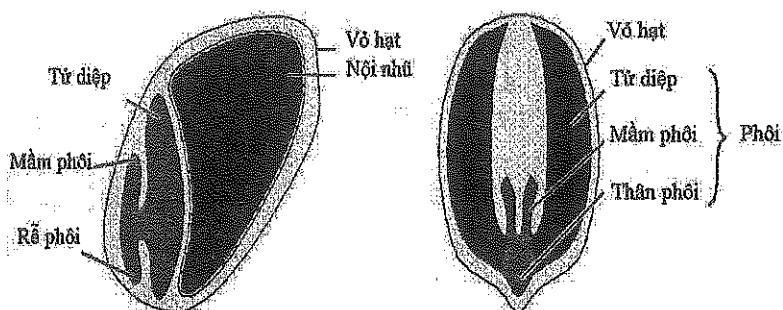
Hạt nông sản ở nước ta có rất nhiều loại mang hình thái khác nhau, nhưng chủ yếu thuộc 2 họ: họ hoà thảo (gramineae) và họ đậu đỗ (leuguminoceae). Đây là loại nông sản phẩm dễ bảo quản và phương pháp đơn giản nhất là phơi khô, giảm hàm lượng nước

trong hạt đến độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm tới hạn. Căn cứ vào thành phần hoá học, người ta chia chúng thành 3 nhóm:

- Nhóm giàu tinh bột: lúa, ngô.
- Nhóm giàu protein: các loại đậu đỗ.
- Nhóm giàu chất béo: lạc, vừng...

Cả 3 nhóm hạt trên tuy khác nhau trong hệ thống phân loại, khác nhau về thành phần dinh dưỡng, nhưng về cấu tạo thực vật chúng rất giống nhau và bao gồm các bộ phận chính như sau:

+ Vỏ hạt (seed coat) là phần bao bọc toàn bộ xung quanh hạt, có loại vỏ trần như ngô, lúa mì, đậu, có loại vỏ trấu như lúa, kê, đại mạch. Vỏ hạt có tác dụng quan trọng để bảo vệ phôi hạt, vì vậy trong quá trình bảo quản cần phải giữ gìn, bảo vệ, tránh làm sây sạt do tác động cơ giới.



Hình 4.5. Cấu tạo của hạt 1 lá mầm (trái) và 2 lá mầm (phải)

+ Lớp aleuron là lớp vỏ và tiếp giáp với phần nội nhũ. Tại đây tập trung nhiều chất dinh dưỡng quan trọng như protein, lipit, muối khoáng và vitamin nên dễ bị oxy hoá và biến chất trong điều kiện bảo quản không tốt.

+ Nội nhũ (endosperm) là nơi dự trữ nguyên liệu hô hấp của hạt. Trong quá trình bảo quản sự hao hụt chất hữu cơ chủ yếu là ở phần này.

+ Phôi hạt gồm: mầm phôi, rễ phôi, thân phôi và tử diệp (cotyledon). Ngoài hàm lượng dinh dưỡng cao (protein, lipit, vitamin, enzym), phôi có cấu tạo xốp và có hoạt động sinh lý mạnh nên phôi dễ nhiễm ẩm và hư hỏng. Những hạt có phôi lớn thường khó bảo quản hơn.

• Các loại rau quả tươi

Nhóm này bao gồm: rau ăn lá (rau muống, rau cải), rau ăn củ (su hào, carot, củ cải), quả dùng như rau (bầu, bí, cà chua, dưa chuột) và các loại quả khác như cam, chanh, dứa, xoài. Nhìn chung, đây là các loại nông sản khó bảo quản vì chúng có hàm lượng nước cao và thành phần dinh dưỡng cũng rất phong phú dễ bị biến đổi trong thời gian bảo quản.

Thành phần hoá học của rau quả tươi bao gồm tất cả các hợp chất hữu cơ và vô cơ cấu tạo nên các tế bào và các mô của chúng. Đó là các polysaccarit, axit hữu cơ, các hợp chất nitơ, chất thơm, chất màu, chất béo và đặc biệt là có hàm lượng nước rất cao. Nước trong rau quả chiếm tới 80 - 90%, có khi tới 93 - 97%.

Đối với rau quả trước khi thu hái, quá trình tổng hợp chất hữu cơ chiếm ưu thế nhưng sau thu hái thì quá trình phân giải là chủ yếu. Như vậy, hô hấp là quá trình sinh học cơ bản xảy ra trong rau quả tươi khi bảo quản.

Mục tiêu của bảo quản rau quả tươi là duy trì sự sống tiếp tục của nó sau khi tách khỏi môi trường sống tự nhiên hoặc tách khỏi cơ thể mẹ, sao cho sau thời gian bảo quản tối đa, rau quả vẫn giữ được chất lượng và giá trị sử dụng cao.

• *Các loại củ*

Có 3 loại củ phổ biến ở nước ta, đó là khoai tây, khoai lang và sắn. Về mặt giải phẫu, các loại củ này đều gồm có 2 phần chính:

- **Vỏ củ** có thể gồm 2 lớp như củ sắn (vỏ gỗ và vỏ cùi), củ khoai tây (vỏ trong và vỏ ngoài) nhưng cũng có thể có một lớp như củ khoai lang. Thành phần chủ yếu là xelluloza và hemixelluloza có tác dụng bảo vệ giữ cho củ ít bị tác động bởi các yếu tố ngoại cảnh.

- **Ruột củ** chiếm phần lớn khối lượng của củ. Đây là khối tế bào mềm có nhiều tinh bột và hàm lượng nước rất cao.

Như vậy mỗi loại nông sản đều có những đặc tính riêng cần phải có phương pháp bảo sao cho thích hợp để có thể duy trì được chất lượng của khối nông sản trong quá trình bảo quản.

2. Một số hoạt động sinh lý của khối nông sản trong quá trình bảo quản

a) *Quá trình chín tiếp của khối nông sản trong bảo quản:*

Trong bảo quản, người ta phân độ chín của các nông sản thành 3 trạng thái sau:

- **Độ chín thu hoạch:** Độ chín có thể thu hoạch được, lúc này các nông sản thường chưa đạt tới độ chín hoàn toàn. Độ chín thu hoạch thường thay đổi theo điều kiện vận chuyển cũng như điều kiện bảo quản. Khi cần vận chuyển xa hoặc bảo quản lâu trong thời gian dài thì cần thu hoạch sớm hơn.

- **Độ chín sinh lý:** Độ chín thành thực của hạt về phương diện sinh lý. Khi hạt đã qua giai đoạn chín sinh lý mới có thể nảy mầm.

- **Độ chín chế biến:** Độ chín đảm bảo yêu cầu về mặt chế biến. Tùy theo nhu cầu chế biến của từng mặt hàng mà có yêu cầu về độ chín của nông sản khác nhau. Ví dụ: dưa đóng hộp cần độ chín già vừa phải, nhưng nếu dùng chế biến rượu thì độ chín chế biến là khi quả chín nhũn, có mùi rượu.

Phần lớn các loại nông sản phẩm đều có quá trình chín tiếp tục sau khi thu hái và được gọi là quá trình chín sau (chín tiếp). Trong thực tế sản xuất, người ta khó có thể thu hái sản phẩm đúng thời kỳ chín sinh lý mà phải có quá trình chín tiếp thì sản phẩm mới có chất lượng cao. Riêng các loại rau (ăn lá, ăn củ, ăn hạt) thì không cần có quá trình này.

Các loại hạt có quá trình chín sau kéo dài thường làm giảm tỷ lệ nảy mầm và sức nảy mầm không đồng đều. Ngược lại, giai đoạn chín sau ngắn, hạt thường nảy mầm ngay ngoài đồng ruộng hoặc trong bảo quản, khi gặp độ ẩm và nhiệt độ thích hợp gây tổn thất đáng kể.

Quá trình chín của các nông sản phẩm phụ thuộc vào cường độ hô hấp, khi cường độ hô hấp càng mạnh thì quá trình chín xảy ra càng nhanh và thời hạn bảo quản an toàn của các nông sản phẩm càng rút ngắn. Trong quá trình chín của quả, quá trình hô hấp tăng đột biến - được gọi là *hô hấp bột phát*. Tuy nhiên, không phải tất cả các loại quả đều có hô hấp bột phát khi chín (bảng 2.5).

Để làm chậm quá trình chín, kéo dài thời gian bảo quản người ta có thể sử dụng các tác nhân gây ức chế hô hấp bột phát như nhiệt độ thấp, CO₂ cao, O₂ thấp. Ví dụ, khi hàm lượng CO₂ là 10%, O₂ 11% hoặc nitơ 79% thì thời gian bảo quản rau có thể kéo dài thêm 30 - 40% so với điều kiện bảo quản bình thường. Trái lại khi cần quả chín nhanh, ta lại phải thúc đẩy quá trình hô hấp, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hô hấp bột phát xảy ra ở cường độ cao.

Bảng 2.5. Các loại quả thuộc nhóm có và không có hô hấp bột phát

Nhóm quả có hô hấp bột phát (Climacteric)	Nhóm quả không có hô hấp bột phát (non- climacteric)
Quả bơ (Persea Americana Mill.)	Cacao (Theobroma cacao L.)
Quả chuối (Musa spp.)	Đào lộn hột (Anacardium occidentale L)
Mãng cầu xiêm (Annona muricata L.)	Quả vải (Litchi chinensis. Sonn)
Quả ổi (Psidium guajava L.)	Mãng cụt (Garcinia mangostana L.)
Quả xoài (Mangifera indica L.)	Quả cam (Citrus sinensis/L./osbeck)
Đu đủ (Carica papaya L.)	Quả dứa (Ananas comosus/L./Merill)
Sầu riêng (Durio zibethinus J. mur.)	Chôm chôm (Nepherium lappaceum L.)

b) Sự mất nước của các nông sản phẩm trong bảo quản:

Tất cả các nông sản phẩm đều chứa một hàm lượng nước nhất định, nó thay đổi tùy theo cấu tạo giải phẫu và trạng thái keo nguyên sinh chất của tế bào trong chúng. Có những loại chứa nhiều nước như rau quả tươi (80 - 95%), nhưng cũng có những loại có hàm lượng thấp hơn như các hạt ngũ cốc (11 - 20%). Đối với những loại sản phẩm có hàm lượng nước càng cao thì việc bảo quản càng khó khăn hơn. Vì nước không chỉ ảnh hưởng đến hô hấp mà nó còn là môi trường thuận lợi cho hoạt động của các vi sinh vật gây hại trong khi bảo quản.

Sự mất nước của các nông sản phẩm nhanh hay chậm không chỉ phụ thuộc vào hàm lượng nước trong mô mà còn phụ thuộc vào trạng thái mô bao bọc (độ dày, độ chắc của vỏ hạt, của lớp sáp ngoài vỏ quả), phụ thuộc vào cường độ hô hấp cũng như các điều kiện bảo quản khác nhau (nhiệt độ, độ ẩm, độ thông gió...).

Ở nhiệt độ cao và độ ẩm không khí nơi bảo quản giảm thì lượng nước trong các nguyên liệu bảo quản mất đi càng nhanh. Trung bình cứ 100g khối lượng hao hụt trong quá trình bảo quản thì có từ 75 - 85g là nước, còn lại 15 - 25g là chất khô. Khi mất nước

dẫn tới hiện tượng khô héo, giảm khối lượng, gây rối loạn các hoạt động trao đổi chất và làm giảm chất lượng của các nông sản.

Trong thực tế, để giảm sự mất nước trong quá trình bảo quản nhất là đối với rau hoa quả tươi, người ta có thể giảm nhiệt độ, tăng độ ẩm qua các biện pháp sau: bảo quản lạnh, bảo quản rau quả trong túi polyetylen, xếp quả trong cát ẩm. Tuy nhiên, một số biện pháp trên có thể gây hiện tượng hô hấp yếm khí làm hư hỏng khối nông sản. Vì vậy, khi bảo quản cần hiểu rõ tính chất của từng loại nông sản phẩm để có phương pháp bảo quản sao cho thích hợp.

c) Hiện tượng ngủ nghỉ và nảy mầm của hạt, củ trong bảo quản:

• Hiện tượng ngủ nghỉ

Khi hạt hoặc củ vẫn còn sức sống nhưng ở trạng thái đứng yên không nảy mầm được gọi là *trạng thái ngủ nghỉ*. Trong thời gian ngủ nghỉ có sự giảm sút đáng kể về hoạt động trao đổi chất nhưng khả năng chống chịu lại tăng. Hiện tượng ngủ nghỉ cũng là hình thức thích ứng của thực vật với điều kiện ngoại cảnh bất lợi để bảo tồn nòi giống.

Các thực vật khác nhau hiện tượng ngủ nghỉ khác nhau. Khi hiện tượng ngủ nghỉ chịu tác động của các yếu tố nội tại như: độ chín, thành phần các phytohormon cấu trúc của vỏ hạt, vỏ củ được gọi là *ngủ nghỉ sâu*. Còn lại, khi ngủ nghỉ được gây ra bởi các yếu tố ngoại cảnh bất lợi về nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng được gọi là *ngủ nghỉ bắt buộc*.

Thực tế, người ta phải kéo dài thời gian ngủ nghỉ để giảm những tổn thất có thể xảy ra trong quá trình bảo quản. Đối với các loại hạt, biện pháp hữu hiệu nhất là phơi hạt cho tới khi độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm tới hạn mới đưa vào bảo quản. Ở độ ẩm này, hàm lượng nước tự do thấp, giảm cường độ hô hấp, năng lượng giải phóng ra chỉ đủ để duy trì các hoạt động sống của hạt ở mức tối thiểu. Tương tự, còn có nhiều biện pháp khác nhau như giảm O_2 , tăng CO_2 , xử lý các chất ức chế hô hấp, tăng độ an toàn trong bảo quản.

Ngược lại, khi bảo quản các loại củ (khoai tây, khoai lang, sắn) cần tránh hiện tượng khô héo làm giảm nhanh khối lượng của chúng, gây rối loạn quá trình trao đổi chất và làm giảm chất lượng nông sản. Một trong những giải pháp bảo quản hữu hiệu đối với loại nông sản này là ức chế hô hấp trong điều kiện nhiệt độ thấp làm chậm quá trình trao đổi chất để có thể kéo dài thời gian bảo quản. Ví dụ, khoai tây có thể bảo quản từ 5 đến 8 tháng trong kho có nhiệt độ từ 1 - 3°C, độ ẩm 85 - 95%.

• Hiện tượng nảy mầm

Khi hạt, củ đã qua giai đoạn chín sinh lý, chúng đều có thể nảy mầm khi gặp điều kiện thuận lợi. Hiện tượng này có thể xảy ra ngay trong giai đoạn bảo quản khi điều kiện bảo quản không đảm bảo và nó đã làm giảm nhanh chất lượng của các nông sản phẩm. Ví dụ, hạt hướng dương có lượng dầu trong hạt trước nảy mầm là 55,32% và sau nảy mầm chỉ còn 28,81% hoặc hạt ngô hàm lượng tinh bột trước nảy mầm là 73% và sau nảy mầm chỉ còn 17,15%. Đây cũng là một dạng hư hỏng của khối nông sản trong quá trình cất giữ.

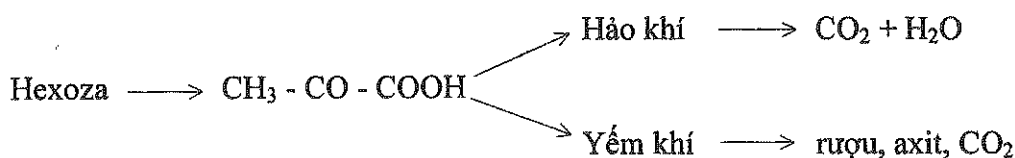
Như vậy, để kéo dài thời gian bảo quản mà vẫn đảm bảo an toàn về chất lượng sản phẩm chúng ta phải tác động các biện pháp kỹ thuật theo hướng ức chế sự nảy mầm và kéo dài thời gian ngủ nghỉ. Thực chất ở đây là ức chế hô hấp thông qua nhiều nhân tố khác nhau như: ẩm độ, nhiệt độ, thành phần khí hoặc chất ức chế hô hấp. Ngược lại, khi cần hạt giống nảy mầm nhanh, ta phải phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ bằng cách tạo mọi điều kiện thuận lợi cho quá trình hô hấp như H_2O , nhiệt độ, oxy hoặc xử lý GA_3 .

d) Hô hấp và tác hại của nó trong quá trình bảo quản nông sản phẩm:

• Hô hấp trong quá trình bảo quản

Hô hấp là một trong những chức năng sinh lý quan trọng của cơ thể sống. Quá trình này vẫn tiếp tục xảy ra trong các nông sản phẩm sau khi thu hái. Tuy nhiên, diễn biến của quá trình này còn phụ thuộc vào điều kiện bảo quản cũng như loại nguyên liệu bảo quản.

Trong điều kiện bảo quản có oxy hoặc không có oxy hô hấp đều xảy ra nhưng theo hai đường hướng khác nhau, đó là hô hấp hiếu khí và hô hấp yếm khí.



+ Hô hấp yếm khí:

Dưới tác dụng của các enzym khác nhau mà quá trình phân giải hexoza có thể biến đổi theo một số hướng chính sau :

- Sản phẩm cuối cùng là axetic axit :



- Sản phẩm cuối cùng là rượu etylic :



- Sản phẩm cuối cùng là axit lactic :



Như vậy, quá trình hô hấp yếm khí là không có lợi đối với hoạt động sống của thực vật. Nó không chỉ tạo ra ít năng lượng mà nó còn tạo ra nhiều sản phẩm độc làm mất sức sống của hạt giống cũng như giảm chất lượng của các nông sản trong bảo quản.

+ Hô hấp hiếu khí:

Đây là quá trình oxy hoá hoàn toàn đến sản phẩm cuối cùng là CO_2 và H_2O . Mức năng lượng giải phóng ra cũng như lượng oxy cần cho hô hấp phụ thuộc vào nguyên liệu sử dụng cho quá trình oxy hoá.

- Đối với glucit:



Để oxy hoá 180g glucoza cần 6 phân tử O_2 để giải phóng 6 phân tử CO_2 và 686 kcal. Như vậy, 1 phân tử oxy có thể oxy hoá hết 30g glucoza.

- Đối với axit béo (tripanmitinic):



Để oxy hoá 806,7g tripanmitinic cần 72,5 phân tử O_2 để giải phóng 51 phân tử CO_2 và 7616,7 Kcal. Nói cách khác, một phân tử oxy chỉ có thể oxyhoá được 11,03g tripanmitinic.

Như vậy, khi nguyên liệu là axit béo, hô hấp cần nhiều oxy hơn và cũng giải phóng nhiều năng lượng hơn. Một phần năng lượng này chuyển về dạng nhiệt gây hiện tượng tự bốc nóng của khối nông sản trong bảo quản.

• *Tác hại của hô hấp đối với nông sản phẩm trong quá trình bảo quản*

+ Tiêu hao vật chất hữu cơ:

Mục tiêu của bảo quản là phải duy trì cả về số lượng và chất lượng của các nông sản phẩm trong quá trình bảo quản. Có hai nguyên nhân chính làm giảm chất lượng của khối nông sản trong bảo quản, đó là hoạt động của các vi sinh vật gây hại (nấm mốc, vi khuẩn gây thối, gây bệnh) và sự hao hụt chất hữu cơ do quá trình hô hấp của chính các nông sản phẩm đó.

Trong thời kỳ sinh trưởng lượng chất hữu cơ tiêu hao do quá trình hô hấp được bù lại qua hoạt động quang hợp. Trong bảo quản, sự hao hụt này không được bù lại nên nó đã làm giảm đáng kể khối lượng của các nông sản phẩm. Vì vậy, khi cường độ hô hấp càng mạnh thì sự hao hụt chất hữu cơ càng lớn, chất lượng nông sản phẩm sau bảo quản càng giảm sút.

Nguyên tắc chung của bảo quản là giảm đến mức tối thiểu cường độ hô hấp để giảm sự tiêu hao chất hữu cơ, đảm bảo chất lượng của nông sản phẩm.

+ Tăng độ ẩm của khối nông sản:

Nước thải ra trong quá trình hô hấp được tích lũy lại làm tăng độ ẩm của khối nông sản phẩm và của môi trường xung quanh. Độ ẩm tăng sẽ làm tăng nhanh hô hấp đồng thời kích thích hoạt động của vi sinh vật, ảnh hưởng xấu đến chất lượng của khối nông sản phẩm trong bảo quản.

+ Tăng nhiệt độ trong khối nông sản:

Năng lượng giải phóng ra trong quá trình hô hấp, một phần nhỏ được sử dụng để duy trì hoạt động sống của các mô thực vật, phần còn lại sinh ra nhiệt tự do làm tăng nhiệt độ của khối nông sản. Hiện tượng tự bốc nóng này đã kích thích quá trình hô hấp làm tăng lượng chất hữu cơ tiêu hao. Ngoài ra, nhiệt độ cao còn có tác dụng kích thích

hoạt động của các vi sinh vật gây hại. Thường thì các loại vi sinh vật này chỉ dùng khoảng 5 - 10% tổng năng lượng sinh ra để duy trì sự sống, phần còn lại chuyển thành nhiệt góp phần làm tăng nhanh nhiệt độ của khối nông sản.

+ Hô hấp làm thay đổi thành phần khí trong môi trường bảo quản:

Quá trình hô hấp đã làm giảm lượng O_2 và tăng CO_2 trong khối nông sản bảo quản. Nếu lượng O_2 bị giảm quá mức và lượng CO_2 lại tăng lên quá nhiều có thể chuyển từ hô hấp hiếu khí sang hô hấp yếm khí, tích lũy nhiều sản phẩm độc có hại cho hoạt động sống của mô thực vật.

Để giảm các tác hại trên, người ta phải khống chế hô hấp trong quá trình bảo quản. Tuy nhiên, cũng cần phải hiểu rằng, hô hấp là một trong những điều kiện cần thiết cho sự sống của thực vật, nếu loại trừ nó thì các tế bào, các mô đều mất sức sống giảm chất lượng của các nông sản. Như vậy, cường độ hô hấp trong bảo quản không thể triệt tiêu nhưng cũng không được quá lớn mà chỉ đủ để duy trì các hoạt động sống của thực vật ở mức tối thiểu.

3. Biện pháp bảo quản nông sản phẩm

Với mục đích giảm cường độ hô hấp của khối nông sản phẩm đến mức tối thiểu, người ta có thể khống chế các nhân tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến quá trình hô hấp qua 4 biện pháp sau:

a) *Điều chỉnh hàm lượng nước:*

Đây là phương pháp bảo quản rất hiệu quả với các loại hạt. Khi hạt được phơi khô đạt tới độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm tới hạn (10 - 13%) thì cường độ hô hấp rất thấp, lượng chất hữu cơ tiêu hao không đáng kể và có thể bảo quản an toàn trong kho lưu giữ. Tuy nhiên, khi bảo quản trong thời gian dài, thỉnh thoảng phải phơi lại để đưa độ ẩm hạt về độ ẩm an toàn.

Bảng 3.5. Ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ hô hấp của hạt đậu tương

Độ ẩm (%)	Cường độ hô hấp ($mgCO_2/100g$ hạt/24h)	Độ ẩm (%)	Cường độ hô hấp ($mgCO_2/100g$ hạt/24h)
9,0	0,9	15,0	17,1
10,7	1,3	17,1	66,5
11,7	2,4	19,8	172,0
12,7	4,6	20,9	280,0

(Trần Minh Tâm, 2002)

Các loại hạt khác nhau có độ ẩm tới hạn khác nhau (bảng 4.5). Theo viện sĩ Kretovic thì độ ẩm tới hạn của các loại hạt thuộc họ hoà thảo vào khoảng 14-15%, và các loại hạt thuộc nhóm cây lấy dầu khoảng 8-9%.

Bảng 4.5. Độ ẩm an toàn (độ ẩm tới hạn) của một số loại hạt

Loại hạt	Độ ẩm an toàn (%)	Loại hạt	Độ ẩm an toàn (%)
Các loại đậu	15,0 - 16,0	Dưa chuột	9,5 - 10,5
Hạt lúa mì	14,5 - 15,5	Hương dương	6,0 - 8,0
Ngô, cao lương	12,5 - 14,0	Lạc	7,0 - 9,0
Lúa nước	12,0 - 13,0	Cà chua	11,5 - 12,5

Đối với các loại rau, quả, củ lại cần phải bảo quản trong điều kiện độ ẩm gần như bão hoà. Khi độ ẩm thấp, rau quả héo nhanh, hoạt động trao đổi chất bị rối loạn và hô hấp vô hiệu cũng tăng lên. Thông thường với loại rau có thời gian bảo quản ngắn thì duy trì độ ẩm không khí từ 90 - 95%, với độ ẩm này sẽ giảm được sự mất nước, giữ rau tươi lâu hơn. Còn với các loại quả, hiện tượng mất nước chậm hơn, có thể giảm độ ẩm trong bảo quản xuống 80 - 90%.

b) Điều chỉnh nhiệt độ:

Trong giới hạn nhất định, khi tăng nhiệt độ thì cường độ hô hấp của nông sản bảo quản cũng tăng (bảng 5.5).

Bảng 5.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến cường độ hô hấp của hạt lúa mì

Độ ẩm 15%		Độ ẩm 18%	
Nhiệt độ của khối hạt (°C)	Cường độ hô hấp (mg CO ₂ /100 g hạt /24h)	Nhiệt độ của khối hạt (°C)	Cường độ hô hấp (mg CO ₂ /100 g hạt /24h)
25	0,4	25	33,6
35	1,3	30	39,7
45	6,6	35	71,8
55	31,7	40	154,7
65	15,7	45	43,1
75	10,3		

(Trần Minh Tâm, 2002)

Hiện nay, bảo quản nông sản phẩm trong kho lạnh đang là biện pháp tiên tiến và ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn. Biện pháp này đặc biệt có ý nghĩa đối với các loại rau, hoa, quả tươi. Tuy nhiên, nhiệt độ quá thấp chưa chắc đã là tốt cho quá trình bảo quản. Vì khi nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ đóng băng của dịch bào, rau quả sẽ bị đóng băng, cấu trúc tế bào bị phá huỷ, ngừng hoạt động sống của tế bào. Khi đó sản phẩm bảo quản sẽ tồn tại ở dạng đông lạnh chứ không còn ở dạng tươi sống như chúng ta mong muốn. Tuy nhiên, cũng có loại rau quả bảo quản được ở dưới nhiệt độ đóng băng.

Ví dụ hành tây có thể bảo quản ở -3°C trong khi nhiệt độ đóng băng là -1°C . Hiện tượng này có thể được giải thích là do sức trương của tế bào rất lớn, nó có thể hồi phục hoạt động sống khi làm tan băng giá từ từ. Trong một số trường hợp nhiệt độ thấp chưa đến mức gây phá vỡ cấu trúc của tế bào nhưng nó cũng có thể gây rối loạn các hoạt động sinh lý, sinh hoá làm giảm chất lượng của sản phẩm. Ví dụ, khi bảo quản chuối xanh ở nhiệt độ dưới 12°C chuối sẽ không có khả năng chín tiếp khi rằm. Hoặc bảo quản chuối chín dưới 11°C chuối sẽ bị thâm đen làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm.

Bảng 6.5. Nhiệt độ bảo quản tối ưu của một số loại quả ở trạng thái chín khác nhau

Loại rau quả	Nhiệt độ tối ưu ($^{\circ}\text{C}$)
Dưa chuột	10-12
Cà chua xanh già	10-12
Cà chua chín	1
Cam, bưởi, chanh xanh	4-6
Cam, bưởi, chanh chín	1-2
Khoai tây	1-4

(Quách Đình và cộng sự, 1996)

Mỗi loại nông sản thích hợp ở nhiệt độ bảo quản khác nhau. Ở nhiệt độ có cường độ hô hấp thấp nhất - được gọi là nhiệt độ bảo quản tối ưu. Nhiệt độ tối ưu cũng thay đổi theo độ chín của nông sản bảo quản (bảng 6.5).

Như vậy, cần có những nghiên cứu cơ bản để xác định nhiệt độ bảo quản tối ưu của từng loại nông sản phẩm, trên cơ sở đó đưa ra biện pháp bảo quản an toàn và hữu hiệu nhất.

c) Điều khiển thành phần khí trong môi trường bảo quản:

Thành phần khí trong kho bảo quản có ảnh hưởng lớn đến cường độ hô hấp và phương thức hô hấp. Khi tăng CO_2 và giảm O_2 có tác dụng ức chế hô hấp của khối nông sản phẩm. Sondatencôp đã chứng minh rằng khi tăng oxy trong không khí lên 2-3 lần thì khả năng làm tăng hô hấp của cà chua trong bảo quản lên tới 35 - 50%. Tuy nhiên, tác dụng của oxy đối với hô hấp còn tùy thuộc vào đối tượng bảo quản.

- Khi bảo quản các hạt khô, việc giảm oxy để ức chế hô hấp ít có tác dụng vì cường độ hô hấp của chúng rất thấp. Khi bảo quản hạt có độ ẩm cao trong điều kiện thiếu oxy thì hô hấp yếm khí sẽ tăng làm giảm nhanh chóng chất lượng của hạt.

- Đối với rau quả, khi lượng oxy trên 21% thì cường độ hô hấp tăng nhanh, rau quả nhanh chín và cũng mau hỏng. Khi hàm lượng CO_2 tăng lên 2 - 5 lần và O_2 giảm xuống còn 16 - 18%, hô hấp giảm và thời gian bảo quản có thể kéo dài 3 - 4 lần so với bảo quản ở điều kiện khí quyển bình thường (0,03% CO_2 và 21% O_2). Nhìn chung, hàm lượng CO_2 từ 10 - 12 % là thích hợp cho việc bảo quản của nhiều loại rau quả.

Tuy nhiên, giới hạn ảnh hưởng của nồng độ CO_2 và O_2 cũng còn tùy thuộc vào loại rau quả cũng như chất lượng của chúng trước khi đưa vào bảo quản. Ví dụ như thiếu O_2 và thừa CO_2 là điều kiện tốt cho bảo quản carot. Nhưng bắp cải, khoai tây thì tốt hơn là bảo quản trong điều kiện O_2 và CO_2 bình thường. Khi quả chưa chín được bảo quản trong điều kiện thiếu oxy sẽ ức chế sự chín tiếp tục của chúng.

Để không chế thành phần khí, người ta có thể sử dụng 3 phương pháp bảo quản:

☞ Bảo quản kín trong các túi polietylen, trong chum, vại. Với phương pháp này, có thể giảm được O_2 tăng CO_2 trong thể tích bảo quản nên đã giảm cường độ hô hấp và giảm tiêu hao chất hữu cơ. Bảo quản kín thường được sử dụng nhiều với các loại hạt giàu protein, giàu lipid, có hệ số hô hấp nhỏ hơn 1 như lạc, vừng, đậu đỗ. Phương pháp này cũng được sử dụng để bảo quản rau, hoa quả tươi trong quá trình vận chuyển khi xuất khẩu.

☞ Bảo quản mở trong các kho nông sản với sự xâm nhập tự do của không khí. Phương pháp này thường được áp dụng cho nhiều loại hạt có hệ số hô hấp (RQ) bằng 1 như các hạt ngũ cốc.

☞ Bảo quản trong môi trường khí biến, trong đó người ta sử dụng khí CO_2 , O_2 và N_2 với tỷ lệ nhất định tùy theo từng loại nông sản phẩm. Đây là phương pháp bảo quản rất có hiệu quả.

c) Sử dụng hoá chất trong bảo quản:

Ngoài các phương pháp trên, người ta cũng có thể sử dụng một số chất hoá học để kéo dài thời gian bảo quản nông sản sau thu hoạch. Tuy nhiên, cần phải tuân thủ đúng những nguyên tắc quy định để tránh ảnh hưởng đến chất lượng nông sản và đảm bảo sức khoẻ cho người tiêu dùng.

Các hoá chất dùng để bảo quản có 2 nhóm công dụng chính, đó là diệt nấm khuẩn và ức chế quá trình nảy mầm. Từ những năm 30 thế kỷ XX người ta đã biết sử dụng IAA (β -indol axetic axit) để kìm hãm nảy mầm của khoai tây và sau đó là α -NAA (α -Naphthyl axetic axit) chất có hiệu ứng mạnh hơn.

Hiện nay người ta thường dùng ở dạng các chế phẩm như: M-1 (ester metyl của α -Naphthyl axetic), M-2 (este dimetyl của α -Naphthyl axetic), HAM (Hydrazin axit malic), rượu Ninolic ($\text{C}_9\text{H}_{19}\text{OH}$), etefon (2-clo etyl phosphoric axit)... Hướng tác dụng chính của nhóm chất này là ức chế hô hấp, kìm hãm nảy mầm, giảm sự tiêu hao chất hữu cơ kéo dài thời gian bảo quản.

Có thể hạn chế tỷ lệ nảy mầm của củ khoai tây nếu xử lý dung dịch HAM (2,5kg/ha) vào thời điểm trước thu hoạch 12 -15 ngày. Hiệu ứng kìm hãm sự nảy mầm tốt nhất là của etefon 0,5% với lượng hoá chất dùng là 2 lít/tấn củ. Cơ chế tác động của chất này có liên quan đến sự tổng hợp nhanh abxixic axit, ức chế hô hấp cũng như quá trình trao đổi chất nói chung làm cho củ giống ngủ sâu hơn.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG V

1. Vai trò của hô hấp trong đời sống thực vật ? Tại sao nói hô hấp không chỉ là trung tâm trao đổi năng lượng mà còn là trung tâm trao đổi chất trong tế bào thực vật.
2. Những biến đổi sinh lý, hoá sinh cơ bản trong quá trình nảy mầm? Cân bằng hormone nào có tác dụng điều chỉnh sự nảy mầm của thực vật?
3. Các yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến quá trình nảy mầm? Biện pháp xúc tiến nhanh quá trình nảy mầm thông qua con đường hô hấp?
4. Một số hoạt động sinh lý xảy ra trong quá trình bảo quản nông sản phẩm? Tác hại của chúng?
5. Biện pháp ức chế hô hấp trong quá trình bảo quản nông sản phẩm? Những biện pháp được sử dụng phổ biến trong thực tế sản xuất hiện nay?

Chương VI

ỨNG DỤNG CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG TRONG TRỒNG TRỌT

I. MỘT SỐ KHÁI NIỆM LIÊN QUAN ĐẾN CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG THỰC VẬT

1. Khái niệm chung

Khoảng 100 năm về trước, nhà thực vật học nổi tiếng người Đức là Julius Von Sachs đã phát hiện rằng trong cây có một dạng chất hữu cơ đặc biệt có khả năng kích thích sự sinh trưởng của thân, lá, rễ, hoa, quả... Nhóm chất này luôn tồn tại trong cây với nồng độ rất thấp, đó chính là các hormone sinh trưởng.

Như vậy, cũng như động vật, cơ thể thực vật không những cần các chất dinh dưỡng như protein, glucit, lipid, axit nucleic... để cấu trúc nên tế bào, mô và cung cấp năng lượng cho hoạt động sống mà còn cần rất nhiều các chất có hoạt tính sinh lý như vitamin, enzym và hormone. Trong đó, các hormone có vai trò quan trọng trong việc điều chỉnh quá trình sinh trưởng phát triển và các hoạt động sinh lý của chúng.

a) Phytohormon:

Phytohormon là nhóm các chất hữu cơ được tổng hợp với một lượng rất nhỏ trong các cơ quan bộ phận nhất định của cây và được vận chuyển đến các cơ quan khác để điều hoà các hoạt động liên quan đến quá trình sinh trưởng, phát triển của cây và bảo đảm mối quan hệ hài hoà giữa các cơ quan và của toàn cây. Các phytohormon bao gồm: auxin (IAA), gibberellin (GA_1 , GA_2 , GA_3 ...), xytokinin (zeatin), axit abscisic, etylen.

b) Các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp:

Song song với các phytohormon được cây tự tổng hợp, bằng con đường hoá học, con người đã tổng hợp nên rất nhiều hợp chất khác nhau có hoạt tính sinh lý tương tự các phytohormon để làm phương tiện điều chỉnh quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng, làm tăng năng suất và phẩm chất nông sản phẩm. Các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp nhân tạo ngày càng phong phú và có nhiều ứng dụng rất quan trọng trong sản xuất. Đó là các auxin tổng hợp, xytokinin tổng hợp, các chất retardant...

c) Phân loại chất điều hoà sinh trưởng:

Dựa vào hoạt tính sinh lý người ta chia các chất điều hoà sinh trưởng thành hai nhóm có tác dụng đối kháng về hiệu quả sinh lý. Đó là các chất kích thích sinh trưởng và các chất ức chế sinh trưởng.

- Các chất kích thích sinh trưởng luôn gây hiệu quả kích thích lên quá trình sinh trưởng của cây khi có nồng độ tác dụng sinh lý. Các chất kích thích sinh trưởng trong cây gồm ba nhóm: Auxin, gibberellin và xytokinin.

- Các chất ức chế sinh trưởng luôn luôn gây ảnh hưởng ức chế lên quá trình sinh trưởng của cây. Chúng bao gồm axit abxixic, etylen, các chất phenol...

Trong mỗi nhóm đó, có thể có các phytohormon và cả các chất tổng hợp hoá học.

d) Tầm quan trọng của các chất điều hoà sinh trưởng:

Ở động vật và con người thì mọi hoạt động của chúng đều được điều hoà bằng hai cơ chế: thần kinh và thủy dịch (hormon). Hormon động vật là những chất hữu cơ đặc hiệu được tổng hợp trong các tuyến nhất định của cơ thể và nhờ quá trình tuần hoàn máu đi đến được tất cả các cơ quan để tham gia vào điều chỉnh quá trình phát dục và hoạt động sinh lý.

Tuy nhiên, đối với động vật và con người thì các hoạt động sống được điều chỉnh bằng cơ chế thần kinh là chính (gồm thần kinh trung ương và thần kinh thực vật).

Đối với thực vật thì cơ chế điều hoà bằng hệ thần kinh không tồn tại. Vì vậy, mọi hoạt động sinh trưởng phát triển cũng như việc duy trì mối quan hệ hài hoà giữa các cơ quan, bộ phận trong một chính thể thống nhất của cơ thể cây đều được điều hoà bằng các hormon thực vật. Do đó, các phytohormon có tầm quan trọng hơn rất nhiều so với các hormon ở động vật và người trong việc tự điều chỉnh các quá trình diễn ra trong cơ thể liên quan đến quá trình sinh trưởng phát triển của thực vật. Từ lúc tế bào trứng thụ tinh phát triển thành phôi rồi thành cây con, đến cây trưởng thành và sau đó là đến quá trình già hoá rồi chết đều được điều chỉnh bằng các hormon thực vật chứa ở mọi tế bào, mọi cơ quan.

Ngoài ra, các chất điều hoà sinh trưởng tổng hợp ngày nay có rất nhiều ứng dụng trong sản xuất và đã mang lại hiệu quả đáng kể trong việc tăng năng suất và cải thiện chất lượng nông phẩm.

2. Sự cân bằng hormon trong cây

Khác với động vật và người, ở thực vật bất cứ mọi hoạt động sinh trưởng phát triển nào, đặc biệt là các quá trình hình thành cơ quan (rễ, thân, lá, hoa, quả...), sự biến đổi qua các giai đoạn sinh trưởng phát triển của cây đều được điều chỉnh đồng thời bởi nhiều loại hormon, hay nói cách khác là bởi sự cân bằng của các hormon trong cây quyết định. Vì vậy, trong bất cứ một cơ quan, bộ phận nào của cây cũng đều tồn tại đồng thời nhiều hormon có hoạt tính sinh lý rất khác nhau để điều chỉnh mọi hoạt động sinh lý của chúng.

Người ta phân ra hai loại cân bằng hormon là cân bằng chung và cân bằng riêng.

a) Cân bằng hormon chung:

• Nguyên tắc chung

Cân bằng hormon chung là sự cân bằng của hai tác nhân đối kháng nhau đó là các chất kích thích sinh trưởng và các chất ức chế sinh trưởng.

- Với cây hàng năm: Sự cân bằng này được thiết lập trong suốt đời sống của cây từ khi cây nảy mầm cho đến khi cây ra hoa quả, củ rồi già đi và kết thúc chu kỳ sống của mình. Lúc cây còn non, các chất kích thích sinh trưởng được tổng hợp nhiều trong các cơ quan dinh dưỡng như lá, rễ, chồi... và kích thích sự hình thành và sinh trưởng của các cơ quan dinh dưỡng một cách mạnh mẽ. Theo sự tăng của tuổi cây, dần dần các chất ức chế sinh trưởng bắt đầu được tổng hợp (ABA, etylen...) và gây ức chế sinh trưởng lên cây, cây sinh trưởng chậm dần.

Đến một thời điểm nào đó, hai tác nhân đối lập đó cân bằng nhau và đây là thời điểm chuyển giai đoạn: kết thúc giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng và chuyển sang giai đoạn sinh trưởng sinh thực, biểu hiện bằng sự hình thành hoa. Sau khi hình thành cơ quan sinh sản thì các chất ức chế sinh trưởng được tổng hợp rất mạnh và chiếm ưu thế, cây già rất nhanh chóng

- Với các cây lâu năm: Chúng ra hoa quả nhiều lần nên quy luật cân bằng hormone chung phức tạp hơn. Quy luật biến đổi cân bằng chung của cây hàng năm và cây lâu năm là như nhau cho đến khi cây ra hoa quả lần đầu.

Từ sau lần ra hoa thứ nhất, với cây lâu năm thì sự cân bằng sẽ được thiết lập theo chu kỳ ra hoa của lần sau. Cứ sau mỗi lần ra hoa quả thì lại đến thời kỳ phát lộc mới, vì thế tác nhân kích thích sinh trưởng lại tăng lên và ngược lại các tác nhân ức chế sinh trưởng có giảm xuống để cho sinh trưởng của chồi mới. Khi các chồi già đi chuẩn bị ra hoa thì các chất ức chế sinh trưởng được tăng cường và các chất kích thích sinh trưởng giảm xuống. Sự cân bằng giữa hai nhóm chất được thiết lập và cây ra hoa. Cứ thế, quy luật cân bằng hormone được thiết lập theo chu kỳ ra hoa của cây.

• Ý nghĩa của cân bằng hormone chung

- Sự cân bằng chung sẽ điều chỉnh toàn bộ quá trình phát triển cá thể của cây từ giai đoạn nảy mầm cho đến khi kết thúc chu kỳ sống của mình. Tại bất cứ thời điểm nào trong đời sống của cây, ta cũng có thể chỉ ra một tỷ lệ nhất định giữa ảnh hưởng kích thích và ảnh hưởng ức chế.

- Việc điều khiển thời gian ra hoa của cây cũng có nghĩa là điều khiển sự cân bằng hormone chung trong cây. Người ta có thể làm cho cây trồng ra hoa sớm hơn (sớm đạt cân bằng giữa tác nhân kích thích và ức chế) hoặc ngược lại, làm cho cây đạt cân bằng hormone này muộn hơn để cây ra hoa quả muộn. Có thể sử dụng các điều kiện ngoại cảnh hoặc các biện pháp kỹ thuật để điều khiển cân bằng hormone chung đó của cây theo hướng có lợi cho con người.

b) Cân bằng hormone riêng:

• Khái niệm

- Trong cây có nhiều quá trình phát sinh hình thái và hình thành cơ quan khác nhau như sự hình thành rễ, thân, chồi, lá, hoa, quả, sự nảy mầm, sự chín, sự già hoá, sự ngủ

ngiht cũng được điều chỉnh bằng sự cân bằng hocmon gọi là cân bằng hocmon riêng. Cân bằng hocmon riêng là sự cân bằng của hai hoặc vài hocmon quyết định đến một biểu hiện sinh trưởng phát triển nào đấy của cây.

- Sự cân bằng hocmon riêng có thể được thiết lập giữa các chất kích thích sinh trưởng như sự hình thành rễ hoặc chồi, hiện tượng ưu thế ngọn (auxin/xytokinin) hoặc thông thường là giữa chất kích thích sinh trưởng và ức chế sinh trưởng như sự ngủ nghỉ và nảy mầm (ABA/GA), sự chín, sự rụng, sự hình thành củ.

• *Một số ví dụ về cân bằng hocmon riêng trong cây*

- Sự hình thành rễ hoặc chồi là do tỷ lệ cân bằng auxin/xytokinin quyết định. Auxin là hocmon ra rễ, còn xytokinin là hocmon hình thành chồi. Tỷ lệ cân bằng này sẽ quy định mức độ hình thành rễ và chồi khác nhau trong cây. Trong nuôi cấy mô, để điều chỉnh sự hình thành rễ hoặc chồi thì người ta thay đổi tỷ lệ này trong môi trường nuôi cấy. Trong giai đoạn đầu, để tăng hệ số nhân, người ta thường giảm tỷ lệ này (tăng hàm lượng xytokinin) để kích thích hình thành nhiều chồi. Sau đó, để tạo cây hoàn chỉnh (có chồi và rễ) thì người ta tăng tỷ lệ này (tăng hàm lượng auxin) để kích thích hình thành rễ. Đây là nguyên lý cơ bản của nuôi cấy mô tế bào thực vật.

Sự ngủ nghỉ và nảy mầm là sự cân bằng của ABA/GA. Sự tích lũy ABA nhiều sẽ ức chế sinh trưởng và cơ quan sẽ ngủ nghỉ; còn sự tích lũy GA sẽ kích thích nảy mầm. Tỷ lệ của hai chất này quyết định trạng thái ngủ hay nảy mầm của cơ quan. Người ta có thể phá ngủ bằng xử lý GA và kéo dài ngủ nghỉ bằng xử lý ABA (thường thay thế bằng MH).

- Sự chín của quả được điều chỉnh bởi cân bằng của etylen/auxin. Etylen kích thích chín nhanh còn auxin thì ức chế quá trình chín của quả. Vì vậy, muốn chín nhanh thì ta xử lý etylen, còn muốn chậm chín thì ta xử lý auxin.

- Hiện tượng ưu thế ngọn được điều chỉnh bởi cân bằng auxin/xytokinin. Auxin được tổng hợp trong đỉnh sinh trưởng và làm tăng ưu thế ngọn; còn xytokinin thì được tổng hợp trong rễ và làm yếu ưu thế ngọn. Đi từ ngọn xuống rễ, tỷ lệ cân bằng này giảm dần và hiện tượng ưu thế ngọn cũng giảm dần.

- Trạng thái trẻ hoá và già hoá cơ quan hoặc cây được điều chỉnh bằng cân bằng của xytokinin/ABA trong cơ quan và cây quyết định. Hàm lượng xytokinin cao quyết định sự hoá trẻ, còn hàm lượng ABA cao làm cây hoá già nhanh. Như vậy, sự hoá trẻ liên quan đến hệ thống rễ là cơ quan tổng hợp xytokinin, còn sự hoá già gắn liền với sự phát triển của cơ quan sinh sản... Theo mức độ hoá già (tuổi cây tăng) thì tỷ lệ cân bằng này càng giảm tức mức độ hoá trẻ giảm và hoá già tăng.

- Sự rụng của cơ quan được điều chỉnh bởi cân bằng của auxin/ ABA+etylen tức do ba hocmon quyết định. Trong cơ quan sắp rụng thì hàm lượng auxin rất thấp còn hàm lượng của ABA và cả etylen lại rất cao, nên sự hình thành tầng rời được hoạt hoá. Người ta xử lý auxin để kìm hãm sự rụng, xử lý ethrel (chất sản sinh etylen) kích thích sự rụng.

- Phân hoá giới tính đực và cái là do cân bằng của GA/xytokinin + etylen. GA trong cây liên quan đến hình thành giới tính đực, còn giới tính cái được điều chỉnh bằng hai hocmon là xytokinin và etylen... Người ta có thể xử lý GA để tăng tỷ lệ hoa đực, còn xytokinin hoặc etylen tăng hình thành hoa cái...

- Sự hình thành củ là do cân bằng của GA/ABA. Hàm lượng GA cao sẽ ức chế sự hình thành tia củ và phình to củ, còn hàm lượng ABA cao sẽ thuận lợi cho sự phình to của củ. Có thể sử dụng CCC là chất kháng GA để xúc tiến sự hình thành củ...

• Ý nghĩa của cân bằng hocmon riêng

Tất cả các quá trình sinh trưởng và phát triển của cây được biểu hiện bằng các quá trình phát sinh hình thái riêng biệt trong cây đều được điều chỉnh bằng các cân bằng hocmon nhất định. Hiểu biết quy luật điều chỉnh hocmon của các cân bằng riêng này rất có ý nghĩa trong việc điều chỉnh cây trồng theo hướng có lợi cho con người. Hầu hết các ứng dụng của chất điều hoà sinh trưởng đối với cây trồng đều dựa trên các cân bằng hocmon này.

3. Nguyên tắc sử dụng các chất điều tiết sinh trưởng

Chất điều hoà sinh trưởng chỉ là các chất có hoạt tính sinh lý nên khi sử dụng chúng ta cần tuân thủ một số nguyên tắc sử dụng cơ bản sau:

a) Nguyên tắc nồng độ:

Hiệu quả của chất điều hoà sinh trưởng lên cây trồng là hoàn toàn phụ thuộc vào nồng độ sử dụng. Nồng độ thấp thường gây hiệu quả kích thích, nồng độ cao thường gây ảnh hưởng ức chế, còn nồng độ rất cao có thể gây chết. Tùy theo chất sử dụng và cây trồng mà nồng độ kích thích, ức chế và hủy diệt là khác nhau. Vì vậy, tùy theo mục đích sử dụng mà ta chọn nồng độ xử lý thích hợp. Chẳng hạn, khi cần kích thích sinh trưởng, tăng sinh khối ta thường sử dụng các chất kích thích sinh trưởng với nồng độ thấp (vài chục ppm); Còn khi muốn ức chế sinh trưởng các cơ quan dinh dưỡng ta sử dụng nồng độ cao khoảng hàng nghìn ppm; muốn làm rụng lá, khô lá, chết cây thì nồng độ sử dụng của chúng là rất cao (hàng chục nghìn ppm, có khi ở dạng bột).

b) Nguyên tắc không thay thế:

Các chất điều hoà sinh trưởng chỉ có tác dụng hoạt hoá quá trình trao đổi chất và sinh trưởng mà không có ý nghĩa về dinh dưỡng nên không thể thay thế chất dinh dưỡng được. Vì vậy, khi sử dụng chúng thì cần thoả mãn về dinh dưỡng và nước cho cây thì mới có hiệu quả. Ví dụ như khi xử lý auxin để tăng đậu quả, nếu như thiếu nước và thiếu dinh dưỡng thì các quả non sẽ bị rụng ngay.

c) Nguyên tắc đối kháng sinh lý:

Khi xử lý các chất ngoại sinh phải quan tâm đến các phytohocmon trong cây có hoạt tính sinh lý đối kháng nhau thì mới có hiệu quả tốt được. Sự đối kháng này thường

xây ra giữa các chất kích thích và chất ức chế sinh trưởng... Ví dụ xử lý auxin chống rụng hoa, lá, quả... thì phải quan tâm đến hàm lượng chất có tác dụng đối kháng là etylen, abscixic axit. Xử lý gibberellin thúc đẩy nảy mầm cần quan tâm đến hàm lượng abscixic axit,...

d) Nguyên tắc chọn lọc:

Khi sử dụng chất điều tiết sinh trưởng cho mục đích diệt cỏ dại thì ta phải quan tâm đến tính độc chọn lọc của thuốc. Đảm bảo chất sử dụng không có hại cho cây trồng, thậm chí tính độc chọn lọc có thể cho từng loại cỏ dại. Vì vậy, phải chọn thuốc diệt cỏ dại mà không có hại cho cây trồng hoặc sử dụng đồng thời nhiều loại thuốc để diệt được nhiều loại cỏ dại có tính miễn cảm với các loại thuốc khác nhau.

II. ỨNG DỤNG CỦA CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

1. Kích thích sự sinh trưởng nhanh, tăng chiều cao cây, tăng sinh khối và tăng năng suất cây trồng

a) Sử dụng gibberellin (GA) để kích thích sự tăng trưởng chiều cao cây:

Một số cây lấy sợi như đay, cũng như cây sử dụng phần thân như mía thì việc tăng chiều cao cây có ý nghĩa quyết định năng suất của chúng. Gibberellin là chất rất có hiệu quả cao đối với hoạt động sinh trưởng này.

• Tăng chiều cao cây đay

Ở nồng độ 20 - 50 ppm của gibberellin sau vài lần phun, cây đay có thể đạt chiều cao 4 - 5 m (gấp 2 - 2,5 lần so với đối chứng). Bắt đầu phun khi cây cao khoảng 50 cm, phun 3 lần và mỗi lần cách nhau 10 - 15 ngày. Ngoài năng suất, chất lượng sợi đay cũng được nâng lên rõ rệt. Chất lượng sợi đay có xử lý đạt 6,5 - 6,9 điểm, trong khi đối chứng chỉ đạt 6,1 điểm (M.X. Zukov. 1986). Ở Liên Xô (cũ), gibberellin đã được sử dụng rộng rãi trong nghề trồng đay, bình quân năng suất tăng khoảng 43,8% mà chất lượng sợi đay vẫn đảm bảo.

Ở Việt Nam, Lê Quang Chinh và Cs đã khẳng định nồng độ gibberellin tối ưu là 40 ppm với lượng phun 80 l/ha. Khi thống kê trên diện tích rộng, việc sử dụng gibberellin đúng giai đoạn, trên nền đất đủ dinh dưỡng đã làm tăng bẹ tươi lên 59% và tăng thân lá lên 67%.

• Tăng năng suất và sản lượng mía đường

Cây mía, khi sử dụng GA₃ ở nồng độ 10 - 100 ppm vào giai đoạn đầu của quá trình sinh trưởng (không quá 4 tháng kể từ khi trồng) đã kích thích sự kéo dài của lóng mía, tăng chiều cao cây, tăng năng suất ruộng mía. Nếu phun 3 lần, mỗi lần cách nhau 2 - 4 tuần sản lượng đường tăng 25 % lần so với đối chứng.

b) Sử dụng gibberelin để tăng sinh khối, tăng năng suất cho nhiều loại cây trồng khác nhau:

• **Tăng năng suất của các loại rau**

GA₃ là sản phẩm không độc nên có thể sử dụng cả cho các loại rau ăn lá như cải trắng, cải xanh, cải bẹ. Tuy nhiên, nồng độ xử lý rất thấp. Nhìn chung, năng suất tổng thể của các loại rau nói chung đều tăng trên 30% khi xử lý gibberellin 15 - 50 ppm.

- Cải trắng phun GA₃ khi cây bén rễ sau trồng, nồng độ thích hợp là 20 ppm, phun 3 lần mỗi lần cách nhau 5 - 10 ngày.

- Cải xanh có thể phun 2 lần, trước thu hoạch 2 tuần ở nồng độ 50 ppm hoặc phun khi cây có 5 - 6 lá, nồng độ 20 - 30 ppm (phun 2 - 3 lần).

• **Tăng khả năng sinh trưởng, phát triển của một số loại hoa, cây cảnh**

Trong nghề trồng hoa, cây cảnh, gibberellin được sử dụng ở nhiều mục đích khác nhau. Kết quả nghiên cứu trong thời gian gần đây trên một số loại hoa được tóm tắt ở bảng 2.6.

Bảng 2.6. Kết quả xử lý GA₃ trên một số loại hoa

Loại hoa	Nồng độ (ppm)	Thời điểm xử lý	Tác dụng
Layon	50	Ngâm củ có mầm (1giờ)	Mọc đều, tăng số hoa/cành, rút ngắn thời gian sinh trưởng từ 5 - 7 ngày
Hồng (trắng, đỏ)	50	Bắt đầu có nụ	Tăng chiều dài cuống hoa
Cúc vàng	20	10 ngày sau trồng	Tăng sinh trưởng, tăng chiều dài cuống hoa
Cúc trắng	50	10 ngày sau trồng và bắt đầu có nụ	Tăng sinh trưởng, tăng chiều dài cuống hoa
Violet, magic	20	10 ngày và 60 ngày sau trồng	Tăng sinh trưởng, tăng số lượng hoa

(Lê Văn Tri, 1998)

Đối với cây quất trước khi bán 1 tháng phun GA₃ 20ppm, chồi và lá lộc phát triển mạnh, quả chậm chín, vỏ quả mượt và căng.

Để kéo dài cánh hoa loa kèn và làm chậm thời gian thu hoạch từ 7 - 10 ngày, người ta đã nhỏ ướt dung dịch gibberellin 500 ppm lên đỉnh sinh trưởng khi cây đang phân hoá mầm hoa.

• *Tăng khả năng sinh trưởng, phát triển của lúa, ngô*

+ **Đối với cây lúa**, có thể xử lý gibberellin vào giai đoạn mạ hoặc phun vào giai đoạn đồng già đều có hiệu quả tốt đối với sự sinh trưởng, phát triển và năng suất.

- Trong trường hợp cây mạ sinh trưởng, phát triển chậm người ta đã xử lý GA_3 (phun ướt lá) để kích thích sự sinh trưởng nhanh của cây mạ đảm bảo gieo trồng kịp thời vụ. Ở nồng độ 20 ppm (phun ướt lá) gibberellin đã làm tăng chiều cao cây so với đối chứng 32,2%, hiệu quả cao hơn khi kết hợp với phân vi lượng. Tác dụng của gibberellin còn làm cho cây lúa đẻ nhánh tập trung hơn, phát đồng cũng nhanh hơn, kết quả là năng suất tăng 3 - 5%. Tuy nhiên, nếu sử dụng ở nồng độ cao (trên 30 ppm) cây mạ có thể cao gần gấp 2 so với đối chứng nhưng cây mảnh, yếu và có biểu hiện vàng lá.

Cũng có thể xử lý Gibberellin bằng cách hồ rế mạ trước khi cấy. Kết quả là cây lúa đẻ nhánh tăng 23%, trổ và chín tập trung hơn, giảm tỷ lệ hạt lép dẫn đến năng suất tăng 8,2%.

- Xử lý GA_3 cho cây lúa vào giai đoạn đồng già được cho là có hiệu quả hơn. Kết quả nghiên cứu bước đầu của Lê Văn Tri và Cs cho thấy: khi xử lý GA_3 lúa trổ tập trung hơn, thời gian thoát bông cũng ngắn hơn và chín sớm 7 - 12 ngày so với đối chứng ở vụ mùa. Năng suất bình quân tăng từ 8,6 - 17,7% tùy theo giống, chất lượng hạt giống và chất lượng gạo không thay đổi (hàm lượng α -amilaza và khối lượng gạo lật không sai khác so với đối chứng).

Đặc biệt gibberellin không thể thiếu được trong sản xuất lúa lai. Tác dụng của nó là kéo dài cổ bông làm lúa trổ thoát, tăng quá trình thụ phấn thụ tinh, tăng năng suất hạt lai.

+ **Đối với cây ngô**, cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu về tác dụng của gibberellin ngoại sinh. Năm 1970 Trung Quốc đã ứng dụng gibberellin trên một diện tích rộng, kết quả năng suất tăng 12,1 - 15,5%. Phương thức xử lý hiệu quả nhất là ngâm hạt trước khi gieo và phun vào râu ngô khi bắt đầu chuyển màu.

Theo tài liệu của Hungari, phun GA_3 ở nồng độ 30 - 50 ppm, với liều lượng 80 l/ha khi cây có 6 - 7 lá hoặc xử lý hạt ở nồng độ 10 - 15 ppm, thời gian ngâm 15 phút trước khi trồng đều làm tăng năng suất ngô.

Ở Việt Nam, Trần Thị Minh và Cs cũng đã tiến hành xử lý gibberellin cho giống ngô MSB 49. Kết quả cho thấy: ở nồng độ 40 ppm và phun vào giai đoạn ngô phun râu là có hiệu quả nhất. Cũng xử lý ở giai đoạn này khi phối hợp với vi lượng năng suất ngô tăng 18,7%, chất lượng hạt ngô không thay đổi và vẫn đảm bảo tiêu chuẩn làm giống cho vụ sau.



Hình 2.6. GA_3 kích thích sự vươn dài cổ bông của cây lúa

2. Kích thích sự ra rễ bất định của cành giâm, cành chiết trong nhân giống vô tính cây trồng

Một trong những vai trò sinh lý quan trọng của auxin là kích thích sự ra rễ của cành giâm, cành chiết. Các auxin thường được sử dụng là: IBA, α -NAA và 2,4D. IAA là chất rất có hiệu quả đối với quá trình phân hoá mầm rễ, nhưng vì nó dễ bị phân huỷ nên ít được sử dụng hơn.

Ngoài ra có thể trộn 0,5 - 1g chất kích thích ra rễ trong 1 kg giá thể trồng (agar hoặc bột dẻo như đất sét) để xử lý cành giâm.

Trong một số trường hợp, người ta cũng có thể phun auxin lên lá để thay cách xử lý vào gốc cành. Tuy nhiên, phương pháp này có hiệu quả không cao.

Cho tới nay, auxin đã được ứng dụng rộng rãi trong nhân giống vô tính của nhiều loại cây trồng khác nhau.

• Nhóm cây ăn quả

+ Họ cam quýt:

- Chiết cành: Sử dụng α -NAA ở nồng độ 2000 - 6000 ppm bôi vào vết cắt, sau 30 - 45 ngày có thể hạ bầu (bình thường phải 60 - 90 ngày).

- Giâm cành: Dùng α -NAA ở nồng độ 4000 - 6000 ppm xử lý nhanh trong 3 - 5 giây.

+ Vải thiều:

Sau khi khoanh vỏ vài ngày bôi α -NAA ở nồng độ 1000 - 1500 ppm vào vết cắt hoặc có thể dùng α -NAA nồng độ 10-20 ppm phun lên lá sau khi bó bầu.

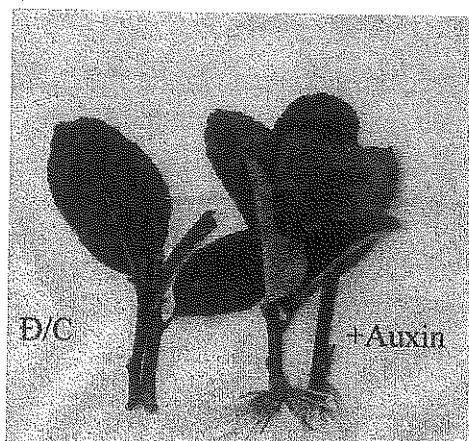
+ Hồng xiêm:

Khi chiết cành có thể sử dụng 2,4D (60-90 ppm), α -NAA hoặc IBA (2000 - 4000 ppm), cũng có thể phối hợp α -NAA và IBA bôi trực tiếp vào vết cắt hoặc trộn vào đất làm bầu. Với các phương pháp này tỷ lệ ra rễ của cành chiết cao và rút ngắn thời gian hạ bầu 2 tháng so với đối chứng.

+ Cây ôi:

- Xử lý cành giâm bằng IBA (2000 ppm), sau 20 ngày cành giâm bắt đầu ra rễ.

- Khi chiết cành có thể sử dụng IBA, α -NAA nồng độ 3000 - 5000 ppm, bôi lên vết cắt hoặc 2,4D (20 - 30 ppm) trộn vào đất làm bầu. Sau 6 - 8 tuần cành ra rễ và có thể hạ bầu sau 3 tháng.



Hình 3.6. Sự ra rễ của cành chanh Volka sau 12 ngày (SLTV)

• *Hoa- cây cảnh*

+ Hoa phăng:

Khi giâm cành trong thời gian chính vụ (tháng 9 đến tháng 2 âm lịch) thì IAA có hiệu quả rất cao. Ở nồng độ 100ppm, thời gian xử lý 1 - 5 giờ chỉ sau 7 - 10 ngày hom bắt đầu xuất hiện rễ với tỷ lệ ra rễ xấp xỉ 100%, 12 - 13 ngày rễ phát triển mạnh và sau 20 ngày có thể đem trồng.

Ở thời gian trái vụ (hè, thu), hiệu quả của IAA kém hơn và người ta có thể thay bằng α -NAA ở nồng độ 6000 ppm, thời gian xử lý 5 - 15 phút và sau 20 ngày cây có thể đủ tiêu chuẩn xuất vườn.

+ Hoa hồng:

Để giâm cành hồng, người ta có thể sử dụng α -NAA ở nồng độ từ 2000 - 4000 ppm tùy theo giống.

• *Cây công nghiệp*

+ Giâm cành cà phê:

Đối với cành cà phê có thể sử dụng 2,4D, 2,4D-Na, α -NAA, IAA, hoặc NOA (β -Naptoxyl axetic axit). Trong đó α -NAA có hiệu quả hơn với cà phê vối. Nồng độ 50 ppm thời gian xử lý 6 giờ tỷ lệ ra rễ đạt 65% sau 5 tháng. Đối với cà phê chè thì NOA lại có hiệu quả hơn. Ở cùng thời gian xử lý trên, nồng độ 200 ppm tỷ lệ cành ra rễ đã đạt 100% sau 5 tháng (Đậu Quốc Anh, 1976).

+ Giâm cành sò:

Các chất kích thích ra rễ có thể được sử dụng là 2,4D, α -NAA, IAA hoặc IBA ở 50, 100 và 150 ppm. Thời gian xử lý là 10 phút đối với 2,4D và 4 - 8 giờ đối với 3 chất còn lại. Tỷ lệ ra rễ của các hom có xử lý đạt 82%, riêng α -NAA đạt trên 90% sau 2 tháng, trong khi đối chứng chỉ đạt 66%.

Trong nhiều năm qua, Bộ môn Sinh lý thực vật (Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội) đã tập trung nghiên cứu cơ sở sinh lý của quá trình tái sinh rễ bất định ở cành giâm, cành chiết. Trên cơ sở đó đã đưa vào ứng dụng thành công trong công tác nhân giống vô tính của nhiều đối tượng cây trồng khác nhau (cây công nghiệp, cây ăn quả, hoa - cây cảnh). Hoá chất sử dụng có hiệu quả cao là IBA và α -NAA. Với phương pháp xử lý nhanh nồng độ có hiệu quả cho đại đa số đối tượng cây trồng là 4000 - 6000 ppm. Chế phẩm giâm, chiết cành của bộ môn Sinh lý thực vật cũng đã được ứng dụng rộng rãi và rất có hiệu quả ở ngoài thực tế sản xuất.

Điều kiện để giâm cành có kết quả tốt là ẩm độ không khí cao, nhiệt độ 20-23°C và tránh ánh sáng trực xạ.

3. Điều chỉnh sự ngủ nghỉ của hạt, củ

Sự ngủ nghỉ hay nảy mầm của thực vật được điều chỉnh bởi sự cân bằng giữa ABA (abscisic acid) và GA (gibberellin) nội sinh. Vì vậy, người ta có thể điều chỉnh sự ngủ nghỉ của hạt, củ theo hai hướng: phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ bằng GA₃ hoặc kéo dài thời gian ngủ nghỉ bằng các chất có tác dụng tương tự ABA.

a) Kích thích sự nảy mầm:

Để phá bỏ trạng thái ngủ nghỉ, kích thích sự nảy mầm của hạt, củ người ta có thể xử lý bằng gibberellin. Nồng độ và phương thức xử lý tùy theo từng đối tượng cụ thể.

• Kích thích nảy mầm của củ khoai tây

Để có thể trồng được 2 vụ trong năm, người ta đã xử lý phá ngủ cho các củ khoai tây đông làm củ giống cho vụ xuân bằng 2 cách sau:

- Phun gibberellin lên cây trước khi thu hoạch 7 ngày, nồng độ tốt nhất là 50 ppm. Tuy nhiên, phương pháp này ít được sử dụng vì tỷ lệ nảy mầm chỉ đạt 47,2 - 48,9%, mầm phát triển không đều dẫn đến năng suất không ổn định.

- Xử lý gibberellin trực tiếp lên củ giống: Củ khoai tây mới thu hoạch về được ngâm vào dung dịch gibberellin nồng độ 5 ppm trong 5 phút hoặc có thể phun trực tiếp lên củ. Để tăng cường hiệu lực của gibberellin, đồng thời giảm nồng độ sử dụng xuống từ 1 - 2 ppm có thể bổ sung thiure vào dung dịch xử lý với liều lượng 20g/l.

Từ nhiều năm gần đây, Bộ môn Sinh lý thực vật (Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội) đã nghiên cứu thành công quy trình phá ngủ cho khoai tây mới thu hoạch vụ đông để kịp thời có củ giống cho vụ xuân. Quy trình này gồm 2 công đoạn sau: công đoạn đầu, củ khoai tây vừa thu hoạch về được phun ít nhất 3 lần bằng dung dịch GA₃ (2 ppm) kết hợp với thiure; công đoạn tiếp là đưa củ khoai tây xuống hầm kín để tiếp tục xông hơi bằng CS₂ hoặc rindit trong 3 - 4 ngày. Sau đó ủ ẩm trong điều kiện ẩm, sau 5 - 7 ngày củ sẽ xuất hiện mầm với tỷ lệ trên 90%.

• Xử lý kích thích nảy mầm cho một số giống lúa có đặc tính ngủ nghỉ

- Với các giống lúa có đặc tính ngủ nghỉ sâu người ta có thể dùng gibberellin nồng độ 2 ppm ngâm 48 h (mùa đông) và 24 h (mùa hè). Sau đó, tiếp tục ngâm cho no nước và ủ 72h, tỷ lệ nảy mầm đạt 90 - 95%, trong khi đối chứng chỉ đạt 25 - 30%.

- Với các giống lúa ngủ nghỉ bình thường như NN8, nồng độ gibberellin xử lý là 1 ppm ngâm trong 24 h. Sau đó tiếp tục ngâm cho hạt no nước (tổng thời gian 48 - 50 h), tỷ lệ nảy mầm đạt 90 - 95%. Trong khi tỷ lệ nảy mầm của đối chứng không vượt quá 50%.

Trong trường hợp hạt lúa đã qua thời kỳ ngủ nghỉ, việc xử lý gibberellin 1ppm vẫn có tác dụng làm tăng tỷ lệ nảy mầm từ 10 - 20% so với đối chứng (Lê Văn Tri và Cs, 1996).

Hạt lúa mới thu hoạch hoặc hạt đã phơi khô hẳn khi xử lý thường cho tỷ lệ nảy mầm cao hơn các hạt phơi dở dang. Thời gian ngâm đối với các hạt khô thường ngắn hơn so với hạt tươi hoặc hạt phơi chưa khô.

Nhiều tác giả cũng đã khẳng định rằng: gibberellin chỉ có tác dụng phá ngủ cho hạt giống mới thu hoạch chứ không có khả năng triệt tiêu đặc tính ngủ nghỉ và cũng không ảnh hưởng gì đến tỷ lệ nảy mầm của hạt giống ở vụ sau.

Ngoài gibberellin, người ta cũng có thể xử lý kích thích nảy mầm cho hạt lúa bằng axit nitric. Tuy nhiên, chất xử lý này dễ gây ô nhiễm môi trường, dễ gây độc cho người, làm giòn mầm và tỷ lệ nảy mầm không cao.

• *Kích thích nảy mầm của một số loại hạt rau*

Gibberellin thường được dùng xử lý cho một số loại hạt rau khó nảy mầm như cà rốt, su hào, hành. Kết quả xử lý gibberellin trước khi gieo đã làm tăng tỷ lệ nảy mầm của su hào Hà Giang lên 8,5%, su hào Sa Pa 18,5%, củ cải 17,5%, cải Đông Dư 7,5%, cà chua hồng 11% và cải xanh 7%.

• *Xử lý phá ngủ cho củ hoa loa kèn và củ hoa layon*

- Ngâm củ hoa loa kèn có 5 tháng tuổi vào dung dịch GA_3 nồng độ 100mg/l, trong 5 giờ, sau 30 ngày cây loa kèn mọc đều.

- Xử lý GA_3 nồng độ 200 mg/l cho củ hoa layon 3 tháng tuổi, sau 1 tháng củ mọc mầm đều. Khi ngâm củ layon đã có mầm 1 giờ ở nồng độ GA_3 50 mg/l cây mọc đều hơn, tăng số nụ hoa trên cành và rút ngắn thời gian từ trồng đến thu hoạch 5 - 7 ngày.

c) *Kìm hãm sự nảy mầm của khoai tây trong bảo quản:*

Từ lâu α - NAA đã được dùng để kìm hãm sự nảy mầm của củ khoai tây trong bảo quản. Ở Liên Xô (cũ), người ta đã sản xuất ra một loại chế phẩm dạng bột có chứa 3,5% methyl ester của α - NAA (MENA) ký hiệu là M_1 để ức chế sự nảy mầm của củ khoai tây. Ở liều lượng 3 kg/tấn, chất này khả năng ức chế sự nảy mầm, giảm bớt sự hư hao trong bảo quản khoai tây (Racitin. 1977).

Ngoài auxin, một số chất làm chậm sinh trưởng (retardent) cũng được sử dụng để ức chế nảy mầm đối với khoai tây cũng như hành tỏi.

- Với khoai tây, có thể sử dụng MH (malein hydrazit) liều lượng là 2,5 kg/ha, phun trước khi thu hoạch 12-15 ngày. Trong trường hợp này, củ khoai tây sau thu hoạch có thể bảo quản trong 8 tháng, khối lượng hao hụt giảm 1/2 so với đối chứng. Do khả năng kìm hãm sự nảy mầm của MH rất mạnh nên những củ này không sử dụng làm giống cho vụ sau nhưng để làm khoai thương phẩm thì rất tốt. Dư lượng hoá chất trong củ chỉ tập trung ở phần vỏ và xung quanh mầm, hàm lượng cũng ở dưới mức cho phép.

Có thể phun etefon (ethrel) cho cây khoai tây trước thu hoạch 2 tuần hoặc phun trực tiếp lên củ ở nồng độ 0,5% (2 lít/tấn) trong quá trình bảo quản. Etefon xâm nhập

vào tế bào sản sinh ra etylen, tăng cường tổng hợp ABA, củ giống ngủ sâu hơn. Nhưng sau một thời gian nhất định hàm lượng ABA trở lại bình thường, vì vậy củ vẫn có thể được sử dụng làm giống cho vụ sau.

- Đối với hành tỏi, để ức chế nảy mầm, chống teo tóp củ giống, có thể dùng MH (2 - 3 kg/ha), phun trước thu hoạch 15 - 20 ngày hoặc xử lý củ trong bảo quản ở nồng độ 500 - 2500 ppm. Etefon cũng có hiệu quả tương tự với hành tỏi ở liều lượng 2- 3 kg/ha, phun trước thu hoạch 15 - 20 ngày.

Ở Việt Nam, Trần Minh Tâm và Cs đã sử dụng 2,4D (15 - 30 ppm), α - NAA (20 ppm) hoặc ethrel (1500 ppm) phun trực tiếp lên củ khoai tây đang bảo quản để làm chậm sự nảy mầm, tăng chất lượng củ giống. Tác dụng của chất xử lý không chỉ làm chậm sự nảy mầm mà còn làm giảm khoảng 50% số mầm/củ so với không xử lý, nhờ vậy chất lượng mầm tăng lên rõ rệt.

4. Điều khiển sự ra hoa

a) Kích thích sự ra hoa trái vụ của cây dưa:

Năm 1932, ở Nam Mỹ người ta đã phát hiện ra trong khói có những chất khí thiếu bão hoà hoá trị như etylen, axetylen có khả năng kích thích sự ra hoa của dưa. Năm 1935, ở Hawaii người ta đã biết dùng đất đèn (cacbua canxi) để cho dưa ra hoa trái vụ. Chỉ cần 1 mẫu đất đèn nhỏ thả vào nống dưa, khi gặp ẩm đất đèn sẽ sản sinh ra etylen gây hiệu quả ra hoa. Hiện nay, etylen được dùng phổ biến ở dạng ethrel (chất lỏng). Đây là chế phẩm hiệu quả nhất, được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trồng dưa hiện nay.

Bình thường ở miền Bắc nước ta, dưa chỉ ra hoa 1 vụ và cho thu hoạch vào tháng 6 - 7. Để có được vụ dưa thứ 2 trong năm, người ta đã dùng đất đèn xử lý dưa vào tháng 8 và được thu hoạch vào cuối tháng 11 đầu tháng 12.

Từ năm 1989 - 1990 Tổng công ty Rau quả Việt Nam đã nhập ethrel từ Thái Lan để sản xuất dưa trái vụ và sau này nó còn được ứng dụng cho một số cây ăn quả khác như nhãn, xoài.

Kết quả xử lý ethrel 0,1% liều dùng 10ml/cây bằng cách nhỏ trên nống hoặc phun lên toàn cây đều đạt 100% số cây ra hoa sau 6 tuần. Nếu xử lý bằng đất đèn, tỷ lệ cây ra hoa chỉ đạt 92%. Khối lượng trung bình quả đạt cao hơn khi nhỏ trực tiếp ethrel vào nống dưa. Ngoài ethrel, người ta đã sử dụng α -NAA nồng độ 25 ppm hoặc 2,4 D nồng độ 5 - 10 ppm để điều khiển sự ra hoa trái vụ của cây dưa.

b) Kích thích sự ra hoa của một số loại rau, hoa, quả khác:

• Cây ăn quả

+ Nhãn, vải:

Ở Hawaii người ta phun α -NAA cho nhãn vải để kích thích sự ra hoa. Gần đây, Paclobutazol đã được sử dụng phổ biến hơn để kích thích sự ra hoa của nhãn, vải, xoài, sầu riêng.

Ngoài ra, ethrel cũng có tác dụng với nhóm cây này. Để có xoài, nhãn trái vụ (chín vào dịp tết nguyên đán), người dân Nam Bộ đã phun ethrel 0,1% vào đầu tháng 8 âm lịch (với nhãn), vào đầu tháng 9 âm lịch (với xoài). Sau 30 ngày phun hoa sẽ xuất hiện.

+ Đào, mận, táo, lê:

Đây là nhóm cây có phản ứng ra hoa khi xử lý alar (SADH- Succinic axit dimethyl hydrazit). Nồng độ xử lý dao động từ 500 - 3000 ppm tùy theo từng loại cây.

Ở Mỹ, xử lý alar (2000 ppm) cho đào quả đã ức chế sự sinh trưởng của chồi ngọn và tăng cường hình thành mầm hoa.

Ở Bắc Mỹ cũng như ở Canada, người ta sử dụng alar nồng độ 500 - 2000 ppm đã tăng số lượng hoa của táo từ 50 - 80% tùy theo giống.

Với lê, người ta cũng dùng SADH (1000 - 3000 ppm), phun 2 lần, đã làm tăng số lượng hoa gấp 2 lần so với đối chứng.

- Đối với đu đủ, hợp chất có hiệu quả nhất cho sự ra hoa là BOA (Benzothiazol- 2-oxy axetic axit).

• *Cây rau*

- Để sản xuất hạt su hào, bắp cải, xà lách, người ta có thể xử lý GA_3 ở các nồng độ khác nhau tùy theo loại cây. Ví dụ: Xà lách ra hoa ở nồng độ 3 - 10 ppm phun khi cây có 4 - 8 lá đã làm tăng sản lượng hạt và thu hoạch sớm 2 tuần.

- Phun gibberellin cho cây súp lơ đã kích thích quá trình ra hoa, rút ngắn thời gian sinh trưởng 15 - 20 ngày và năng suất tăng 20 - 30%. Tuy nhiên, tránh sử dụng nồng độ cao cây sẽ lên ngồng.

• *Một số loại hoa*

+ Cây hoa loa kèn:

Bình thường củ loa kèn được trồng từ tháng 9, tháng 10 nhưng mãi đến tháng 4, tháng 5 năm sau mới được thu hoạch hoa (thời gian chiếm đất 6 - 7 tháng). Trong những năm qua, Bộ môn Sinh lý - Hoá sinh thực vật (Trường ĐHNN I) đã nghiên cứu thành công việc điều khiển sự ra hoa loa kèn trái vụ. Nhờ vậy, hiện nay trên thị trường hoa Hà Nội đã có hoa loa kèn vào hầu hết các dịp lễ hội quan trọng trong năm. Giá trị của bông loa kèn trái vụ tăng gấp nhiều lần so với hoa chính vụ. Hiệu quả nhất là dùng dung dịch GA_3 (10 - 15 ppm) ngâm hoặc phun ướt đẫm củ, sau đó đưa vào xử lý lạnh để phá ngủ, rút ngắn thời gian nảy mầm, cây sinh trưởng, phát triển nhanh và ra hoa sớm từ 1 - 2 tháng, tăng hiệu quả kinh tế lên nhiều lần.

+ Cây hoa layon:

Phun CCC ở nồng độ 8 000 ppm 3 lần (ngay sau khi mọc, sau đó 4 tuần và trước ra hoa khoảng 25 ngày). Kết quả là tăng số lượng hoa/bông.

+ Hoa cúc Nhật thường được xử lý bằng GA_3 nồng độ 5 - 10 ppm vào đỉnh sinh trưởng, hoa ra nhanh hơn.

+ Hoa cẩm chướng:

Phun CCC (0,25%) đã khắc phục hiện tượng vồng của cây, tránh hiện tượng ra nụ quá nhiều giảm công lao động ngắt bớt nụ, chất lượng hoa tăng lên rõ rệt.

c) Tăng đậu quả và tạo quả không hạt:

Sau quá trình thụ phấn thụ tinh, quả được hình thành và kích thước tăng nhanh do quá trình phân chia và nhất là sự giãn của tế bào bầu nhụy. Các quá trình này được quyết định bởi auxin và giberellin tổng hợp ở trong phôi. Vì vậy, người ta có thể thay các hocmon nội sinh này bằng các hocmon ngoại sinh thì quả vẫn được hình thành, vẫn sinh trưởng phát triển bình thường mà không cần thụ tinh. Trong trường hợp này, chúng ta sẽ thu được những quả không có hạt.

Các chất thuộc nhóm auxin có hiệu quả cao trong việc tạo quả không hạt đối với các loại quả có nhiều noãn như cà chua, dưa chuột, bầu bí... Trong khi, lê, táo, chanh, cam, nho lại được cảm ứng mạnh bởi gibberellin cho quá trình này.

• Cây cà chua

Để tăng quá trình đậu quả và tạo quả không hạt cho cà chua thì 2,4D (5 - 10 ppm) rất có hiệu quả. Tuy nhiên, nó thường tạo ra những biến dạng không mong muốn và cũng do độc tính cao nên hiện nay đã không được sử dụng trong sản xuất. Thay thế 2,4D, người ta có thể sử dụng 4-CPA (4- chlorophenoxy axetic axit) 40 - 50 ppm, hoặc NOA (β -Naphthoxyl axetic axit) 40 - 60 ppm. Khi xử lý tỷ lệ rụng giảm chỉ còn 30 - 35 % trong khi đối chứng rụng 60 -70%. Phần lớn số quả thu được không có hạt và năng suất tăng cao (Ractin U.V., Alimova, R.A. 1976).

Gần đây, nhiều tác giả đã rất thành công trên cây cà chua khi xử lý tạo quả không hạt bằng α -NAA (20 - 30 ppm) hoặc GA_3 nồng độ 10 - 100 ppm. Tuy nhiên, tỷ lệ quả không hạt thu được còn phụ thuộc vào giống, nồng độ và thời điểm xử lý.

Bảng 3.6. Ảnh hưởng của 4- Chlorophenoxy axetic axit đến năng suất cà chua
(Ractin U.V., Alimova, R.A. 1976)

Chỉ tiêu	Không xử lý	Xử lý 4-chlorpheioxio axetic axit (0,005%)
1. Số quả/cây	12	18
2. Khối lượng quả (g)	53,3	75,0
3. Năng suất quả/cây (g)	640	1350

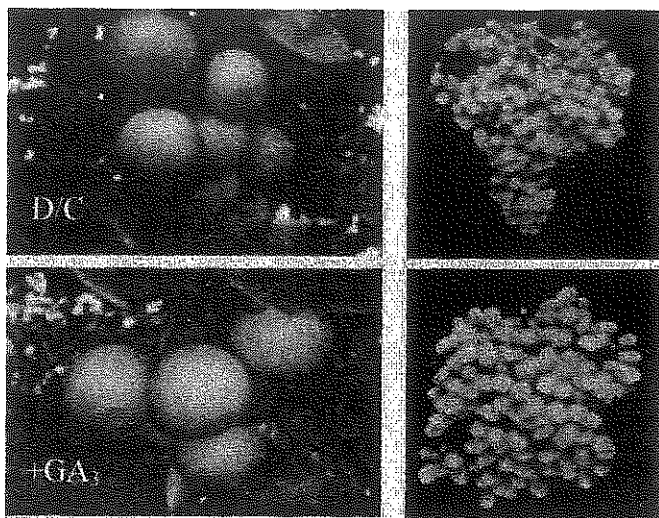
• Cây nho

Đã từ lâu, gibberellin luôn được sử dụng rộng rãi trong nghề trồng nho ở Mỹ, Nhật với mục đích tăng tỷ lệ đậu quả, tạo quả không hạt, tăng kích thước quả, tăng năng suất thu hoạch.

- Phun GA_3 (50 - 100 ppm) trực tiếp lên chùm hoa, vào cuối thời kỳ hoa rộ và sau khi hình thành quả 7 - 10 ngày, kích thước quả tăng nhanh, nâng cao hàm lượng đường glucoza, tăng phẩm chất quả xuất khẩu.

- Cũng có thể phun vào lúc hoa rộ, nồng độ 100 - 200 ppm, ngoài tác dụng làm quả lớn nhanh còn thu được 60 - 90% số quả không hạt, vỏ quả mỏng.

Kết quả nghiên cứu gần đây ở Việt Nam cũng cho thấy: Xử lý GA_3 có thể làm quả nho từ giảm bớt hạt đến mất hạt hoàn toàn, điều này phụ thuộc vào thời điểm xử lý. Phun trước khi hoa nở rộ 2 tuần có thể thu được trên 50% số quả không hạt nhưng phun sau khi hoa nở rộ 8 ngày chỉ thu được khoảng 30% số quả không hạt. Có thể phun bổ sung trước khi thu hoạch 15 - 20 ngày, quả mỏng hơn, chín đều hơn và giảm tỷ lệ quả hỏng.



Hình 4.6. GA_3 làm cam, nho chậm chín và tăng kích thước của quả

Trong nhiều trường hợp, khi sử dụng Alar (SADH- Succinic Axit Dimetyl Hidrazit) cho táo, lê, nho cũng có hiệu quả tương tự.

• Một số loại cây ăn quả khác

+ Cam, quýt: Sau 2 lần xử lý GA_3 ở nồng độ 100 ppm (trước ra hoa và sau ra hoa 2 tuần) đã làm tăng số quả, tuy kích thước quả có thể giảm chút ít nhưng năng suất tăng cao. Đối với một số giống, GA_3 có thể tạo được quả không hạt hoặc làm giảm đáng kể số lượng hạt trong quả.

- Gibberellin ở nồng độ 20 ppm phun cho cây quýt vào giai đoạn sau ra hoa, có thể tăng tỷ lệ đậu quả lên 15 - 25%.

- Khi phun dung dịch GA_3 (60 - 80 ppm) cho quả cam 3 tháng tuổi (phun ướt quả) đã làm tăng kích thước quả, quả chín chậm và mã quả đẹp hơn. Đối với nho, GA_3 cũng có tác dụng tương tự (hình 4.6).

+ Với táo nồng độ gibberellin thích hợp là 400 ppm hoặc phối hợp GA_3 (250 ppm) với auxin (10 ppm).

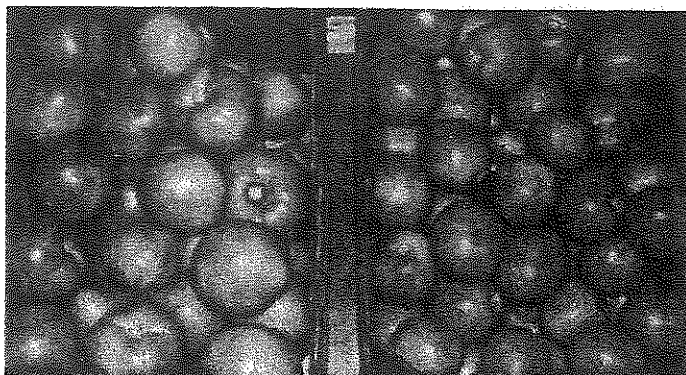
+ Đối với nhãn, vải: Khi phun gibberellin ở nồng độ 10 - 40 ppm vào thời kỳ hoa rộ đều có khả năng tăng tỷ lệ đậu quả lên 12,5%. Nếu phối hợp gibberellin với phân vi lượng tỷ lệ đậu quả có thể tăng lên 18,5% và năng suất cuối cùng tăng 16 - 20%, chất lượng quả vẫn đảm bảo.

5. Điều khiển sự chín của quả

a) Kích thích sự chín của quả:

Etylen ngoại sinh là một trong những tác nhân thúc đẩy nhanh quá trình chín của quả. Tuy nhiên, hiệu quả của nó rõ hơn đối với các loại quả có hô hấp bột phát như chuối, xoài, đu đủ, cà chua còn đối với các loại quả không có hô hấp bột phát như họ cam quýt, bầu bí thì hiệu quả không rõ.

Etylen là một chất khí nên việc sử dụng trực tiếp nó là hết sức khó khăn. Trong thực tế sản xuất, người ta đã sử dụng các chất tổng hợp có tác dụng tương tự etylen như: ethrel, axetylen, butylen.



Đối chứng

Phun Ethrel

Hình 5.6. Ethrel kích thích sự chín của quả cà chua

Chất được sử dụng phổ biến nhất trên thế giới hiện nay để kích thích sự chín của quả là Ethrel (2- Chlo etylen phosphoric axit viết tắt là CEPA), nồng độ có hiệu quả dao động từ 500 - 5000 ppm. Ethrel ở dạng lỏng khi vào trong mô nó giải phóng ra etylen xúc tiến nhanh sự chín của quả. Có thể xử lý cho quả trước hoặc sau khi thu hoạch.

- Quả sau khi thu hoạch về, muốn điều khiển chín đồng loạt và có mã quả đẹp có thể phun hay nhúng quả vào dung dịch ethrel trong thời gian 0,5 - 4 phút. Với chuối thường dùng dung dịch ethrel có nồng độ 0,5 - 2 g/l, lê 0,25 - 1 g/l, cà chua 1 - 4 g/l. Với cam quýt, sau khi thu hoạch cũng có thể ngâm vào dung dịch ethrel (1ppm), từ 3 - 7 phút, sau 7 - 10 ngày để nơi ẩm (khoảng 25°C) quả sẽ chín vàng và màu sắc rất đẹp.

- Cách khác, người ta có thể phun ethrel cho quả khi còn ở trên cây, quả chín đồng loạt thuận lợi cho việc thu hoạch bằng phương pháp cơ giới.

Cà chua: Có thể phun ethrel nồng độ 0,03 - 0,15 %, liều lượng 0,9 - 1,8 kg/ha khi có 5 - 30% số quả chuyển màu hơi hồng, quả chín sớm 1 - 2 tuần, tăng chất lượng thương phẩm của quả, giảm số lần thu hoạch.

Ớt ngọt có thể xử lý 3 lần bằng ethrel nồng độ 0,01 - 0,03% bắt đầu phun khi quả non, mỗi tuần 1 lần. Quả xuất hiện màu đỏ sớm hơn và chín tập trung hơn.

Xoài: Để có thể vận chuyển đi xa, người ta thường thu hoạch khi quả còn xanh. Trong quá trình vận chuyển, có thể đặt các gói đất đèn nhỏ trong các thùng quả để tạo

khí axetylen kích thích sự chín. Tuy nhiên, với cách này quả chín không đều, mã quả không đẹp. Hiệu quả hơn là sau khi vận chuyển, nhúng xoài xanh vào dung dịch ethrel 0,2 - 0,5% xoài sẽ chín đồng loạt sau 3 - 5 ngày, mã quả đẹp, chất lượng quả đảm bảo.

Hồ tiêu: Để quả hồ tiêu chín nhanh, có thể phun ethrel nồng độ 100 - 500 ppm. Chỉ trong vòng 8 ngày sau khi phun, quả sẽ chuyển màu đỏ.

Cà phê: Nồng độ ethrel sử dụng là 700 - 1400 ppm, quả sẽ chín sớm 2 - 4 tuần.

Một số quả khác đòi hỏi biện pháp xử lý đặc biệt hơn như thoa nhẹ ethrel ở dạng mỡ vào cuống mít tố nữ hoặc cuống quả đu đủ chúng sẽ chín đồng loạt sau 3 - 5 ngày. Hoặc cũng có thể tiêm vào phần mềm của quả mít 1 - 2 cm³ dung dịch ethrel 10% cho quả có khối lượng 2-3 kg, quả sẽ chín sau 2 - 3 ngày.

Ngoài ethrel, có thể sử dụng SADH (Alar) nồng độ 1000 - 5000 ppm cũng làm quả chín đồng loạt, thu hoạch sớm hơn. Ví dụ: Quả đào hoặc quả anh đào thường sử dụng SADH 1000 - 5 000 ppm.

b) Kìm hãm sự chín của quả:

Trong một số trường hợp cần làm chậm sự chín của quả trước hoặc sau thu hoạch đều có thể xử lý bằng auxin hoặc phối hợp auxin với gibberellin. Ở nồng độ thích hợp, có thể kéo dài quá trình chín của quả trên cây từ 4 - 6 tuần. Hoặc cũng có thể kéo dài thời gian bảo quản, giữ quả tươi lâu hơn, bằng cách xử lý auxin lên quả mới thu hoạch.

- **Cam Navel:** Để làm chậm sự chín của quả, người ta đã phun gibberellin nồng độ 10 ppm lên lá và quả.

- **Chanh:** Phun GA₃ nồng độ 40 ppm, có thể kéo dài thời gian tồn tại trên cây 1 tháng. Ngoài ra, chanh, cam có thể được nhúng ướt quả bằng dung dịch auxin nồng độ thấp (vài chục ppm) trước khi đưa vào bảo quản.

- **Quả hồng:** Đây là loại quả chín rất nhanh, để kìm hãm sự chín người ta có thể phun GA₃ nồng độ 50 - 200 ppm lên quả trên cây khi bắt đầu chín. Với biện pháp này có thể kéo dài thời gian chín của quả 3 - 4 tuần.

6. Điều khiển sự rụng

Hiện tượng rụng hoa, rụng quả xảy ra rất phổ biến, làm giảm đáng kể năng suất cây trồng. Đây là phản ứng tự nhiên của cây và nó được điều chỉnh bởi tỷ lệ auxin/ABA + etylen trong cây. Dựa trên cơ sở đó, người ta có thể điều chỉnh sự rụng theo 2 hướng: Ngăn ngừa hiện tượng rụng bằng cách xử lý auxin ngoại sinh hoặc gây rụng nhân tạo bằng ethrel cũng như các chất có tác dụng tương tự ABA.

a) Ngăn ngừa hiện tượng rụng:

- Với các cây ăn quả họ chanh cam thì chất có hiệu quả cao được sử dụng nhiều ở Mỹ cũng như các nước trồng nhiều chanh cam là 2,4D. Tuy nhiên, đây là chất có độc tố cao, nên khi dùng phải chú ý về nồng độ và thời điểm xử lý. Thường người ta chỉ dùng

ở ngưỡng nồng độ từ 8 -16 ppm. Ngoài ra, phun GA_3 cho cam quýt cũng có tác dụng chống rụng.

- Đối với táo, người ta không dùng những chất có độc tố cao như 2,4D hoặc 2,4,5-T mà dùng các chất kém độc tố hơn α -NAA (20 ppm) hoặc 2,4-DP (2,4 dichlorophenoxy propinic) nồng độ 5-15 ppm, phun trước thu hoạch 1-2 tuần. Hiệu quả cao hơn khi dùng SADH (N-dimetyl hydrazig axit succinic, tên thương phẩm là Daminozid hoặc Alar). Đây là chất không độc cho cây và có độ an toàn cao trong mô thực vật. Có thể phun sau khi hoa rộ 2 - 4 tuần ở nồng độ 1500 - 3000 ppm hoặc phun trước khi thu hoạch vài ngày ở nồng độ 500 - 2 000 ppm.

- Với lê, thường phun α -NAA (10 ppm) hoặc SADH (1000 ppm), phun trước thu hoạch 1-2 tuần.

- Để ngăn chặn sự rụng quả của mận trước khi thu hoạch, ở Mỹ người ta đã dùng 2,4D nồng độ 15 - 20 ppm.

- Hiện tượng quả bông rụng sinh lý trước khi thu hoạch có thể làm giảm năng suất 30- 70%. Để hạn chế hiện tượng này người ta đã sử dụng α -NAA nồng độ 5 - 15 ppm.

b) Gây rụng lá nhân tạo:

Trong thực tế, một số loại cây trồng cần có sự rụng lá để kích thích ra hoa như hoa đào, hoa mai và để dễ dàng cho việc thu hoạch như đậu tương, bông.

- Để giảm chi phí vận chuyển và để lại ruộng một khối lượng lớn chất xanh cải tạo đất, người ta đã sử dụng ethrel 0,1 - 0,2% phun lên lá đậu tương trước lúc thu hoạch. Sau 2 - 3 ngày, toàn bộ lá rụng, quả chín đều và không bị rụng. Ứng dụng tiến bộ này, có thể để lại 5 tấn chất xanh/ha (xấp xỉ 26 kg N) sau mỗi vụ đậu tương.

Đặc biệt đậu tương trồng vụ hè trong cơ cấu 4 vụ /năm (lúa xuân - đậu tương hè - lúa mùa - cây vụ đông). Đậu tương vụ hè sinh trưởng, phát triển tốt nên trước khi thu hoạch người trồng đậu tương phải cắt lá, mất công và không lợi cho năng suất do khối lượng 1000 hạt giảm. Bộ môn Sinh lý thực vật (Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội) đã nghiên cứu thành công và ứng dụng vào việc xử lý ethrel cho đậu tương vụ hè để gây rụng lá nhân tạo trước khi thu mang lại nhiều lợi ích: giảm công lao động, trả lại chất hữu cơ cho đất, quả chín đều và nhanh.

- Ethrel cũng có thể được sử dụng để gây rụng lá cây bông. Với liều lượng sử dụng 6 - 10 kg/ha, phun trước thu hoạch 7 - 14 ngày chỉ sau khi phun 10 - 12 ngày tỷ lệ lá rụng đã đạt tới 80 - 90%, và số lượng quả bông nở cũng tăng lên 30 - 50%. Ở Mỹ có tới 75% diện tích trồng bông đã được sử dụng chất gây rụng lá.

- Các thực nghiệm đầu tiên của trường ĐHNH I đã chỉ ra rằng: Để có hoa đào vào dịp tết, có thể phun ướt lá đào 1 lần bằng ethrel 0,5 - 1% trước tết 45 - 50 ngày, sau 5 - 7 ngày rụng nhẹ cây phần lớn lá trên cây đều rụng (trừ một số ít lá non).



a) Đậu tương vụ hè xử lý ethrel nồng độ 0,8% - 1%
khi cây đậu tương bắt đầu xuất hiện lá vàng



b) Đậu tương vụ hè xử lý ethrel nồng độ 0,4 % - 0,6%
khi cây đậu tương có 25% - 30% lá vàng

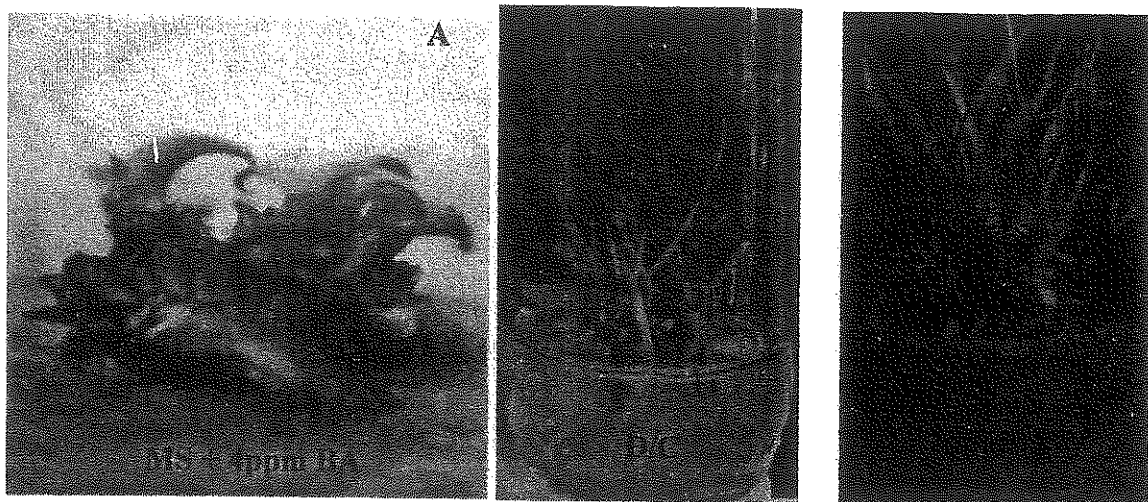
Hình 6.6. Xử lý gây rụng lá đậu tương hè được ứng dụng
tại Thụy Lâm, Đông Anh (Hà Nội)

7. Điều chỉnh sự phát sinh hình thái trong nuôi cấy mô, tế bào

Trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào, việc ứng dụng các chất điều tiết sinh trưởng là hết sức quan trọng. Hai nhóm chất được sử dụng nhiều nhất là auxin và xytokinin.

- Auxin được sử dụng để điều khiển sự hình thành rễ và phát sinh callus. Các auxin được sử dụng phổ biến là IAA, IBA, α -NAA hoặc 2,4D. Nồng độ sử dụng dao động từ 10^{-6} M đến 10^{-1} M tùy theo từng chất cũng như tùy theo đối tượng và mục đích nuôi cấy khác nhau. Riêng 2,4D, khi sử dụng nồng độ cao, dễ gây độc cho mô cấy nhưng nó có cảm ứng rất mạnh đối với sự phân chia tế bào và tạo callus.

- Xytokinin có tác dụng kích thích sự phân chia tế bào và quyết định sự phân hoá của mô cấy theo hướng tạo chồi (hình 7.6). Trong nhóm này, thì trước hết là BA (benzin adenin), sau đó là kinetin là hai chất được sử dụng phổ biến nhất. Hai chất này đều có hoạt tính cao mà giá thành cũng vừa phải. Ở nồng độ 10^{-7} - 10^{-6} M có tác dụng kích thích sự phân chia tế bào, nồng độ 10^{-6} - 10^{-5} kích thích sự phân hoá chồi.



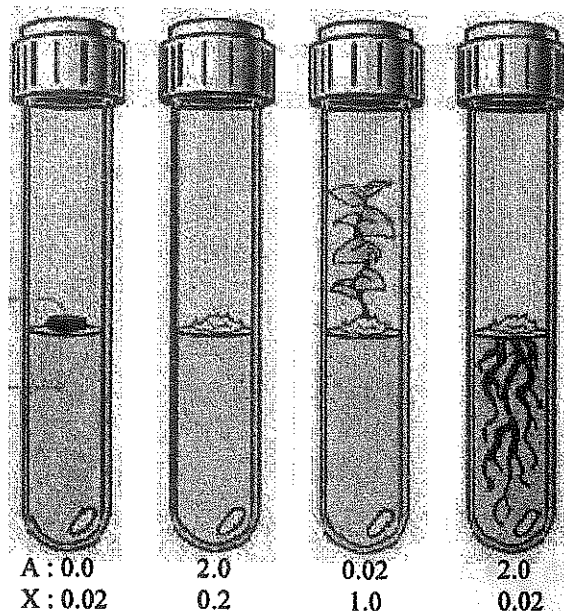
Hình 7.6. Vai trò của xytokinin trong nuôi cấy *in vitro* (SLTV)
A- Tái sinh chồi dừa từ đỉnh sinh trưởng; B- Nhân nhanh chồi cây keo lai

Như vậy, tỷ lệ auxin/ xytokinin có ý nghĩa quan trọng cho mô cấy phát sinh hình thái theo hướng tạo chồi hay ra rễ (hình 8.6). Tỷ lệ này luôn thay đổi theo đối tượng thực vật nuôi cấy cũng như loại mô nuôi cấy.

Ví dụ: Để kích thích sự ra rễ của chồi chuối trong ống nghiệm cần α -NAA 0,1 mg/l, nhưng cây đu đủ cần 0,5 ppm α -NAA và cây dâu tằm cần nồng độ α -NAA cao hơn (1 ppm). Hoặc để nhân nhanh chồi chuối phải cần từ 3 - 5 ppm BA, trong khi loại cây trồng khác chỉ cần từ 1 - 2 ppm. như loa kèn, keo lai...

8. Điều chỉnh sự phân hoá giới tính

Trong sự phân hoá giới tính, vai trò của các phytohormon như xytokinin, gibberellin và etylen là rất quan trọng. Trên cây đơn tính chúng có tác dụng điều tiết tỷ lệ hoa đực và hoa cái. Còn ở cây có hoa lưỡng tính thì sự phát triển bao phấn, hạt phấn hay tế bào trứng cũng chịu ảnh hưởng của các hormon sinh trưởng này. Khi etylen và xytokinin nội sinh cao thì cây có nhiều hoa cái, ngược lại khi hàm lượng gibberellin cao thì cây ra nhiều hoa đực.



Hình 8.6. Sự phát sinh hình thái trong nuôi cấy *in vitro* (A:auxin; X:xytokinin, nồng độ ppm)

Với các cây họ bầu bí như bí ngô, bí đao, mướp, dưa lê, dưa chuột, dưa hấu năng suất phụ thuộc rất nhiều vào tỷ lệ hoa cái trên cây. Người ta có thể dùng ethrel nồng độ

từ 50 - 250 ppm để làm tăng tỷ lệ hoa cái. Ngược lại, khi phun GA_3 nồng độ từ 5 - 50 ppm sẽ kích thích quá trình hình thành hoa đực. Giai đoạn xử lý có hiệu quả là khi cây con có từ 1 - 10 lá thật hoặc xử lý hạt trước khi gieo.

Ví dụ: Trên cây dưa chuột, phun ethrel nồng độ 240 mg/l khi cây có 2 - 5 lá làm giảm chiều dài đốt từ 40 - 60%, tỷ lệ hoa cái tăng ở 8 đốt đầu tiên, năng suất tăng gấp 3 lần. Đây là biện pháp kỹ thuật phổ biến của các nước ôn đới khi trồng dưa chuột trong nhà kính.

Ngoài ra, MH nồng độ 100 mg/l có tác dụng tăng tỷ lệ hoa cái và tăng năng suất cây dưa chuột.

Kỹ thuật điều chỉnh sự phân hoá giới tính trên đã được ứng dụng có hiệu quả trong việc sản xuất hạt lai F_1 của cây họ bầu bí.

9. Các ứng dụng khác của chất điều tiết sinh trưởng

• Sử dụng gibberellin trong sản xuất nha (malt)

Sử dụng gibberellin trong sản xuất nha có các tác dụng chính sau:

- Kích thích sự nảy mầm của hạt.
- Tăng hệ enzym thủy phân của các hạt sau khi nảy mầm.
- Giảm sự tiêu hao do sự phát triển của rễ mầm, tập trung chất hữu cơ cho sự phát triển của mầm.

Ngày nay, trong sản xuất nha cho công nghiệp bia, gibberellin đã được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước như: Mỹ, Anh, Pháp, Đức, Ba Lan, Triều Tiên. Ở Anh, 90% gibberellin sản xuất ra được phục vụ cho công nghiệp bia. Theo công trình nghiên cứu của Viện nghiên cứu rượu bia Liên Xô (cũ) thì gibberellin có hiệu quả cao ở nồng độ 18 mg/l và cần 10 lít dung dịch (180 mg) cho 1 tấn hạt giống, phun vào thời gian ủ.

Ở Việt nam, việc sử dụng gibberellin trong sản xuất malt cũng đã được nghiên cứu. Đối với hạt đại mạch và hạt thóc tẻ sau khi thu hoạch 1 tháng tỷ lệ nảy mầm đã tăng từ 10 - 15% lên 85 - 95% khi xử lý gibberellin. Tỷ lệ α -amylaza trong malt tăng 12 - 20% và rút ngắn thời gian ủ mầm 1 - 2 ngày.

• Kích thích tiết nhựa cây cao su bằng ethrel

Từ năm 1989, những thử nghiệm về tác dụng của ethrel trên cây cao su đã được tiến hành tại Viện nghiên cứu cao su Việt nam. Sau đó, các nghiên cứu này được thử nghiệm trên quy mô rộng vào năm 1995. Kết quả cho thấy, ở dạng mỡ nồng độ 2,5% ethrel đã làm tăng sản lượng mủ cao su nhưng không có hại đến khả năng tái tạo mủ của cây. Trong trường hợp này, có thể ethrel đã hoạt hoá một số hệ enzym làm mủ cao su không đông kết, khơi thông tuyến nhựa. Trong những điều kiện thích hợp nhất, sản lượng mủ cao su có thể tăng 34%, kéo dài thời gian cạo miệng cây cao su từ 2 lên 3 ngày, giảm đáng kể công lao động. Tác dụng tăng sản lượng mủ của ethrel không chỉ

giới hạn trên cây cao su mà nó cũng có hiệu quả với hầu hết các cây lấy nhựa khác như đu đủ, thông.

- *Làm thui hoa và ức chế sự hình thành chồi nách của cây thuốc lá*

MH ở nồng độ 10 - 25%, phun vào giai đoạn bắt đầu hình thành nụ, có tác dụng kìm hãm sự hình thành chồi nách, làm thui hoa và rút ngắn thời gian sinh trưởng của cây thuốc lá khoảng 2 tuần. Liều lượng phun từ 6 - 9 kg/ha.

- *Tăng tính chống chịu của cây*

Để tăng tính chống chịu của cây, người ta thường sử dụng các chất làm chậm sinh trưởng (retardent). Chất được sử dụng nhiều nhất vào mục đích này là CCC (Clo Colin Clorit). Đây là chất kháng gibberellin. Dạng thương mại là chất lỏng có chứa 60 - 70% hoạt chất. Chất này có tính độc thấp, không gây hại cho người, động vật và khu hệ vi sinh vật trong đất. Liều lượng sử dụng phổ biến từ 5 - 7 kg/ha, nồng độ phun từ 1 - 0,6%.

Khi xử lý 10 kg CCC/ha cho lúa mì đã làm giảm chiều cao cây, chống lốp đổ, tăng khả năng chống chịu (chịu hạn, chịu lạnh, chịu N, chịu sâu bệnh) và tăng năng suất 30%. Dư lượng của CCC trong hạt không cao và ở dưới mức cho phép (0,1 mg/1kg hạt, 1 - 2 mg/1kg rom rạ).

Đối với lúa nước, khi xử lý CCC cũng có tác dụng giảm chiều cao cây, tăng tính chống đổ trong điều kiện thâm canh cao, tăng năng suất 20%.

Nhìn chung, để tăng tính chịu hạn cho cây trồng có thể sử dụng CCC ở nồng độ 500 - 2000 ppm hoặc Alar 500 - 6000 ppm tùy theo loại cây. SADH, CCC, MH đều có khả năng làm tăng tính chịu lạnh, chịu sâu bệnh cho cây trồng.

- *Phòng trừ cỏ dại*

Một số chất 2,4D, 2,4,5T, MH khi sử dụng ở nồng độ cao có tác dụng trừ cỏ dại. Thời kỳ phun có hiệu quả cao là khi cây cỏ đang sinh trưởng mạnh. Điều quan trọng là khi sử dụng thuốc trừ cỏ là cần phải quan tâm đến tính đặc hiệu của mỗi loại thuốc. Ví dụ như 2,4D có thể diệt được các loại cỏ lá rộng và ít ảnh hưởng đến các cây ngũ cốc.

Trong trường hợp cần ức chế sự sinh trưởng của thảm cỏ ở các nơi công cộng để giảm công cắt tỉa cũng có thể phun MH, liều lượng 3 - 6 kg/ha.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG VI

1. Hãy nêu những ứng dụng của gibberellin trong sản xuất nông nghiệp để tăng năng suất và phẩm chất cây trồng?
2. Ứng dụng của auxin trong kỹ thuật nhân giống vô tính cây trồng?
3. Trong thực tế sản xuất, người ta đã dùng những chất nào để điều khiển sự nảy mầm của thực vật?
4. Ứng dụng của chất điều tiết sinh trưởng đối với quá trình ra hoa, đậu quả và tạo quả không hạt ? Điều khiển sự chín của quả?
5. Hãy nêu những ứng dụng chính của các retardent trong sản xuất nông nghiệp?

Chương VII

ĐIỀU CHỈNH SỰ PHÁT SINH HÌNH THÁI CỦA CÂY

- Cần hiểu được sự phát sinh hình thái của cây là gì và nguyên nhân của sự phát sinh hình thái đó để chúng ta có thể điều chỉnh sự phát sinh hình thái cho cây theo ý muốn con người.

- Nắm được sự tương quan giữa các bộ phận trong cây để có thể điều chỉnh mối tương quan đó giúp cây sinh trưởng, phát triển một cách hài hoà.

- Nắm được khả năng ra rễ bất định do tái phân chia của các mô, tế bào trong cây mà ta có thể điều chỉnh sự ra rễ bất định ở cành chiết, cành giâm hay trong nuôi cấy mô tạo cây hoàn chỉnh để nhân giống vô tính cây trồng phục vụ sản xuất.

- Cần nắm được nguyên nhân của hiện tượng ưu thế ngọn của cây để ứng dụng vào sản xuất điều chỉnh ưu thế ngọn trong kỹ thuật tạo hình cho cây ăn quả, cây cảnh và cây công nghiệp, v.v...

- Cần hiểu được bản chất sự ra hoa của cây để có thể điều khiển ra hoa trái vụ cho cây ăn quả mang lại lợi nhuận cho người sản xuất và nhu cầu của xã hội.

- Nắm được bản chất của quang chu kỳ và hiện tượng xuân hoá để ứng dụng vào sản xuất điều chỉnh sự ra hoa, rút ngắn thời gian sinh trưởng, tăng năng suất và chất lượng sản phẩm cây trồng.

I. KHÁI NIỆM VỀ SỰ PHÁT SINH HÌNH THÁI CỦA CÂY TRỒNG

Nghiên cứu về thế giới thực vật thì các hiện tượng như nảy mầm, ra rễ, ra chồi và ra hoa, hình thành củ ... của cây là sự phát sinh hình thái trong quá trình phát triển cá thể. Khi lịch sử phát hiện ra phytohormon và phytochrom luôn tồn tại trong cây thì việc chứng minh nguyên nhân của các quá trình phát sinh hình thái cũng như quá trình sinh trưởng của cây được sáng tỏ. Sự sinh trưởng hay bất kỳ một quá trình phát sinh hình thái nào của cây cũng được thực hiện trên cơ sở một sự cân bằng nhất định của các phytohormon trong cây. Có sự cân bằng chung và cân bằng riêng của một vài chất trong các quá trình phát sinh hình thái riêng biệt.

Cân bằng chung của các hormon là cân bằng giữa nhóm chất kích thích sinh trưởng và chất ức chế sinh trưởng trong cây trong quá trình phát triển cá thể. Khi hai tác nhân kích thích và ức chế trong cây bằng nhau thì cây ra hoa.

Cân bằng riêng trong cây biểu thị bằng tỷ lệ của hai hay một số hormon đặc hiệu trong quá trình phát sinh hình thái và hình thành cơ quan của cây. Ví dụ : trạng thái ngủ nghỉ và nảy mầm của hạt, củ và chồi ngủ mùa đông... được quy định bởi tỷ lệ GA/ABA. Xử lý cho nảy mầm hay bật chồi cần làm tăng tỷ lệ GA/ABA (tăng GA), nếu tăng cường sự ngủ nghỉ cần làm giảm tỷ lệ này (tăng ABA).

Sự phát sinh rễ và chồi là kết quả của sự cân bằng giữa auxin/xytokinin. Nếu auxin cao sẽ kích thích phát sinh hình thái rễ và nếu xytokinin cao sẽ hình thành chồi.

Củ hình thành được xác định bằng sự cân bằng giữa GA/ABA và auxin/xytokinin. Sự phân cành của cây do sự cân bằng giữa IAA tạo ra ở đỉnh sinh trưởng và xytokinin tạo ra ở rễ. Nếu IAA cao (ưu thế ngọn tăng) thì sự phân cành kém, nếu IAA thấp (ưu thế ngọn yếu) tức tỷ lệ IAA/xytokinin thấp cây phân cành mạnh.

Kết quả thực nghiệm chứng minh rằng quang phổ hấp thụ của hệ sắc tố phytochrom (đỏ và đỏ xa) có vai trò quan trọng trong việc kiểm tra các quá trình phát sinh hình thái của cây như sự ra hoa, nảy mầm của hạt, khử vồng... Ánh sáng đỏ (P660 nm) kích thích sự nảy mầm của hạt xà lách, ánh sáng đỏ xa (P730 nm) lại ức chế. Đối với cây ngày ngắn thì ánh sáng đỏ lại ức chế ra hoa và ánh sáng cuối đỏ kích thích ra hoa.

Như vậy sự phát sinh hình thái trong quá trình phát triển cá thể của cây là quá trình thực hiện dần chương trình di truyền đã được mã hoá trong cấu trúc của phân tử ADN, chương trình này được điều chỉnh và thực hiện theo cơ chế đóng mở gen mà các tác nhân hocmon và phytochrom là những tác nhân quan trọng gây ra sự đóng mở gen.

Khi hiểu rõ được bản chất của sự phát sinh hình thái của cây, con người có thể điều chỉnh được sự tương quan sinh trưởng giữa các bộ phận trong cây, điều chỉnh sự ra rễ bất định trong nhân giống vô tính cây trồng (giâm, chiết cành và kỹ thuật nuôi cấy mô, điều chỉnh ưu thế ngọn trong kỹ thuật tạo hình cho cây cảnh, cây ăn quả, cây công nghiệp..., điều chỉnh sự ra hoa trái vụ cho cây ăn quả, điều chỉnh sự hình thành quả và tạo quả không hạt, ứng dụng quang chu kỳ và xử lý xuân hoá trong sản xuất.

1. Điều chỉnh sự tương quan sinh trưởng của cây

Như chúng ta đã biết rõ giả thuyết đúng dẫn cho sự sinh trưởng và phát triển là để có sự tương quan sinh trưởng hợp lý cần phải có cân bằng hocmon hợp lý. Bằng nhiều chứng minh, ngày nay đã khẳng định được sự cân bằng hocmon là cơ sở để điều chỉnh sinh trưởng và phát triển hợp lý.

a) Định nghĩa sự tương quan sinh trưởng:

Tương quan sinh trưởng là mối quan hệ sinh trưởng của một bộ phận này với sinh trưởng của bộ phận khác trong cây. Vì vậy có sự tương quan giữa sinh trưởng rễ và chồi thân, sinh trưởng sinh dưỡng và sinh trưởng sinh sản cũng như sự tồn tại tương quan giữa sinh trưởng và sự phân hoá trong cây.

Tương quan sinh trưởng có thể hiểu đơn giản là kết quả của sự cạnh tranh giữa các bộ phận hay chức năng đối với chất dinh dưỡng, vitamin và rõ nhất là kết quả của sự cân bằng các hocmon của cây (chất kích thích và ức chế). Các tác nhân kích thích là hệ thống rễ, các lá non, chồi non, lá mầm có màu xanh để quang hợp,... Các tác nhân ức chế bắt nguồn từ các cơ quan đang hoá già như lá già, cơ quan sinh sản, cơ quan dự trữ,... Vì vậy, trong cây tồn tại hai loại tương quan là tương quan kích thích và tương quan ức chế.

b) Tương quan kích thích:

Bộ phận, cơ quan này sinh trưởng sẽ kích thích bộ phận khác, cơ quan khác sinh trưởng. Tương quan giữa hệ thống rễ và thân lá là mối tương quan kích thích. Rễ sinh trưởng tốt sẽ hút được nhiều nước, chất dinh dưỡng và tạo ra nhiều chất kích thích sinh trưởng (xytokinin) cung cấp cho các bộ phận trên mặt đất sinh trưởng mạnh, ngược lại các bộ phận trên mặt đất cung cấp cho hệ thống rễ các sản phẩm của quang hợp và auxin để rễ sinh trưởng tốt hơn. Mối tương quan này rất chặt chẽ ở giai đoạn cây còn non, khi cây già thì mối quan hệ này xấu đi. Trong thực tiễn sản xuất nông nghiệp, con người hiểu biết được mối quan hệ này đã sử dụng các biện pháp kỹ thuật tối ưu để cho bộ rễ sinh trưởng, phát triển tốt sẽ kích thích sinh trưởng và phát triển của thân lá. Kỹ thuật tưới nước, bón phân hợp lý để cung cấp đầy đủ nước, chất dinh dưỡng theo đúng yêu cầu của cây cũng như việc làm cỏ, sục bùn, xới xáo cung cấp đầy đủ oxy cho rễ,... là những biện pháp hữu hiệu kích thích sinh trưởng, phát triển của bộ rễ tạo nguồn dinh dưỡng, nước và chất kích thích sinh trưởng (xytokinin và gibberellin) để chồi, thân lá sinh trưởng, phát triển. Đối với rau ăn lá như xà lách, rau cải, su hào, bắp cải, rau muống,... muốn cho thân, lá sinh trưởng mạnh ngoài kỹ thuật bón phân, tưới nước đầy đủ người ta còn xử lý chất kích thích như GA để tăng sinh khối thân lá. Để kéo dài thời gian sinh trưởng sinh dưỡng, tăng trẻ hoá cần giúp cây có bộ rễ sinh trưởng phát triển mạnh tạo nguồn xytokinin vận chuyển lên các cơ quan trên mặt đất phát triển nhiều chồi, thân lá bằng cách bón nhiều dinh dưỡng nhất là nitơ, tưới nước nhiều và xử lý xytokinin, gibberellin cho cây. Muốn hạn chế sinh trưởng, phát triển của bộ rễ để giảm sự hút nước, khoáng và tổng hợp xytokinin, gibberellin nhằm mục đích là làm cây nhanh già (kết thúc sớm sinh trưởng sinh dưỡng), cây ra hoa người ta không bón phân, tưới ít nước để cây thiếu dinh dưỡng và nước hay cắt rễ, đào cây, cắt cành,... sẽ làm giảm sự cung cấp xytokinin cho sự sinh trưởng của chồi, cân bằng hormone lệch về hướng xuân hoá mầm hoa và cây ra hoa. Câu ca dao: “Thiến đào, đào quất, nhắc dây khoai” hay câu “mít chạm cành, chanh chạm rễ” đã nói rõ về vấn đề này. Nghề trồng đào, trồng quất đã áp dụng mối tương quan sinh trưởng trong cây để điều khiển cây đào, cây quất ra hoa, quả vào dịp Tết bằng cách cắt khoanh vỏ cành đào, đào quất hay mít cần cắt bỏ cành, chanh vớt bỏ bớt rễ,... để hạn chế sự vận chuyển vật chất, hormone từ rễ lên và từ các cơ quan trên cây xuống rễ làm cân bằng hormone và cây có thể ra hoa. Đối với cây lấy củ như khoai lang, khoai tây,... khi cây chuyển sang giai đoạn sinh trưởng sinh sản (hình thành tia củ) cần hạn chế sinh trưởng thân lá, đặc biệt đối với khoai lang phải nhắc dây để loại bỏ việc hút nước, khoáng và hình thành xytokinin do hệ thống rễ ở các mắt để dây khoai đâm vào đất. Biện pháp này nhằm hạn chế sinh trưởng sinh dưỡng, kích thích sự vận chuyển vật chất từ thân, lá về củ.

2. Điều chỉnh sự ra rễ bất định trong nhân giống vô tính cây trồng

Xuất hiện rễ bất định do sự tái phân chia của mô phân sinh bên (tiền tượng tầng và trụ bì). Khả năng tái phân chia này có thể từ mô sâu bên trong (nội sinh) hay ở lớp biểu bì lá (ngoại sinh), cũng có thể ở mô phân sinh sơ cấp hoặc thứ cấp (tượng tầng). Nhiều

thực vật rễ bất định được hình thành sớm ở trên cây nguyên vẹn tạo nên các mầm rễ có sẵn nhưng bị ức chế tương quan. Khi tách khỏi cây mẹ chúng được hoạt hoá và sinh trưởng thành rễ bất định.

Khả năng hình thành rễ bất định ở cành chiết, cành giâm phụ thuộc vào hàm lượng phytohormon của cây. Nếu hormon đặc trưng cho sự ra rễ là auxin được hình thành thuận lợi thì sự hình thành rễ dễ dàng. Điều kiện ngoại cảnh cũng ảnh hưởng nhiều đến sự tái sinh rễ bất định ở cành chiết, cành giâm như độ ẩm bão hoà, ánh sáng tán xạ, nhiệt độ ôn hoà, oxy đầy đủ, giá thể phù hợp,... là những điều kiện thuận lợi cho sự ra rễ.

Trong nông nghiệp, việc nhân giống vô tính cây trồng có ý nghĩa vô cùng quan trọng. Các nước trên thế giới cũng như ở Việt Nam có rất nhiều cơ quan nghiên cứu về cơ sở sinh lý của sự tái sinh rễ bất định ở cành chiết, cành giâm và ứng dụng thành công vào kỹ thuật nhân giống vô tính bằng phương pháp chiết cành, giâm cành cho nhiều đối tượng cây trồng khác nhau như cây ăn quả, cây cảnh, cây hoa, cây công nghiệp,... đã và đang cung cấp cho sản xuất những cây giống có chất lượng cao, giữ được bản chất di truyền của cây bố mẹ.

Để tăng khả năng tái sinh rễ bất định, rễ nhiều và khoẻ ở cành chiết, cành giâm người ta thường xử lý auxin ngoại sinh như IBA, α -NAA đã kích thích sự tái sinh rễ thuận lợi ở hầu hết các đối tượng cây trồng.

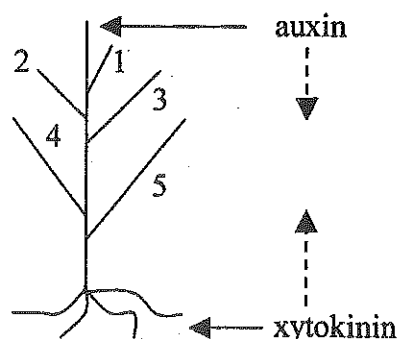
Trong nuôi cấy *in vitro*, để tạo cây hoàn chỉnh được điều chỉnh bằng tỷ số auxin/xytokinin trong môi trường nuôi cấy. Auxin kích thích sự hình thành rễ, xytokinin kích thích sự hình thành chồi.

3. Điều chỉnh ưu thế ngọn trong kỹ thuật tạo hình cho cây công nghiệp, cây ăn quả, cây cảnh

Ưu thế ngọn là sự ức chế của chồi ngọn lên sự sinh trưởng của chồi bên, rễ chính lên rễ phụ. Ưu thế ngọn là hiện tượng phổ biến của thế giới thực vật. Nếu ta loại trừ chồi ngọn thì lập tức chồi bên sinh trưởng mạnh do chồi bên được giải phóng khỏi trạng thái ức chế tương quan. Tác nhân gây nên hiện tượng ưu thế ngọn là auxin, auxin tạo ra chủ yếu ở đỉnh sinh trưởng và vận chuyển xuống dưới gốc để kích thích ra rễ. Rễ lại tạo ra xytokinin và vận chuyển lên trên để kích thích tạo chồi.

Như vậy, hiện tượng ưu thế ngọn được điều chỉnh bởi sự cân bằng hormon của auxin/xytokinin.

Auxin làm tăng ưu thế ngọn, ức chế chồi bên; còn xytokinin làm giảm ưu thế ngọn, kích thích chồi bên sinh



Hình 1.7. Hiện tượng ưu thế ngọn của cây
Đường ----- : Hướng vận chuyển

trưởng. Càng xa đỉnh sinh trưởng (đỉnh ngọn) thì ảnh hưởng ức chế của auxin càng yếu do tại đây hàm lượng auxin thấp nhưng xytokinin cao. Hình 1.7 cho thấy, hàm lượng auxin ở chồi $1 > 2 > 3 > 4 > 5$; hàm lượng xytokinin ở chồi $1 < 2 < 3 < 4 < 5$.

Như vậy, chồi bên số 1 bị ức chế mạnh nhất (do auxin cao, xytokinin thấp) nên khó bật chồi, còn chồi bên số 5 bị chồi ngọn ức chế yếu nhất (do auxin thấp, xytokinin cao) do đó bật chồi mạnh. Điều này rất có ý nghĩa trong sản xuất, có nhiều trường hợp cần loại bỏ ưu thế ngọn để tăng cường phân cành, phân nhánh cho cây ăn quả, cây công nghiệp, cây cảnh,... Kỹ thuật tạo hình, tạo tán có ý nghĩa quyết định đến năng suất và phẩm chất cây, chất lượng sản phẩm thu hoạch...

Ví dụ: Trong nghề trồng cây cảnh phải thường xuyên cắt, tỉa để tạo hình cây đẹp theo ý muốn của người tiêu dùng. Cây ăn quả như táo, xoài, bưởi, cam, v.v... muốn có thể đẹp, tán rộng, phải đốn tỉa hàng năm. Nghề trồng dâu tằm, tùy theo tuổi của cây mà người ta có thể đốn phớt, đốn đầu và đốn thật đau để cây dâu được trẻ hoá, phân cành nhiều là cơ sở cho sự sinh trưởng, phát triển nhiều lá trên cây. Ứng dụng rõ nhất của hiện tượng ưu thế ngọn trong sản xuất là hái chè (đốn chè). Muốn cho năng suất cao, chất lượng chè tốt người trồng chè thường xuyên hái chè (7 - 20 ngày 1 lần tùy theo thời vụ) để phá bỏ ưu thế ngọn, kích thích chồi bên sinh trưởng sẽ cho nhiều búp và tạo hình cho cây chè gọn, đẹp...

4. Điều chỉnh ra hoa và ra hoa trái vụ cho cây ăn quả

Sự hình thành hoa của cây đánh dấu sự chuyển tiếp từ giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng sang sinh trưởng sinh sản bằng việc chuyển hướng từ hình thành mầm lá sang hình thành mầm hoa. Sau khi sinh trưởng sinh dưỡng (đạt trạng thái chín để ra hoa) và gặp điều kiện ngoại cảnh thích hợp thì cây có thể cảm ứng ra hoa. Sự cảm ứng ra hoa có ý nghĩa đặc biệt để chỉ những biến đổi nào đó xảy ra trong lá dẫn đến sự ra hoa. Theo học thuyết ra hoa của Trailachyan thì sự ra hoa của cây là do lá sau khi nhận kích thích của môi trường đã hình thành một hay nhiều hocmon được gọi chung là "hocmon ra hoa" (Florigen) và được chuyển đến đỉnh sinh dưỡng để kích thích ra hoa. Theo Evans (1971) thì sự chuyển tiếp của đỉnh sinh dưỡng thành đỉnh sinh sản là sự cảm ứng ra hoa hay sự gây cảm ứng. Quá trình ra hoa có thể được trình bày theo sơ đồ sau:

Cảm ứng (lá) $\longrightarrow$ Truyền hocmon $\longrightarrow$ Gây cảm ứng (đỉnh)

Theo Evans, hiện tượng ra hoa của cây liên quan đến 3 vấn đề quan trọng nhất:

(1) Cảm ứng hình thành hoa có sự cảm ứng về ánh sáng (quang chu kỳ) và có sự cảm ứng nhiệt độ (sự xuân hoá).

(2) Cảm ứng hình thành hoa do tác nhân hocmon (chất kích thích và ức chế có trong cây).

(3) Hocmon khởi đầu cho quá trình biến đổi từ sinh trưởng sinh dưỡng thành sinh trưởng sinh sản cũng như những biến đổi vật chất khác ở đỉnh sinh trưởng của cây.

Sau khi xác nhận các cảm ứng hình thành hoa thì ở đỉnh sinh dưỡng hình thành mầm hoa, sinh trưởng của hoa, phân hoá hoa và phân hoá giới tính.

Khi đã hiểu rõ bản chất sự ra hoa của cây, con người có thể điều chỉnh sự ra hoa theo ý muốn trong ngành trồng cây ăn quả, ngành trồng hoa,... mang lại hiệu quả to lớn cho người sản xuất.

Những ứng dụng phổ biến và có hiệu quả trong trồng trọt là việc sử dụng chất điều tiết sinh trưởng ngoại sinh để kích thích ra hoa sớm cho nhiều loại cây ăn quả. Hiện nay trên thị trường có dứa ăn quanh năm là do người trồng dứa xử lý các chất như α -NAA, 2,4D, ethrel (sinh ra ethylen), đất đèn (sinh ra acetylen) hay BOH (β -hydroxyethylhydrazin) để cây dứa ra hoa trái vụ, tăng thêm một vụ thu hoạch cung cấp quả cho thị trường và giải quyết công ăn việc làm cho người lao động trong các nhà máy chế biến.

Cây thanh long trồng ở miền Nam, bình thường ra hoa vào đầu năm và cho quả chín từ tháng 5 đến tháng 7. Khi phát hiện cây thanh long là cây ngày dài (cảm ứng hình thành hoa là đêm ngắn) thì với kinh nghiệm thực tế và sự giúp đỡ của các nhà khoa học, người trồng thanh long đã ứng dụng quang chu kỳ để điều khiển ra hoa theo ý muốn bằng cách xử lý quang gián đoạn vào ban đêm để biến đêm dài thành 2 hay 3 đêm ngắn. Khi nhận được thời gian tối ngắn, cây thanh long cảm ứng hình thành hoa và ra hoa trái vụ. Hiểu rõ vai trò của gibberellin có khả năng kích thích ra hoa cây ngày dài trồng trong điều kiện ngày ngắn và để cây thanh long ra hoa trái vụ, chúng ta có thể xử lý gibberellin kết hợp với một số nguyên tố vi lượng vào vùng ra hoa của thân cây thanh long để thay thế cho việc xử lý quang gián đoạn cần chi phí cao hơn rất nhiều so với xử lý GA_3 và nguyên tố vi lượng.

Cây vải và cây nhãn cùng họ nên chúng có nhiều đặc điểm giống nhau. Đến nay đã có nhiều kết quả nghiên cứu về các biện pháp kỹ thuật tác động đến khả năng ra hoa, đậu quả, tăng năng suất quả nhãn và vải. Những năm mùa đông ấm, có mưa thì cây nhãn cũng như cây vải có khả năng hay đã ra lộc đông sẽ không ra hoa vào năm sau. Người ta dùng các biện pháp như cắt rễ, bấm ngọn hoặc dùng chất hoá học (có thể sử dụng một biện pháp hay kết hợp các biện pháp) để ức chế lộc đông sinh trưởng.

Ví dụ: ở Trung Quốc thường sử dụng các biện pháp như cắt tia kịp thời, bón phân hợp lý, cuốc lật đất làm đứt rễ và phun ethrel nồng độ 400 ppm khi lộc đông dài 5- 10 cm. Viện nghiên cứu Rau - Hoa - Quả không chế lộc đông sinh trưởng bằng cách phun ethrel nồng độ 400 ppm đến 800 ppm cho lá non, phun 1 - 2 lần cách nhau 7 - 10 ngày. Có thể ngắt bỏ khi lộc đông dài 5 - 10 cm, làm đứt rễ khi lộc dài 3 cm. Đối với một số giống vải có đặc điểm sinh trưởng mạnh thì biện pháp khoanh vỏ xoắn ốc mang lại hiệu quả rất rõ trong việc làm giảm sự ra lộc mùa đông, xúc tiến sự phân hoá mầm hoa.

Ở tỉnh Hưng Yên, để tránh sự ra hoa cách năm và ra lộc mùa đông ở cây nhãn người ta phun và tưới vào gốc KNO_3 nồng độ từ 0,3% - 0,6% cây nhãn có khả năng ra hoa ở năm sau (thời gian xử lý từ tháng 9 - 12 vào thời điểm nhiệt độ trung bình từ 15 - 18°C).

Ở miền Nam sử dụng rộng rãi $KClO_3$ xử lý cho cây nhãn Tiêu Đa Bò ra hoa trái vụ, khi cây nhãn ra lộc và lá trên cành chuyển màu xanh đậm thì tiến hành xử lý $KClO_3$, sau xử lý cần tưới nước đẫm vào gốc liên tục 7 ngày. Nồng độ $KClO_3$ tùy thuộc vào tán cây, đất, nguồn nước cũng như tình trạng cây và giống, có thể sử dụng ethrel 0,1% riêng rẽ hay phối hợp với $KClO_3$ để xử lý cho nhãn ra hoa trái vụ.

Ở Thái Lan có nhãn bán trên thị trường quanh năm là do tác động của các biện pháp kỹ thuật, trong đó sử dụng ethrel và $KClO_3$ là chủ yếu để điều khiển cây nhãn ra hoa trái vụ.

Wester, P.J (1920) sử dụng phương pháp hun khói kích thích ra hoa cho cây xoài nhờ ảnh hưởng của khí ethylen và axetylen có trong khói được áp dụng đầu tiên ở Philippin. Phương pháp này ngày nay vẫn được sử dụng, thời gian hun khói từ 2 - 3 tuần và tiến hành vào thời điểm trước khi cây ra hoa tự nhiên từ 1 - 2 tháng cho hiệu quả nhất. Phương pháp hun khói kích thích ra hoa còn được sử dụng cho nhiều cây ăn quả khác như nhãn, vải...

Theo Pantastico (1970), hàm lượng khí ethylen và axetylen có trong một số vật liệu dùng để hun khói kích thích ra hoa cho cây xoài, nhãn (ml/g chất khô).

Loại vật liệu	Ethylen	Axetylen
Lá chuối	75,1	64,2
Lá xoài	80,9	64,9
Trấu	117,8	136,1
Cỏ thân leo	102,1	85,5
Mạt cưa	50,8	35,6

KNO_3 là hoá chất quan trọng được ứng dụng ở nhiều nước trên thế giới để thúc đẩy quá trình ra hoa cho cây xoài và nhãn, đặc biệt các giống xoài, nhãn có đặc tính ra hoa cách năm trồng ở vùng nhiệt đới vĩ độ thấp. Nồng độ KNO_3 từ 1 - 10% hay NH_4NO_3 nồng độ từ 1 - 2% xử lý cho cây xoài, nhãn đều có khả năng ra hoa. Chính ion NO_3^- là tác nhân gây nên sự ra hoa của cây xoài, nhãn do có sự chuyển hoá nitơ từ dạng nitrat $\rightarrow$ nitrit $\rightarrow$ ammonia $\rightarrow$ axit amin. Một trong các axit amin quan trọng là methionin - tiền thân của ethylen, một hormone có vai trò quan trọng cho sự ra hoa của cây xoài, nhãn. Tuy nhiên, hiệu quả của KNO_3 đối với sự ra hoa của cây còn phụ thuộc vào trạng thái cây, điều kiện ngoại cảnh. Xử lý KNO_3 cho hiệu quả cao khi lá đã thuần thục và ở những vùng nhiệt đới có 2 mùa mưa và mùa khô rõ rệt thì xử lý KNO_3 cho cây vào mùa khô mang lại hiệu quả cao nhất. Như vậy, NO_3^- đóng vai trò khởi động sinh trưởng của chồi chứ không phải là chất kích thích ra hoa (chất kích thích ra hoa đã được tạo ra ở lá và vận chuyển xuống đỉnh sinh trưởng có vai trò cảm ứng phân hoá mầm hoa). KNO_3 có tác dụng là tăng độ nhạy cảm của chồi với tác nhân kích thích thành hoa.

Trong một số loại muối chứa NO_3^- như: KNO_3 , $NaNO_3$, NH_4NO_3 và $Ca(NO_3)_2$ khi xử lý cho xoài thì KNO_3 có hiệu quả nhất. Tại bang Argue của Venezuela phun KNO_3

nồng độ 3,6% làm cho giống xoài Haden ra hoa liên tục trong 2 năm và cho năng suất cao hơn nhiều so với các cây không phun KNO_3 và chỉ cho quả 1 năm.

Ở Nam Phi, người ta xử lý KNO_3 nồng độ 2 - 4% cho nhiều giống xoài để kích thích ra hoa, tăng khả năng giữ quả trên cây và tăng năng suất quả.

Paclobutrazol (PBZ) hay còn gọi là cultar, PP333 là chất thuộc nhóm làm chậm sinh trưởng (retardant) được sử dụng được sử dụng rộng rãi ở hầu hết các nước trồng xoài trên thế giới để thúc đẩy quá trình hình thành hoa sớm, trái vụ. Paclobutrazol chủ yếu được xử lý vào đất vì khả năng hoà tan chậm và thời gian hoạt động của nó kéo dài.

Cơ chế tác động của paclobutrazol đến cây xoài thông qua ảnh hưởng của nó đến quá trình tổng hợp và vận chuyển của gibberellin (GA). Như chúng ta đã biết, GA có tác dụng làm dẫn tế bào theo chiều dọc và kìm hãm sự ra hoa của cây nói chung. Do vậy, xử lý paclobutrazol cho cây xoài sẽ gây kìm hãm sự tổng hợp và vận chuyển GA trong chồi đến khi nồng độ GA giảm đến mức nhất định thì kích thích hình thành hoa. Kết quả nghiên cứu của Tomgumpai (1997) cho thấy: xử lý paclobutrazol với lượng 6 g/cây cho cây xoài khi bắt chồi được 2 tuần và sau 112 ngày xử lý, toàn bộ cành trên cây phân hoá hoa. Các cây không xử lý không phân hoá hoa.

Ở Ấn Độ, người ta xử lý paclobutrazol cho một số giống xoài với lượng 1g nguyên chất /mét đường kính tán. Kết quả cho thấy tất cả các giống được xử lý đều cho tỷ lệ ra hoa rất cao và khi phân tích hàm lượng chất kích thích sinh trưởng GA trong chồi giảm, hàm lượng xytokinin tăng.

Ở Braxin, xử lý paclobtrazol cho cây xoài với nồng độ từ 0,5 - 1g nguyên chất /mét đường kính tán, thời gian xử lý vào thời điểm từ tháng 11 - tháng 12 thì 100% cây được xử lý ra hoa, còn các cây không xử lý ra hoa rất ít.

Việc xử lý paclobutrazol kết hợp với một số biện pháp kỹ thuật khác như cắt tỉa mang lại hiệu quả cao hơn. Ví dụ: xử lý paclobutrazol với liều lượng 2 - 5g nguyên chất /cây kết hợp kỹ thuật cắt tỉa trước khi cây ra hoa, kết quả là cây ra hoa trong 4 năm liên tục và năng suất cao gấp nhiều lần so với cây không cắt tỉa.

Một số chất điều tiết sinh trưởng có tác dụng làm chậm sinh trưởng như alar (SADH), CCC (Chlor cholin chlorit), BOA (Benzothiazol acetic acid) có tác dụng ức chế sinh trưởng sinh dưỡng và làm chúng ra hoa sớm. SADH có hiệu quả kích thích ra hoa đối với táo, lê, chanh,... có thể xử lý ở nồng độ cao hàng ngàn ppm. Đối với cây đu đủ, để kích thích ra hoa người ta xử lý BOA có thể làm tăng sản lượng quả lên tới 70%.

Ngoài các biện pháp điều khiển phát sinh hình thái ra hoa của cây bằng xử lý các chất điều tiết sinh trưởng ngoại sinh, các chất hoá học, kỹ thuật hun khói, người ta còn sử dụng các biện pháp cơ giới (khoanh vỏ, bẻ chùm hoa, tuốt lá, cắt tỉa...) nhằm khắc phục hiện tượng cây ra hoa cách năm cũng như kích thích ra hoa và ra hoa trái vụ.

- Kỹ thuật khoanh vỏ được áp dụng dựa trên nguyên lý về cân bằng hocmon và cân bằng hàm lượng cacbon hydratt và nitơ trong lá. Tỷ lệ C/N cao sẽ thúc đẩy quá trình hình thành hoa. Theo khuyến cáo, nên khoanh vỏ vào cuối mùa hè đầu mùa thu là tốt

nhất để hạn chế hình thành các lộc lá, gây cho các cây này duy trì ở trạng thái thành thực để có phản ứng tiếp nhận các điều kiện cảm ứng hình thành hoa. Ngoài biện pháp áp dụng riêng rẽ, biện pháp khoanh vỏ còn được phối hợp với một số biện pháp kỹ thuật khác như xử lý KNO_3 sau khi khoanh vỏ 60 - 70 ngày sẽ nâng cao hiệu quả xử lý.

- Biện pháp bẻ chum hoa là một kỹ thuật đặc biệt quan trọng áp dụng cho một loài cây ăn quả có đặc tính ra hoa cách năm nhằm tia bỏ bớt hoa, quả trong năm được mùa để có thể vẫn thu được năng suất quả cao vào năm sau. Biện pháp này áp dụng cho cây nhãn, vải, xoài cho kết quả tốt. Ví dụ: cây nhãn, xoài vào những năm được mùa các chất dinh dưỡng trong cây bị cạn kiệt do phải huy động toàn bộ cho việc tạo năng suất quả nên sự hình thành chồi mới sau thu quả thường bị chậm và thường các chồi mới được tạo ra chưa đủ thuần thực để ra hoa, quả vào năm sau. Vì vậy, việc bẻ một số chum hoa trên cây thì các chất dinh dưỡng cũng có thể cả chất điều tiết sinh trưởng được giữ lại trong lá sau khi chum hoa trên đỉnh ngọn được bẻ đi, các chất dinh dưỡng và chất điều tiết sinh trưởng này được sử dụng cho quá trình hình thành chồi mới. Các chồi mới này sẽ có thời gian dài sinh trưởng đạt độ thuần thực nhất định để cho hoa, quả vào năm sau.

- Cắt tia cũng là biện pháp tác động cơ học điều khiển ra hoa cho nhiều loại cây ăn quả. Sử dụng biện pháp cắt tia và cưa đốn thực chất loại trừ ưu thế ngọn để cho các chồi bên phát triển theo hướng có lợi cho con người. Mục đích cắt tia cho cây ăn quả không chỉ điều chỉnh ra hoa mà còn ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng, phát triển của cây để đạt năng suất quả cao, mẫu quả đẹp và giảm tỷ lệ sâu bệnh hại.

Xu thế hiện nay, để phát triển cây ăn quả phải gắn liền với các biện pháp kỹ thuật thâm canh tiên tiến. Trong đó kỹ thuật trồng dày, tăng mật độ trên đơn vị diện tích được coi là bước đột phá mang lại hiệu quả kinh tế cao. Biện pháp cắt tia được xem là kỹ thuật trọng tâm của xu thế này. Tuy nhiên, có nhiều kiểu cắt tia khác nhau với những mục tiêu cụ thể khác nhau:

- Cắt tia tạo hình được tiến hành ngay từ những năm đầu sau trồng nhằm tạo cho cây có bộ khung tán cân đối, phù hợp cho việc áp dụng các kỹ thuật trồng trọt trong những năm sau.

- Cắt đốn đầu cây làm hạ thấp độ cao, mở rộng bộ tán cành lá. Kiểu cắt tia này được áp dụng cho những cây già cỗi, sinh trưởng yếu, năng suất thấp.

Biện pháp cắt tia sau thu hoạch kết hợp với việc xử lý chất hoá học như KNO_3 mang lại hiệu quả cao hơn về mục đích cho cây ra hoa. Thời gian xử lý hoá chất từ tháng 10 đến tháng 12, nhưng hiệu quả tốt hơn vào tháng 12 cho những cây có cắt cành sau thu hoạch thì tỷ lệ cây ra hoa rất cao.

5. Ứng dụng quang chu kỳ và xử lý nhiệt độ thấp cho cây trồng trong sản xuất

a) Ứng dụng quang chu kỳ trong sản xuất nông nghiệp:

Như chúng ta đã biết, quang chu kỳ là độ dài chiếu sáng tới hạn trong ngày có tác dụng điều tiết sự sinh trưởng, phát triển của cây, nó có thể kích thích hay ức chế các quá

trình khác nhau và phụ thuộc vào các loài thực vật khác nhau gọi là quang chu kỳ. Quang chu kỳ là phản ứng của cây với sự biến đổi theo mùa của độ dài ngày, độ dài ngày là một nhân tố môi trường quan trọng để điều chỉnh thời gian ra hoa.

Một số cây chỉ ra hoa nếu độ dài ngày ngắn hơn độ dài chiều sáng tới hạn (thời gian chiếu sáng đã định) gọi là cây ngày ngắn (đậu tương, thuốc lá, lúa, hoa cúc, kê, mía, đậu, v.v...).

Một số cây khác chỉ ra hoa nếu độ dài ngày dài hơn độ dài chiều sáng tới hạn gọi là cây ngày dài (su hào, bắp cải, lúa mì mùa đông, thanh long, v.v...).

Những cây khác thì hoàn toàn không phụ thuộc vào độ dài ngày (độ dài chiều sáng trong ngày) mà chỉ cần đạt được một mức độ sinh trưởng, phát triển nhất định, chẳng hạn như đạt được số lá nhất định là ra hoa.

Như vậy, độ dài ngày có ý nghĩa như là quang chu kỳ. Tuy nhiên, các thực nghiệm đã chứng minh rằng độ dài tối quyết định cho sự ra hoa. Thời gian tối là yếu tố cảm ứng cho sự ra hoa, còn thời gian sáng không có ý nghĩa cảm ứng cho sự xuất hiện mầm hoa nhưng có ý nghĩa về mặt định lượng (làm tăng số lượng nụ hoa). Vì vậy thực chất cây ngày dài là đêm ngắn và cây ngày ngắn là đêm dài thì cây cảm ứng cho sự ra hoa.

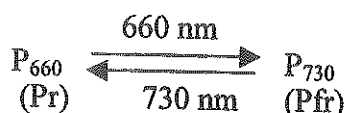
Quang chu kỳ cảm ứng cho sự ra hoa không cần thiết phải kéo dài trong suốt thời gian sinh trưởng, phát triển của cây mà chỉ cần tác động một số quang chu kỳ cảm ứng nhất định vào giai đoạn nhất định cũng như cho sự phân hoá mầm hoa gọi là *hiệu ứng quang chu kỳ*.

Nếu ta ngắt quãng thời gian tối bằng thời gian chiếu sáng ngắn có thể phá bỏ hiệu ứng quang chu kỳ và làm cây không ra hoa hoặc ra hoa là *hiện tượng quang gián đoạn*.

Lá là cơ quan tiếp nhận quang chu kỳ. Khi lá nhận được quang chu kỳ cảm ứng thì trong lá hình thành một chất mà Trailachyan (1936) cho là hocmon ra hoa có tên là florigen, chất này được vận chuyển đến mô phân sinh đỉnh để gây sự phân hoá mầm hoa. Florigen gồm hai thành phần: gibberellin kích thích sự sinh trưởng, phát triển của ngồng hoa (thân hoa) và antesin giả thuyết cho là kích thích sự phát triển đài hoa (hoa). Tuy nhiên, đến nay florigen chỉ coi như là một khái niệm cho sự hình thành hoa chứ không phải như một chất đặc hiệu vì antesin chưa rõ bản chất hoá học và vì đó vẫn tồn tại câu hỏi: hocmon ra hoa có tồn tại không?

Khoảng 35 năm trở lại đây người ta đã làm sáng tỏ hơn về bản chất tác động của phản ứng quang chu kỳ của cây nhờ phát hiện ra phytochrom. Hendrick và Borthwick bằng thực nghiệm đã đi đến kết luận: ánh sáng có bước sóng 660 nm thì kìm hãm sự ra hoa cây ngày ngắn nhưng kích thích ra hoa cây ngày dài, ngược lại ánh sáng đỏ xa (cuối đỏ) có bước sóng 730 nm kìm hãm sự ra hoa cây ngày dài và kích thích ra hoa cây ngày ngắn. Như vậy trong cây tồn tại hệ sắc tố có khả năng hấp thụ ánh sáng 660 nm và 730 nm kiểm tra sự ra hoa cây ngày ngắn, cây ngày dài và các hiện tượng quang cảm ứng

khác. Hệ sắc tố là phytochrom (P) tồn tại 2 dạng có cực đại hấp thu ánh sáng đỏ (Pr) là $P_{660\text{ nm}}$ và ánh sáng cuối đỏ (Pfr) là $P_{730\text{ nm}}$ có khả năng quang biến đổi thuận nghịch.



Dạng P_{730} là dạng hoạt động về mặt sinh lý. Với cây ngày ngắn để ra hoa được cần phải giảm đến mức tối thiểu dạng P_{730} nên cần đêm dài để biến đổi P_{730} thành P_{660} . Với cây ngày dài thì muốn cây ra hoa được cần tích đủ lượng P_{730} nên cần thời gian chiếu sáng dài và tối ngắn để biến P_{660} thành P_{730} .

Trồng hoa trong các nhà kính, nhà lưới ở các nước tiên tiến người ta dùng tia laser helium - neon có độ dài bước sóng $\lambda = 632\text{ nm}$ thì chỉ sau vài giây sẽ chuyển P_{660} thành P_{730} cho cây sử dụng để điều khiển ra hoa theo ý muốn. Hướng ứng dụng này gọi là "sinh học ánh sáng" hay "nền nông nghiệp laser".

Một số hạt nảy mầm cần ánh sáng cũng phụ thuộc vào ánh sáng đỏ và đỏ xa. Hạt xà lách được chiếu ánh sáng đỏ (660 - 690 nm) thì kích thích nảy mầm, nếu chiếu ánh sáng đỏ xa (720 - 780 nm) thì ức chế nảy mầm của hạt xà lách.

Sự hiểu biết về ảnh hưởng của ánh sáng (quang chu kỳ) và nhiệt độ thấp (xuân hoá) đến sự ra hoa của cây có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong thực tiễn sản xuất.

• **Nhập nội giống:** Việc nhập nội hạt giống, cây giống tốt từ các nước khác về Việt Nam gieo trồng là việc làm rất cần thiết. Đối với các loại cây lấy thân, lá (su hào, bắp cải, xà lách, rau cải,...) chúng ta không cần quan tâm về phản ứng với ánh sáng vì thực tế không cần cây ra hoa. Nhưng đối với các cây lấy hạt, bắp, hoa, quả, củ,... cần phải nắm rõ nguồn gốc của giống. Chúng phản ứng với ánh sáng ngày ngắn, ngày dài hay không phản ứng với ánh sáng (cây trung tính) đối với sự ra hoa để bố trí thời vụ thích hợp hay trồng ở vùng khí hậu phù hợp cũng như có những biện pháp xử lý để chúng ra hoa, kết trái,...

• **Bố trí thời vụ thích hợp:** Trong sản xuất nông nghiệp việc bố trí thời vụ gieo trồng hợp lý là việc làm có tính chất quyết định đến sự sinh trưởng, phát triển và cho năng suất cao, chất lượng tốt của cây. Ví dụ: những giống lúa trước đây thường phản ứng ngày ngắn (giống Mộc tuyền, các giống lúa tám thơm, v.v...) nên chỉ cấy vào vụ mùa. Nếu cấy vào vụ chiêm sẽ không trở bông, còn các giống lúa lai hiện nay thường không phản ứng với ánh sáng nên trồng vụ nào cũng trở bông. Bố trí thời vụ gieo trồng hợp lý đều phải dựa trên sự hiểu biết về quang chu kỳ đối với sự ra hoa của cây.

• **Lai tạo giống:** Việc lai tạo giống để tạo ra giống mới có năng suất cao, chất lượng tốt và chống chịu với điều kiện ngoại cảnh bất thuận tốt là quan trọng. Ví dụ: giống A có năng suất cao nhưng tính chống chịu với điều kiện ngoại cảnh bất thuận kém, giống B có tính chịu cao nhưng năng suất lại không cao. Muốn lai giống A với giống B để có giống C mang đặc tính của A và B người ta ứng dụng quang chu kỳ để điều khiển giống A và B ra hoa cùng lúc để tiến hành lai tạo.

• **Ứng dụng quang gián đoạn để điều khiển ra hoa cho cây trồng:** Trong thực tiễn sản xuất nông nghiệp, có cây trồng cần phải ra hoa nhưng có cây không cần cho chúng ra hoa. Để giải quyết vấn đề này, người ta vận dụng sự hiểu biết về hiện tượng quang gián đoạn để điều khiển sự ra hoa của cây. Bộ phận kinh tế của cây mía là thân để lấy đường nên không cần cây mía ra hoa, vì nếu ra hoa hàm lượng đường trong cây giảm đi rất nhiều. Mía là cây ngày ngắn (tức đêm dài), nếu nhận ánh sáng ngày ngắn cây mía sẽ ra hoa. Để ngăn ngừa sự ra hoa của cây mía ta có thể chiếu ánh sáng vào ban đêm để biến đêm dài thành đêm ngắn. Ví dụ: Cuba là đất nước trồng mía nhiều, vào tháng 11 và tháng 12 cánh đồng mía tiếp nhận ánh sáng ngày ngắn (đêm dài), cây mía ra hoa. Muốn ngăn chặn sự ra hoa không cần thiết này của cây mía người ta bắn pháo sáng 5 - 10 phút để biến một đêm dài thành hai đêm ngắn.

Khoai tây là cây ngày ngắn và nếu để cây ra củ sẽ nhanh già và chết. Muốn cây trẻ hoá để phục vụ cho công tác nhân giống bằng cành (giâm cành), người ta chiếu sáng ngắn hạn vào ban đêm để ngăn ngừa sự hình thành củ.

Cây hoa cúc là cây ngày ngắn điển hình nên khi trồng cây cúc vào vụ đông ở Việt Nam sẽ nhanh ra hoa (chuyển nhanh giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng sang giai đoạn sinh sản nên chất lượng hoa kém). Để khống chế sự ra hoa (tăng thời gian sinh trưởng sinh dưỡng) người trồng hoa chiếu ánh sáng bổ sung từ 21 giờ đến 22 giờ để chuyển ngày ngắn (đêm dài) sang ngày dài (đêm ngắn) hoặc để giảm chi phí ta chiếu sáng khoảng từ 25 - 30 phút vào ban đêm (12 giờ đến 1 giờ đêm) để biến đêm dài thành hai đêm ngắn.

Thanh long là cây ngày dài được trồng ở miền Nam Việt Nam, muốn ra hoa trái vụ vào tháng 9 - tháng 10 (ngày ngắn - tức đêm dài) người ta chiếu sáng vào ban đêm từ 10 - 15 phút để biến đêm dài thành 2 - 3 đêm ngắn.

Nhờ sự hiểu biết rõ về bản chất của quang chu kỳ cảm ứng cho sự ra hoa, ngày nay ngành trồng hoa ở nhiều nước trên thế giới phát triển mạnh mẽ và người ta có thể điều khiển ra hoa theo ý muốn nên mang lại lợi nhuận lớn cho người trồng hoa.

b) Ứng dụng xử lý nhiệt độ thấp cho cây trồng trong sản xuất nông nghiệp:

Cây một năm thì quang chu kỳ là yếu tố quan trọng số một đối với sự ra hoa, còn cây hai năm thì yếu tố nhiệt độ lại mang tính chất khởi đầu cho sự phát triển cơ quan sinh sản. Có nhiều thực vật (phần lớn cây 2 năm) nếu không được tác động bởi nhiệt độ thấp thì chúng có thể giữ ở trạng thái sinh trưởng sinh dưỡng không xác định. Trên thực tế, đối với cây hai năm thì năm đầu chúng duy trì ở trạng thái sinh dưỡng còn năm sau thì khi trải qua một thời gian lạnh (xử lý nhiệt độ thấp) hay “xuân hoá” thì chúng ra hoa. Như vậy, nhiệt độ thấp có vai trò như là một yếu tố cảm ứng sự ra hoa. Cơ quan tiếp nhận (cảm thụ) phản ứng nhiệt độ là đỉnh sinh trưởng, khi đỉnh sinh trưởng chịu tác động của nhiệt độ thấp thì chúng có thể phân hoá mầm hoa. Giới hạn tác động của nhiệt độ nhìn chung với đa số thực vật từ 0 - 15°C là có hiệu quả xuân hoá, nhiệt độ càng thấp thì thời gian tiếp xúc càng ngắn và ngược lại.

Độ tuổi mầm cảm với xuân hoá cũng thay đổi theo từng loại thực vật, có loại lúc này mầm, thậm chí ở giai đoạn bảo quản hạt giống, có loại ở thời kỳ sinh trưởng củ, giai đoạn cây con,...

Bản chất của sự xuân hoá đến nay vẫn chưa thật làm sáng tỏ. Nhưng có thể cho rằng: khi cây tiếp nhận nhiệt độ thấp đã khởi động trong đỉnh sinh trưởng tạo ra một chất nào đó, chất này được vận chuyển trong cây đến các đỉnh sinh trưởng của thân và gây nên sự hoạt hoá phân hoá gen cần thiết cho sự phân hoá mầm hoa. Bằng các kết quả phân tích cho thấy hàm lượng ARN tăng và hàm lượng Histon giảm trong cây khi có tác động xuân hoá. Như vậy có liên quan đến cơ chế hoạt hoá gen. Tuy nhiên, yếu tố nhiệt độ thấp chỉ là yếu tố cảm ứng.

Sự hiểu biết về ảnh hưởng của nhiệt độ thấp đến sự sinh trưởng, phát triển của cây rất có ý nghĩa trong sản xuất nông nghiệp.

- Các nước xứ lạnh có lúa mì mùa đông, nghĩa là gieo lúa mì vào tháng 9 năm trước. Sau suốt thời gian mùa đông được xử lý lạnh, đến đầu tháng 4 năm sau nảy mầm rồi sinh trưởng, phát triển nhanh và cho hạt. Tuy nhiên cũng xảy ra mất mùa nếu mùa đông năm đó tuyết rơi không nhiều, hạt sẽ không nảy mầm do phôi bị chết vì giá lạnh.

Nhờ thành công của các nhà khoa học trên thế giới trong việc biến lúa mì mùa đông thành lúa mì mùa xuân, người trồng lúa mì cho hạt nảy mầm nhẹ và bảo quản chúng trong điều kiện nhiệt độ thấp đến đầu tháng 4 gieo hạt xuống đất. Hạt nảy mầm, sinh trưởng nhanh, rút ngắn thời gian sinh trưởng sinh dưỡng và cho năng suất cao.

- Nhiều giống cây hai năm như su hào, bắp cải, xà lách... trồng vụ đông năm trước tại Việt Nam được xử lý lạnh, năm sau mới ra hoa. Bằng biện pháp xử lý nhiệt độ thấp thích hợp chúng có thể ra hoa ngay năm đầu với mục đích lấy hạt.

- Đối với họ hành tỏi, để rút ngắn thời gian sinh trưởng, cho năng suất cao và chất lượng tốt người ta thường xử lý nhiệt độ thấp (từ 2°C - 7°C) trong thời gian 20 ngày có thể rút ngắn thời gian sinh trưởng từ 10 - 15 ngày nhưng năng suất vẫn đạt cao, chất lượng tốt (củ chắc và bảo quản được lâu hơn).

- Cây hoa loa kèn có thời gian sinh trưởng dài, trồng vụ thu đông năm trước, khi cây mọc được xử lý nhiệt độ thấp trong suốt mùa đông và đến cuối tháng 3, đầu tháng 4 năm sau ra hoa. Bằng biện pháp xử lý nhiệt độ thấp thích hợp cây hoa loa kèn có thể ra hoa ngay năm đầu. Hiện nay, trên thị trường hoa loa kèn được bán quanh năm đó là do kết quả của việc xử lý nhiệt độ thấp mà người trồng hoa đã điều khiển cây hoa loa kèn ra hoa theo ý muốn, mang lại lợi ích kinh tế cao.

- Việc xử lý nhiệt độ thấp hay bảo quản ở nhiệt độ thấp cho hầu hết các loại cây trồng như: hạt giống, củ giống hoặc căn hành... có khả năng rút ngắn thời gian sinh trưởng, kích thích ra hoa nhanh, làm tăng năng suất và chất lượng sản phẩm thu hoạch. Tất cả các loại củ như: tulíp, loa kèn, layon, v.v... muốn cây sinh trưởng tốt và ra hoa cần phải được xử lý nhiệt độ thấp. Để tăng hiệu quả xuân hoá người ta thường kết hợp xử lý nhiệt độ thấp và các chất kích thích sinh trưởng như auxin, gibberellin...

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG VII

1. Phát sinh hình thái của cây là gì? Cho một vài ví dụ cụ thể?
2. Sự tương quan sinh trưởng là gì? Cho một vài ví dụ cụ thể và những ứng dụng sự hiểu biết này trong sản xuất?
3. Để tăng khả năng ra hoa, tích lũy vật chất về cơ quan dự trữ hãy giải thích câu: “thiến đào, đào quất, nhắc dây khoai” và câu “mít chạm cành, chanh chạm rễ”?
4. Bản chất của sự ra rễ bất định ở cành chiết, cành giâm là gì? Vận dụng hiểu biết này vào sản xuất trong nhân giống vô tính cây trồng?
5. Hiện tượng ưu thế ngọn là gì? Nguyên nhân và những ứng dụng trong thực tế sản xuất để tạo hình cho cây ăn quả, cây cảnh, cây công nghiệp,...?
6. Bản chất của sự ra hoa là gì? Nêu những ứng dụng của việc điều khiển ra hoa trái vụ cho một số cây ăn quả?
7. Bản chất của quang chu kỳ và xuân hoá? Ứng dụng trong sản xuất để điều khiển ra hoa, rút ngắn thời gian sinh trưởng, tăng năng suất và chất lượng cây trồng?

B. PHẦN THỰC TẬP

Bài 1

HIỆU QUẢ CỦA CHẤT ĐIỀU TIẾT SINH TRƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG RA RỄ BẤT ĐỊNH CỦA CÀNH CHIẾT, CÀNH GIÂM

Thí nghiệm 1: Hiệu quả của chất điều tiết sinh trưởng đến khả năng ra rễ bất định của cành chiết, cành giâm

1. Nguyên liệu, dụng cụ, hoá chất

+ Nguyên liệu: cành của cây chanh, bưởi, dâu, roi, cúc, cẩm chướng, khoai tây, thanh táo...

+ Dụng cụ: kéo cắt cành, thước kẻ, khay cát ẩm, bình phun nước, chậu nước

+ Hoá chất: Dung dịch auxin 6000 ppm

2. Nguyên lý của phương pháp

Phương pháp giâm cành dựa trên khả năng hình thành rễ bất định của cành giâm khi được cắt rời khỏi cây mẹ. Phương pháp này thường được áp dụng cho cả hai nhóm cây thân gỗ như các loại cây ăn quả: cây vải, nhãn, cam, chanh... và nhóm cây thân thảo như các loại cây: khoai tây, hoa cúc, cẩm chướng....

Khi có tác động vào cây mẹ như cắt cành giâm ra khỏi cơ thể cây mẹ thì lúc đó trong cơ thể cây mẹ sẽ bắt đầu hoạt hoá sự hình thành rễ bất định. Yếu tố hoạt hoá sự hình thành rễ bất định là auxin. Tức là, lúc đó auxin sẽ được hình thành một cách nhanh chóng tại đỉnh sinh trưởng và các cơ quan non, sau đó qua hệ thống mạch libe auxin được vận chuyển về phần vết cắt cành chiết, cành giâm để kích thích tạo rễ bất định.

Sự hình thành rễ bất định có ba giai đoạn: Sự tái phân chia của mô phân sinh tượng tầng; Sự hình thành mầm rễ bất định và sự sinh trưởng của mầm rễ để hình thành rễ bất định.

Cả ba giai đoạn đều được hoạt hoá bởi auxin

Dựa vào cơ sở khoa học của sự hình thành rễ bất định, người ta xử lý auxin ngoại sinh để kích thích sự ra rễ bất định của cành chiết, cành giâm .

3. Cách tiến hành

3.1. Giâm cành

Dùng kéo cắt các cành thành nhiều đoạn cành có kích thước 7- 15 cm tùy theo từng loại cây (cắt vát 45°, trên cành có ít nhất 1-2 lá có mắt ngủ). đối với cây có lá lớn như doi, bưởi... thì cắt bớt 1/2 lá . Chia số cành làm 2 phần như sau :

- Một phần nhúng vào nước lã 1-3 giây rồi cắm ngay vào cát ẩm (Đ/C).

- Một phần nhúng nhanh (1 - 3 giây) vào dung dịch auxin 6000 ppm rồi cắm ngay vào cát ẩm.

Tất cả các cành sau khi cắm vào khay đều được phun nước để giữ độ ẩm bảo hoà trong suốt thời gian thí nghiệm

Tiến hành với các loại cây trồng khác nhau. Sau 1 tuần theo dõi khả năng hình thành rễ của các công thức thí nghiệm trên.

3.2. Chiết cành

Dùng dao sắc cắt hai khoanh vỏ cách nhau khoảng 2 - 3 cm sau đó loại bỏ lớp vỏ ngoài, cạo sạch lớp vỏ trắng tiếp theo đến tận phần gỗ. Thường để phơi cành khoảng một buổi hoặc một ngày sau mới bó bầu.

Dùng bông thấm dung dịch auxin (α -NAA) 6000 ppm bôi lên vết khoanh vỏ (vết khoanh trên). Hoặc trộn dung dịch auxin vào hỗn hợp bó bầu với nồng độ thấp hơn (60 - 80 ppm).

Nguyên liệu dùng để bó bầu thường sử dụng là hỗn hợp giữa đất vườn hoặc đất bùn ao phơi khô, đập nhỏ trộn với một trong số nguyên liệu hữu cơ như trấu bổi, mùn cưa, rơm rác mục, rế bèo tây... với tỷ lệ 2/3 đất với 1/3 nguyên liệu hữu cơ.

Đảm bảo 70% độ ẩm của hỗn hợp bó bầu. Phía ngoài của bầu chiết bọc bằng giấy PE trong. Bọc chặt hai đầu bầu chiết vào cành để bầu không bị xoay xung quanh cành chiết. Sau đó theo dõi qua lớp PE khi thấy rễ đã mọc ra phía ngoài bầu và chuyển màu trắng nõn sang màu trắng ngà hoặc hơi ngả màu xanh thì có thể cưa cành chiết để trồng vào vườn ươm.

4. Trả lời câu hỏi và rút ra kết luận

- Xác định thời gian hình thành callus, thời gian hình thành rễ trong từng công thức.
- Xác định tỷ lệ hình thành callus của từng loại cây trong từng công thức.
- Xác định tỷ lệ ra rễ của từng loại cây trong từng công thức.
- Nhận xét khả năng ra rễ bất định của từng loại cây.
- Vẽ các hiện tượng quan sát được trong thí nghiệm.

Tên cây	Đối chứng		Xử lý auxin	
	Callus (%)	Rễ (%)	Callus (%)	Rễ (%)

Thí nghiệm 2: So sánh khả năng ra rễ bất định của cành giâm có tuổi sinh học khác nhau

1. Nguyên liệu, dụng cụ, hoá chất

+ Nguyên liệu: cành dâu (hoặc cành chanh, bưởi...) với độ tuổi sinh học khác nhau : cành già (cành sát gốc), cành bánh tẻ (cành phần giữa cây), cành non (cành gần ngọn).

+ Dụng cụ: kéo cắt cành, thước kẻ, khay cát ẩm, bình phun nước, chậu nước.

+ Hoá chất: Dung dịch auxin 6000 ppm.

2. Nguyên lý thí nghiệm

Theo học thuyết chu kỳ tuổi của Krenke thì mỗi phần, mỗi cơ quan trên cây đều được xác định bằng tuổi sinh học. Cơ quan càng già thì tuổi sinh học cành cao. Khả năng nhân giống vô tính ở các cơ quan có tuổi sinh học khác nhau thì khác nhau. Đối với những cành có tuổi sinh học trung bình thì có khả năng nhân giống vô tính là tốt nhất.

3. Tiến hành

Dùng kéo cắt cành thành các đoạn cành có độ dài 10 cm (cắt vát 45°). Để riêng từng loại cành non, già và trung bình. Sau đó nhúng phần cắt vào dung dịch auxin 6000 ppm từ 1 - 2 giây rồi cắm vào cát ẩm. Đánh dấu các đoạn cành có tuổi sinh học khác nhau. Giữ độ ẩm bảo hoà trên mặt lá bằng bình phun nước. Theo dõi khả năng ra rễ bất định sau 1 tuần giâm cây.

4. Trả lời câu hỏi và rút ra kết luận

So sánh khả năng hình thành rễ bất định của các đoạn cành có tuổi sinh học khác nhau:

- Thời gian hình thành callus, tỷ lệ hình thành callus.
- Thời gian hình thành rễ, tỷ lệ hình thành rễ.

Tuổi sinh học	Sự hình thành callus		Sự hình thành rễ bất định		Nhận xét
	Thời gian	Tỷ lệ %	Thời gian	Tỷ lệ %	
Cành non					
Cành trung bình					
Cành già					

Bài 2

GIỚI THIỆU VÀ KIẾN TẬP PHƯƠNG PHÁP NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH CÂY TRỒNG BẰNG KỸ THUẬT NUÔI CÂY *IN VITRO*

Thí nghiệm 1: Phương pháp nhân giống vô tính cây trồng bằng kỹ thuật *in vitro*

1. Nguyên liệu, dụng cụ và hoá chất

+ Nguyên liệu: Mẫu cây để nuôi cấy (cành hoa hồng, hoa cúc, cẩm chướng, mầm khoai tây, khoai lang).

+ Dụng cụ: Phòng nuôi cấy mô với đầy đủ các dụng cụ cho kỹ thuật nuôi cấy *in vitro*.

+ Hoá chất: Các loại hoá chất trong thành phần môi trường Murashige- Skoog (1968), agar, đường sacaroza.

2. Nguyên lý của phương pháp

Tế bào có tính toàn năng, tính phân hoá và phản phân hoá nên bất cứ một tế bào nào cũng có thể hình thành một cây hoàn chỉnh và đó cũng chính là cơ sở khoa học của kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào (*in vitro*) và kỹ thuật nhân giống vô tính (nhân bản). Người ta có thể biến một tế bào bất kỳ (hoặc một mẫu mô) thành một cơ thể hoàn chỉnh khi được nuôi cấy trong môi trường thích hợp có đầy đủ các điều kiện cần thiết cho tế bào thực hiện các quá trình phân hóa, phản phân hoá.

Kỹ thuật nhân giống vô tính *in vitro* gồm các bước:

- Chuẩn bị mẫu cây và môi trường nuôi cấy: yêu cầu mẫu hoàn toàn sạch vi sinh vật, môi trường đầy đủ thành phần và sạch vi sinh vật.

- Khởi động mẫu *in vitro*: yêu cầu có chồi *in vitro* cao 1 - 2 cm, chồi khoẻ.

- Nhân nhanh chồi *in vitro*: yêu cầu có hệ số nhân chồi cao, chồi khoẻ.

- Tạo cây hoàn chỉnh: yêu cầu cây hoàn chỉnh có bộ rễ tốt.

- Ra cây trong vườn ươm: yêu cầu tỷ lệ sống cao, cây khoẻ.

3. Cách tiến hành

• **Bước 1:** Chuẩn bị mẫu và môi trường nuôi cấy

- Chuẩn bị mẫu cây: Lựa chọn mẫu cây có trạng thái sinh trưởng tốt, không bị bệnh. Kết quả giai đoạn này phụ thuộc rất nhiều vào cách lấy mẫu, tùy thuộc vào mục đích khác nhau, loại cây khác nhau để lấy mẫu nuôi cấy phù hợp. Thường chọn mô non (ít chuyên hoá - đỉnh chồi, mắt ngủ, lá non, vảy củ...).

Cần thiết phải khử trùng mẫu trước khi nuôi cấy để loại bỏ các vi sinh vật (nấm, khuẩn...) bám trên bề mặt mẫu cấy bằng hoá chất khử trùng, thường dùng các chất: HgCl_2 0,1% xử lý trong 5 - 10 phút, NaOCl , Ca(OCl)_2 5-7% xử lý trong 15 - 20 phút, hoặc H_2O_2 , dung dịch $\text{Br}\dots$ Các thao tác khử trùng tiến hành trong buồng cấy vô trùng.

- Chuẩn bị môi trường nuôi cấy.

- Cân đúng lượng hoá chất trong thành phần môi trường MS (Murashige- Skoog, 1968), thường được lấy từ dung dịch "mẹ" pha trước được bảo quản trong tủ lạnh.

- Đun môi trường, rót vào các bình hoặc ống nghiệm, đậy nắp và khử trùng trong nồi hấp với chế độ 121°C (tương ứng 1 atm) trong 20 phút).

Bảng thành phần môi trường MS

TT	Nhóm	Tên hoá chất	Dung dịch mẹ	Dung dịch nuôi	Ghi chú
1	Đa lượng	NH_4NO_3	33,0 g/lit	lấy 50 ml/lit	Pha chung
2		KNO_3	38,0 g/l		
3		$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	7,4 g/l		
4		KH_2PO_4	3,4 g/l		
5		$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	8,8 g/l	Lấy 50 ml/lit	Pha riêng
6	Vi lượng	H_3BO_3	620 mg	Lấy 10 ml/lit	Pha chung
7		$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2230 mg		
8		$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	860 mg		
9		KI	83 mg		
10		$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2,5 mg		
11		$\text{MoO}_4\text{Na}_2\text{H}_2\text{O}$	25 mg		
12		$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2,5 mg		
13	Sắt	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5,56 g/l	Lấy 5 ml/lit	Pha chung
14		Na_2EDTA	7,46 g/l		
15	Vitamin	Axit nicotinic	100 mg	Lấy 5ml/lit	Pha riêng
16		Thiamin HCl	200 mg		Pha riêng
17		Pyridoxin	100 mg		Pha riêng
18		Inositol		100 mg/lit	Pha riêng

• **Bước 2:** Khởi động mẫu cây *in vitro*

- Cây mẫu đã khử trùng vào bình hoặc ống nghiệm có môi trường nuôi cây. Các thao tác cấy tiến hành trong buồng cấy vô trùng trên ngọn lửa đèn cồn. Các dụng cụ sử dụng để cấy (panh, dao, kéo...) đều vô trùng.

- Chuyển bình mẫu cây sang phòng nuôi cây (có ánh sáng hoặc không tùy thuộc từ mục đích khởi động chồi hay khởi động callus...).

Theo dõi sự tạo chồi từ mẫu cây ban đầu.

• **Bước 3:** Nhân nhanh

- Giai đoạn này cần phát sinh số lượng lớn chồi trên một đơn vị mẫu cây trong một thời gian nhất định. Đơn vị mẫu cây có thể tính theo số chồi cây ban đầu, số đốt cây ban đầu, số protocorm ban đầu, ... tức là có hệ số nhân giống lớn nhất.

- Cây chuyển mẫu khởi động sang môi trường nhân nhanh. Thành phần dinh dưỡng của môi trường giống như môi trường khởi động nhưng cần bổ sung chất điều tiết sinh trưởng, đặc biệt các tác nhân phân hoá chồi như nhóm chất xytokinin.

Theo dõi sự phát sinh chồi, tính hệ số nhân chồi.

• **Bước 4:** Tạo cây hoàn chỉnh

Kết thúc giai đoạn nhân cây, chúng ta có được số lượng lớn chồi nhưng chưa hình thành cây hoàn chỉnh vì chưa có bộ rễ cây. Vì vậy, người ta chuyển chồi từ môi trường nhân nhanh sang môi trường tạo rễ, cần tách các chồi riêng cấy chuyển vào môi trường nuôi cây bổ sung chất điều tiết sinh trưởng nhóm auxin. Mỗi chồi khi ra rễ là thành một cây hoàn chỉnh.

Một số loại cây có thể phát sinh rễ ngay sau khi chuyển từ môi trường nhân nhanh giàu xytokinin sang môi trường không chứa chất điều tiết sinh trưởng.

• **Bước 5:** Ra cây ngoài điều kiện tự nhiên

Khi cây trong ống nghiệm đã đủ tiêu chuẩn (về chiều cao, số lá, số rễ), được chuyển ra trồng ngoài điều kiện tự nhiên. Trước khi trồng ngoài đất, cây trong ống nghiệm thường được chuyển ra trồng vào giá thể xốp nhẹ (trấu hun, xơ dừa...) đặt trong nhà lưới có điều chỉnh ánh sáng, độ ẩm thích hợp cho cây thích nghi dần với môi trường tự nhiên. Sau một thời gian cây con cứng cáp sẽ được trồng ra đất.

Cách thực hiện: Mỗi nhóm thực hiện mỗi bước trong quy trình (cử đại diện thực hiện). Theo dõi ghi chép kết quả: tỷ lệ mẫu không nhiễm, tỷ lệ mẫu bật chồi, hệ số nhân, tỷ lệ ra rễ, tỷ lệ cây sống ngoài vườn ươm,...

4. Trả lời câu hỏi và rút ra kết luận

+ Trình bày tóm tắt các bước trong kỹ thuật nuôi cây *in vitro* và yêu cầu từng bước.

+ Trình bày kết quả theo dõi của các nhóm:

Nhóm 1: Chuẩn bị mẫu cây, khởi động mẫu *in vitro* (môi trường nuôi cấy được chuẩn bị sẵn)

Loại cây	Tổng số mẫu cây	Mẫu nhiễm		Mẫu sạch		Mẫu bất chồi	
		Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %
Cúc							
Hoa hồng							
.....							

Nhóm 2: Nhân nhanh

Loại cây	Số chồi cây	Số chồi phát sinh (hoặc số đốt)	Hệ số nhân (Lần/tuần)
Cúc			
Hoa hồng			
.....			

Nhóm 3: Tạo cây hoàn chỉnh

Loại cây	Số chồi cây	Số chồi ra rễ	Tỷ lệ ra rễ (%)
Cúc			
Hoa hồng			
.....			

Nhóm 4: Ra cây

Loại cây	Số cây trồng	Số cây sống	Tỷ lệ sống (%)
Cúc			
Hoa hồng			
.....			

Thí nghiệm 2: Xác định hệ số nhân giống vô tính *in vitro* của một số loại cây trồng

1. Nguyên liệu, dụng cụ

+ Nguyên liệu: Các mẫu cây trồng được nhân trong ống nghiệm là dâu tây, khoai lang, khoai tây, chuối, dừa, phong lan, cúc, cẩm chướng...

+ Dụng cụ: Bút, sổ ghi chép, kính lúp cầm tay.

2. Nguyên lý của phương pháp

Nhân giống vô tính nhân tạo là hình thức có sự tác động của các biện pháp cơ học, hoá học, công nghệ sinh học... để điều khiển sự phát sinh các cơ quan bộ phận của cây

như rễ, chồi, lá... hình thành một cây hoàn chỉnh hoàn toàn có khả năng sống độc lập với cây mẹ. Cây được hình thành bằng phương thức nhân giống vô tính có đặc tính di truyền của cây mẹ.

Có hai loại:

- Nhân giống vô tính nhân tạo được thực hiện trong điều kiện tự nhiên (*in vivo*) (Macropropagation)

- Nhân giống vô tính nhân tạo được thực hiện trong phòng thí nghiệm (*in vitro*) (Micropropagation).

Trong thí nghiệm này, chúng ta tìm hiểu về nhân giống vô tính nhân tạo *in vitro*. Tế bào có tính toàn năng, tính phân hoá và phản phân hoá nên bất cứ một tế bào nào cũng có thể hình thành một cây hoàn chỉnh và đó cũng chính là cơ sở khoa học của kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào (*in vitro*) và kỹ thuật nhân giống vô tính (nhân bản). Người ta có thể biến một tế bào bất kỳ (hoặc một mẫu mô) thành một cơ thể hoàn chỉnh khi được nuôi cấy trong môi trường thích hợp có đầy đủ các điều kiện cần thiết cho tế bào thực hiện các quá trình phân hóa, phản phân hoá.

Dựa vào số cơ quan dinh dưỡng có thể hình thành nên cơ thể mới để tính hệ số nhân trên đơn vị cây mẹ và trong một đơn vị thời gian, theo công thức:

Hệ số nhân (lần/ngày) = tổng số cơ quan dinh dưỡng (chồi, củ, nhánh...) mới phát sinh / tổng số cơ quan dinh dưỡng ban đầu (chồi, củ, nhánh...) / tổng số ngày.

3. Cách tiến hành

Dùng kính lúp cầm tay soi và đếm cẩn thận số cơ quan dinh dưỡng mới phát sinh trong mỗi bình cây. Mỗi bình đếm 3 lần lấy số trung bình. Từ đó tính ra hệ số nhân theo công thức trên.

4. Trả lời câu hỏi và rút ra kết luận

- a. Xác định hệ số nhân của các loại cây trồng trong thí nghiệm và rút ra nhận xét về khả năng nhân giống của từng loại cây trồng trong điều kiện *in vitro*.

- b. Phân loại kiểu nhân giống vô tính trong điều kiện *in vitro* của từng loại cây trồng (chồi nách, chồi bất định).

- c. Vẽ các dạng nhân giống vô tính quan sát được trong thí nghiệm.

Bài 3

NGHIÊN CỨU VỀ TRAO ĐỔI NƯỚC CỦA CÂY

Thí nghiệm 1. Xác định nhu cầu nước của cây thông qua cường độ thoát hơi nước

1. Nguyên lý của phương pháp

Phương pháp này dựa trên cơ sở cường độ thoát hơi nước càng lớn, lượng nước bay đi qua bề mặt lá càng nhiều. Điều đó chứng tỏ các hoạt động sống, hoạt động trao đổi chất của cây càng mạnh, nhu cầu nước của cây càng cao.

Thông qua cường độ thoát hơi nước biết được nhu cầu nước của cây, vì hầu hết lượng nước hút vào đều bay hơi đi (99,2 - 99,9%), qua đó tính được lượng nước cây cần để có chế độ tưới nước hợp lý cho từng loại cây trồng.

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

$$I_{\text{THN}} = \frac{\text{Số g nước bay hơi đi}}{\text{S lá} \times \text{Thời gian}} \quad (\text{g/m}^2 \text{ lá/giờ})$$

2. Nguyên vật liệu thí nghiệm

- Mẫu thực vật: các cành cây có lá hoặc cả cây còn nhỏ (lúa, ngô, khoai tây, đậu, lạc, v.v...).

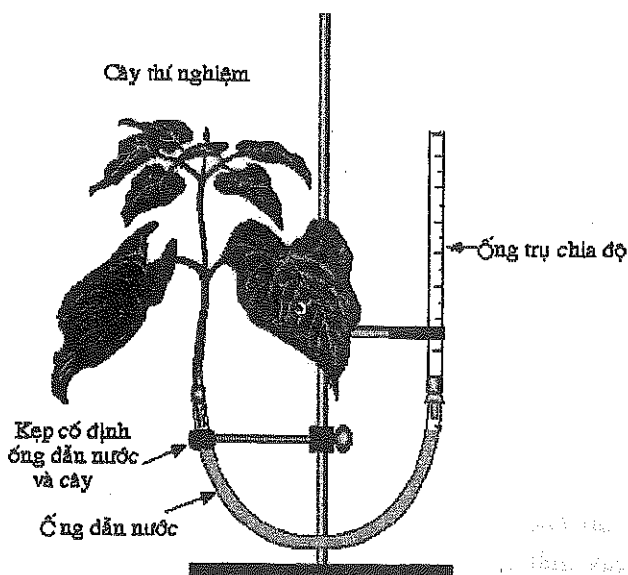
- Dụng cụ: Hệ thống bình thông nhau gồm bình trụ chia độ (hoặc biuret chia độ có nắp (bằng nhựa hoặc bột xốp dày kín, bình trồng cây, phễu; giá đỡ; đồng hồ bấm giây; giấy, thước kẻ, cân điện (hoặc cân kỹ thuật).

- Paraphin, nước sạch.

3. Cách tiến hành

Thiết kế hệ thống thí nghiệm (theo hình vẽ bên) sao cho tối thiểu 2/3 chiều dài rễ cây được ngập trong nước để hút nước thuận lợi.

Cho cây con hoặc cành cây thí nghiệm qua lỗ khoan của nắp bình (lưu ý: nên gắn paraphin để tránh nước bay hơi qua các khe hở của hệ thống bình và biuret). Rót nước qua phễu vào bình (hoặc biuret). Ghi nhận mực nước ban đầu ở bình trụ (hoặc biuret).



Để cây thực hiện thoát hơi nước. Sau thời gian 1 giờ (hoặc tối thiểu 30 phút) xác định mực nước trên vạch chia độ để tính ra lượng nước hao hụt do thoát hơi nước của cây (hoặc cành cây).

Xác định diện tích lá bằng phương pháp cân (trực tiếp hay gián tiếp) rồi tính cường độ thoát hơi nước. Lặp lại thí nghiệm 3 lần rồi lấy giá trị trung bình.

Tiến hành thí nghiệm trong nhiều điều kiện khí hậu, thời tiết khác nhau (có nắng hoặc khô hanh, có gió hoặc không có gió v.v), trên nhiều loại cây khác nhau để có thể so sánh, đánh giá nhu cầu nước của các cây trong các điều kiện khác nhau.

Thí nghiệm 2. Xác định nhu cầu nước và thời điểm tưới của cây thông qua độ thiếu hụt bão hoà nước

1. Nguyên lý của phương pháp

Độ thiếu hụt bão hoà nước là lượng nước cây cần được bổ sung để đạt trạng thái bão hoà hoàn toàn. Đây là một chỉ tiêu quan trọng chi phối tất cả các hoạt động sinh lý của lá, cây.. Nếu độ thiếu hụt nằm trong khoảng 5 - 10% tức là mọi hoạt động sống của cây đang diễn ra thuận lợi; nếu thấp hơn 10% vẫn được coi là bình thường, chưa gây hại cho cây. Nhưng, nếu chỉ số này bằng hoặc vượt quá 25 % thì lá cây bị héo, chứng tỏ cây bị thiếu nước, các hoạt động sống bị vi phạm nghiêm trọng, cây đang rất cần nước.

Độ thiếu hụt bão hoà nước được biểu thị bằng % so với lượng nước bão hoà hoàn toàn của lá cây và được đo bằng hiệu số giữa lượng nước bão hoà và lượng nước tại thời điểm xác định so với tỷ lệ % của tổng lượng nước trong mô ở trạng thái bão hòa. Độ thiếu hụt bão hoà được tính bằng công thức:

$$\text{ĐTHBHN (\%)} = \frac{w_2 - w_1}{w_2 - w_k} \cdot 100$$

Trong đó: w_2 - Khối lượng tươi của cây khi bão hoà nước hoàn toàn

w_1 - Khối lượng tươi của cây tại thời điểm xác định

w_k - Khối lượng khô của cây (độ khô không đổi)

Độ thiếu hụt bão hoà nước nhỏ tức là cây mất ít nước - cây dễ dàng khôi phục trạng thái bão hoà nước gọi là độ thiếu hụt bão hoà tới hạn. Độ thiếu hụt bão hoà nước lớn cây mất cân bằng nước, héo rũ. Nếu duy trì lâu cây sẽ chết gọi là độ thiếu hụt bão hoà gây chết.

2. Nguyên vật liệu thí nghiệm

- Mẫu thực vật: Lá cây thí nghiệm các cành cây có lá hoặc cả cây còn nhỏ (lúa, ngô, khoai tây, đậu, lạc, v.v...).

- Dụng cụ: Kéo cắt lá cây, cân kỹ thuật, tủ sấy, dụng cụ để tạo độ ẩm bão hoà cho lá (khay có mút giữ nước).

3. Cách tiến hành

Cắt lá khỏi cây (nếu lá quá to, quá dài thì có thể cắt thành mảnh nhỏ hơn) rồi mang cân, xác định khối lượng tươi (W_1) ngay tại thời điểm thí nghiệm. Đặt lá vào dụng cụ gây bão hoà nước, đây nắp để hạn chế bay hơi nước). Sau thời gian từ 1 - 3 giờ (tùy loại lá, loại cây) lá đạt trạng thái bão hoà nước hoàn toàn. Cân toàn bộ số lá đó để xác định W_2 . Sấy khô lá ở nhiệt độ 80 - 100°C, sau đó nâng nhiệt độ lên 105°C để lá đạt độ khô tuyệt đối (độ khô không đổi). Cân để xác định khối lượng khô (W_k). Tính độ thiếu hụt bão hoà nước theo công thức đã cho.

Làm thí nghiệm với nhiều loại cây trồng khác nhau và so sánh các kết quả. Đánh giá mức độ thiếu bão hoà nước của các loại cây khác nhau và cho biết ở thời điểm đó, các cây thí nghiệm đã cần được tưới nước chưa. Giải thích tại sao!

Bài 4

NGHIÊN CỨU VỀ DINH DƯỠNG KHOÁNG CỦA CÂY

Thí nghiệm 1. Nghiên cứu vai trò của các nguyên tố khoáng

Các cây trồng khác nhau có nhu cầu khác nhau về hàm lượng, thành phần dinh dưỡng. Mỗi yếu tố dinh dưỡng có vai trò rất khác nhau đối với các hoạt động sống của cây. Thậm chí, trên cùng một đối tượng cây trồng nhưng ở điều kiện sinh thái khác nhau tác dụng của chúng cũng thể hiện rất khác nhau tùy thuộc vào hàm lượng và cách tác động. Muốn nghiên cứu, tìm hiểu vai trò của từng thành phần dinh dưỡng, liều lượng sử dụng có hiệu quả nhất thì phương pháp hữu hiệu là trồng cây trong các điều kiện khác nhau.

Có nhiều phương pháp trồng cây thí nghiệm như: trồng trong dung dịch, trong chậu cát, trong chậu đất, trong ô xây, trên đồng ruộng. Mỗi phương pháp trồng cây đều có ưu, nhược điểm nhất định và được sử dụng trong những điều kiện nhất định. Tùy theo mục đích nghiên cứu để chọn phương pháp thiết kế thí nghiệm phù hợp.

Muốn nghiên cứu vai trò của một nguyên tố nào đó thì chỉ cần loại bỏ nguyên tố đó ra khỏi thành phần dinh dưỡng. Muốn xác định nhu cầu dinh dưỡng của cây có nhiều phương pháp như: phân tích dung dịch trước và sau khi thí nghiệm để xác định lượng chất dinh dưỡng cây đã hút; hoặc: xác định lượng dinh dưỡng đã bón, hệ số sử dụng của loại phân bón và phân tích đất để xác định lượng đất cung cấp (từ đó tính ra nhu cầu dinh dưỡng của cây = lượng phân bón x hệ số sử dụng phân bón + lượng dinh dưỡng có trong đất).

Vấn đề khác cần lưu ý là mỗi loại cây trồng, mỗi giai đoạn sinh trưởng, phát triển khác nhau có nhu cầu dinh dưỡng khác nhau và khả năng sử dụng của cây còn tùy thuộc vào thành phần, tính chất, độ pH của đất và điều kiện thời tiết.

1. Nguyên tắc loại trừ nguyên tố ra khỏi thành phần dinh dưỡng

Khi muốn loại trừ một nguyên tố ra khỏi thành phần dinh dưỡng để nghiên cứu vai trò sinh lý của nó thì ta phải tính toán để thay thế hợp chất chứa nó bằng chất khác sao cho thành phần và hàm lượng của nguyên tố đi kèm theo nó không bị thay đổi.

Ví dụ: Dung dịch Knop có thành phần và hàm lượng các chất như sau: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ là 1,0g; KH_2PO_4 là 0,25g; MgSO_4 là 0,25g; KCl là 0,125g; FeCl_3 là 0,0123g.

Nếu muốn loại trừ K ra khỏi thành phần dinh dưỡng thì phải thay hợp chất có chứa K là KH_2PO_4 và KCl bằng NaH_2PO_4 và NaCl .

+ Thay 0,25g KH_2PO_4 bằng NaH_2PO_4 được tính toán như sau:

Trong 136 g KH_2PO_4 có chứa 31 g P. Vậy trong 0,25g KH_2PO_4 có X g P.

Tính toán:

$$X = \frac{0,25 \times 31}{136} = 0,057 \text{ g}$$

Trong 120 g NaH_2PO_4 có chứa 31 g P. Vậy trong Yg NaH_2PO_4 có 0,057g P.

$$Y = \frac{120 \times 0,057}{31} = 0,214 \text{ g}$$

Như vậy, để thay thế 0,25g KH_2PO_4 thì cần 0,214 g NaH_2PO_4 .

+ Thay KCl bằng NaCl được tính toán tương tự như sau:

Trong 74g KCl có chứa 35g Cl. Vậy trong 0,125g KCl có chứa X g Cl.

$$X = \frac{35 \times 0,125}{74} = 0,06 \text{ g}$$

Trong 58g NaCl có chứa 35g Cl. Vậy trong Yg NaCl có chứa 0,06g Cl.

$$X = \frac{58 \times 0,06}{35} = 0,1 \text{ g}$$

Như vậy, để thay thế 0,125g KCl thì cần 0,1g NaCl bổ sung vào dung dịch dinh dưỡng.

2. Một số bài tập về nghiên cứu vai trò của các nguyên tố khoáng trong các môi trường dinh dưỡng bằng cách thay thế, loại trừ nguyên tố ra khỏi thành phần dinh dưỡng

2.1. Thành phần và hàm lượng các chất được pha chế trong 1lít môi trường dinh dưỡng Prianisnikop như sau: NH_4NO_3 là 0,2408g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ là 0,123g; CaHPO_4 là 0,172g;; $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ là 0,025g; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ là 0,344g và KCl là 0,160g.

Muốn loại trừ K ra khỏi thành phần dinh dưỡng thì phải thay hợp chất có chứa K là KCl bằng NaCl. Hỏi: phải thay 0,160g KCl bằng bao nhiêu NaCl để đảm bảo thành phần dinh dưỡng của các nguyên tố đi kèm không bị thay đổi. Biết K = 39,1; Na = 23,0; Cl = 35,5.

2.2. Dung dịch Henrichen có thành phần và hàm lượng các chất được pha chế trong 1lít như sau: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ là 0,708g; KH_2PO_4 là 0,136g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ là 0,123g; KCl là 0,075g; FeCl_3 là 0,025g.

Muốn loại trừ K ra khỏi thành phần dinh dưỡng thì phải thay hợp chất có chứa K là KH_2PO_4 và KCl bằng NaH_2PO_4 và NaCl.

Hỏi: Phải thay 0,136g KH_2PO_4 bằng bao nhiêu NaH_2PO_4 và 0,075g KCl bằng bao nhiêu NaCl để đảm bảo thành phần dinh dưỡng của các nguyên tố đi kèm không bị thay đổi. Biết K = 39,1 ; Na = 23,0 ; P = 31,0 ; Cl = 35,5.

2.3. Thành phần và hàm lượng các chất được pha chế trong 1 lít môi trường dinh dưỡng Richter như sau: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ là 0,72g; KH_2PO_4 là 0,20g; KNO_3 là 0,20g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ là 0,25g; $\text{FeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ là 0,04g.

Muốn loại trừ K ra khỏi thành phần dinh dưỡng thì phải thay hợp chất có chứa K là KH_2PO_4 và KNO_3 bằng NaH_2PO_4 và NaNO_3 .

Hỏi: Phải thay 0,20g KH_2PO_4 bằng bao nhiêu NaH_2PO_4 và 0,20g KNO_3 bằng bao nhiêu NaNO_3 để đảm bảo thành phần dinh dưỡng của các nguyên tố đi kèm không bị thay đổi. Biết K = 39,1 ; Na = 23,0 ; P = 31,0 ; N = 14,0.

2.4. Trong 1 lít môi trường dinh dưỡng của Pfeffer có 1,92g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 0,33g KH_2PO_4 ; 0,33g KNO_3 ; 0,16g KCl; 0,33g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và 1 giọt FeCl_3 5%.

Muốn loại trừ K ra khỏi thành phần dinh dưỡng thì phải thay hợp chất có chứa K là KH_2PO_4 bằng NaH_2PO_4 , thay KCl bằng NaCl và thay KNO_3 bằng NaNO_3 .

Hỏi: Phải thay 0,33g KH_2PO_4 bằng bao nhiêu NaH_2PO_4 Thay 0,33g KNO_3 bằng bao nhiêu NaNO_3 và thay 0,16g KCl bằng bao nhiêu NaCl để đảm bảo thành phần dinh dưỡng của các nguyên tố đi kèm không bị thay đổi. Biết K = 39,1 ; Na = 23,0 ; P = 31,0 ; N = 14,0; Cl = 35,5.

Thí nghiệm 2. Quan sát, đánh giá sự thiếu hụt dinh dưỡng khoáng của cây qua hình ảnh và trên đồng ruộng

1. Nguyên lý của phương pháp

Để sinh trưởng, phát triển thuận lợi, cho năng suất cao, phẩm chất tốt cây trồng cần được bảo đảm đầy đủ nước và các chất dinh dưỡng. Mỗi nguyên tố khoáng có vai trò sinh lý riêng. Nếu thiếu hụt yếu tố dinh dưỡng (trong đó có các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu) cây sinh trưởng, phát triển kém, năng suất và phẩm chất sản phẩm thu hoạch sẽ giảm.

Mỗi loại cây trồng có phản ứng và biểu hiện khác nhau với sự thiếu hụt dinh dưỡng. Có thể quan sát các biểu hiện triệu chứng thiếu hụt dinh dưỡng qua các mẫu vật, ảnh minh họa hoặc cây trồng trên đồng ruộng.

2. Nguyên vật liệu nghiên cứu

Bộ ảnh minh họa (ghi nhận các biểu hiện triệu chứng) thiếu hụt các nguyên tố dinh dưỡng khoáng hoặc các mẫu vật (lá, cây, củ, quả, v.v...).

Các chậu trồng cây thí nghiệm trong các điều kiện thiếu hụt nguyên tố khoáng nào đó (ví dụ N, P, K, v.v...).

3. Tiến hành

Quan sát các biểu hiện triệu chứng thiếu hụt dinh dưỡng qua các ảnh minh họa.

Từ các quan sát trên ảnh, phân biệt các biểu hiện triệu chứng trên mẫu vật hoặc cây trồng trên đồng ruộng.

Ghi nhận các triệu chứng phát hiện được và so sánh mức độ ảnh hưởng do sự thiếu hụt dinh dưỡng khoáng gây nên.

Bài 5

PHƯƠNG PHÁP TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT

Thí nghiệm 1: Phương pháp trồng cây trong dung dịch (thủy canh) theo AVRCD

1. Nguyên liệu, dụng cụ và dung dịch dinh dưỡng

+ Nguyên liệu: Hạt giống, cây con rau ăn lá và ăn quả như hạt xà lách, cải, rau muống, cà chua, dưa chuột, ngọn thân khoai lang...

+ Dụng cụ: Hộp xốp, nilon đen, rọ nhựa, dây buộc, trấu hun, xơ dừa.

Máy đo pH, EC (độ dẫn điện).

+ Dung dịch dinh dưỡng:

• Dung dịch KNOP:

1. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1g/lít.	5. KCL	0,125 g/lít
2. KH_2PO_4	0,25g/lít	6. Fe-EDTA	0,01g/lít
3. MgSO_4	0,25g/lít.		
4. KNO_3	0,25g/lít	pH : 6 – 7,3	

• Dung dịch FAO:

1. KNO_3	0,281g/lít.	8. $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,0025g/lít.
2. MgSO_4	0,498g/lít.	9. H_3B_3	0,0025g/lít.
3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,074g/lít.	10. ZnSO_4	0,0025g/lít.
4. KH_2PO_4	0,135g/lít	11. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,0008g/lít.
5. KOH	0,023g/lít.	12. $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{H}_2\text{O}$	0,0012g/lít.
6. K_2SO_4	0,254g/lít.	pH : 6 – 7,5	
7. Fe-EDTA	0,010g/lít.		

2. Nguyên lý của phương pháp

Trồng cây trong dung dịch là kỹ thuật trồng cây không dùng đất mà trồng cây trực tiếp vào dung dịch dinh dưỡng vì chúng ta hiểu được nguyên lý là sự sinh trưởng, phát triển của cây chỉ phụ thuộc vào các yếu tố như nước, chất khoáng, ánh sáng, O_2 , CO_2 v.v... mà không phụ thuộc vào môi trường cây có đất hay không có đất. Đất chỉ là giá thể giúp cây đứng vững để sinh trưởng và phát triển. Do vậy, chúng ta hoàn toàn có thể trồng cây mà không cần sử dụng đất, chỉ cần đáp ứng thoả mãn các yêu cầu của cây.

3. Các bước tiến hành

• Chuẩn bị hộp:

- + Hộp xốp được phủ dưới đáy và thành bằng nilon đen, dùng dây buộc chặt.
- + Lắp hộp xốp được đục lỗ theo kích thước của rọ.
- + Cho giá thể (trấu hun hay xơ dừa) đã được rửa sạch.
- + Đổ dung dịch dinh dưỡng đã pha vào hộp xốp sao cho các rọ nhúng 1/3 vào dung dịch. Cần để ít nhất 1 lỗ thoát khí trên nắp hộp.
- + Nếu trồng bằng hạt, ta gieo mỗi rọ 2-3 hạt, gieo sâu từ 1cm - 1,5cm. Khi nảy mầm và hình thành cây con ta để lại mỗi rọ 1 cây.
- + Nếu trồng bằng ngọn (rau muống), đoạn thân (khoai lang) ta chọn ngọn, thân không non quá, có từ 2- 3 đốt (loại bỏ bớt lá) cắm vào rọ từ 1 -2 ngọn, thân với độ sâu 5- 6 cm.

• Chăm sóc:

- + Không để cây ra ngoài trời mưa, nơi trồng đủ ánh sáng.
- + Theo dõi mức nước dung dịch trong thùng xốp, các rọ luôn luôn nhúng trong dung dịch. Trường hợp bị cạn do cây thoát hơi nước ta cần bổ sung nước sạch hay dung dịch dinh dưỡng mới để rễ cây được tiếp xúc với nước. Khi rễ cây đã phát triển tốt cần để một phần rễ lơ lửng trong không khí ở trong hộp xốp để hấp thụ O_2 , CO_2 tốt hơn.

4. Theo dõi kết quả của thí nghiệm và nhận xét

- Theo dõi thời gian nảy mầm, ra rễ của cây con, đoạn thân, ngọn vào dung dịch dinh dưỡng.
- Động thái sinh trưởng chiều dài của rễ, thân, sự ra lá.
- Kết quả được lập thành bảng số liệu và cho nhận xét, đánh giá.

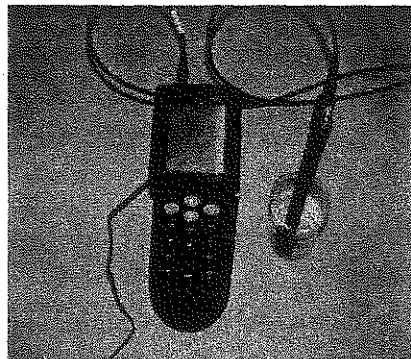
Thí nghiệm 2. Xác định sự thay đổi pH và EC của dung dịch dinh dưỡng

1. Nguyên liệu, dụng cụ

- + Nguyên liệu: Dung dịch dinh dưỡng trồng cây.
- + Dụng cụ: Máy đo pH- met và EC (độ dẫn điện).

2. Nguyên lý của phương pháp

Sự sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây trồng phụ thuộc rất nhiều vào pH của dung dịch nuôi cây (đặc biệt là trồng cây trong dung dịch). pH thích hợp cho hầu hết các cây trồng từ 6 – 7,5. Chỉ



Hình 1. Máy đo độ dẫn điện

số EC của dung dịch phản ánh cây hút bao nhiêu chất dinh dưỡng, từ đó ta điều chỉnh EC để cung cấp kịp thời chất dinh dưỡng cho cây. Giá trị EC thích hợp cho cây trồng từ 0,5mS/cm - 2,5 mS/cm. Trong công nghệ trồng thủy canh pH và EC của dung dịch dinh dưỡng thường thay đổi do rễ cây đã hấp thụ các ion trong dung dịch. Giá trị pH và EC vượt quá ngưỡng cho phép, ta cần điều chỉnh chúng về ngưỡng cho phép giúp cây sinh trưởng tốt, cho năng suất cao.

3. Tiến hành

- + Sau khi pha dung dịch dinh dưỡng cần kiểm tra pH và EC.
- + Trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây rễ cây đã hấp thụ các ion trong dung dịch (có thể rễ cây tiết vào dung dịch ion) làm thay đổi nồng độ các ion trong dung dịch dinh dưỡng nên giá trị pH và EC có thể thay đổi ra ngoài giới hạn cho phép.
- + Sau 1 tuần theo dõi pH và EC của dung dịch bằng cách đo pH và giá trị EC trên máy pH-met và máy đo sự dẫn điện

4. Theo dõi kết quả và kết luận

- + Ghi kết quả theo dõi vào bảng sau:

Thời gian theo dõi	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3
Chi tiêu			
pH			
EC			

- + Kết luận:

Thí nghiệm 3. Phương pháp trồng cây trên giá thể có tưới dung dịch dinh dưỡng

1. Nguyên liệu, dụng cụ và dung dịch dinh dưỡng

- + Nguyên liệu: Hạt giống, cây con rau ăn lá và rau ăn quả. Trấu hun, xơ dừa, sỏi, mùn cưa, vỏ cây, cát, ...
- + Dụng cụ: Chậu bằng đất nung hay chậu nhựa.
- + Dung dịch dinh dưỡng: Sử dụng dung dịch KNOP hay FAO.

2. Nguyên lý của phương pháp

Phương pháp trồng cây trong dung dịch nói trên đã hoàn toàn loại bỏ được môi trường đất. Nhưng ta còn có thể trồng cây trên các giá thể trơ, cứng nhưng không phải đất như trấu hun, xơ dừa, cát, sỏi, vụn than, v.v... hay phối trộn các vật liệu trên. Những giá thể này được đựng trong các loại chậu, thùng xốp, máng gỗ, túi nilon... làm môi trường rắn cho rễ cây đâm vào mà không phải là đất. Cây được tưới nước và dinh dưỡng bình thường như cây trồng trong đất.

3. Các bước tiến hành

- + Rửa sạch chậu và các giá thể trồng cây.
- + Đưa giá thể trồng vào chậu hay túi nilon cách miệng chậu, túi nilon 1,5 - 2 cm.
- + Tùy theo kích thước chậu mà ta gieo mật độ hạt hay cây con trồng, nhưng mật độ dày hơn trồng ngoài đất trên đồng ruộng.
- + Nếu là gieo hạt, ta gieo độ sâu 1,5 - 2cm. Trồng cây con ở độ sâu từ 5 - 6 cm.
- + Không để cây ra ngoài trời mưa, nơi trồng đủ ánh sáng và tránh gió mạnh làm cây đổ.
- + Luôn giữ ẩm giá thể để rễ cây hút nước bằng cách tưới nước và dung dịch dinh dưỡng thường xuyên (có thể tưới theo kỹ thuật nhỏ giọt hay phun sương).

4. Theo dõi kết quả của thí nghiệm và nhận xét

Theo dõi kết quả:

- Thời gian nảy mầm, ra rễ của cây con, đoạn ngọn, thân vào giá thể.
- Động thái sinh trưởng, chiều dài rễ, thân, sự ra lá.
- Kết quả được lập thành bảng số liệu và cho nhận xét, đánh giá.

Bài 6

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ DIỆN TÍCH LÁ (LAI) THEO MONSI

Thí nghiệm 1. Xác định chỉ số diện tích lá

1. Nguyên liệu, dụng cụ, thiết bị máy

+ Nguyên liệu: Cây lúa, đậu tương, ngô...

+ Dụng cụ, thiết bị máy: Máy đo Lux- met, máy đo cường độ quang hợp PP Systems.



Hình 1. Máy đo
cường độ quang hợp
PP- Systems

2. Nguyên lý của phương pháp

Lá cây có vai trò vô cùng quan trọng là thực hiện quang hợp, hấp thu năng lượng ánh sáng mặt trời (quang năng) để biến thành hoá năng (ATP) và được tích lũy trong các sản phẩm của cây trồng. Như vậy cây có diện tích lá càng cao sẽ hấp thu được ánh sáng càng nhiều. Tuy nhiên để có LAI cao trong một quần thể mà không ảnh hưởng đến sự che lấp lẫn nhau giữa các tầng lá thì cấu trúc, hình thái của cây trong quần thể là quan trọng. Theo Monsi, cấu trúc hình thái thuận lợi của cá thể (cây cao trung bình, dáng cây gọn, lá dài rộng và đứng (góc giữa lá với thân lá $< 30^\circ$...) là cơ sở để cấu tạo nên quần thể tốt. Công thức của Monsi: $IF = I_0 \cdot e^{-KF}$

Trong đó : I_0 - cường độ tia sáng tới trên bề mặt ruộng.

IF - cường độ ánh sáng trong quần thể cây ở tầng lá có chỉ số diện tích lá F .

K - hệ số hấp thu ánh sáng của lá (hệ số tiêu sáng).

F - chỉ số diện tích lá của tầng lá trên điểm đo ánh sáng.

e - cơ số của logarit tự nhiên.

Từ công thức của Monsi, ta có thể tính được chỉ số diện tích lá (LAI) cao nhất trong quần thể:

$$F = - \ln \frac{I_F}{I_0} : K$$

Muốn tính được LAI (F) thì ta phải biết được cường độ ánh sáng của điểm bù, tức là cường độ ánh sáng mà ở đó cường độ quang hợp bằng cường độ hô hấp.

3. Xác định LAI (F) trong quần thể ruộng đậu tương, ngô, lúa ...

+ Dùng máy Lux- met đo cường độ ánh sáng mặt trời trên bề mặt ruộng của quần thể ruộng là I_0 (lux).

+ Xác định cường độ ánh sáng mà ở đó có $I_{qh} = I_{h,h}$ (cường độ quang hợp bằng cường độ hô hấp) trên máy PP – Sysems.

+ Xác định hệ số tiêu sáng K (ở tầng lá dưới có cường độ ánh sáng thấp nên K tăng). Đối với giống lúa chịu phân có $K = 0,5 - 0,7$, đối với giống lúa chịu phân kém có $K = 0,75 - 1,0$.

Ví dụ: Xác định LAI của giống lúa chịu phân có hệ số tiêu sáng $K = 0,7$. Đo được điểm bù ánh sáng I F là 2000 lux và $I_0 = 0,38 \text{ cal/cm}^2/\text{phút} = 25.308 \text{ lux}$.

Ta có: $F = -\ln 2000 / 25.308 : 0,7 = -\ln 0,079 / 0,7 = 2,5383 / 0,7 = 3,6 \text{ m}^2 / \text{m}^2 \text{ đất}$.

Thí nghiệm 2. Xác định năng suất sinh vật học (NS_{svh}) và năng suất kinh tế (NS_{kt}) theo phương pháp của Nhitriporovich

1. Vật liệu

Các loại cây trồng (lúa, ngô, đậu tương, khoai tây,...).

Dụng cụ: Thước, kéo, túi bao giấy, cân, tủ sấy.

2. Nguyên lý của phương pháp

Năng suất sinh vật học là tổng lượng sinh khối chất khô cây trồng tích lũy được trên một đơn vị diện tích trồng trọt trong khoảng thời gian nhất định (vụ, năm hay 1 chu kỳ sinh trưởng). Năng suất kinh tế là lượng chất khô tích lũy ở các bộ phận có giá trị kinh tế lớn nhất như củ, hạt,... trên một đơn vị diện tích trồng trọt trong một khoảng thời gian vụ, năm hay một chu kỳ sinh trưởng. NS_{kt} được tính theo công thức:

$$NS_{kt} = NS_{svh} \cdot K_{kt} \quad (K_{kt} \text{ là hệ số kinh tế}).$$

Hệ số kinh tế được tính bằng tỷ số giữa NS_{kt} và NS_{svh} ($K_{kt} = NS_{kt} / NS_{svh}$). Dựa trên lượng chất khô tích lũy được ở thời điểm nào đó khi sấy khô ta tính được NS_{svh} và NS_{kt} .

3. Tiến hành

Để xác định NS_{svh} và NS_{kt} của cây lúa, ngô hay đậu tương khi đã đến thời kỳ thu hoạch ta nhổ ở mỗi công thức thí nghiệm 5 cây, đưa vào bao túi giấy sấy khô ở nhiệt độ $70 - 80^\circ \text{C}$ cho đến khi trọng lượng không thay đổi và xác định trọng lượng khô của 5 cây. Tách phần có giá trị kinh tế như hạt lúa, hạt ngô, hạt đậu của 5 cây và xác định trọng lượng chất khô trên cân. Để xác định NS_{svh} và NS_{kt} của 1 cây ta chia cho 5 (có thể xác định NS_{svh} và NS_{kt} của cây trồng trên một đơn vị diện tích m^2 nào đó). Kết quả được lập thành bảng như sau:

Chỉ tiêu Công thức	NS_{svh} (g/cây)	NS_{kt} (g/cây)	K_{kt}

4. Nhận xét và đánh giá kết quả

Bài 7

ĐIỀU CHỈNH HÔ HẤP TRONG QUÁ TRÌNH NẤY MẦM VÀ TRONG BẢO QUẢN NÔNG SẢN

Thí nghiệm 1. Xác định lượng chất khô tiêu hao trong quá trình nảy mầm của hạt giống

1. Nguyên liệu và dụng cụ thí nghiệm

Hạt đậu, cân, đĩa petri, tủ sấy, bình hút ẩm, hộp nhôm để sấy mẫu, cốc thủy tinh, giấy lọc và mùn cưa (đun sôi với nước để khử trùng sau đó vắt khô).

2. Nguyên tắc của thí nghiệm

Dựa vào sự thay đổi khối lượng chất khô của hạt trước và sau khi mọc mầm để xác định được lượng chất hữu cơ tiêu trong quá trình nảy mầm của hạt.

3. Cách tiến hành

Chọn 20 hạt giống tốt, chất lượng đồng đều và chia làm 2 mẫu thí nghiệm (2 mẫu có cùng số lượng và khối lượng hạt).

- Mẫu 1 (10 hạt): Cân khối lượng ban đầu (ở trạng thái khô không khí), sau đó cho hộp nhôm sấy ở nhiệt độ 130°C trong 2 giờ. Sấy xong để nguội trong bình hút ẩm sau đó lại cân xác định khối lượng chất khô của hạt.

- Mẫu 2 (10 hạt): Ngâm trong nước 1- 2 giờ, sau đó để nảy mầm trong cốc mùn cưa ẩm (xếp hạt thành lớp và phủ mùn cưa lên trên). Cốc hạt để trong tối, chú ý quan sát khi bị khô cần tưới nhẹ lên mùn cưa. Sau 1 - 2 tuần lấy mầm ra rửa sạch, thấm khô mầm bằng giấy lọc và cân xác định khối lượng tươi của mầm. Sau đó cho mầm vào bao giấy sấy ở $100 - 105^{\circ}\text{C}$ cho tới khi khối lượng không đổi (khoảng 4 - 6 giờ). Sấy xong để nguội trong bình hút ẩm sau đó lại cân xác định khối lượng chất khô mầm. Nếu có hạt không nảy mầm thì loại ra và chỉ tính những hạt nảy mầm.

Kết quả tính được ghi vào bảng sau:

Khối lượng của 10 hạt (g)		Hàm lượng nước trong hạt (%)	Khối lượng của 10 mầm (g)		Hàm lượng nước trong mầm (%)	Sự tiêu hao chất khô	
Khô không khí	Khô tuyệt đối		Tươi	Khô tuyệt đối		Tính theo g/hạt	Tính theo % khối lượng chất khô

4. Yêu cầu của thí nghiệm

Dựa vào kết quả bảng trên sinh viên giải thích về sự thay đổi khối lượng tươi và khô của hạt khi nảy mầm.

Thí nghiệm 2. Xác định mối tương quan giữa độ ẩm và quá trình nảy mầm của hạt giống

1. Nguyên liệu và dụng cụ thí nghiệm

- Máy xác định độ ẩm của hạt, bình trụ hoặc đĩa petri, thước, bút chì.
- Hạt giống (ngô hoặc đậu) ở 3 trạng thái: Hạt khô đang trong giai đoạn bảo quản (độ ẩm khoảng 12-14%), hạt ẩm (30 - 35%), hạt ướt (cho hút nước đạt đến khối lượng gấp 2 (hạt đậu) gấp 1,5 (hạt ngô) so với khối lượng hạt khô).

2. Nguyên tắc thí nghiệm

Cho các hạt giống có độ ẩm khác nhau nảy mầm trong cùng một điều kiện (ẩm độ không khí, nhiệt độ, ánh sáng) và dựa vào tỷ lệ nảy mầm cũng như khả năng sinh trưởng phát triển của mầm để xác định được ảnh hưởng của hàm lượng nước trong hạt đến khả năng nảy mầm của hạt giống.

3. Tiến hành

Chọn các hạt giống tốt, khả năng nảy mầm cao. Lấy 20 - 30 hạt khô, 20 - 30 hạt ẩm và 20 - 30 hạt ướt đưa vào 3 đĩa petri hoặc có thể thay đĩa petri bằng các hộp hình trụ. Sau đó đưa hạt vào trong tủ ẩm (30 - 35°C). Sau 5 - 7 ngày đưa ra quan sát và xác định tỷ lệ nảy mầm, chiều dài trung bình của mầm ở mỗi lô thí nghiệm và ghi vào kết quả ở bảng sau:

TT	Trạng thái của hạt	Tỷ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài trung bình của mầm (cm)
1	Hạt khô (12-14%)		
2	Hạt ẩm (30-35%)		
3	Hạt ướt (no nước)		

4. Yêu cầu của thí nghiệm

Sinh viên nhận xét về kết quả thu được qua thí nghiệm của nhóm mình.

Bài 8

ỨNG DỤNG CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG TRONG TRỒNG TRỌT

Thí nghiệm 1. Vai trò của xytokinin trong quá trình kéo dài tuổi thọ của lá

1. Dụng cụ và hoá chất

- Hoá chất: Dung dịch BA (benzyl adenin) và kinetin nồng độ 50ppm
- Dụng cụ: Panh, bông thấm nước, một lọ nước cất.

2. Nguyên tắc thí nghiệm

Để chứng minh khả năng kéo dài tuổi thọ của cây, người ta có thể xử lý các lá sau khi ngắt khỏi cây bằng một số chất thuộc nhóm xytokinin. Sau đó xác định tốc độ hoá vàng của chúng so với các lá không xử lý.

3. Tiến hành

Ngắt 3 lá cây và lần lượt tiến hành thí nghiệm như sau:

- Lá 1: 1 nửa lá bôi BA 50 ppm, nửa còn lại bôi nước cất.
- Lá 2: 1 nửa lá bôi Kinetin 50 ppm, nửa còn lại bôi nước cất.
- Lá 3: 1 nửa lá bôi BA 50 ppm, nửa còn lại bôi kinetin 50 ppm.

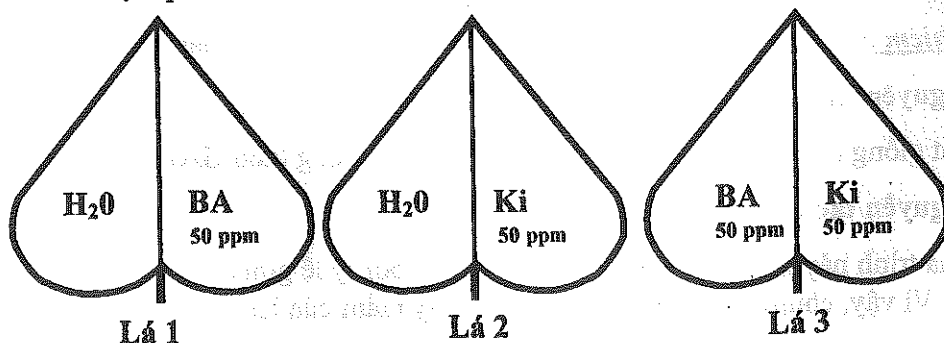
Cách làm: Dùng panh hoặc đũa thuỷ tinh có buộc bông ở đầu nhẹ nhàng bôi nước hoặc hoá chất ướt đều lên mặt dưới của phiến lá. Sau khi xử lý các lá được đặt vào nơi kín gió và tránh ánh sáng trực tiếp để hạn chế sự thoát hơi nước của lá cây.

Chú ý: - Khi xử lý tránh làm sây sát lá.

- Nên chọn những loại lá có phiến lá dày để tránh hiện tượng héo quá nhanh chất xử lý sẽ không có tác dụng.

4. Yêu cầu của thí nghiệm

- Xác định được thời gian hoá vàng của lá (từ khi xử lý đến khi lá chuyển màu vàng) và so sánh với nửa lá không xử lý.
- So sánh hiệu quả của BA và kinetin đến khả năng kéo dài tuổi thọ của lá.



Thí nghiệm 2. Ảnh hưởng của gibberellin đến sự tăng trưởng chiều cao cây

1. Vật liệu, dụng cụ và hoá chất

- Cây ngô cao 15 - 20 cm hoặc mầm đậu cao 10 - 15cm. Cây thí nghiệm có thể được trồng trong khay, chậu, trong dung dịch hoặc trên đồng ruộng.

- Dung dịch gibberellin 25 ppm và 50 ppm.

- Bình phun (1 - 2 lít), panh và bông thấm nước.

2. Nguyên tắc thí nghiệm

Một trong những vai trò của gibberellin là gây hiệu quả dẫn của tế bào. Dựa vào tốc độ tăng trưởng chiều cao cây sau khi xử lý gibberellin chúng ta có thể xác định được hiệu quả của chúng ở các nồng độ khác nhau.

3. Cách tiến hành

Chọn 15 - 30 cây thí nghiệm ở trạng thái sinh trưởng tương đối đồng đều (chiều cao, số lá). Chia cây thí nghiệm làm 3 công thức, xác định chiều cao và số lá trung bình ban đầu sau đó tiến hành xử lý.

Công thức 1: Phun nước

Công thức 2: Phun GA₃ nồng độ 25 ppm

Công thức 3: Phun GA₃ nồng độ 50 ppm

Sau 3 ngày phun tiếp lần 2. Sau 7 - 10 ngày (kể từ ngày thí nghiệm) đo đếm lần 2. Kết quả đo đếm được ghi lại ở bảng sau:

TT	Nồng độ GA ₃ xử lý	Chiều cao cây			Số lá /cây		
		Ban đầu	Sau xử lý	Tăng (cm)	Ban đầu	Sau xử lý	Tăng (cm)
1	Đ/C (Phun nước)						
2	Phun GA ₃ 25 ppm						
3	Phun GA ₃ 50 ppm						

Từ kết quả bảng trên, hãy so sánh và nhận xét về sự sai khác giữa 3 công thức thí nghiệm.

Thí nghiệm 3. Ảnh hưởng của GA₃ đến quá trình nảy mầm của hạt

1. Nguyên liệu

Hạt giống (thóc, đậu, rau...), đĩa petri, giấy lọc, dung dịch GA₃ (10 và 20ppm).

2. Nguyên tắc thí nghiệm

Quá trình nảy mầm của hạt được điều chỉnh bởi tỷ lệ gibberellin (GA) / abxixic axit (ABA). Vì vậy, chúng ta có thể kích thích sự nảy mầm của hạt bằng cách xử lý GA₃.

3. Tiến hành

Cho 5ml dung dịch nghiên cứu vào đĩa petri có giấy lọc ở đáy, đối chứng là nước cất. Sau đó gieo hạt (số lượng hạt tùy thuộc vào kích thước hạt) và để trong tủ định ôn ($24 - 26^{\circ}\text{C}$). Tính tỷ lệ nảy mầm của hạt khi tỷ lệ nảy mầm của công thức đối chứng đạt khoảng 50%.

4. Yêu cầu của thí nghiệm

So sánh tỷ lệ nảy mầm và khả năng sinh trưởng của mầm ở 3 công thức (đ/c, GA_3 10 ppm và 20 ppm).

Thí nghiệm 4. Ảnh hưởng của auxin đến quá trình ra rễ của cành giâm

1. Nguyên liệu

Cành cây (loại nhanh ra rễ:) hoặc mầm đậu 10 ngày tuổi được trồng trong chậu mùn của ẩm, dung dịch IAA 70ppm, cốc thủy tinh hoặc cốc sứ dung tích 100 - 200 ml, lưới dao.

2. Nguyên tắc thí nghiệm

Các chất thuộc nhóm auxin đều có khả năng kích thích sự ra rễ của cành giâm, cành chiết. Với một số loại thực vật chúng có thể ra rễ ngay trong môi trường không có auxin nhưng nếu có auxin chúng sẽ ra rễ thuận lợi hơn. Dựa vào chiều dài rễ, số lượng rễ chúng ta có thể khẳng định được vai trò trên của auxin.

3. Cách tiến hành

Lấy 2 cốc thủy tinh có bao giấy đen xung quanh (hoặc sứ). Cho vào cốc thứ nhất một lượng nước có độ cao 4 - 5cm (cốc đối chứng). Cốc thứ hai chứa dung dịch IAA 70 ppm. Dùng lưới dao sắc cắt các mầm đậu có chiều cao 10 - 15 cm từ cổ rễ. Một nửa số mầm đặt vào cốc nước, nửa số mầm đậu còn lại cắm vào cốc có chứa dung dịch IAA ngâm trong 3 giờ sau đó cắt bỏ dung dịch IAA, tráng cốc, rửa mầm đậu và lại ngâm mầm đậu trong nước (lượng nước ngâm bằng lượng nước trong cốc đối chứng).

Đặt cả 2 cốc ngoài sáng ở nhiệt độ trong phòng. Sau vài ngày, khi gốc mầm đậu đã ra rễ phụ thì tiến hành đo độ dài của vùng ra rễ, số lượng rễ, chiều dài của rễ và so sánh giữa đối chứng (cốc 1) và thí nghiệm (cốc 2).

4. Yêu cầu của thí nghiệm

Sinh viên có nhận xét và giải thích kết quả đạt được.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Trần Bình, Hồ Hữu Nhị, Lê Thị Muội. *Công nghệ sinh học thực vật trong cải tiến giống cây trồng*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 1997.
2. Patastico, E. B. *Production of ethylene and acetylene during ripening and charring*, Journal of agriculture, The Philippines, 1970.
3. Nguyễn Ngọc Dũng, Nguyễn Đức Quý, Nguyễn Văn Dung. *Giáo trình quản lý nguồn nước*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2005.
4. George.E.E . *Plant propagation by tissue culture*. British Library, 1993.
5. Võ Minh Kha. *Hướng dẫn thực hành sử dụng phân bón*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 1996.
6. Tongumgai, P.S. *Anatomical study of terminal bud development of mango treated with paclobutrazol*, 5th International mango symposium, Israel, 1997.
7. Liucoln Taiz , Uduardo Zeiger. *Plant physiology*. University of California, 1998.
8. Martin P.N. *Gent Hydroponics: Growing vegetables without soil*. Plant science day, August, 1998.
9. Midmore D.J. *Hydroponics .Growing crops without soil*, 1993.
10. Nguyễn Mười, Trần Văn Chính, Đỗ Nguyễn Hải, Hoàng Văn Mùa, Phạm Thanh Nga, Đào Châu Thu. *Giáo trình Thổ nhưỡng học*. NXB Nông nghiệp, 2005.
11. Trần Minh Tâm. *Bảo quản chế biến sau thu hoạch*. NXB Nông nghiệp, 2002.
12. Hoàng Minh Tấn, Vũ Quang Sáng, Nguyễn Kim Thanh. *Giáo trình Sinh lý thực vật*. NXB Sư phạm Hà Nội, 2003.
13. Hoàng Minh Tấn, Nguyễn Quang Thạch, Trần Văn Phẩm. *Giáo trình Sinh lý thực vật*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 1994.
14. Nguyễn Quang Thạch, Nguyễn Thị Lý Anh, Nguyễn Phương Thảo. *Giáo trình Công nghệ sinh học nông nghiệp*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2005.
15. Hoàng Ngọc Thuận. *Nhân giống cây ăn quả: Chiết, ghép, giâm cành, tách chồi và nuôi cấy in vitro*. NXB Nông nghiệp, 2001.
16. Hà Văn Thuyết, Trần Quang Bình. *Bảo quản rau quả tươi*. NXB Nông nghiệp, 2002.
17. Nguyễn Văn Uyên, Nguyễn Tiến Thắng. *Công nghệ sinh học và hệ thống nông nghiệp sinh thái bền vững*. NXB Nông nghiệp, 1997.
18. Vũ Văn Vụ. *Sinh lý thực vật ứng dụng*. NXB Giáo dục, 1999.
19. Wester, P.J. The mango, Philippine Bureau of agriculture Bulletin, The Philippines, 1920.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu.....	3
A. PHÂN LÝ THUYẾT	5
Chương I. Nhân giống vô tính cây trồng.....	5
I. MỘT SỐ KHÁI NIỆM LIÊN QUAN ĐẾN NHÂN GIỐNG CÂY TRỒNG	5
1. Sinh sản (Reproduction).....	5
2. Nhân giống (Propagation)	6
II. NHÂN GIỐNG CÂY TRỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP HỮU TÍNH	6
1. Khái niệm	6
2. Những ưu điểm	6
3. Những nhược điểm	6
III. NHÂN GIỐNG CÂY TRỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP VÔ TÍNH.....	7
1. Khái niệm	7
2. Nhân giống vô tính tự nhiên.....	7
3. Nhân giống vô tính nhân tạo	7
IV. NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH IN VIVO (MACRO PROPAGATION).....	8
1. Cơ sở khoa học	8
2. Ưu điểm của phương pháp nhân giống vô tính in vivo.....	8
3. Các biện pháp nhân giống vô tính in vivo	9
V. NHÂN GIỐNG VÔ TÍNH IN VITRO (MICRO PROPAGATION)	17
1. Cơ sở khoa học của phương pháp nhân giống vô tính in vitro.....	17
2. Mục đích của phương pháp nhân giống vô tính in vitro	19
3. Ưu, nhược điểm của phương pháp nhân giống vô tính in vitro	19
4. Điều kiện cần thiết của nuôi cấy in vitro.....	20
5. Thành phần môi trường dinh dưỡng.....	22
6. Các phương pháp nhân giống vô tính in vitro.....	27
7. Các bước tiến hành trong kỹ thuật nuôi cấy mô tế bào	29
8. Giới thiệu một số loại môi trường dinh dưỡng nuôi cấy in vitro	35
9. Một số hạn chế trong kỹ thuật nhân cây in vitro.....	38
Câu hỏi ôn tập chương I	46
Chương II. Điều chỉnh sự trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng của cây trồng	47
I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ SỰ TRAO ĐỔI NƯỚC VÀ DINH DƯỠNG KHOÁNG CỦA THỰC VẬT	47
1. Tại sao cây cần trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng?	47
2. Ý nghĩa của việc nghiên cứu điều chỉnh sự trao đổi nước và dinh dưỡng khoáng của cây trồng.....	48
II. VAI TRÒ CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI CÁC HOẠT ĐỘNG SINH LÝ CỦA CÂY	48
1. Nước trong cây và vai trò của nó đối với các hoạt động sinh lý của cây.....	48
2. Cơ sở sinh lý của việc tưới nước hợp lý cho cây	53
3. Ứng dụng của tưới nước cho cây trồng trong sản xuất	58
III. ĐIỀU CHỈNH DINH DƯỠNG KHOÁNG ĐỐI VỚI CÂY TRỒNG.....	64

1. Dinh dưỡng khoáng và các hoạt động sinh lý của cây	64
2. Cơ sở sinh lý của bốn phân hợp lý cho cây trồng.....	68
3. Sử dụng phân bón trong trồng trọt	76
Câu hỏi ôn tập chương II	82
Chương III. Trồng cây không dùng đất.....	83
I. KHÁI NIỆM CHUNG	83
II. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT	84
III. TRỒNG CÂY TRONG DUNG DỊCH.....	85
1. Định nghĩa.....	85
2. Các loại dung dịch dinh dưỡng	85
3. Phân loại các hệ thống thủy canh.....	87
IV. TRỒNG CÂY TRÊN GIÁ THỂ CÓ TƯỚI DUNG DỊCH DINH DƯỠNG	92
1. Trồng cây trên giá thể hữu cơ tự nhiên	93
2. Trồng cây trên giá thể trơ cứng.....	94
3. Dung dịch dinh dưỡng	95
V. HỆ THỐNG KHÍ CANH (AEROPONICS).....	100
VI. ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT	102
1. Ưu điểm của kỹ thuật trồng cây không dùng đất.....	102
2. Nhược điểm của trồng cây không dùng đất.....	103
VII. ỨNG DỤNG CỦA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY KHÔNG DÙNG ĐẤT	103
Câu hỏi ôn tập chương III.....	108
Chương IV. Quang hợp của quần thể cây trồng	109
I. HỆ SỐ SỬ DỤNG QUANG NĂNG CỦA QUẦN THỂ CÂY TRỒNG.....	109
II. CẤU TRÚC QUẦN THỂ CÂY TRỒNG VÀ HOẠT ĐỘNG QUANG HỢP	111
1. Cấu trúc của cây trồng lý tưởng.....	112
2. Điều chỉnh diện tích lá tối ưu cho quần thể cây trồng	115
3. Cấu trúc của ruộng là một hệ quang học, yếu tố của năng suất.....	118
III. BIỆN PHÁP ĐIỀU KHIỂN QUANG HỢP ĐỂ TĂNG NĂNG SUẤT CÂY TRỒNG	120
1. Ý nghĩa và triển vọng của quang hợp trong các hệ nhân tạo	120
2. Biện pháp điều khiển quang hợp để tăng năng suất cây trồng.....	121
Câu hỏi ôn tập chương IV	128
Chương V. Hô hấp trong quá trình nảy mầm và trong bảo quản nông sản.....	129
I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ QUÁ TRÌNH HÔ HẤP.....	129
1. Định nghĩa.....	129
2. Vai trò của hô hấp đối với đời sống của thực vật.....	129
II. HÔ HẤP TRONG QUÁ TRÌNH NẢY MẦM CỦA HẠT GIỐNG	131
1. Những biến đổi về sinh lý và hoá sinh đặc trưng trong quá trình nảy mầm	131
2. Các biện pháp điều chỉnh hô hấp trong quá trình ngâm ủ hạt giống.....	132
III. HÔ HẤP TRONG BẢO QUẢN NÔNG SẢN PHẨM.....	133
1. Phân loại nông sản phẩm và đặc tính chung của chúng.....	133
2. Một số hoạt động sinh lý của khối nông sản trong quá trình bảo quản.....	135
3. Biện pháp bảo quản nông sản phẩm	140
Câu hỏi ôn tập chương V.....	144

Chương VI. Ứng dụng chất điều hoà sinh trưởng trong trồng trọt	145
I. MỘT SỐ KHÁI NIỆM LIÊN QUAN ĐẾN CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG THỰC VẬT.....	145
1. Khái niệm chung.....	145
2. Sự cân bằng hocmon trong cây	146
3. Nguyên tắc sử dụng các chất điều tiết sinh trưởng	149
II. ỨNG DỤNG CỦA CHẤT ĐIỀU HOÀ SINH TRƯỞNG TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP	150
1. Kích thích sự sinh trưởng nhanh, tăng chiều cao cây, tăng sinh khối và tăng năng suất cây trồng	150
2. Kích thích sự ra rễ bất định của cành giâm, cành chiết trong nhân giống vô tính cây trồng	153
3. Điều chỉnh sự ngủ nghỉ của hạt, củ	155
4. Điều khiển sự ra hoa	157
5. Điều khiển sự chín của quả	161
6. Điều khiển sự rụng	162
7. Điều chỉnh sự phát sinh hình thái trong nuôi cấy mô, tế bào	164
8. Điều chỉnh sự phân hoá giới tính	165
9. Các ứng dụng khác của chất điều tiết sinh trưởng	166
Câu hỏi ôn tập chương VI	168
Chương VII. Điều chỉnh sự phát sinh hình thái của cây.....	169
I. KHÁI NIỆM VỀ SỰ PHÁT SINH HÌNH THÁI CỦA CÂY TRỒNG	169
1. Điều chỉnh sự tương quan sinh trưởng của cây.....	170
2. Điều chỉnh sự ra rễ bất định trong nhân giống vô tính cây trồng.....	171
3. Điều chỉnh ưu thế ngọn trong kỹ thuật tạo hình cho cây công nghiệp, cây ăn quả, cây cảnh	172
4. Điều chỉnh ra hoa và ra hoa trái vụ cho cây ăn quả	173
5. Ứng dụng quang chu kỳ và xử lý nhiệt độ thấp cho cây trồng trong sản xuất.....	178
Câu hỏi ôn tập chương VII	182
B. PHÂN THỰC TẬP	183
Bài 1. Hiệu quả của chất điều tiết sinh trưởng đến khả năng ra rễ bất định của cành chiết, cành giâm.....	183
Bài 2. Giới thiệu và kiến tập phương pháp nhân giống vô tính cây trồng bằng kỹ thuật nuôi cấy in vitro.....	186
Bài 3. Nghiên cứu về trao đổi nước của cây.....	191
Bài 4. Nghiên cứu về dinh dưỡng khoáng của cây	194
Bài 5. Phương pháp trồng cây không dùng đất	197
Bài 6. Phương pháp xác định chỉ số diện tích lá (LAI) theo Monsi.....	201
Bài 7. Điều chỉnh hô hấp trong quá trình nảy mầm và trong bảo quản nông sản.....	203
Bài 8. Ứng dụng chất điều hoà sinh trưởng trong trồng trọt.....	205
TÀI LIỆU THAM KHẢO	208

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN CAO DOANH

Biên tập và sửa bản in
THẾ HẢI

Trình bày, bìa
THANH BÌNH

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

6/167 Phương Mai, Đống Đa, Hà Nội

ĐT: 04. 5763470 - 8521940 - FAX: (04) 5760748

CHI NHÁNH NXB NÔNG NGHIỆP

58 Nguyễn Bình Khiêm, Q.1, Tp. Hồ Chí Minh

In 1.000 bản, khổ 19 × 27cm tại Xưởng in ĐHNN 1. Giấy xác nhận đăng ký KHXB số 253 - 2007/CXB/70 - 37/NN do CXB cấp ngày 5/4/2007. In xong và nộp lưu chiểu quý III/2007.