



PGS.TS NGUYỄN NHƯ HIỀN
TS NGUYỄN NHƯ ẮT

Công nghệ sinh học và ứng dụng vào phát triển nông nghiệp nông thôn



THANH NIÊN



**Công nghệ sinh học
và ứng dụng vào phát triển
nông nghiệp nông thôn**



PGS.TS NGUYỄN NHƯ HIỀN
TS NGUYỄN NHƯ ẮT

Công nghệ sinh học và ứng dụng vào phát triển nông nghiệp nông thôn

(In lần thứ hai, có sửa chữa, bổ sung)



NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

HỘI ĐỒNG CHỈ ĐẠO

- GS.TS PHẠM TẮT DONG, nguyên Phó Trưởng Ban Khoa giáo Trung ương Đảng: Chủ tịch Hội đồng.
- Đ/c VŨ VĂN TÁM, nguyên Bí thư Trung ương Đoàn, Phó Chủ tịch.
- Đ/c NGUYỄN VĂN VỌNG, Thứ trưởng Bộ GD&ĐT: Phó Chủ tịch.
- Đ/c MAI THỜI CHÍNH, Q.Giám đốc NXB Thanh Niên: Phó Chủ tịch thường trực.
- Đ/c NGUYỄN HÙNG, Phó Giám đốc Trung tâm Lao động - Hướng nghiệp, Bộ GD&ĐT: Ủy viên.
- Đ/c NGHIÊM TRỌNG QUÝ, Trưởng Ban Tiêu chuẩn nghề, Tổng cục dạy nghề: Ủy viên.
- Đ/c PHẠM HUY THỤ, Phó Chủ tịch kiêm Tổng thư ký Hội Giáo dục Hướng nghiệp: Ủy viên.

CÁC TÁC GIẢ:

PGS.TS. NGUYỄN NHƯ HIỂN
TS. NGUYỄN NHƯ ẮT

● PGS.TS NGUYỄN VIỆT SỰ,
Nguyên Giám đốc Trung
tâm GDTHCN và Dạy nghề,
Viện nghiên cứu KHGD, Bộ
GD&ĐT: Ủy viên.

● PGS.TS NGUYỄN ĐỨC TRÍ,
Trưởng Ban Giáo dục chuyên
nghiệp, Viện nghiên cứu
phát triển GD, Bộ GD&ĐT:
Ủy viên.

● GS.TS VŨ VĂN TẢO,
Nguyên Vụ trưởng - Trợ lý Bộ
trưởng Bộ GD-ĐT: Ủy viên.

● TS. NGUYỄN NHƯ ẮT:
Ủy viên thường trực.

● Đ/c NGUYỄN THIỀU HOA,
Trưởng Ban Biên tập sách
Khoa học - Lối sống, NXB
Thanh Niên: Ủy viên.

LỜI GIỚI THIỆU

Bước vào thế kỷ XXI, sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước được đặt trước yêu cầu bức thiết: rút ngắn thời gian bằng những bước nhảy vọt. Con đường đó chỉ có thể thực hiện bằng một nguồn nhân lực đủ năng lực nội sinh để thực hiện mục tiêu xây dựng thành công đất nước công nghiệp sau vài ba thập kỷ.

Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ IX của Đảng đã khẳng định phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá, phát huy tư duy khoa học và năng lực nghiên cứu, tự học, tự hoàn thiện học vấn và tay nghề của thanh niên, coi trọng công tác hướng nghiệp và chuẩn bị lao động nghề nghiệp đối với những thế hệ học sinh, sinh viên cho phù hợp với chuyển dịch cơ cấu kinh tế trong cả nước và từng địa phương.

Theo phương hướng chuẩn bị cho thanh niên - học sinh vào đời trên đây, trong những năm tới, Nhà nước sẽ tăng ngân sách đầu tư cho giáo dục và đào tạo theo nhịp độ tăng trưởng kinh tế. Nhờ đó, các loại hình trường trung học, nhất là hệ thống dạy nghề sẽ trở nên đa dạng hơn và hiện đại hơn, thanh niên sẽ được trang bị hơn về kiến thức sản xuất và nghề nghiệp, kỹ năng lao động và năng lực tiếp thu công nghệ mới để tự tạo việc làm, chủ động tìm kiếm cơ hội lập thân, lập nghiệp.

Quán triệt tư tưởng giáo dục - hướng nghiệp của Đảng, Ban Bí thư Trung ương Đoàn Thanh niên Cộng sản Hồ Chí Minh đã có sáng kiến phối hợp với Ban Khoa giáo Trung ương, Bộ Giáo dục và Đào tạo tổ chức, biên soạn, phát hành bộ sách "Hướng nghiệp cho thanh niên".

Nhiều Bộ, ngành cùng nhiều Tổng Công ty và doanh nghiệp lớn đã tích cực ủng hộ cho sự ra mắt bộ sách này thông qua việc tự giới thiệu về lĩnh vực hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ... của mình bằng những thông tin chủ yếu sau đây:

- Phương hướng, nhiệm vụ kế hoạch 5 năm (2001-2005);

- Chiến lược phát triển 2001-2010 và tầm nhìn 2020;

- Nhu cầu tuyển dụng nhân lực từng thời kỳ;

- Hệ thống ngành nghề cơ bản thuộc lĩnh vực mình quản lý;

- Những điều kiện lao động nghề nghiệp cụ thể;

- Yêu cầu đào tạo, hướng giải quyết việc làm, lập thân, lập nghiệp.

Trước yêu cầu có tính cấp thiết của công tác hướng nghiệp, bộ sách được tổ chức, biên soạn trong một thời gian rất ngắn. Do đó, việc hoàn thiện trong giai đoạn tiếp theo là cần thiết. Rất mong trong quá trình hướng dẫn thanh niên, học sinh làm theo những chỉ dẫn của bộ sách này, các thầy cô giáo, các nhà báo, nhà hoạt động xã hội, nhà khoa học... sẽ cho ý kiến cụ thể về những thiếu sót trong nội dung để chúng tôi thấy được hướng bổ sung, sửa chữa.

Ý kiến đóng góp xin gửi về địa chỉ:

Ban biên tập bộ sách

“Hướng nghiệp cho thanh niên”

NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

62 Bà Triệu - Hà Nội

ĐT: (04) 8229077; Fax: (04) 9436024

T/M HỘI ĐỒNG CHỈ ĐẠO

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

PHÓ TRƯỞNG BAN KHOA GIÁO T.W

GS.TS PHẠM TẮT DONG

LỜI MỞ

Đại hội Đảng Cộng sản Việt Nam lần thứ VIII và IX khẳng định mục tiêu cụ thể của cách mạng Việt Nam “Đến năm 2020, nước ta cơ bản trở thành một nước công nghiệp theo hướng hiện đại”. Đẩy mạnh CNH, HĐH gắn với phát triển kinh tế tri thức, “phải coi tri thức là yếu tố quan trọng của nền kinh tế và CNH, HĐH”... “phát triển công nghệ cao nhất là công nghệ thông tin, công nghệ sinh học và công nghệ vật liệu mới”... (1)

Trong giai đoạn phát triển CNH, HĐH đất nước, Ban Chấp hành TƯ Đoàn TNCS Hồ Chí Minh đã kiến nghị với Đảng về ba giải pháp thanh vận, trong đó nhấn mạnh nội dung: “Đặc biệt coi trọng việc làm cho thanh niên, mở rộng các ngành nghề mới, khôi phục các nghề truyền thống, chú trọng đầu tư công nghệ về bảo quản chế biến, phát triển xây dựng kết cấu hạ tầng ở nông thôn, thúc đẩy quá trình chuyển giao tiến bộ khoa học kỹ thuật và công nghệ mới, nhất là công nghệ sinh học trên địa bàn nông thôn rộng lớn để thu hút lao động trẻ đang thiếu việc làm...” (2)

Như vậy, chúng ta đều thấy rõ công nghệ sinh học có vai trò đặc biệt quan trọng trong sự nghiệp CNH, HĐH đất nước. Thông qua nội

(1) BCCT ĐHD X.

(2) Hoàng Bình Quân, Bí thư TƯ Đoàn, Báo cáo tham luận tại ĐH Đảng IX.

dung cuốn sách này, các bạn sẽ thấy công nghệ sinh học có quan hệ đến nhiều lĩnh vực kinh tế và cuốn sách này giúp các bạn thanh niên tìm hiểu về khái niệm, bản chất và xu hướng phát triển của công nghệ sinh học, các tác động về kinh tế xã hội, thời cơ, thử thách và những vấn đề đặt ra đối với Việt Nam trước xu thế phát triển của công nghệ sinh học, vì thế cuốn sách đã hệ thống lại kiến thức cơ bản và nêu ý nghĩa thực tiễn của công nghệ sinh học, điều này còn có ích cho các bạn sinh viên các khoa Sinh, các ngành Nông nghiệp, Lâm nghiệp, Thủy sản, Y khoa...

Công nghệ sinh học và ứng dụng vào nông nghiệp phát triển nông thôn là một trong các sách thuộc lĩnh vực "Hương nghiệp nông nghiệp". Bởi thế các tác giả không thể đề cập rộng đến vai trò công nghệ sinh học trong mọi lĩnh vực mà cố gắng đi sâu vào ý nghĩa công nghệ sinh học trong sự phát triển nông nghiệp và nông thôn, trên cơ sở đó các bạn có thể định hướng cho mình nghề nghiệp tương lai hoặc gắn trực tiếp với công nghệ sinh học, hoặc có quan hệ gián tiếp với thành tựu công nghệ sinh học.

Lần tái bản này, mục tiêu cuốn sách vẫn giữ nguyên, nhưng tài liệu được cập nhật hoá. Chúng tôi sẽ rất trân trọng đón nhận và cảm ơn những ý kiến nhận xét, góp ý của các thầy cô giáo phụ trách công tác hương nghiệp các trường, các nhà khoa học, nhà sư phạm và bạn đọc cả nước về nội dung sách đăng kịp thời sửa chữa bổ sung sau này.

Hà Nội 6-2006

PGS.TS NGUYỄN NHƯ HIẾN

Nguyên Chủ nhiệm bộ môn Động vật thực nghiệm Khoa Sinh - Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn.

TS NGUYỄN NHƯ ẮT

NHỮNG CHỮ VIẾT TẮT

CHỮ VIẾT TẮT	CHỮ VIẾT ĐẦY ĐỦ
BCHTU	Ban chấp hành trung ương
BCT	Bộ Chính trị
BCCTĐHĐ	Báo cáo chính trị Đại hội Đảng
BCPHKH	Báo cáo phương hướng kế hoạch
CD	Cao đẳng
CNSH	Công nghệ sinh học
CNH	Công nghiệp hoá
CP	Chính phủ
CNXH	Chủ nghĩa xã hội
DNNN	Doanh nghiệp Nhà nước
ĐH	Đại học
GD	Giáo dục
GD-ĐT	Giáo dục và đào tạo
HDH	Hiện đại hoá
HTX	Hợp tác xã
KHKTCN	Khoa học kỹ thuật công nghệ
KHNN	Khoa học nông nghiệp
NN	Nông nghiệp
NN và PTNN	Nông nghiệp và phát triển nông thôn
NQ	Nghị quyết
PT	Phổ thông
TH	Trung học
TƯ	Trung ương
VN	Việt Nam
XHCN	Xã hội chủ nghĩa

MỞ ĐẦU

1. KHÁI NIỆM CNSH

CNSH là một tập hợp các ngành khoa học và công nghệ (sinh học phân tử, di truyền học, vi sinh vật học, sinh hoá học và công nghệ học) nhằm tạo ra các công nghệ khai thác ở qui mô công nghiệp các hoạt động sống của vi sinh vật, tế bào thực vật và động vật để sản xuất các sản phẩm có giá trị phục vụ đời sống, phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường.

Hiện nay, CNSH thường được xem là bao gồm các loại công nghệ và kỹ thuật chủ yếu: công nghệ vi sinh, công nghệ tế bào và mô, công nghệ enzym, kỹ thuật di truyền (còn gọi là công nghệ gen).

2. SỰ RA ĐỜI VÀ PHÁT TRIỂN CỦA CNSH

Khái niệm về CNSH (Biotechnology) được sử dụng phổ biến trên thế giới ở cuối thế kỷ 20. Nhưng thực ra hàng ngàn năm trước tổ tiên chúng ta đã biết ứng dụng CNSH vào đời sống thực tiễn, như ứng dụng quy trình CNSH vi sinh vật để sản xuất phoma, làm

bánh mỳ, sản xuất rượu, bia, làm giấm, làm tương và chế biến bảo quản nhiều thực phẩm khác.

Qua thực tiễn quan sát thế giới xung quanh, chính người xưa đã có những hiểu biết tự phát và kinh nghiệm về quá trình lên men, ứng dụng chuyển thành quy trình sản xuất thực phẩm, nhất là rượu, bia, bánh mỳ. Nhưng phải chờ đến khi ngành vi sinh vật học thế kỷ 19 ra đời con người mới hiểu được bản chất của quy trình kỹ thuật vi sinh (CNSH vi sinh vật) và khi ngành sinh học phân tử xuất hiện (1953) đến nay thì CNSH mới phát triển rực rỡ.

Người ta phân chia 3 giai đoạn phát triển CNSH:

- *Giai đoạn CNSH cổ đại*: (thực chất là trình độ công nghệ vi sinh cổ đại).

- *Giai đoạn CNSH truyền thống*: Mở đầu nhờ phát minh của nhà bác học Pháp Pasteur (1855) phát hiện ra vi sinh vật là nguyên nhân gây bệnh, làm thối rữa xác động, thực vật, khai sinh ra ngành vi sinh vật học. Trên cơ sở đó con người đã phát triển ngành công nghiệp lên men vào cuối thế kỷ 19, đầu thế kỷ 20 sản xuất các dung môi hữu cơ như aceton, ethanol, butanol, isopropanol. Tiếp đó, CNSH phát triển thành công nghệ sản xuất thuốc kháng sinh penicillin, khởi nguồn gắn với cống hiến của Fleming, Florey và Chain (1940).

- *Giai đoạn CNSH hiện đại*: Được đánh dấu bởi phát minh của Crick và Watson xây dựng được mô

hình cấu trúc xoắn kép của ADN (1953) mở đầu ngành sinh học phân tử, tạo nên bước tiến vĩ đại của sinh vật học thành ngành khoa học hiện đại. Tiếp theo là việc tổng hợp được các loại protein nhân tạo (Katsoyannis, Zahn, Kung, 1963-1965) và việc tổng hợp được gene (Gilbert và Villa-Komaroff, 1980) đánh dấu sự ra đời kỹ thuật ADN tái tổ hợp (cho phép cắt và ghép nối các phân tử ADN).

Như vậy CNSH hiện đại được chính thức chăm lo và chú trọng phát triển từ những năm đầu của thập kỷ 80 thế kỷ trước tại các nước công nghiệp phát triển, còn đối với khu vực các nước đang phát triển thì chủ yếu từ những năm 90 trở lại đây. Đến nay hầu hết các nước đều coi CNSH là một hướng khoa học công nghệ ưu tiên đầu tư và phát triển.

Căn cứ vào tỷ lệ kinh phí đầu tư cho nghiên cứu ứng dụng và triển khai của các doanh nghiệp dành cho CNSH, người ta phân thành ba loại nước có trình độ phát triển CNSH khác nhau. Loại nước dẫn đầu tỷ lệ này lên tới 70% (Mỹ, Đức, Nhật), những nước loại trung bình mới có 30% (Hàn Quốc, Singapo), còn những nước đang phát triển thì tỷ lệ đó hầu như không đáng kể, chủ yếu do đầu tư của CP. VN thuộc nhóm thứ ba.

3. CÔNG NGHIỆP SINH HỌC

Kỹ thuật công nghiệp sinh học dựa trên cơ sở

thành tựu của CNSH. Quá trình chuyển hoá các tri thức và kỹ thuật về sự sống thành quy trình sản xuất đã tạo ra ngành công nghiệp sinh học. Như vậy CNSH là quá trình sản xuất hàng loạt với qui mô lớn các sản phẩm sinh học bao gồm các cơ thể sống (hàng trăm triệu cây trồng, vật nuôi), sinh khối tế bào động, thực vật và vi sinh vật, các chế phẩm sinh học, các vacxin và các thuốc chữa bệnh.

CNSH được coi là lĩnh vực công nghệ cao trong nền kinh tế tri thức.

Chúng tôi dẫn ra những số liệu thống kê (năm 1999) từ *Hướng dẫn CNSH của Hội Sinh học quốc tế* (BIO's Guide to Biotechnology) về giá trị sản lượng của một số sản phẩm CNSH trên thị trường thế giới để bạn đọc hình dung được tình hình phát triển CNSH thế giới hiện thời.

Kháng sinh và kháng sinh thế hệ mới: 12 tỷ USD;

Các protein trị liệu (interferon, insulin...), 8 protein đã thương mại hóa: 1 tỷ USD;

Các sản phẩm lên men (các axit hữu cơ polysacharit...): 7 tỷ USD;

Các loại thuốc sâu sinh học: 8 tỷ USD;

Công nghệ chế biến nông sản: 150 tỷ USD;

Công nghệ giống cây trồng (kể cả in vitro): 120 tỷ USD;

CNSH phục vụ chăn nuôi: Tổng hợp các chất bảo vệ động vật, nuôi cấy phôi...: 100 tỷ USD;

Cũng từ nguồn tài liệu trên dự báo giá trị sản lượng CNSH (tỷ USD) vào năm 2000 và năm 2010 so với năm 1998 của cả thế giới là: năm 1998: 40-65, năm 2001: 215, năm 2010: 1.000.

Mặt khác, các bạn cũng sẽ thấy một đặc điểm của CNSH hiện đại (cũng như các công nghệ hiện đại khác) là thời gian cần thiết để chuyển đổi từ phát minh khoa học thành công nghệ sản xuất ngày càng được rút ngắn dần, tới mức không còn có sự phân chia giai đoạn và đòi hỏi các cơ sở nghiên cứu cần được đầu tư triển khai và ngược lại các cơ sở sản xuất cũng phải có chương trình nghiên cứu ứng dụng và triển khai ngay kế hoạch phát triển (*xem bảng 1*).

4. CNSH - CÔNG NGHỆ CAO CỦA KỸ NGUYÊN KINH TẾ TRI THỨC TRONG THẾ KỶ 21

Các mũi nhọn của nền kinh tế tri thức là công nghệ thông tin, công nghệ vật liệu nano, công nghệ tự động hóa và CNSH.

Theo định nghĩa chung của Tổ chức Liên hợp quốc thì một ngành kinh tế phải có ít nhất 70% công nghệ cao thay thế công nghệ truyền thống mới được coi là ngành công nghệ cao. Vậy trong CNSH những lĩnh vực được coi là công nghệ cao gồm kỹ thuật then chốt quyết định sự ra đời của CNSH hiện đại, tức là kỹ thuật ADN tái tổ hợp, trong một phạm trù chung là

Bảng 1:

Thời gian cần thiết để hình thành công nghệ sản xuất từ phát minh khoa học trong lĩnh vực CNSH

TT	Phát minh khoa học	Năm	Chuyển thành công nghệ	Năm	Thời gian cần (năm)
1	Chất kháng khuẩn	1910	Sản xuất kháng sinh	1940	30
2	Tái sinh cây từ mô sẹo	1950	Nhân nhanh giống cây in vitro	1975	25
3	Chuyển gen	1980	Sản xuất giống cây chuyển gen	1995	15
4	ADN tái tổ hợp	1980	Vacxin tái tổ hợp	1990	10
5	Tạo dòng vô tính động vật (cloning ĐV)	1997	Giống vật nuôi được tạo dòng vô tính kiểu công nghiệp	?	5 (?)
6	Chip ADN	1999	Sản xuất công nghiệp chip chẩn đoán	?	3 (?)

công nghệ gen. Các lĩnh vực hiện nay mang tính công nghệ cao của CNSH bao gồm: sản xuất công nghiệp các sản phẩm bằng công nghệ tế bào và công nghệ

enzym, và công nghệ gen bao gồm công nghệ lên men vi sinh vật, cấy mô tế bào thực vật hoặc động vật, công nghệ chuyển hoá thông qua enzym.

Bởi lẽ đó, trong 20 năm đầu của thế kỷ 21 ta vừa chú trọng CNSH truyền thống, vừa từng bước xây dựng CNSH trình độ cao. Hiện nay cũng chưa có dự đoán đầy đủ về tầm nhìn xa hơn của CNSH VN, nhưng ngay từ đầu thập kỷ cuối của thế kỷ 20, Đảng và Nhà nước ta đã sớm hoạch định chính sách, có đề cương về phát triển CNSH ở VN đến năm 2020: “Cùng các ngành công nghệ mũi nhọn khác (công nghệ thông tin, công nghệ tự động hoá và công nghệ vật liệu mới), CNSH sẽ góp phần khai thác tối ưu các nguồn lực của đất nước phục vụ phát triển sản xuất, nâng cao chất lượng đời sống của nhân dân và chuẩn bị những tiền đề cần thiết về mặt công nghệ cho đất nước tiến vào thế kỷ 21”. (Nghị quyết của Chính phủ số 18-CP ngày 11-3-1994 và Quyết định số 11/2006/QĐ-TTg ngày 12.01.2006)

5. Ý NGHĨA THỰC TIỄN CỦA CNSH

Trong các chương đầu cuốn sách các bạn sẽ có dịp tìm hiểu bản chất khoa học của CNSH nói chung và các lĩnh vực CNSH cụ thể, nhờ vậy bạn được trang bị một phần vốn tri thức phổ thông cần thiết về khoa học công nghệ của con người sống trong thế kỷ 21. Bởi lẽ sống trong thời đại đang tiến tới kinh tế tri thức thì một người được xem là “có văn hoá” phải có những hiểu biết tối thiểu về các công nghệ trọng tâm và mũi

nhọn của nền kinh tế tri thức. Các bạn không thể thờ ơ với sản phẩm NN chuyển gen; được phẩm kháng sinh thế hệ mới; sản phẩm NN an toàn có ưu thế cạnh tranh trên thị trường toàn cầu; về nạn ô nhiễm môi trường toàn cầu, nhưng nhờ các biện pháp CNSH mà đảm bảo môi trường sinh thái bền vững...

Là người VN, bạn cũng cần quan tâm đến tiềm năng và tiền đồ của kinh tế VN hội nhập kinh tế thế giới bằng nghiên cứu ứng dụng và triển khai về công nghệ thông tin và CNSH.

Nhưng mục tiêu chính của cuốn sách chuyên đề về hướng nghiệp NN này là ở chỗ giúp các bạn thấy những thách thức và triển vọng lớn của nước ta về các loại nghề nghiệp, chuyên môn liên quan với CNSH khi tiến hành CNH, HĐH NN, NT.

Bạn nuôi hoài bão trở thành nhà khoa học nghiên cứu về CNSH ở VN (và thế giới nói chung)? Vâng, đó là con đường vinh quang đầy hứa hẹn!

Bạn sẽ là nhà nông học hiện đại VN góp phần vào hoạt động chuyển giao tiến bộ CNSH tại NT cùng nông dân? Tại sao không!

Bạn sẽ là nhà nông của nền NN CNH, HĐH VN? Lực lượng này rất lớn, thanh niên VN cần hướng theo. Nhưng chân dung của một nhà nông VN như thế nào ở thế kỷ 21, đang tiếp cận với kinh tế tri thức nền kinh tế VN hội nhập toàn diện với kinh tế thế giới, VN vào WTO? Dứt khoát sẽ không còn là người nông dân

thời đại “con trâu là đầu cơ nghiệp”, thụ động trông chờ “mưa thuận gió hoà”, sống lâu mới thành “lão nông tri điền”. Các bạn cần hình dung đó phải là lớp trẻ nông dân có tri thức khoa học và công nghệ ở mức tiên tiến, cập nhật, có kỹ năng thực hành, vừa là người biết tổ chức sản xuất - kinh doanh (chủ trang trại gia đình, nhân viên quản lý DNNN), vừa thạo kỹ thuật công nghệ (biết về tin học, vững về CNSH), là thành viên của các câu lạc bộ “chủ trang trại tỷ phú”, “khuyến nông, khuyến lâm, khuyến ngư” để làm giàu cho bản thân và cho đất nước, cạnh tranh được với các nền kinh tế thế giới trong tổ chức WTO.

Cuốn sách nhỏ này sẽ cùng bạn trao đổi về con đường “lập thân lập nghiệp” hiện thời (với thanh niên đang sản xuất NN) và cho mai sau (với các bạn học sinh, sinh viên còn ngồi trên ghế nhà trường) trên chính mảnh đất thân yêu của quê hương ta.

NỘI DUNG VÀ PHÂN LOẠI CÔNG NGHỆ SINH HỌC

I. TỪ SINH HỌC PHÂN TỬ ĐẾN KỸ THUẬT GEN VÀ CÔNG NGHỆ SINH HỌC

1. SINH HỌC PHÂN TỬ

Sinh học phân tử (Molecular Biology) được khai sinh từ năm 1953, là năm công bố công trình của hai nhà khoa học J.D.Watson và F. Crick về cấu trúc của phân tử ADN (axít deoxyribonucleic) là phân tử chứa thông tin di truyền (hai ông đã được *Giải thưởng Nobel* năm 1964). Thông tin di truyền được mã hoá bởi mã bộ ba (Codon) nucleotit trong mạch polinucleotit. Trình tự của 3 nucleotit trong mạch polinu-

cleotit qui định cho trình tự của 1 axit amin trong mạch polipeptit. Một đoạn trong mạch polinucleotit qui định cho polipeptit nào đó tạo nên một gen. Như vậy ta có thể nói gen mang thông tin di truyền và là nhân tố di truyền mà G.Mendel đã giả định từ 1865, khi ông công bố công trình của mình về qui luật phân ly các tính trạng qua các thế hệ.

Sinh học phân tử được xem là khoa học nghiên cứu cấu tạo, chức năng, sự phát sinh và phát triển của thế giới sống ở mức độ phân tử. Tất cả các tính trạng hình thái và sinh lý của bất kỳ một cơ thể sống đều do phân tử protein qui định. Tính đa dạng sinh học, tính đặc trưng trong cấu tạo mô, cơ quan của cơ thể, tính trao đổi chất, sinh trưởng, sinh sản, phản ứng và thích nghi với môi trường sống, cơ thể lành hay cơ thể bị bệnh đều do protein quyết định. Đến lượt mình phân tử protein do các gen (tức phân tử ADN) quyết định.

Chúng ta, ngày nay đã rất quen biết, khi qua phương tiện thông tin đại chúng với các khái niệm gen lùn, gen quen thuốc, gen chịu mặn, chịu phèn, gen ung thư, thậm chí gen “thông minh”, với ý nghĩa rằng gen quyết định protein, protein quyết định tính trạng của cơ thể sống. Nói theo các nhà di truyền học thì kiểu gen (genotype) dưới tác động của môi trường sẽ quyết định kiểu hình (phenotype). Nói như thế để thấy rằng con đường từ kiểu gen đến kiểu hình là con đường phức tạp, có thể trực tuyến hoặc gián tuyến qua nhiều giai đoạn cấp bậc lệ thuộc. Sinh học phân

tử hiện nay đã đạt nhiều thành tựu to lớn, bao gồm các điểm chủ yếu sau đây:

- Tìm hiểu được bản chất hoá học của gen là ADN (có thể là ARN - axit ribonucleic - như đối với một số virus, ví dụ virus HIV gây bệnh AIDS ở người).

- Tìm hiểu được cấu trúc phân tử của gen và xác định rõ khái niệm *gen*- (gene) và *hệ gen* (genome). Gen là một đoạn của phân tử ADN xoắn kép chứa nucleotit qui định phân tử polipeptit (protein). Loại gen này được gọi là gen cấu trúc. Ngoài ra trong ADN còn tồn tại các loại gen khác như gen điều chỉnh, gen vận hành, gen mã hoá cho tARN (là phân tử axit ribonucleic chức năng vận chuyển và lắp ráp các axit amin đã tạo thành polipeptit) gen mã hoá cho rARN (là phân tử axit ribonucleic tham gia tạo nên riboxom là nơi xảy ra sự lắp ráp các polipeptit theo khuôn mARN).

Hệ gen là tập hợp tất cả gen của một cơ thể, hay nói chính xác hơn hệ gen là thể hiện tổ chức của gen trong ADN của cơ thể, bởi vì không phải tất cả ADN của cơ thể đều tạo nên các gen, mà có rất nhiều ADN đóng vai trò "không mã hoá", nghĩa là đóng vai trò phụ hỗ trợ cho tiến trình hoạt động của gen (*xem bảng 2*).

Bảng 2: Hàm lượng ADN, số lượng gen của một số cơ thể

Cơ thể	Hàm lượng ADN đơn bội	Số lượng gen
Escherichia coli (Vi khuẩn)	4,64 triệu đôi nucleotit	4400
Saccharomyces (Nấm men)	12,1 triệu đôi nucleotit	5.885
Drosophila (Ruồi quả)	180 triệu đôi nucleotit	13700
Homo sapiens (Loài người)	3.000 triệu đôi nucleotit	25.000

Qua bảng trên ta thấy không có sự tương ứng giữa hàm lượng ADN với số lượng gen mà ADN đó chứa. Ví dụ ở bọ vi khuẩn E.coli, ta thấy 1 gen tương ứng với khoảng trên 1.000 đôi nucleotit, ở Nấm men Saccharomyces, 1 gen tương ứng với khoảng 2.000 đôi nucleotit, ở Ruồi quả Drosophila, 1 gen tương ứng với 13.000 đôi nucleotit, còn ở Người thì 1 gen tương ứng với 120.000 đôi nucleotit, hay nói cách khác: nếu trung bình 1 protein chỉ tương ứng với khoảng từ 1.000 - 3.000 nucleotit thì ADN của Người phải chứa tới khoảng 1 triệu đến 3 triệu gen. Trong thực tế, theo tài liệu công bố vào năm 2004 thì hệ gen của Người chỉ có khoảng 25.000 gen. Một câu hỏi đặt ra cho các

nhà di truyền học là tại sao ở Người hàm lượng ADN gấp 17 lần so với Ruồi quả, nhưng số gen lại chỉ gấp đôi? Ở Người hàm lượng ADN nhiều thế để làm gì? Tại sao con Người về độ phức tạp tiến hoá hình thái và tập tính cao như vậy mà số lượng gen lại chỉ gấp đôi Ruồi quả? Đó là những vấn đề mà sinh học phân tử đang cố gắng lý giải. Thứ nhất là tuy hệ gen có phản ảnh mức độ tiến hoá trong quá trình *phát sinh chủng loại* (Phylogenesis) của loài nhưng khối lượng hệ gen (tức hàm lượng ADN) không tương ứng với mức độ tiến hoá. Đa số các loài trong lớp Ếch nhái có hàm lượng ADN nhiều gấp hàng chục, thậm chí hàng trăm lần so với loài Người. Ngay trong lớp Ếch nhái, mức độ sai khác về hàm lượng ADN giữa các loài cũng đạt mức hàng chục hoặc trăm lần. Hàm lượng ADN của *Salamandra* (1 bọn Ếch nhái có đuôi) đạt tới 90.000 triệu đôi nucleotit, tức gấp 30 lần so với Người. Trong khi đó ở Ếch *Rana esculenta*, hàm lượng ADN chỉ có 15.000 đôi nucleotit, nghĩa là ít hơn 6 lần so với *Salamandra*, nhưng nhiều hơn con Người 5 lần. Nếu máy móc đánh giá mức độ tiến hoá trên cơ sở hàm lượng ADN thì ta phải kết luận rằng, con *Salamandra* tiến hoá hơn con Ếch và con Ếch tiến hoá hơn con Người! Điều đáng ngạc nhiên là khi so sánh bộ gen của con Người với Khỉ cao (Khỉ Simpanzê) về hàm lượng ADN, số lượng gen thì độ sai khác chỉ 1 - 2%, nhưng về mức độ tiến hoá và độ sai khác về hình thái, nhất là về chức năng sinh lý và hoạt động tập tính thì độ sai khác ngược lại, nghĩa là đạt mức 90%. Tiến hoá

hoá học và phân loại học phân tử của thế kỷ 21 sẽ làm sáng tỏ phạm trù này.

Về vấn đề này, sinh học phân tử hệ gen đã cho ta một vài lý giải: Hàm lượng ADN quá nhiều so với số lượng gen được mã hoá (tức lượng thông tin di truyền) ở cơ thể bậc cao vì mấy lý do sau:

+ Các gen trong ADN có thể ở trạng thái đơn - tức chỉ một bản - *gen đơn bản*, khi phiên mã một lần sẽ chỉ cho ra một bản phiên ARN (dạng mARN), hoặc có thể ở dạng nhiều bản giống nhau - *gen lặp bản* (số gen lặp có thể đạt hàng chục, hàng trăm, thậm chí hàng nghìn bản) và khi chúng phiên mã đồng thời sẽ cho ra rất nhiều bản phiên ARN (dạng mARN hoặc tARN hoặc rARN). Ví dụ các gen mã hoá cho histon, gen rARN đều là gen lặp bản.

+ Một gen có cấu trúc không chỉ gồm các nucleotit mã hoá cho axit amin (được gọi là *exon* - đoạn có mang mã) mà còn gồm nhiều đoạn nucleotit không mã hoá (được gọi là *intron* - đoạn không mã hoá) xếp xen kẽ vào các đoạn exon trong cấu trúc của gen.

+ Mỗi gen đều có các nucleotit hỗ trợ khi gen hoạt động, đó là các nucleotit tạo nên các *đoạn điều khiển* (regulator), *đoạn vận hành* (promotor), *đoạn tăng cường* (enhancer), *đoạn ức chế* (silencer), cũng như mỗi gen đều có mã mở đầu, mã kết thúc, đoạn qui định một số đặc tính của phân tử ARN bản phiên, tức là những đoạn chứa nucleotit không mã hoá cho axit amin.

+ Ngoài ra, trong phân tử ADN chứa rất nhiều

nucleotit lặp lại, số lượng nucleotit trong đoạn lặp hoặc số đoạn lặp (không thuộc gen lặp) có thể đạt hàng chục tới hàng trăm. Người ta thường gọi các ADN này là *ADN dư thừa*, có khi đạt tới trên 50% hệ gen, có thể đó là do kết quả của tiến hoá hoặc người ta chưa biết được chức năng của chúng.

Hy vọng rằng trong thế kỷ 21, khi các hệ gen của đa số loài sinh vật quan trọng trong bậc thang phân loại cũng như số loài có ý nghĩa kinh tế được lập bản đồ và được giải mã sẽ cho chúng ta lý giải thích đáng.

Tìm hiểu được chức năng của gen. Gen trong cơ thể có các chức năng sau:

+ Gen cũng như hệ gen là nơi tích thông tin di truyền.

+ Gen có chức năng truyền thông tin di truyền từ thế hệ này qua thế hệ sau thông qua tính tự *tái bản* (replication) ở giai đoạn S của chu kỳ tế bào và sự phân đôi ADN về 2 tế bào con ở giai đoạn phân bào.

Sự tự tái bản của ADN dựa trên nguyên tắc bổ sung trong sợi kép ADN. Trong sợi kép ADN, bazơ Adenin (A) luôn liên kết với Timin (T) và Cytosin (C) luôn liên kết với Guanin (G). Khi ADN tái bản 2 sợi đơn ADN tách khỏi nhau và mỗi sợi đơn ADN được dùng làm khuôn để tổng hợp sợi đơn ADN mới bổ sung với sợi khuôn, vì vậy đã tạo ra 2 sợi ADN kép có trình tự nucleotit giống với sợi ADN kép mẹ ban đầu, do đó khi phân bào mỗi sợi kép ADN sẽ phân ly về tế bào con, kết quả là 2 tế bào con mang thông tin di

truyền giống mẹ.

+ Gen có chức năng *phiên mã* (transcription) tức là tạo ra phiên bản ARN gồm: mARN (ARN thông tin) là phiên bản chứa thông tin di truyền của gen dùng làm khuôn để lắp ráp các axit amin tạo thành protein đặc thù đúng như gen đã mã hoá; các rARN (ARN - riboxom)- để tạo nên riboxom là nơi tổng hợp protein và các tARN (ARN - vận chuyển) có vai trò vận chuyển các axit amin tới riboxom để lắp ráp thành protein. Sự tổng hợp protein trong tế bào được gọi là sự dịch mã (translation). Khi một gen nào đó sản sinh ra mARN và từ mARN tổng hợp nên protein do gen đó mã hoá, người ta bảo đó là sự biểu hiện của gen hay gen hoạt động. Trong tế bào và trong cơ thể tùy giai đoạn phát triển, tùy điều kiện môi trường, các gen trong hệ gen có thể ở trạng thái đóng (không biểu hiện hay không hoạt động), hoặc có thể ở trạng thái mở (biểu hiện hay hoạt động). Chính do cơ chế đóng - mở của gen dưới tác động của các nhân tố nội và ngoại bào, thông qua phân tử protein mà gen điều chỉnh được mọi cấu trúc, hoạt động sống của tế bào và cơ thể. Sự sai lệch trong cấu trúc của gen hoặc sự sai lệch trong chương trình đóng - mở của gen đều có thể dẫn đến sai lệch trong cấu tạo của mô, của cơ quan cũng như sai lệch trong các quá trình sinh lý của cơ thể, dẫn tới tình trạng bệnh lý.

+ Gen có thể bị biến đổi về cấu trúc cũng như hệ

gen có thể bị biến đổi về tổ chức, và những biến đổi đó có thể được di truyền cho thế hệ sau. Những biến đổi như vậy được gọi là *biến dị di truyền*. Biến dị di truyền có hai dạng là *đột biến* (mutation), và *biến dị tổ hợp* (genetic recombination). Đột biến là những biến đổi trong cấu trúc của phân tử ADN hoặc trong cấu trúc và số lượng nhiễm sắc thể (nhiễm sắc thể là cấu trúc được cấu tạo từ ADN liên kết với protein - Histon tạo nên các vật thể khu trú trong nhân tế bào). Đột biến là những biến dị di truyền do ngẫu nhiên hoặc do các tác nhân gây đột biến như bức xạ tử ngoại, phóng xạ ion hoá, hoá chất, nhiệt độ... còn biến dị tổ hợp là các biến dị di truyền do sự sắp xếp lại các gen trong ADN hoặc trong hệ gen gây nên bởi các cơ chế như: sự trao đổi chéo (hoán vị) của gen, sự phân ly độc lập và tổ hợp tự do của hệ gen khi tạo giao tử và hình thành hợp tử đối với các cơ thể sinh sản hữu tính, hoặc do sự sắp xếp lại các gen trong nội bộ ADN trong tế bào. Đột biến và chủ yếu là biến dị tổ hợp là cơ chế tạo nên sự đa dạng di truyền, từ đó tạo nên đa dạng sinh học của thế giới sinh vật.

Tìm hiểu được cấu trúc và chức năng của protein trong các hoạt động sống, đặc biệt là hệ protein có vai trò trong quá trình tái bản mã, phiên mã và dịch mã, cũng như hệ protein có vai trò vận chuyển chất qua hệ thống màng tế bào, hệ protein đóng vai trò thu nhận và truyền đạt thông tin. Sinh học phân tử đang tìm hiểu con đường từ *genom* (tổ hợp gen) *thông qua protein đến*

phenom (tổ hợp tính trạng), nghĩa là dưới sự điều khiển của hệ gen, các hệ protein được hình thành như thế nào, từ đó các tính trạng hình thái và sinh lý đặc thù của cơ thể được hình thành ra sao? Đó là những vấn đề về sinh học phân tử của sinh học thế kỷ 21.

2. TỪ SINH HỌC PHÂN TỬ ĐẾN KỸ THUẬT GEN

- Bắt đầu là kỹ thuật ADN tái tổ hợp. Khi các nhà khoa học đã biết rõ gen là gì, cấu trúc phân tử của ADN cùng chức năng của chúng, cũng như biết rõ các gen có thể được tái tạo lại do sự tổ hợp của các đoạn ADN khác nhau và có thể được chuyển từ hệ gen này sang hệ gen khác, từ tế bào này sang tế bào khác mà chúng vẫn hoạt động với tư cách là đơn vị mã hoá, thì các nhà khoa học đã sáng tạo ra *kỹ thuật ADN tái tổ hợp* (recombinant DNA). Kỹ thuật ADN tái tổ hợp được bắt đầu từ *chọn dòng gen*, (gene cloning). Chọn dòng một gen nào đó bao gồm kỹ thuật tách chiết gen đó (hoặc tạo ra gen đó bằng nhiều thủ thuật) và gắn gen đó vào một vectơ và thông qua vectơ đó để chuyển gen đó vào tế bào cần thiết. Vectơ để chọn dòng thường dùng là plasmid (là ADN có trong tế bào chất vi khuẩn) hoặc là ADN của virus.

Kỹ thuật ADN tái tổ hợp và chọn dòng gen được thực hiện từ 1972 trong phòng thí nghiệm của Paul Berg tại Đại học Stanford (năm 1980 ông được giải thưởng Nobel) là nhờ sử dụng hệ thống *enzym giới hạn* (restriction enzymes) được phát kiến vào năm

1970 do Hamilton Smith và Daniel Nathans (hai ông được Giải thưởng Nobel năm 1986). Enzym giới hạn là enzym có tác động cắt các đoạn ADN ở những vị trí nucleotit nhất định. Các nhà kỹ thuật di truyền sử dụng các enzym giới hạn như con dao cắt đặc thù để cắt rời các đoạn ADN mong muốn và dùng *enzym gắn kết* (ligase) để gắn các đoạn ADN tạo thành gen mong muốn. Như vậy các nhà sinh học có trong tay những dòng gen mong muốn và có thể sử dụng các gen này với các mục đích khác nhau.

- Kỹ thuật xử lý thao tác đối với các ADN tái tổ hợp được gọi là *kỹ thuật gen* (gene engineering) hay kỹ thuật di truyền. Người ta đã tạo ra insulin bằng kỹ thuật gen. Trên thế giới có hàng chục triệu người bị bệnh tiểu đường do thiếu hocmon insulin trong cơ thể. Để khắc phục, hằng ngày họ phải tiêm insulin vào máu... Trước năm 1982, để có được thuốc insulin, các nhà dược phẩm phải tách chiết insulin từ tụy tạng lợn hoặc bò. Thuốc insulin quá đắt, hơn nữa trên 5% bệnh nhân bị dị ứng vì insulin chiết xuất từ động vật khác với insulin do cơ thể người chế tiết, vì vậy các nhà kỹ thuật gen đã sản xuất ra insulin người trong tế bào vi khuẩn *E. coli* bằng kỹ thuật ADN tái tổ hợp vào năm 1979. Từ năm 1982 các nhà dược phẩm đã sản xuất insulin người thông qua tế bào *E.coli* để cung cấp cho thị trường với số lượng lớn và giá cả rẻ hơn nhiều.

3. TỪ KỸ THUẬT GEN ĐẾN CÔNG NGHỆ DI TRUYỀN

- Loại dược phẩm thứ hai được sản xuất theo kỹ thuật gen là hocmon tăng trưởng người HGH, được sản xuất thông qua vi khuẩn E.coli từ năm 1985. Kathy, bệnh nhân lùn đầu tiên được các bác sĩ cho tiêm HGH (sản xuất trong E.coli) từ lúc 10 tuổi, sau đó em sinh trưởng bình thường, đạt độ cao như một thanh niên khoẻ mạnh. Từ đó trở đi hàng loạt chất có hoạt tính sinh học và dược lý quan trọng được sản xuất theo công nghệ mới: *công nghệ di truyền* (Genetic Biotechnology) thông qua không chỉ tế bào vi khuẩn mà cả trong tế bào thực vật hoặc động vật.

- Một trong các nhiệm vụ quan trọng của công nghệ di truyền không chỉ là tạo lập ra các gen bằng con đường sinh học hoặc nhân tạo, xác định chức năng của các gen đó mà còn cần phải xây dựng một thư viện (ngân hàng) ADN tái tổ hợp và chọn dòng ADN bằng nhân bản ADN nhanh, nhiều trong phòng thí nghiệm với kỹ thuật PCR tự động (automatic Polymerase chaine Reaction) được phát kiến từ những năm 1985 (do Karl Mullis và cộng sự nhờ phát hiện ra ADN polimeraza chịu nhiệt từ bọt vi khuẩn sống trong các nguồn nước nóng); ngày nay là kỹ thuật quan trọng của các nhà di truyền học phân tử cũng như của các kỹ sư CNSH.

Hiện nay các nước Anh, Mỹ, Pháp, Đức, Nhật đều xây dựng các *Ngân hàng Gen* để lưu trữ các gen, các ADN với lý lịch chính xác về cấu trúc và chức năng để

cung cấp cho bất kỳ khách hàng nào, như là một thương phẩm. Với kỹ thuật PCR tự động, các kỹ sư CNSH có khả năng phân tích gen cụ thể cũng như hệ gen, hoặc tạo ra các gen mong muốn và nhân bản chúng để sử dụng cho các mục đích khác nhau như tạo ra các sản phẩm có ích, thuốc chữa bệnh, chuyển gen từ cơ thể này sang cơ thể khác phục vụ cho y - dược, nông nghiệp, công nghiệp... Như vậy, kỹ thuật gen đã trở thành công nghệ di truyền.

4. TỪ CÔNG NGHỆ DI TRUYỀN ĐẾN CNSH

Hiểu theo nghĩa hẹp thì công nghệ sinh học là quá trình ứng dụng kỹ thuật di truyền vào trong sản xuất nông - lâm - ngư nghiệp, y - dược, công nghiệp cũng như xử lý môi trường, trên cơ sở sinh học phân tử tức ở mức độ ADN và protein. Nhưng ngày nay, chúng ta thường hiểu theo nghĩa rộng hơn nghĩa là sử dụng các kỹ thuật xử lý, thao tác vật chất sống không chỉ ở mức độ phân tử mà cả ở mức độ tế bào và cơ thể. Vì hệ thống sống là hệ có tổ chức cao theo nhiều cấp bậc lệ thuộc nhau: mức độ phân tử (các axit nucleic, protein) mức độ tế bào (tế bào vi khuẩn, tế bào đơn bào, tế bào nấm, tế bào thực vật, động vật và con người), mức độ mô, cơ quan và cơ thể (sự đa dạng sinh học), mức độ quần thể và hệ sinh thái nên con người muốn khai thác, sử dụng, bảo vệ và tái tạo nguồn tài nguyên sinh học, muốn tự bảo vệ mình về sức khỏe, chống lại bệnh tật, chống suy thoái xã hội do ô nhiễm môi trường

sống thì phải xử lý các vật liệu sống và quá trình sống như là một hệ thống nhất. Cũng vì logic đó mà trên cơ sở công nghệ di truyền đã phát triển thành CNSH là một trong các ngành công nghệ mũi nhọn của cuối thế kỷ 20 và thế kỷ 21.

CNSH được phát triển nhanh chóng như hiện nay là do sự hiểu biết ngày càng sâu và chi tiết các quá trình sống ở mức độ phân tử, tế bào, cơ thể và quần thể do áp dụng nhiều kỹ thuật, phương pháp nghiên cứu mới, trong đó có phương pháp và kỹ thuật nuôi cấy tế bào cơ thể bậc cao in vitro, kỹ thuật lai tế bào soma, kỹ thuật chuyển gen, nhân bản vô tính động, thực vật.

II. PHÂN LOẠI CNSH VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN

Như trên đã nói, hiện nay, khi CNSH đã trở thành một ngành sản xuất có tầm chiến lược, có liên quan đến nhiều ngành sản xuất và hoạt động xã hội thì khái niệm CNSH không chỉ bó hẹp ở mức phân tử và tế bào, bó hẹp ở sản xuất các chất (chất thức ăn, chất thuốc, chất có hoạt tính sinh học, chất làm vật liệu... mà đã mở rộng ra ở mức độ cơ thể, quần thể và hệ sinh thái, trong đó bao gồm nhiều quá trình sản xuất và quản lý. Vì vậy đang tồn tại hai dạng CNSH là CNSH truyền thống và CNSH hiện đại. Thật ra cũng khó phân biệt rạch ròi đâu là CNSH truyền thống, đâu là CNSH hiện đại, vì hai loại CNSH này

trong nhiều dây chuyền sản xuất đã lồng vào nhau, kết hợp bổ sung cho nhau.

1. CNSH TRUYỀN THỐNG

Trước khi xuất hiện khái niệm “công nghệ sinh học” thì con người đã biết ứng dụng các thành tựu của khoa học sinh học vào trong thực tiễn sản xuất, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp và công nghiệp thực phẩm với các phạm trù như vi sinh vật học ứng dụng, sinh hoá ứng dụng, di truyền chọn giống gia súc, cây trồng, công nghiệp lên men rượu, bia, sữa chua, tương, giấm, nước chấm... từ thế kỷ 18, 19 và nay cũng đã trở thành một dạng CNSH với mục tiêu sản xuất theo qui mô công nghiệp, trong đó có ứng dụng những thành quả của sinh học hiện đại...

Ví dụ: Công nghiệp lên men vi sinh vật mà L.Pasteur đặt nền móng từ cuối thế kỷ 19, đã phát triển thành ngành *công nghiệp* chủ yếu của thế kỷ 20 và cả hiện nay để chế biến và bảo quản hàng loạt thực phẩm như sản xuất bánh mì, bánh ngọt, phoma, sữa chua, giấm, nước chấm..., đặc biệt là sản xuất các loại rượu, bia và các thức uống bổ dưỡng.

Nhiều công đoạn trong quá trình sản xuất đã được “công nghệ sinh học hoá” nhờ ứng dụng các thành tựu của sinh học phân tử và sinh học tế bào hoặc kết hợp với CNSH hiện đại. Ví dụ công nghệ hoá sản xuất cồn thành sản xuất glycerol, dây chuyền công nghệ biogas để sản xuất khí đốt và phân bón hữu cơ, công nghệ sản

xuất thuốc kháng sinh và các chất dinh dưỡng cũng như các chất thuốc khác nhau; các chất làm vật liệu...

Ví dụ: Kỹ thuật lai giống nhằm tạo ra các giống cây trồng, vật nuôi có năng suất cao, thích nghi với điều kiện sinh thái địa phương, chống chịu bệnh. Đây là kỹ thuật truyền thống mà cho tới nay vẫn tồn tại và là kỹ thuật chủ yếu để tạo giống trong chăn nuôi, trồng trọt. Tuy nhiên, kỹ thuật lai giống đã phát triển tới mức “công nghệ sinh học” vì đã ứng dụng hàng loạt thành tựu của di truyền học phân tử cũng như di truyền tế bào và di truyền phát triển, đặc biệt là phối hợp với CNSH hiện đại (kỹ thuật gen, kỹ thuật nuôi cấy tế bào, kỹ thuật nhân bản vô tính...) để tạo ra các giống cây trồng, vật nuôi theo mục tiêu được dự kiến trước, đáp ứng nhu cầu của xã hội.

Có thể dự đoán rằng trong thời gian tới, CNSH hiện đại sẽ hoà nhập với CNSH truyền thống để hình thành một nền CNSH cao về năng suất và chất lượng sản phẩm, đáp ứng được nhu cầu vật chất và tinh thần của nền kinh tế tri thức.

2. CNSH HIỆN ĐẠI

CNSH hiện đại bao gồm các công nghệ sau:

- CNSH thực vật (Plant Biotechnology) nhằm đối tượng là phân tử, tế bào, cơ thể thực vật, bao gồm công nghệ di truyền thực vật, công nghệ chuyển gen và nhân bản vô tính, công nghệ nuôi cấy tế bào thực vật.

- CNSH động vật (Animal Biotechnology) nhằm đối tượng là phân tử, tế bào, cơ thể động vật và cả con người, bao gồm công nghệ di truyền chuyển gen, công nghệ tế bào động vật, công nghệ nhân bản vô tính động vật và công nghệ y - dược.

- CNSH vi sinh vật (Micro Biotechnology) nhằm đối tượng là phân tử và tế bào các vi sinh vật (virus, vi khuẩn, tảo, vi nấm) bao gồm công nghệ di truyền, công nghệ lên men.

- CNSH protein và enzym (Enzyme Biotechnology) nhằm đối tượng là các phân tử axit amin, các protein và enzym, bao gồm CNSH protein và CNSH enzym. Nhiều nhà CNSH có xu hướng phân loại CNSH theo ngành sản xuất và phục vụ như: CNSH, CNSH y - dược, CNSH môi trường, CNSH chế biến và bảo quản thực phẩm, CNSH vật liệu, CNSH năng lượng... (xem bảng 3).

Bảng 3: Một số hướng phát triển của CNSH hiện đại

Lĩnh vực	Ứng dụng
Nông nghiệp	Tạo chủng vi sinh vật mới. Lên men để sản xuất các sản phẩm. Xây dựng các công nghệ sản xuất giống cây trồng, vật nuôi có năng suất cao, thích nghi với từng điều kiện sinh thái, chống chịu bệnh
Y tế	Sản xuất vaccin, kháng sinh, kháng thể đơn dòng, các thuốc phòng và chữa bệnh, liệu pháp gen, liệu pháp thay thế tế bào. Sử dụng các phân tử sinh học (protein, enzym, ADN, ARN) làm các bộ cảm biến sinh học, các chip sinh học để chẩn đoán bệnh và phân tích y tế.
Công nghiệp thực phẩm	Sản xuất các loại thực phẩm mới có giá trị dinh dưỡng cao, có giá trị thuốc - dinh dưỡng, các chất bổ sung (các vitamin, axit amin...). Sản xuất protein đơn bào, sản xuất enzym dùng trong công nghiệp thực phẩm.
Kiểm soát môi trường	Sử dụng các công nghệ xử lý rác và phế thải, công nghệ kiểm soát và dự đoán tình trạng ô nhiễm, bảo tồn các hệ sinh thái.
Năng lượng	Công nghệ biogas. Sản xuất ethanol, hydro làm nhiên liệu. Pin mặt trời.
Sản xuất hoá chất	Sản xuất các axit hữu cơ. Sản xuất các hoá chất làm vật liệu. Sản xuất enzym làm chất tẩy rửa... Sản xuất phân bón, thuốc trừ sâu tổng hợp không gây ô nhiễm.

III. GIÁ TRỊ KINH TẾ VÀ Ý NGHĨA XÃ HỘI CỦA CNSH

Hiện nay, CNSH đã trở thành một ngành công nghệ sản xuất phát triển cả về chiều sâu và chiều rộng. Các trường đại học, các viện nghiên cứu, các xí nghiệp, các công ty nhà nước, các công ty nhân, các thành phố, các vùng nông nghiệp đều làm CNSH. Tuy thuộc vào trình độ kỹ thuật, kinh tế mà CNSH phát triển có khác nhau và đem lại lợi nhuận khác nhau. Nhìn chung tại các nước phát triển như Anh, Mỹ, Tây Âu, Nhật... đầu tư lớn vào các ngành CNSH hiện đại để thu lợi nhuận rất lớn, còn tại các nước kém phát triển có xu thế phát triển, cải tiến CNSH truyền thống đòi hỏi ít vốn, ít kỹ thuật cao nhưng cũng đem lại lợi ích đáng kể. Tại các nước Anh, Mỹ và Tây Âu, CNSH có xu thế tư nhân hoá vì CNSH đem lại lợi nhuận lớn, doanh thu có thể đạt tới 100 tỷ đôla, hoạt động chủ yếu theo các hướng như các công ty CNSH chuyên nghiên cứu công nghệ tái tổ hợp ADN tạo ngân hàng gen, các công ty CNSH chuyên nghiên cứu và sản xuất thực vật chuyển gen, các công ty CNSH chuyên sản xuất dược phẩm, sản xuất protein và enzym, các công ty CNSH xuyên quốc gia sản xuất ở phạm vi tổng hợp như khai thác xử lý dầu khí, sản xuất thực phẩm, hoá mỹ phẩm, dược phẩm, chế biến nông phẩm, các công ty CNSH xử lý chế biến các chất thải, phế thải..., các công ty CNSH chuyên giải mã hệ gen của động vật và con người.

Sử dụng CNSH trong sản xuất các axit min, các dạng protein làm thực phẩm và thức ăn gia súc, gia cầm, tôm cá... cũng như sản xuất các loại enzym sử dụng cho nhiều ngành công nghiệp đã đem lại lợi ích to lớn và lợi nhuận kếch sù đạt hàng chục tỷ đôla, nhưng giá thành sản phẩm giảm đáng kể. Ví dụ áp dụng CNSH trong sản xuất thuốc cortison đã giảm giá cortison từ 200 đôla/g còn 0,68 đôla/g chỉ trong vòng 1 năm. Riêng sản xuất thuốc kháng sinh trên toàn thế giới hằng năm đạt hàng chục tỷ đôla và giá thành thuốc kháng sinh ngày càng rẻ hơn.

Về sản xuất lương thực và thực phẩm, trên toàn thế giới nhờ ứng dụng CNSH hiện đại và kết hợp với CNSH truyền thống, các nhà sản xuất đã tạo ra được nhiều giống cây trồng vật nuôi có năng suất cao, đáp ứng được nhu cầu về lương thực và thực phẩm của hơn 6 tỷ con người trên hành tinh này, tránh cho nhân loại bị diệt vong vì nạn đói kém, bệnh tật. Hiện nay tỷ lệ người nghèo đói tập trung vào các nước kém phát triển là do yếu kém trong quản lý, bất công trong phân phối sản phẩm chứ không phải do thiếu sản phẩm tính trên phạm vi toàn thế giới

Song song với sự phát triển CNSH, nhiều vấn đề xã hội và pháp lý cũng được đặt ra để giải quyết như vấn đề bảo vệ quyền tác giả trong nghiên cứu CNSH, các vấn đề pháp lý đạo đức và an toàn xã hội, đặc biệt đối với các sản phẩm như thực phẩm, dược phẩm, lương thực, thực phẩm chuyển gen, nhân bản vô tính

động vật và con người. Toàn thế giới đang lo lắng và tranh cãi sôi nổi về vấn đề lương thực và thực phẩm chuyển gen có tác hại gì cho con người không? Tranh cãi về nhân bản vô tính con người có tác hại đến đạo đức xã hội không? Nếu CNSH nhân bản vô tính con người thành công thì chắc rằng trong thế kỷ 21 này sẽ cho ra đời hàng loạt con người nhân bản vô tính giống nhau như đúc. Nhiều nước đã có pháp lệnh cấm sử dụng thao tác trên tế bào và mô con người để nhân bản vô tính. Ta còn nhớ ngay sau khi con cừu Dolly của Wilmut ra đời vào tháng 2 - 1997, tháng 6 - 1997, Tổng thống Mỹ Bill Clinton đã ra lệnh cấm nhân bản vô tính con người ở Mỹ. Chính phủ Anh chỉ cho phép các nhà khoa học Anh sử dụng thao tác tế bào phôi người dưới 15 ngày tuổi để làm đối tượng cho các nghiên cứu phục vụ y tế (với ý nghĩ vì phôi 15 ngày tuổi chưa thành hình người nên chưa xem là người). Rất nhiều chính phủ, đoàn thể xã hội, nhà chính trị, triết gia... lên án CNSH nhân bản vô tính con người, thậm chí có người còn lo rằng cái triết lý tình cảm “một túp lều tranh hai trái tim vàng” khi đã trở thành “một biệt thự nhiều trái tim vàng” thì sẽ ra sao, còn tồn tại tình yêu chân chính, tình vợ chồng chung thủy? Một Bill Laden (tỷ phú, đồng thời cũng là tên trùm khủng bố) đã là nguy cơ lớn cho xã hội, nếu nhiều Bill Laden được nhân bản thì sao đây? Và nhất là khi Hitler được tái sinh nhờ nhân bản ADN của ông ta còn lưu lại trong tóc hoặc xương ông ta, thì toàn

nhân loại có bị diệt vong vì hoá phát xít mới không? Ai lo lắng cứ lo, ai cấm cứ cấm, ai nghiên cứu khoa học cứ nghiên cứu khoa học, vì sau khi con cừu Dolly ra đời, hàng loạt động vật có vú khác được ra đời nhờ kỹ thuật nhân bản vô tính trong thời gian chỉ vài năm như chuột, bò, chó, mèo, khỉ và đầu đó trên thế giới người ta tích cực nhân bản vô tính con người, không chóng thì chầy con người đầu tiên được “đầu thai” nhân tạo sẽ ra đời, khi đó toàn nhân loại sẽ giật mình kinh hãi hay vui sướng? Hiện nay Liên hiệp quốc đã nhất trí cấm nhân bản vô tính người với mục đích sinh sản để ngăn chặn các mục đích xấu, phản đạo đức dẫn đến phương hại cho xã hội loài người.

Đề cập đến vấn đề này, nhiều nhà khoa học có uy tín cho rằng con người trong quá trình nghiên cứu thế giới, bản thân sẽ phát hiện ra nhiều quá trình, quy luật mới và không ngừng ứng dụng các kiến thức đó để cải tạo thế giới, cải tạo bản thân nhằm mục đích phục vụ cho lợi ích của toàn thể nhân loại. Trong quá trình sản xuất không tránh xảy ra rủi ro, tác hại, nhưng con người với trí thông minh, với phương thức quản lý xã hội sẽ đề ra nhiều biện pháp hữu hiệu để ngăn chặn mặt có hại và phát huy mặt có lợi. Bản thân các phát kiến khoa học là vô hại nhưng nó trở thành lợi hay hại là do đạo đức của nhà nghiên cứu và chế độ quản lý xã hội quyết định. Sự sử dụng bom hoá học, sinh học, nguyên tử vào chiến tranh là do chế độ chính trị quyết định, còn các năng lượng hoá học, sinh học hay vật lý

học nếu biết khống chế và sử dụng nó hợp lý sẽ đem lại cho con người nguồn năng lượng vô tận phục vụ lợi ích toàn xã hội. Câu châm ngôn “đừng đùa với lửa” ra đời khi con người cổ sơ bắt đầu biết dùng lửa, cũng giống như vậy, xin “đừng đùa với chất độc”, xin “đừng đùa với điện”, xin “đừng đùa với nguyên tử”, và ngày nay “xin đừng đùa với kỹ thuật gen”, và nhất là “đừng đùa với nhân bản vô tính người”... Đó là những cảnh báo cho những ai thiếu hiểu biết dám làm liều, những ai vì lợi nhuận với bất cứ giá nào, những thế lực phản động âm mưu tiêu diệt đồng loại, còn đối với những ai có lương tri, có đạo đức vì hạnh phúc của con người thì đó cũng là sự nhắc nhở phải thận trọng trong từng bước nghiên cứu, ứng dụng vào sản xuất đời sống các thành tựu của khoa học và kỹ thuật.

Những năm 60 của thế kỷ 20, khi kỹ thuật thụ tinh trong ống nghiệm do Petruchi thực hiện thành công được công bố thì hàng loạt công luận phê phán và cảnh báo là vô đạo đức, rồi bị cấm đoán, nhà thờ nước Ý đã ra lệnh cấm Petruchi không được tiến hành vì ông là người theo Đạo. Nhưng rồi như ta đã biết, năm 1978, em bé đầu tiên - Louise Brown - ra đời bằng phương pháp thụ tinh trong ống nghiệm. Đến nay, đã có hàng vạn em bé ra đời bằng phương pháp thụ tinh trong ống nghiệm, đem lại hạnh phúc cho biết bao gia đình vô sinh.

Những năm 70, kỹ thuật di truyền ra đời, hàng loạt gen được tách chiết ra khỏi cơ thể, hàng loạt gen

mới được tái tổ hợp và nhiều người vì mục đích chiến tranh muốn sử dụng các nguồn gen “độc hại” để chế tạo bom sinh học. Vì vậy dư luận xã hội đã cảnh báo và đòi ngăn cấm kỹ thuật gen. Năm 1975, hơn 140 nhà khoa học của 14 nước đã họp ở Aisilomar (California), nhất trí đề ra những quy định, những biện pháp để bảo đảm an toàn xã hội cho kỹ thuật gen. Thậm chí những năm 80, khi phát hiện ra virus HIV gây bệnh AIDS, đã có dư luận cho rằng HIV là do công nghệ gen tạo ra để “sống” ra ngoài xã hội. Nhưng kỹ thuật gen đã nhanh chóng đem lại lợi ích to lớn cho xã hội: cung cấp hàng loạt các chất thuốc, chất thực phẩm, hoá chất quý có lợi như insulin, hormone tăng trưởng, hormone kích dục, các loại vacxin, kháng sinh, thuốc chống viêm nhiễm, chống xơ cứng mạch... đem lại hạnh phúc cho loài người. Ngày nay, hầu hết chúng ta đều được nếm mùi vị thơm ngon bổ dưỡng của nhiều lương thực, thực phẩm chuyển gen!

Con người đã biết sáng tạo và cải tạo sẽ biết hạn chế cái hại và phát huy cái lợi. Đó là trách nhiệm không chỉ của các nhà khoa học, nhà sản xuất, nhà quản lý mà còn là trách nhiệm của toàn xã hội.

Chương II

CÔNG NGHỆ SINH HỌC VỚI CHIẾN LƯỢC BẢO VỆ TÀI NGUYÊN SINH VẬT VÀ XÂY DỰNG NỀN NÔNG NGHIỆP SINH THÁI BỀN VỮNG

I. CNSH BẢO VỆ, PHÁT TRIỂN NGUỒN GEN QUÍ HIẾM VÀ ĐA DẠNG SINH VẬT

1. ĐA DẠNG SINH HỌC

Sinh quyển bao gồm các *hệ sinh thái* khác nhau được hình thành và phát triển qua quá trình phát triển lịch sử của quả đất hàng nhiều tỷ năm. Hệ sinh thái bao gồm các *quần xã sinh vật* khác nhau, trong đó các *quần thể sinh vật* khác nhau tồn tại và phát triển như những hệ thống cân bằng giữa các sinh vật với nhau và với môi trường theo nhiều mối quan hệ phức tạp về vật chất, năng lượng và thông tin.

Chúng ta hiểu *đa dạng sinh vật* (Biodiversity) là sự đa dạng của các cơ thể sinh vật, thể hiện ở các mức độ tổ chức khác nhau từ cá thể, quần thể, quần xã và hệ sinh thái. Đó là kết quả tất yếu của cả một quá trình tiến hoá lâu dài thể hiện mối tương tác giữa các sinh vật với nhau và với môi trường sống.

Thường người ta phân biệt sự đa dạng ở 3 cấp độ:
a. Đa dạng về di truyền

Cơ thể sống có đặc tính di truyền và biến dị, tức là đặc tính qua đó các tính trạng được truyền và bảo tồn từ thế hệ này sang thế hệ khác, làm cho con cái giống bố mẹ, nhưng đồng thời con cái cũng xuất hiện những tính trạng mới khác với bố mẹ, những tính trạng mới này lại được truyền và bảo tồn ở thế hệ sau. Di truyền học đã chứng minh rằng nhân tố quyết định tính di truyền và biến dị là các gen có bản chất hoá học, đại phân tử axit deoxyribonucleic (ADN).

Như đã biết, gen là một đoạn phân tử ADN chứa một số lượng nucleotit (gồm 4 loại A, T, C, G) sắp xếp theo một trình tự nhất định đặc trưng và quy định các protein đặc trưng, thông qua protein qui định tính trạng của cơ thể. Tập hợp tất cả gen chứa trong ADN của tế bào tạo nên *hệ gen* (genome) qui định kiểu di truyền của cơ thể, do đó mỗi cơ thể có kiểu di truyền riêng của mình được gọi là *kiểu gen* (genotype). Kiểu gen qui định *kiểu hình* (phenotype) là tập hợp tất cả

tính trạng, hình thái, sinh lý, tập tính của cơ thể. Tập hợp tất cả kiểu gen của cá thể trong quần thể tạo nên *vốn gen* (genofond) của quần thể.

Như vậy đa dạng sinh học có cơ sở phân tử thể hiện sự đa dạng của protein vì protein qui định tính đa dạng về cấu tạo, về sinh lý và từ đó về cả tập tính của cơ thể. Protein thể hiện tính đa dạng trong cấu trúc của nó: trình tự sắp xếp của 20 loại axit amin, cấu trúc đặc thù không gian của phân tử. Đến lượt mình, tính đa dạng của protein là do tính đa dạng của gen (tức là của phân tử ADN) qui định. Tính đa dạng của gen là do trình tự sắp xếp của 4 loại nucleotit trong phân tử ADN qui định nên. Mã di truyền thể hiện ở chỗ chính trình tự của ba nucleotit (codon) trong phân tử ADN qui định cho một axit amin trong phân tử protein. Suy đến cùng, tính đa dạng sinh vật là do tính đa dạng di truyền (tức là tính đa dạng của gen) qui định. Gen quyết định tính di truyền thể hiện ở hai cơ chế tác động. Thứ nhất, gen được truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác, thể hiện ở đặc tính *tự tái bản* của ADN (tức là nhân đôi ADN) ở thế hệ trước và phân đôi, truyền cho thế hệ sau qua sinh sản. Thứ hai, gen qui định sự hình thành các tính trạng thông qua cơ chế *phiên mã* và *dịch mã*, nghĩa là cơ chế tạo thành các protein đặc thù, từ đó qui định sự phát sinh các tính trạng đặc thù cho cơ thể dưới tác động của điều kiện môi trường.

Gen còn quyết định tính biến dị di truyền thông

qua cơ chế do gen bị biến đổi về thành phần, về trình tự sắp xếp của các nucleotit trong ADN hoặc do sự tái tổ hợp lại ADN qua quá trình tạo giao tử và thụ tinh (sinh sản hữu tính). Chính các biến dị di truyền thông qua cơ chế chọn lọc tự nhiên (tương tác sinh vật với điều kiện môi trường) đã hình thành nên tính đa dạng của sinh vật mà các nhà sinh học gọi là qua trình tiến hoá. Bản thân hệ gen của các cơ thể cũng thể hiện tính đa dạng, tức là thể hiện tính tiến hoá. Virut chỉ chứa vài gen đến hàng trăm gen khác nhau. Vi khuẩn chứa từ vài trăm gen đến vài nghìn gen. Cơ thể đa bào bậc thấp chứa từ vài nghìn gen đến chục nghìn gen, còn cơ thể đa bào bậc cao chứa đến hàng chục nghìn gen. Ví dụ cơ thể con người có khoảng 25.000 gen. Tuy nhiên, tính đa dạng của gen không chỉ thể hiện ở số lượng của gen trong hệ gen, mà còn thể hiện tính đa dạng trong tổ chức và cơ chế hoạt động của gen trong hệ gen của cá thể cũng như giữa các hệ gen trong vốn gen chung của quần thể.

Ở cơ thể *đơn bội* (có n nhiễm sắc thể) gen không có alen nên không có sự tái tổ hợp của gen qua thế hệ. Ở cơ thể *lưỡng bội* (có $2n$ nhiễm sắc thể) gen tồn tại thành cặp *gen alen* hoạt động tương tác, tạo nên các tính trạng đáp ứng với các điều kiện môi trường, đồng thời do tổ chức gen alen nên đã tạo ra các biến dị tái tổ hợp thông qua sự hoán vị gen, phân ly độc lập, tổ hợp tự do của các cặp gen alen qua sinh sản hữu tính, vì vậy tạo nên đa dạng về tổ chức hệ gen, dẫn đến đa

dạng di truyền. Ví dụ cơ thể chứa gen A và alen là a thì $2n$ của cơ thể đó là Aa, qua sinh sản hữu tính sẽ phân là thành A và a ở giao tử và khi thụ tinh sẽ tổ hợp thành AA, Aa và aa. Nếu do hoán vị qua phân bào giảm nhiễm A biến thành A_1 , như vậy ta có 3 alen là A, a và A_1 , tổ hợp sẽ là: AA, Aa, aa, A_1A_1 , A_1A , A_1a ... Nếu cơ thể có 2 cặp gen alen là Aa và Bb thì qua phân ly độc lập và tổ hợp tự do sẽ hình thành các tổ hợp đa dạng là AB, Ab, aB, ab ở giao tử và ở hợp tử sẽ là (AB, Ab, aB, ab) x (AB, Ab, aB, ab) tức là 16 tổ hợp, đó chính là cơ chế hình thành đa dạng di truyền.

Tính đa dạng di truyền còn thể hiện ở mức độ tổ chức *nhiễm sắc thể* về số lượng và cấu trúc hiển vi của chúng. Mỗi một loài được đại diện bởi một bộ nhiễm sắc thể nhất định có số lượng nhất định, ví dụ loài Người Hom sapiens có $2n = 46$; loài khỉ cao Gorila gorila có $2n = 48$...

Với tiến bộ của công nghệ gen, người ta đã giải mã và lập được bản đồ gen của nhiều loài sinh vật và xác định được mức độ đa dạng giữa chúng. Những dẫn liệu về phân tử ADN và protein đã trở thành các tiêu chuẩn để đánh giá mức độ sai khác và thân thuộc giữa các loài, chính là tiêu chuẩn đáng tin cậy cho phân loại khoa học.

b. Đa dạng loài

Đa dạng loài thể hiện ở sự đa dạng của các cá thể cùng sinh sống trong một vùng sinh thái nhất định

nhưng không giao phối với nhau (hoặc có thể giao phối nhưng sinh ra con cái bất thụ, tức là mất khả năng sinh sản). Các cá thể cùng loài tuy tập hợp với nhau thành quần thể, tạo nên một vốn gen chung, nhưng vẫn khác biệt nhau về hình thái và tập tính ở mức độ nhất định. Nếu sự khác biệt đó đến mức không cho phép chúng giao phối với nhau hữu thụ thì khác biệt đó sẽ trở thành khác biệt loài, tức là hình thành loài mới. Hiện nay trên thế giới sinh sống tới hàng chục triệu loài khác nhau, từ virus cho đến con người, riêng lớp Côn trùng đã có hàng triệu loài khác nhau.

Đa dạng loài ở các vùng sinh thái khác nhau thể hiện khác nhau. Đa dạng loài thể hiện rõ nhất ở vùng nhiệt đới. Riêng rừng nhiệt đới chỉ chiếm 7% diện tích thế giới, nhưng có tới 90% số loài, đặc biệt là ở 2 khu vực Đông Nam Á và lưu vực sông Amazôn ở Nam Mỹ. Người ta có thể xác định độ đa dạng loài trên đơn vị diện tích. Ví dụ ở rừng nhiệt đới bắc Nam Mỹ có 300 loài cây hạt kín trên 1ha, ở Gana có 350 loài cây có mạch trên 0,5ha. Theo một số tác giả cho biết có trên 300 nghìn loài thực vật đã được thống kê và đặt tên.

c. Đa dạng hệ sinh thái

Đa dạng hệ sinh thái thể hiện mức độ khác nhau giữa các kiểu quần xã sinh vật, tức là tập hợp các quần thể khác nhau cùng chung sống trong một vùng sinh thái nhất định nào đó. Các cơ thể sinh vật và điều kiện môi trường trong đó sinh vật tồn tại và phát triển (đất, nước, không khí, điều kiện khí hậu, địa

hình, bức xạ ánh sáng...) tương tác qua lại tạo nên một *hệ thống cân bằng động* rất đa dạng. Một cây gỗ trên đó sinh sống những cây leo, cây ký sinh, các loài chim, các côn trùng, sóc, cho đến các cây rêu, nấm, vi khuẩn... tạo nên một hệ sinh thái. Một cánh rừng gồm nhiều cây gỗ, cây bụi, cây leo, cây thảo, dương xỉ, rêu, vi khuẩn trong đất, giun, côn trùng, thú, chim... tạo nên một hệ sinh thái. Vùng cửa sông đổ ra biển trong đó cư trú các sinh vật trên cạn, thực vật, động vật thuỷ sinh... tạo nên một hệ sinh thái. Trong các hệ sinh thái tồn tại các *cấp bậc dinh dưỡng* theo tương quan hình tháp và cùng với môi trường hoá địa tạo nên chu kỳ khép kín bao gồm *sinh vật sản xuất* (sinh vật hoá tự dưỡng hoặc quang tự dưỡng), *sinh vật tiêu thụ* nhiều cấp (sinh vật ăn thực vật, sinh vật ăn thịt, sinh vật ký sinh...), và cuối cùng là *sinh vật phân huỷ* (như vi khuẩn, vi nấm phân huỷ các sinh vật và chất hữu cơ thành chất vô cơ).

Mối tương quan về năng lượng và vật chất trong hệ diễn ra tuy khác nhau ở cấp này hay cấp nọ nhưng luôn tồn tại ở thế cân bằng động. Một khâu trong hệ sinh thái bị biến đổi sẽ kéo theo thay đổi các khâu khác của hệ và thay đổi cân bằng của toàn hệ. Ví dụ một cánh rừng bị đốt, phá, trước hết cây bị tàn phá kéo theo mất mát các sinh vật sống nhờ cây như các sinh vật ăn thực vật gồm các loài hươu, nai, dẫn đến mất các loài ăn thịt như hổ, báo; các loài côn trùng, chim mất nơi cư trú và nguồn thức ăn; đất không có

lá rụng sẽ khô cần không còn giun, vi sinh vật; khi mưa nước sẽ xói mòn, rửa trôi đất, cánh rừng biến thành đồi trọc hoặc bị sa mạc hoá; nước không bị giữ lại nên dòng chảy mạnh gây lụt lội, ngập nước làm mất cân bằng các hệ sinh thái thấp...

2. SỰ SUY THOÁI ĐA DẠNG SINH VẬT

Hiện tượng phá rừng dẫn đến tiêu diệt nhiều loài gây mất cân bằng sinh thái sẽ dẫn đến suy thoái đa dạng ở nhiều mức độ: nguồn gen, loài và hệ sinh thái. Hiện nay hằng ngày quá trình suy thoái đa dạng sinh vật đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu ở tất cả các quốc gia. Có nhiều nguyên nhân gây suy thoái, nhưng chủ yếu do các nguyên nhân sau:

a. Sự khai thác quá mức tài nguyên sinh vật

Xã hội loài người càng phát triển, dân số càng đông, nhu cầu về lương thực, thực phẩm, về nguyên liệu, nhiên liệu... càng lớn, do đó con người đã khai thác kiệt quệ các tài nguyên thực vật, động vật ở cạn, ở nước gây tiêu diệt nhiều loài, làm biến đổi suy thoái nhiều hệ sinh thái. Hàng triệu hecta rừng đã bị tàn phá, trở thành đất trống đồi trọc và sa mạc hoá.

b. Sự du canh du cư

Các dân tộc miền núi, nhất là tại các quốc gia châu Á, châu Phi vẫn giữ tập quán du canh du cư để tồn tại. Họ đốt rừng, phát rẫy để trồng trọt, làm nhà chỉ một vài năm lại di cư đến vùng rừng khác đốt

rừng, phát rẫy... do đó hàng loạt cánh rừng bị đốt chặt và trở thành đất hoang kéo theo sự tiêu diệt nhiều loài, gây mất cân bằng sinh thái và suy thoái đa dạng sinh vật.

c. Quá trình đô thị hoá, công nghiệp hoá và giao thông hoá

Xã hội loài người tiến vào thời đại công nghiệp hoá toàn cầu, các xí nghiệp công nghiệp mọc lên khắp nơi, đặc biệt và tập trung vào các vùng sinh thái giàu tài nguyên sinh vật, khoáng vật tại các khu rừng, bờ sông... kéo theo hàng loạt đô thị mọc lên. Để phát triển giao thông, các tuyến đường sắt, đường bộ, đường thuỷ rộng khắp được xây dựng. Vì vậy đất đai trống rọt bị thu hẹp, bị biến đổi, tài nguyên bị khai phá gây suy thoái đa dạng sinh vật trên phạm vi toàn cầu.

d. Do chiến tranh gây nên

Các cuộc chiến tranh cục bộ cũng như toàn cầu với các phương tiện hiện đại về bom đạn, chất độc hoá học, chất cháy cùng với sự xây dựng các pháo đài, các đường giao thông, các hầm hào... đã gây nên hàng loạt huỷ diệt sinh vật và mất cân bằng hàng loạt hệ sinh thái. Điển hình là trong cuộc chiến tranh ở Việt Nam, quân đội Mỹ đã rải 72 triệu lít chất độc màu da cam (chất diệt cỏ 2,4D và 2,4,5T), và sử dụng 13 triệu tấn bom gây nên 25 triệu hố bom tại các vùng sinh thái khác nhau, hậu quả là đã huỷ diệt trên 2 triệu ha rừng cùng với các hệ sinh thái của chúng.

e. Do sự nội nhập các loài

Do quá trình chuyên canh hoá và nội nhập nhiều loài ngoại có năng suất cao nên các loài địa phương bị thay thế dần và mất đi. Trong thời gian 15 năm, hơn 1.500 giống lúa địa phương ở Indônêsi-a đã bị mất và ở Mỹ hơn 80% giống cây trồng cũng bị tuyệt diệt do bị thay thế bằng giống mới. Những giống địa phương đã mất đi là giống tuy không có năng suất cao, nhưng có độ đa dạng cao và thích nghi cao với điều kiện sinh thái nhiên nhiên tại chỗ.

g. Sự thay đổi khí hậu trên toàn cầu

Sự thay đổi của khí hậu thuỷ văn, địa hoá của quả đất dẫn tới làm suy thoái độ đa dạng sinh vật. Hiện tượng trôi nổi, chìm, chia cắt các lục địa, hiện tượng băng hà, thiên thạch bão lụt, bão từ... đều gây biến đổi điều kiện môi trường sống gián tiếp hoặc trực tiếp tác động lên sinh vật làm tiêu diệt, biến đổi nhiều loài, nhiều hệ sinh thái. Đã có giả thiết cho rằng sự tuyệt diệt của hàng loạt loài khủng long rất đa dạng ở kỷ Trung sinh là do thiên thạch. Hơn thế nữa, do quá trình công nghiệp hoá và đô thị hoá cũng góp phần làm thay đổi khí hậu toàn cầu như làm thủng tầng ozôn, làm nghèo ôxy, tăng các khí Clo, CO và CO₂ trong không khí gây hiệu ứng nhà kính, bụi khí sương gây sương mù...

h. Sự ô nhiễm môi trường

Quá trình công nghiệp hoá, đô thị hoá, giao thông

hoá, thuỷ lợi hoá không chỉ dẫn đến phá huỷ trực tiếp các hệ sinh thái mà còn tác động gián tiếp làm suy thoái đa dạng sinh học do tác nhân ô nhiễm môi trường nước, đất, không khí, trong đó có con người và sinh vật sinh sống. Các chất phế thải dạng rắn, lỏng, khí, chất thải vật lý (sắt, thép, thuỷ tinh, đồ nhựa, đồ giấy), chất thải hoá học (phân bón, hoá chất công nghiệp, khí độc) cùng khói, bụi, tiếng ồn, chất thải hữu cơ, chất thải phóng xạ của tất cả các ngành công - nông nghiệp hàng ngày, hàng năm được thải ra và tích lũy vào môi trường đất, nước, không khí gây ô nhiễm, làm tuyệt diệt nhiều loài sinh vật và gây mất cân bằng sinh thái trên phạm vi toàn cầu.

Chính những nguyên nhân trên đang là những báo động, đòi hỏi các quốc gia phải có chiến lược và biện pháp bảo vệ kịp thời sự đa dạng sinh vật và nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú đã tồn tại hàng tỷ năm trên hành tinh của chúng ta. Hiện nay, sự suy thoái thể hiện ở cả 3 mức độ:

* *Mất hệ sinh thái*

Trước hết là mất các *hệ sinh thái rừng*, từ đó kéo theo suy thoái đa dạng loài. Theo tài liệu của nhiều công trình thống kê cho thấy, trong khoảng 80 năm qua đã có hơn 1/2 diện tích rừng bị phá huỷ, mỗi ngày có tới 74 ha rừng bị tàn phá do chặt đốn, khai thác gỗ hoặc bị cháy. Tính từ năm 1970 - 1980, đất khai thác để trồng trọt tăng 4 lần và đất rừng giảm xuống còn 20% trên phạm vi toàn cầu. Nhiều hệ sinh thái thay đổi một cách chậm hơn từ đa dạng loài biến thành

nghèo nàn. Sự co hẹp hệ sinh thái rừng còn do phát triển chăn nuôi, nhất là chăn nuôi cừu và đại gia súc cần bãi chăn thả lớn. Từ 1950 - 1980, diện tích đồng cỏ chăn nuôi tăng 4,5 lần ở Trung Mỹ. Tốc độ mất rừng cao nhất là ở châu Á, sau đó là châu Mỹ và châu Phi do nhiều nguyên nhân, nhưng nguyên nhân chính vẫn là do khai thác gỗ quá mức.

Các hệ sinh thái khác như trảng cây bụi, các đồng cỏ tự nhiên và đầm lầy cũng bị đe dọa. Hơn 1/2 trảng cây bụi ở Anh bị phá bỏ để trồng thông. Riêng châu Á mỗi năm mất đi khoảng 500.000 ha rừng ngập mặn.

** Mất đa dạng loài*

Theo tốc độ mất các hệ sinh thái rừng, các loài động, thực vật sống trong rừng sẽ bị tuyệt diệt. Theo dự đoán của các nhà sinh thái học, có thể có tới 2-8% loài động thực vật trên trái đất sẽ bị mất đi trong vài chục năm tới. Trong 100 năm qua đã có hàng nghìn loài trong số 150.000 loài cây có mạch đã bị tiêu diệt và gồm 60.000 loài ở vùng nhiệt đới đang bị đe dọa trong 50 năm tới. Theo tính toán tại các vùng lâm vào tình trạng loài cây bị đe dọa (vì nạn phá, chặt, đốt rừng) sẽ có tới 17.000 loài cây đặc hữu sẽ bị tiêu diệt trong số 34.000 loài hiện có. Nhiều loài động vật quý hiếm như voi, tê giác, hổ... đang bị đe dọa nghiêm trọng. Trước kia, ngay ở trong thành phố người ta vẫn thấy được chim bay, bướm lượn, tiếng cu gáy,... còn bây giờ khó mà thấy được vài con chim sâu, chim sẻ, kể cả những vùng ngoại ô.

** Mất sự đa dạng di truyền*

Sự đa dạng di truyền có được là do thiên nhiên chọn lọc hàng tỷ năm, vậy mà chỉ vài chục năm đã nhanh chóng làm vắng bóng trên quả đất biết bao loài không cách gì khôi phục lại, trong đó có những nguồn gen cực kỳ quý hiếm. Nhiều giống địa phương do chuyên canh nhập nội đã bị mai một tại các quốc gia đang phát triển, như ở Bangladesh, có đến 62% giống lúa bản địa mất đi, ở Côlômbia có đến 80% giống rau bản địa bị biến mất, ở Ecuador, Peru, đa dạng di truyền giống cacao bị mất và ở Đông Nam Á hàng loạt giống cây con đặc hữu cũng đang trên đà tuyệt chủng.

3. BẢO VỆ ĐA DẠNG SINH VẬT VÀ NGUỒN GEN QUÍ HIẾM

a. Tại sao phải bảo vệ đa dạng sinh vật?

Một câu hỏi bức xúc đặt ra không chỉ riêng cho các nhà sinh thái học mà cho cả xã hội và Chính phủ tất cả các quốc gia trên hành tinh. Rất nhiều nguyên nhân khiến cho toàn nhân loại đặt vấn đề bảo vệ đa dạng và phát huy các nguồn gen quý hiếm:

- Con người suy cho cùng cũng là một sinh vật sống chung trong sinh quyển, là một thành phần của hệ sinh thái, chịu tác dụng chung của hệ. Hệ bị suy thoái, bị tiêu diệt, bản thân con người và xã hội loài người bị đe dọa. Nạn phá rừng gây sa mạc hoá, gây lụt lội trên toàn cầu không riêng nước nào, kể cả các nước

phát triển như Mỹ, Anh, Pháp, Nga... đã đe dọa cuộc sống của hàng chục triệu người!

- Con người và xã hội loài người tồn tại, phát triển là nhờ vào sự trao đổi vật chất, năng lượng và thông tin với môi trường sinh thái, trong đó có yếu tố vô sinh và hữu sinh. Các nhu cầu về dinh dưỡng, thức ăn, thuốc men, nhà ở, quần áo, sưởi ấm, chế tạo công cụ lao động... đều do môi trường sinh thái cung cấp.

Sự hiểu biết về số loài động vật, thực vật, vi khuẩn, nấm... có ích hoặc có hại cho con người càng ngày càng tăng lên, như cây dược liệu dùng làm thuốc hiện nay đã có tới 35.000 - 70.000 loài thực vật bậc cao. Đối với các dân tộc Đông Nam Á, hầu như tất cả các loài thực vật đều là dược thảo. Thực vật và động vật dùng làm cảnh, trang trí ngày càng tăng trong xã hội hiện đại.

- Cho tới nay mới chỉ có 5% tổng số loài động, thực vật được khai thác phục vụ nhu cầu của xã hội, số còn lại ẩn náu một tiềm năng lớn cần nghiên cứu, điều tra và khai thác.

Con người và xã hội loài người càng phát triển, nhu cầu về tinh thần và thẩm mỹ càng tăng. Thiên nhiên luôn là nguồn cảm hứng vô tận cho các nhà văn, nhà thơ, họa sĩ, điêu khắc... “Con nai vàng ngơ ngác”, “Một tiếng chim kêu sáng cả rừng”... vẫn luôn gợi nhớ những tình cảm sâu xa trong mỗi chúng ta!

Công tác bảo vệ đa dạng sinh vật phải tiến hành

đồng bộ với công tác khai thác tài nguyên một cách hợp lý với sự duy trì các hệ sinh thái tự nhiên và tái tạo, cải tạo lại các hệ sinh thái suy thoái ở qui mô địa phương, quốc gia và toàn cầu. Phải tiến hành điều tra, nghiên cứu, đánh giá độ đa dạng về hệ sinh thái, về đa dạng loài, về đa dạng nguồn gen, đặc biệt là phải thống kê được hiện trạng các loài đặc hữu, quý hiếm để có kế hoạch bảo vệ và phát triển. *Loài quý hiếm* là loài phổ biến tại nhiều vùng địa lý nhưng đang trên đà tuyệt diệt, còn *loài đặc hữu* là loài chỉ tồn tại ở một khu vực địa lý nhất định đặc thù nào đó.

Ngày nay, bất kỳ quốc gia nào cũng có chiến lược bảo vệ đa dạng sinh vật, bao gồm công tác điều tra cơ bản để thống kê toàn bộ đa dạng hệ sinh thái, đa dạng loài và nguồn gen quý hiếm trên lãnh thổ rừng, đồng cỏ, sông, hồ, biển... của mình, từ đó đánh giá độ đa dạng, độ suy thoái... và có chiến lược bảo vệ, tái tạo như thành lập các khu bảo tồn quốc gia, các vườn quốc gia, các vườn bách thú, bách thảo, các khu du lịch sinh thái, công bố các bản luật pháp, qui định về bảo vệ đa dạng sinh vật và bảo vệ môi trường, tiến hành giáo dục, tuyên truyền động viên toàn xã hội làm công tác bảo vệ đa dạng sinh vật, bảo vệ môi trường và hội nhập, liên kết với các nước khác trên toàn cầu.

b. Vai trò CNSH

CNSH cũng được áp dụng để điều tra, đánh giá đa dạng sinh vật cũng như bảo vệ và phát triển nguồn gen quý hiếm một cách có hiệu quả.

- Điều tra, phân loại thống kê đa dạng di truyền.

Ngày nay phối hợp với các phương pháp điều tra, phân loại đa dạng loài truyền thống như căn cứ vào các đặc điểm hình thái và sinh học, các nhà phân loại học còn áp dụng các phương pháp của CNSH để điều tra, phân loại và thống kê đa dạng loài, đó là phương pháp phân loại bằng thể nhiễm sắc và phương pháp phân loại phân tử.

- Bằng phương pháp thành lập bản đồ kiểu nhân (caryotip) của các cá thể, của loài, người ta có thể xác định được sự khác biệt giữa các loài và mối quan hệ tiến hoá của chúng, bởi vì mỗi một loài đều được đặc trưng bởi bộ nhiễm sắc thể về cấu tạo và số lượng.

Bằng phương pháp làm tiêu bản cố định tế bào ở giai đoạn trung kỳ của phân bào, người ta dễ dàng thành lập bản đồ kiểu nhân, trong đó thể hiện đầy đủ số lượng bộ nhiễm sắc thể $2n$, thể hiện sự sắp xếp và kích thước, hình dạng của mỗi một nhiễm sắc thể. Qua bản đồ kiểu nhân ta có thể nhận biết được cá thể đó thuộc loài nào, thuộc cơ thể đơn bội, lưỡng bội hay đa bội, mức độ thân thuộc đối với các loài khác trong bậc phân loại và mức độ tiến hoá của chúng.

Căn cứ vào bản đồ kiểu nhân người ta cũng phân biệt được các *đột biến nhiễm sắc thể* do các tác nhân gây đột biến như hoá chất, phóng xạ dẫn đến bệnh tật, quái thai làm suy thoái loài và độ đa dạng nếu đột biến đó gây chết.

Nghiên cứu bộ nhiễm sắc thể còn cho chúng ta biết đặc điểm phân hoá giới tính của loài khi căn cứ vào các nhiễm sắc thể giới tính.

Khi nghiên cứu bản đồ kiểu nhân của các loài Ruồi quả thuộc chi *Drosophila*, người ta nhận thấy từ kiểu nhân gốc của loài *Drosophila melanogaster* có $2n = 8$ qua quá trình tiến hoá đã hình thành các loài *Drosophila* sp có $2n = 6$ là do sự chuyển đổi dính kết giữa các nhiễm sắc thể của bộ. Căn cứ vào kiểu nhân, các nhà khoa học đã thống kê được 128 loài Ruồi quả và thành lập được quan hệ họ hàng giữa chúng.

Khi nghiên cứu nhiễm sắc thể hai loài chuột đồng cỏ, một loài có $2n = 22$ và một loài có $2n = 20$, tức là khác nhau về số lượng nhiễm sắc thể, nhưng khi phân tích cấu trúc nhiễm sắc thể người ta thấy chúng đều có số lượng vế là 34 (vế nhiễm sắc thể là hai đoạn của nhiễm sắc thể dính với nhau bởi tâm động, vì vậy nếu nhiễm sắc thể cân tâm tức tâm động ở giữa thì nhiễm sắc thể có 2 vế, còn nhiễm sắc thể mút tâm thì nhiễm sắc thể đó chỉ có 1 vế), nghĩa là trong quá trình tiến hoá đã có sự dính kết giữa các nhiễm sắc thể mút tâm để tạo thành các nhiễm sắc thể cân tâm và giảm số lượng số nhiễm sắc thể từ 22 còn 20, do đó tạo thành loài mới. Hiện tượng dính kết nhiễm sắc thể để tạo nên loài mới rất phổ biến trong tiến trình tiến hoá của thực vật bậc cao và động vật bậc cao. Ví dụ loài Người *Homo sapiens* có $2n = 46$, còn bọn Khỉ nhân hình (*Vượn*, *Khỉ Gori*, *Khỉ Simpanzê*) có $2n = 48$. Khi phân

tích bản đồ kiểu nhân của chúng người ta thấy rằng đã xảy ra dính kết giữa thể nhiễm sắc của Khỉ nhân hình ($2n = 48$) tạo thành thể nhiễm sắc và giảm số lượng nhiễm sắc thể còn $2n = 46$ ở Người. Người ta còn sử dụng phương pháp nhuộm cắt băng và nhuộm huỳnh quang để làm bản đồ kiểu nhân qua đó thành lập được độ đa dạng di truyền của các loài trong một chi, trong một họ hoặc cả một bộ. Ví dụ điển hình là điều tra độ đa dạng di truyền của các loài có ý nghĩa kinh tế như các loài ngũ cốc (lúa, lúa mì, lúa mạch, ngô...), các loài gia cầm (gà, gà gô, vịt, ngỗng..., các loài thú... và trên cơ sở đó thành lập được mối quan hệ tiến hoá của chúng.

- Áp dụng công nghệ di truyền thành lập bản đồ gen để điều tra đa dạng nguồn gen.

Các nhà phân loại học phân tử có thể sử dụng phương pháp phân tích protein và enzym để điều tra độ đa dạng loài, xây dựng mối quan hệ họ hàng giữa chúng. Khi phân tích thành phần axit amin trong các mạch polypeptit của protein, ví dụ của α - globin của Hemoglobin của các loài động vật có xương sống từ cá sụn, cá xương, ếch nhái, bò sát, kanguru, *thú có rau* và người, các nhà phân loại học đã thành lập được độ sai khác về loài giữa chúng và xác định được mức độ quan hệ họ hàng thân thuộc giữa các loài căn cứ vào mức độ sai khác về axit amin, từ đó xác định tốc độ tiến hoá của mỗi loài. Nếu so sánh với người thì độ sai khác về axit amin trong α - globin theo thứ tự - cá sụn

(sai khác 79 axit amin), cá xương (68 axit amin), ếch nhái (62 axit amin), kanguru (27 axit amin) và thú có rau (17 axit amin) từ đó xác định được thời gian xuất hiện và tốc độ tiến hoá của loài, ví dụ cá sụn xuất hiện cách đây 440 triệu năm, cá xương 400 triệu năm, ếch nhái 350 triệu năm, kanguru 135 triệu năm và thú có rau khoảng 70 triệu năm.

Chính căn cứ vào phân tích độ sai khác về protein mà từ những năm 70 của thế kỷ 20, Kimura và Ohta (Nhật) đã đưa ra học thuyết về tiến hoá trung tính để bổ sung cho học thuyết tiến hoá của Đácuyt.

Người ta có thể căn cứ vào biểu đồ về mức độ sai khác về iso enzym (iso enzym là những enzym thuộc cùng một họ do một họ gen qui định có chức năng giống nhau nhưng thể hiện hoạt tính khác nhau tùy giai đoạn phát triển hoặc mức độ đáp ứng với điều kiện môi trường) để phân loại các loài hoặc xác định độ đa dạng trong loài để xây dựng mối quan hệ thân thuộc giữa chúng với nhau.

Nhưng vì lẽ rằng protein và enzym là sản phẩm của gen, tính đặc thù của protein do tính đặc thù của gen (ADN) qui định cho nên sử dụng công nghệ gen để *lập bản đồ gen* của các loài, để thăm dò, điều tra về sự đa dạng gen cũng như xác định vị trí, tổ chức của các gen đặc thù, quý hiếm trong hệ gen là công cụ tốt nhất cho các nhà phân loại học, đồng thời còn để bảo vệ, phát triển nguồn gen quý hiếm.

- Lập bản đồ gen.

Hiện nay với kỹ thuật phân tích ADN tự động bằng vi tính, các nhà di truyền phân tử đã giải được trình tự nucleotit của hệ gen và lập bản đồ gen của nhiều loài từ virus, vi khuẩn, nấm, thực vật, động vật và cả của con người, trong đó có nhiều loài cây trồng và vật nuôi quan trọng. Căn cứ vào bản đồ gen, người ta không chỉ biết được cấu trúc và tổ chức của hệ gen của loài, của các cá thể trong loài, mà còn xác lập mức độ đa dạng di truyền của loài, mối quan hệ của chúng. Ví dụ khi phân tích gen của cây lương thực, người ta đã xác lập được mức độ đa dạng di truyền của chúng, mối quan hệ thân thuộc, mức độ phân hoá và tiến hoá của chúng. Phân tích so sánh hệ gen của lúa, lúa mì, lúa mạch, ngô, mía... người ta đã xác lập được các loài ngũ cốc đều có nguồn gốc từ một tổ tiên chung gần với lúa và từ đó phân hoá thành các dạng khác nhau với kích cỡ và tổ chức hệ gen rất đa dạng, tuy vậy người ta vẫn xác lập được quan hệ họ hàng giữa chúng. Điều này rất quan trọng đối với công tác lai tạo giống ngũ cốc bằng phương pháp lai và phương pháp chuyển gen.

Khi phân tích bản đồ gen của nhiều động vật có vú như chuột, chó, mèo, lợn, bò, ngựa và cả con người, các nhà phân loại học thấy rõ mức độ sai khác và tiến hoá giữa chúng về mức độ gen (ADN) và mức độ nhiễm sắc thể.

Bằng các kỹ thuật di truyền như PCR (kỹ thuật nhân bản ADN in vitro tự động, nhanh chóng) như RFLP (kỹ thuật phát hiện các đoạn cắt đa hình ADN)

và kỹ thuật phát hiện thăm dò bằng chip gen (là các chip để phát hiện các gen đặc thù trong hệ gen), các nhà công nghệ di truyền nhanh chóng phát hiện được các gen đặc thù trong hệ gen không chỉ để xác định vị trí của các gen đó trong nhiễm sắc thể phục vụ cho công nghệ chuyển gen, cấy gen để tạo giống, hoặc liệu pháp gen trong thú y và y học, và còn để tái tạo lại các loại gen đã mất (của các loài đã mất chỉ còn lại di tích chứa ADN), hoặc bảo tồn các nguồn gen quý hiếm ngay trong thiên nhiên, trong ống nghiệm tại các ngân hàng giống và ngân hàng gen.

II. CNSH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀ CHỐNG Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG

Như ta đã biết, một trong những nguyên nhân dẫn tới suy thoái độ đa dạng sinh vật, gây ô nhiễm môi trường, đe dọa sức khỏe của con người và cuộc sống của toàn xã hội là các chất phế thải độc hại ngày càng nhiều của nông nghiệp, công nghiệp thải vào môi trường đất, nước và không khí.

Biện pháp CNSH trong xử lý ô nhiễm môi trường tỏ ra hữu hiệu hơn so với các biện pháp khác. Tuy nhiên cần có sự kết hợp giữa các biện pháp công nghệ và quản lý xã hội. Hiện nay, giải quyết vấn đề bảo vệ môi trường theo 3 phương hướng kết hợp khép kín bao gồm:

- Phân huỷ các độc chất hữu cơ, vô cơ có trong phế thải;
- Phục hồi chu trình chuyển hoá chất của C, N, P và S;

- Thu nhận các sản phẩm có giá trị ở dạng nhiên liệu hoặc hợp chất hữu cơ có thể tái sử dụng được.

1. BIỆN PHÁP XỬ LÝ PHẾ THẢI

Các phế thải vô cơ, hữu cơ do con người, gia súc, gia cầm, do các quá trình hoạt động công nghiệp và nông nghiệp đều được xử lý bằng con đường phân huỷ nhờ vi sinh vật. Các vi sinh vật như vi khuẩn, vi nấm, đơn bào nhờ hệ enzym ngoại bào và nội bào có thể phân huỷ, chuyển hoá nhiều chất vô cơ và hữu cơ. Trong tự nhiên chúng có trong đất, nước nhưng không tập trung với nhiều chủng loại khác nhau nên sự phân huỷ và chuyển hoá của chúng xảy ra rất lâu dài, ít có hiệu quả. Công nghệ vi sinh đã nghiên cứu tuyển chọn được nhiều chủng vi sinh vật đặc thù hoạt động với hiệu suất cao trong các bể phản ứng theo dây chuyền khép kín với điều kiện tối ưu để sử dụng cho công nghệ xử lý phế thải.

Quá trình xử lý gồm các công đoạn sau:

- Loại bỏ các phần tử rắn, kết tủa và cặn;
- Phân huỷ các chất hữu cơ tan trong nước nhờ hệ *vi khuẩn hiếu khí* để tạo ra bùn non (hay còn gọi là bùn hoạt tính vì trong đó có bọ vi khuẩn có hoạt tính sinh học sinh sống). Bùn non sau đó được loại bỏ hoặc được đưa lại vào bể phản ứng để tái sử dụng;
- Tạo kết tủa và tách các chất như P và N;
- Xử lý bùn được tạo ra ở công đoạn 1 và 2 bằng

phân huỷ nhờ các vi *sinh vật yếm khí*. Quá trình xử lý trên làm giảm số lượng cặn, số lượng vi sinh vật gây bệnh, khử mùi độc hại và khó chịu, tạo ra nhiều nhiên liệu sinh học chứa khí methan (còn gọi là biogas).

Ta xem xét chi tiết qui trình của các công đoạn mô tả trên đây.

a. Xử lý sinh học hiếu khí các phế thải

Bản chất của quá trình xử lý là sự phân huỷ các chất thải bằng các vi sinh vật hiếu khí, tức là với sự có mặt của ôxy. Quá trình gồm các công đoạn sau:

- Hấp thụ các chất bị xử lý lên bề mặt tế bào vi khuẩn;
- Phân huỷ các chất trên bằng enzym ngoại bào do vi khuẩn tiết ra;
- Vận tải các chất tan vào trong tế bào vi khuẩn;
- Giải phóng sản phẩm;
- Xử lý tiếp bằng các hệ vi sinh vật khác (ví dụ vi sinh vật yếm khí).

Thường có 3 dây chuyền công nghệ xử lý sinh học hiếu khí:

- Xử lý qua màng lọc thẩm thấu: Là công nghệ đã có từ lâu và chiếm đến 70% số lượng các hệ thống xử lý ở Mỹ và châu Âu vì thiết kế đơn giản, ít tốn kém, sử dụng lâu tới 30 - 50 năm, rất thích hợp cho việc xử lý nước thải công nghiệp. Nhược điểm của hệ thống này là càng lâu độ thông khí bị giảm do đó ảnh hưởng đến hiệu suất lọc vì vi sinh vật phát triển mạnh làm cản dòng chảy, tắc nghẽn bộ lọc. Từ những năm 70, người ta cải tiến bộ

lọc hai lớp cho phép thay phiên sử dụng theo chu kỳ, và bộ lọc thấm cấu tạo từ clinke, đá sỏi, cát... bằng bộ lọc thấm bằng nhựa cho phép xử lý nước thải công nghiệp có nồng độ cao hơn, với khối lượng lớn hơn. Người ta đã cải tiến hệ thống lọc để tăng độ thông khí tạo điều kiện hoạt động cho hệ vi sinh vật bằng cách thiết kế thêm hệ thống xử lý quay (được gọi là bể phản ứng quay). Hệ thống vi sinh vật được sử dụng gồm nhiều loại vi khuẩn hiếu khí, nấm, tảo lam, tảo lục và một số đa bào.

- Xử lý bằng bùn hoạt tính (còn gọi là bùn non): Đây là công nghệ xử lý phế thải có công suất lớn hơn so với xử lý bằng bộ lọc thấm. Tuy nhiên giá thành cao hơn do phải sử dụng năng lượng lớn hơn và xử lý sinh khối lớn hơn vì phải khuấy trộn để thông khí. Công nghệ này thích hợp để xử lý nước thải tại các điểm dân cư đông đúc vì nó gọn và chiếm ít diện tích. Ưu điểm của công nghệ xử lý bằng bùn hoạt tính là bùn non chứa một lượng vi sinh vật vừa phải được chọn lọc phù hợp với nồng độ chất thải trong nước thải và phù hợp với độ thông khí của hệ. Hệ vi sinh vật tham gia xử lý có nhiều dạng nhưng quan trọng nhất là các dạng hoá dưỡng hữu cơ như: *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* và *Moraxella*. Trong trường hợp nước thải có hàm lượng chất vô cơ cao người ta sử dụng các loại vi khuẩn như *Thiobacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* và *Ferrobacillus* căn cứ vào đặc tính ôxy hoá S, NH₃ và Fe của chúng.

Xử lý phế thải bằng hệ thống lớp nén: Là công

nghe kết hợp hệ xử lý bằng lớp lọc thấm và bằng bùn non, có thiết kế thêm thiết bị để giải phóng sinh khối theo chu kỳ bằng các nén ép chúng.

Các công nghệ xử lý phế thải tuy có khác nhau nhưng bản chất của quá trình là phân huỷ sinh học bằng hệ vi sinh vật hiếu khí các chất hữu cơ thải loại thành sản phẩm vô cơ để tái sử dụng.

b. Xử lý sinh học yếm khí

Quá trình xử lý các chất phế thải yếm khí là quá trình phân huỷ các chất nhờ hệ vi khuẩn yếm khí, gồm các nhóm vi khuẩn chịu trách nhiệm thuỷ phân và lên men, nhóm vi khuẩn tạo H_2 và axit axêtic, nhóm vi khuẩn tạo khí methan tự dưỡng sử dụng H_2 . Vấn đề quan trọng là phải phân lập, chọn lọc các giống vi khuẩn thích hợp có hiệu suất hoạt động cao bằng phương pháp chọn lọc truyền thống hoặc bằng kỹ thuật di truyền chuyển gen, cấy gen. Một vấn đề nữa cần quan tâm của công nghệ xử lý yếm khí là cần khắc phục, điều chỉnh yếu tố giới hạn tốc độ phân huỷ cơ chất có mặt trong phế thải như xenlulô, tinh bột... và tốc độ tạo khí methan, vì các sản phẩm cuối cùng của quá trình lên men như H_2 , CO_2 và H_2S lại là nhân tố ức chế ngược làm giảm hoạt tính phân huỷ của vi khuẩn tạo khí methan.

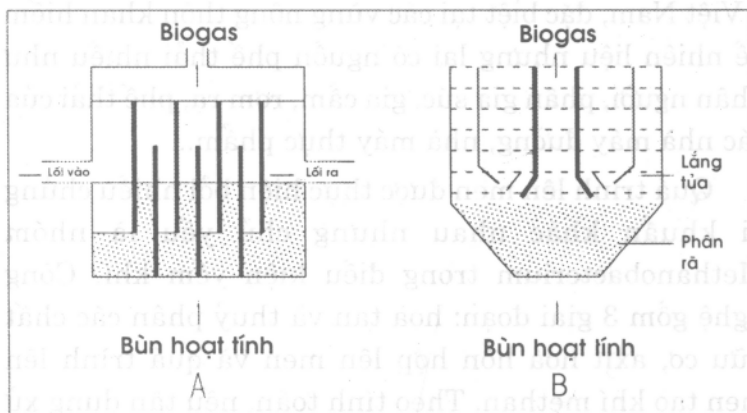
c. Công nghệ khí sinh học

Công nghệ khí sinh học thực chất là công nghệ xử lý yếm khí các chất phế thải vừa có tác dụng chống ô nhiễm môi trường, vừa tận dụng tái sinh nhiên liệu

(khí methan) sử dụng cho sinh hoạt và sử dụng sản phẩm cuối cùng của quá trình làm phân bón. Đây là công nghệ xử lý phế thải có lợi ích to lớn, từ những năm 80 của thế kỷ 20 đã được sử dụng phổ biến tại nhiều nước đang phát triển như Ấn Độ, Trung Quốc cũng như ở Việt Nam, đặc biệt tại các vùng nông thôn khan hiếm về nhiên liệu nhưng lại có nguồn phế thải nhiều như phân người, phân gia súc, gia cầm, rơm rạ, phế thải của các nhà máy đường, nhà máy thực phẩm...

Quá trình lên men được thực hiện bởi nhiều chủng vi khuẩn khác nhau nhưng chủ yếu là nhóm Methanobacterium trong điều kiện yếm khí. Công nghệ gồm 3 giai đoạn: hoà tan và thủy phân các chất hữu cơ, axit hoá hỗn hợp lên men và quá trình lên men tạo khí methan. Theo tính toán, nếu tận dụng xử lý được hết nguồn phế thải toàn cầu thì hàng năm người ta có thể tạo 200 tỷ m³ khí sinh học, tương đương với khoảng 20 triệu tấn nhiên liệu và với khoảng 20 triệu tấn phân bón hữu cơ chất lượng cao. Ấn Độ và Trung Quốc là hai quốc gia có sự phát triển nhanh công nghệ xây dựng các bể lên men khí methan. Năm 1985, Ấn Độ có khoảng 1 triệu bể với chi phí xây dựng khoảng 55 triệu đôla. Ở Trung Quốc, năm 1978 đã xây dựng 5 triệu bể với hàng năm tạo ra khoảng 2,5 tỷ m³ khí methan, tương đương với 1,5 triệu tấn dầu mỏ. Đến năm 1985, Trung Quốc đã xây dựng được 70 triệu bể khí methan.

Trong thực tế có rất nhiều công nghệ khí sinh học và có nhiều thiết kế xây dựng bể khí methan từ đơn giản đến phức tạp đang hoạt động ở các nước nghèo cũng như các nước phát triển. Nói chung có 2 kiểu bể điển hình được xây dựng tương đối phổ biến (xem H.1)



H.1. Thiết bị xử lý phế thải tại trại chăn nuôi (A) và phế thải thành phố (B)

2. KIỂM SOÁT SINH HỌC CÁC HỆ XỬ LÝ PHẾ THẢI

Một trong những điều kiện để quá trình xử lý yếm khí phế thải đạt hiệu suất cao và bảo đảm an toàn là phải theo dõi thường xuyên các tác động của các độc chất có mặt trong dòng nước thải đi vào hệ thống xử lý, vì nếu nồng độ độc chất cao sẽ dẫn tới phá huỷ các thiết bị xử lý, làm giảm tuổi thọ của hệ, đồng thời làm giảm tốc độ phân huỷ của vi khuẩn cũng như tạo bùn non.

Thông thường, người ta theo dõi các nhân tố tác động như nồng độ ôxy, độ pH và hàm lượng ATP, căn cứ vào đó để kiểm soát và điều hoà quá trình lên men yếm khí của quần thể vi sinh vật của hệ; trong đó theo dõi biến thiên của hàm lượng ATP là quan trọng nhất, vì khi chỉ số hàm lượng ATP giảm thì số lượng bùn non hoạt tính bị giảm mạnh, chúng tỏ năng suất tạo khí của hệ giảm mạnh.

Một trong các ưu điểm của quá trình lên men yếm khí là nó giúp loại bỏ các nguồn bệnh bởi trong dịch lên men có chứa nhiều axit (xít béo, axit octamic) là chất kháng khuẩn mạnh.

a. Thu nhận các chất hữu ích từ xử lý phế thải

Ngoài việc thu nhận khí methan để làm nhiên liệu thì một nhiệm vụ quan trọng khác của công nghệ xử lý phế thải là tái sử dụng các chất hữu ích có trong phế thải. Nội dung của quá trình gồm việc tách và cô đặc các sản phẩm hữu ích có trong phế thải, chế biến các phế thải thành sản phẩm có ích: dùng làm thức ăn cho gia súc, gia cầm, cá hoặc dùng làm phân bón hữu cơ thay thế nguồn phân bón hoá chất thường gây ô nhiễm môi trường.

** Tái sử dụng nguồn nước*

Nước trong nước thải sau khi được xử lý có thể được sử dụng lại làm nguồn nước phục vụ cho các nhà máy công nghiệp thép, than, điện, giấy hoặc cho sản xuất phân bón, vì nhu cầu nước của các ngành này không đòi hỏi độ sạch như nước sinh hoạt dân dụng.

** Tạo nguồn phân bón hữu cơ*

Để sản xuất phân bón vô cơ đòi hỏi chi phí cao, sử dụng lâu ngày gây hỏng đất và ô nhiễm môi trường, vì vậy càng ngày xu thế sản xuất phân bón hữu cơ bằng CNSH càng phát triển vì phân hữu cơ có hàm lượng NPK cao, không gây ô nhiễm, hơn nữa kết hợp với việc tạo ra khí methan dùng làm nhiên liệu.

** Tạo thức ăn cho gia súc*

Ngành chăn nuôi phát triển đòi hỏi lượng thức ăn rất lớn, thức ăn từ các nguyên liệu tự nhiên không đáp ứng, trong lúc đó lượng phế thải do con người và bản thân gia súc thải ra rất lớn, ví dụ ngành chăn nuôi của nước Anh thải ra hằng năm khoảng 18×10^{11} kg. Từ lượng phế thải đó, bằng công nghệ lên men vi sinh vật, có thể tạo ra khối lượng bùn non khổng lồ có hàm lượng protein chiếm tới 30 - 40% sinh khối khô. Từ sinh khối này tiếp tục xử lý sẽ tạo ra nguồn thức ăn tổng hợp giàu protein có giá trị kinh tế cao cho gia súc, gia cầm, cá... Khâu quan trọng của quá trình xử lý bùn non là khâu tiệt trùng để loại mầm bệnh, đặc biệt là Samonella và loại các kim loại độc hại.

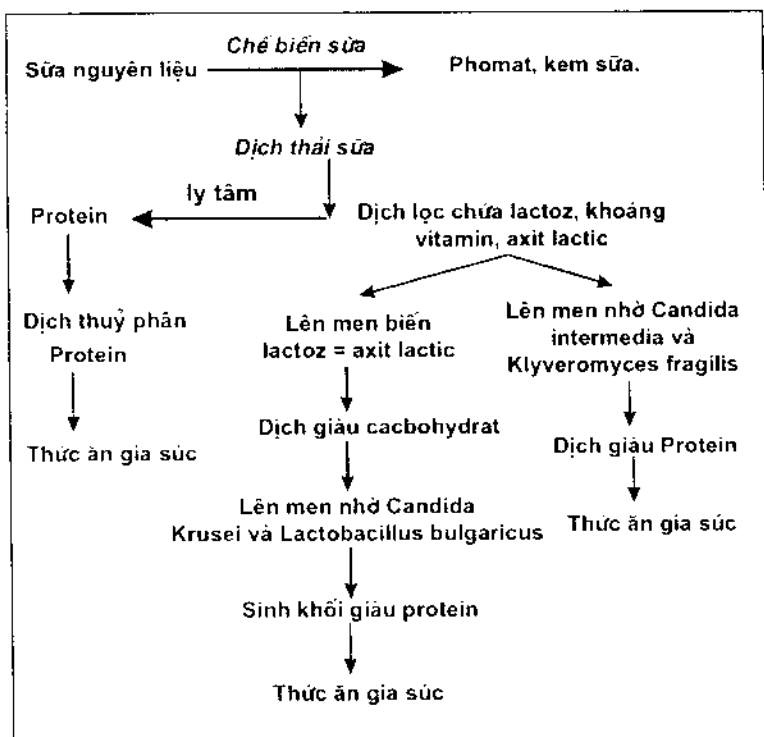
b. Xử lý các phế thải công nghiệp bằng CNSH

Các ngành công nghiệp có liên quan đến sinh học như các nhà máy chế biến sữa, phomat, kem sữa, công nghiệp giấy, công nghiệp hoá chất, cơ khí, năng lượng... đều thải ra một lượng phế thải rất đa dạng gây ô nhiễm môi trường, cần được xử lý bằng biện pháp CNSH.

Đối với nông nghiệp và nông thôn thì CNSH xử lý các phế thải của công nghiệp chế biến sữa và thuốc trừ sâu là quan trọng nhất.

Chất dịch sữa (còn được gọi là huyết thanh sữa) là phế thải lỏng chủ yếu của ngành công nghiệp chế biến sữa, người ta thường xử lý chế biến chúng để làm thức ăn gia súc, gia cầm. Trong dịch thải sữa còn chứa nhiều thành phần dinh dưỡng như đường, lactoz, các chất khoáng và protein. Người ta sử dụng công nghệ lên men vi sinh vật để nâng cao hiệu suất sử dụng dịch thải sữa, chủ yếu là các chủng *Lactobacillus bulgaricus*, *Candida intermedia*, *Candida krusei* hoặc *Klyveromyces fragilis*. Sau lên men người ta thu được sinh khối giàu protein dùng làm thức ăn gia súc.

Ngoài ra, công nghiệp lên men dịch thải sữa còn cho phép tạo ra các nguyên liệu cho ngành công nghiệp hoá học như sản xuất cồn ethanol, hoặc sử dụng các chủng vi sinh vật đặc thù để thủy phân đường lactoz thành đường glucoz và galactoz trong công nghiệp chế biến thực phẩm. Quá trình chế biến xử lý dịch sữa phế thải theo sơ đồ sau:



Thuốc trừ sâu được sử dụng trong nông nghiệp đã đem lại lợi ích kinh tế đáng kể, nhưng sản xuất và sử dụng thuốc trừ sâu trong nông nghiệp đã gây ra ô nhiễm môi trường, vì thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ đều là tác nhân gây độc hại trực tiếp cho gia súc, gây hại lâu dài cho con người như bệnh ung thư, quái thai. Do vậy, công nghệ xử lý tồn dư của thuốc trừ sâu diệt cỏ, đặc biệt là biện pháp sinh học càng ngày càng được quan tâm đặc biệt.

Bình thường tồn dư thuốc trừ sâu trong đất bị phân huỷ bởi các quần thể vi sinh vật nhưng xảy ra chậm và không tập trung. CNSH xử lý tồn dư thuốc trừ sâu tương đối đơn giản, người ta sử dụng các chủng vi sinh vật có khả năng tiết enzym ngoại bào như esteraza, acylamidaza, photphoesteraza. Ví dụ sử dụng *Pseudomonas sp*, chế tiết enzym parathiohydrolaza có khả năng thuỷ phân mạnh tới 94 - 98% dư lượng thuốc trừ sâu parathion. Hiện nay người ta thường sử dụng công nghệ sử dụng enzym ngoại bào của sinh vật được cố định trên màng lọc để xử lý nước thải có chứa dư lượng thuốc trừ sâu với hiệu suất cao.

c. Sự phá huỷ sinh học và bảo vệ nông sản, vật liệu

Các nông sản sau thu hoạch như lương thực, thực phẩm hoặc các vật liệu xây dựng như gỗ, tre, nứa, vật dụng, công cụ lao động thường bị hư hỏng, thất thoát chủ yếu do sự phân huỷ sinh học, tức là sự thay đổi hư hỏng do sinh vật gây ra chủ yếu do vi sinh vật (vi khuẩn, nấm), côn trùng, động vật và thực vật. Sự hư hỏng hoặc do cơ học, hoặc hoá học và kéo theo ô nhiễm môi trường. Nông sản sau thu hoạch thường bị phá huỷ bởi côn trùng, nấm. Thực phẩm mất phẩm chất vì vi khuẩn, nấm, các vật liệu bị hỏng vì nấm, côn trùng (mối, mọt...).

Để bảo vệ chống lại sự phân huỷ sinh học người ta có thể sử dụng các biện pháp xử lý hoá học hoặc cơ học như sơn, vecni, xử lý bằng hoá chất diệt khuẩn diệt nấm hoặc xử lý bằng CNSH, như dùng sinh vật để diệt sinh vật.



CÔNG NGHỆ SINH HỌC TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

Sản xuất nông nghiệp là ngành sản xuất lớn và chủ yếu của xã hội loài người. Các bộ lạc người từ thời nguyên thủy chuyển từ phương thức hái lượm, săn bắt sang phương thức trồng trọt, chăn nuôi là bước tiến quyết định trong phương thức sản xuất, từ đó chế độ bộ lạc được chuyển sang chế độ các tập đoàn phong kiến.

Sản xuất nông nghiệp cung cấp cho con người và xã hội loài người không chỉ nguồn lương thực thực phẩm mà cả nguồn vật liệu, nhiên liệu, dược liệu, hoá phẩm... cần thiết cho mọi hoạt động sống. Từ thời xa xưa, các nhà sản xuất nông nghiệp đã biết chọn lọc các cây trồng, vật nuôi có năng suất cao, đáp ứng nhu

cầu đi lên của xã hội. Hai vấn đề chủ chốt luôn được đặt ra cho các nhà sản xuất là vấn đề giống cây, con và kỹ thuật trồng trọt chăn nuôi. Trước đây, người nông dân thường sử dụng các kinh nghiệm tích lũy được qua nhiều thế hệ, nhưng theo đà phát triển của khoa học kỹ thuật và chế độ tư bản thì sản xuất nông nghiệp cũng được công nghiệp hoá và sản xuất công nghiệp trước đây là qui trình theo kinh nghiệm chủ nghĩa đã trở thành quá trình sản xuất có định hướng, có cơ sở kỹ thuật và khoa học, do đó năng suất sản xuất của cây trồng, vật nuôi luôn được tăng cao, đáp ứng nhu cầu của xã hội. Cuộc “cách mạng xanh” trong sản xuất nông nghiệp tại nhiều nước châu Âu, châu Mĩ, đặc biệt là ở châu Á từ những năm 70 của thế kỉ 20 đã cứu nhân loại khỏi nạn thiếu lương thực triền miên, nhất là đối với các nước đông dân như Ấn Độ, Trung Quốc, Thái Lan, Việt Nam... Những năm gần đây, Thái Lan, Việt Nam đã trở thành nước xuất khẩu lớn đứng thứ 1, thứ 2 của thế giới.

Thực ra “cuộc cách mạng xanh” chỉ là giai đoạn kết thúc của quá trình sản xuất được mệnh danh là CNSH truyền thống và mở đầu cho quá trình sản xuất có áp dụng CNSH hiện đại, vì “cách mạng xanh” chỉ hạn chế trong một số đối tượng cây trồng như lúa, lúa mì, ngô, tại các vùng canh tác có hệ thống thuỷ lợi tốt, độ phì nhiêu của đất cao, có khả năng thâm canh, sản lượng cao nhưng gây mất cân bằng sinh thái vì phải sử dụng quá nhiều phân bón và hoá chất trừ sâu, diệt cỏ...

Kết hợp CNSH truyền thống với CNSH hiện đại đã đưa sản xuất nông nghiệp lên một tầm cao mới, khắc phục được các nhược điểm không chỉ cho trồng trọt mà cho cả chăn nuôi, thủy sản, thú y, chế biến, bảo quản nông sản, sản xuất vật liệu công nghiệp, khai thác tài nguyên, bảo vệ môi trường, xây dựng nền sản xuất nông nghiệp sạch và phát triển bền vững.

I. CNSH TRONG CẢI TẠO GIỐNG CÂY TRỒNG

Trong trồng trọt, để có năng suất sản lượng cao, ngoài các biện pháp kỹ thuật thì công tác giống cây có vai trò quyết định. Những hiểu biết về di truyền học, sinh lý học thực vật, sinh học tế bào và phân tử đóng vai trò quan trọng trong công tác chọn giống và cải tạo giống cây trồng có năng suất cao, thích hợp với từng vùng canh tác, chống chịu điều kiện khó khăn cũng như tật bệnh.

Tế bào thực vật có tính *toàn năng* (totipotent) nghĩa là bất kỳ tế bào nào, hoặc mô nào thuộc cơ quan như rễ, thân, lá đều chứa hệ gen qui định kiểu gen của loài cây đó và chúng đều có khả năng sinh sản vô tính để tạo thành cây trưởng thành. Chúng ta ai cũng biết rằng một mảnh lá cây bồng rơi xuống đất ẩm sẽ mọc thành một cây bồng toàn vẹn, và trong thực tiễn trồng trọt các kỹ thuật giâm cành, giâm củ, ghép cành để tạo nên cây toàn vẹn là căn cứ vào đặc tính toàn năng của tế bào thực vật có khả năng sinh sản vô tính (được gọi là sinh sản sinh dưỡng) để tạo nên cây

trưởng thành. Bằng phương thức sinh sản vô tính, cơ thể thực vật qua nhiều thế hệ vẫn giữ được hệ gen ổn định, đồng thời nhanh chóng thích nghi với điều kiện môi trường để sinh sản duy trì nòi giống. Tuy vậy, nếu chỉ có phương thức *sinh sản vô tính* thì về lâu dài hệ gen của cơ thể không được đổi mới và không tạo ra đa dạng di truyền, do đó các nhân tố môi trường không có nguyên liệu đa dạng để chọn lọc, dẫn tới không có tiến hoá và loài sẽ bị thoái hoá và tiêu diệt.

Trong quá trình tiến hoá đã xuất hiện phương thức *sinh sản hữu tính*, là phương thức có sự tham gia của hai yếu tố đực và cái để tạo nên cơ thể con ở thế hệ sau. Qua sinh sản hữu tính, hệ gen của thế hệ sau được đổi mới nhờ cơ chế hoán vị gen, cơ chế phân ly độc lập khi tạo giao tử và tổ hợp tự do khi tạo hợp tử (các nhà di truyền gọi là biến dị tái tổ hợp) giữa các nhân tố di truyền của cơ thể đực và cái, vì vậy cứ qua các thế hệ con cháu đa dạng di truyền được tạo ra một cách tất yếu. Về lý thuyết, một cơ thể có số lượng gen là x và số đơn bội nhiễm sắc thể là n thì số tổ hợp đa dạng di truyền sẽ là $2^x \times 2^n \times 2^n$, sẽ là một con số khổng lồ về đa dạng và cũng là nguồn nguyên liệu đa dạng cho chọn lọc tự nhiên, vì các cơ thể đa bào đều có số lượng gen và số lượng nhiễm sắc thể lớn.

1. CHỌN GIỐNG CÂY BẰNG LAI HỮU TÍNH

Tuy rằng trong kỹ thuật trồng trọt đối với cây trồng như mía, chuối, dứa, khoai tây... thường dùng

phương thức *sinh sản sinh dưỡng*, nhưng đối với đại đa số cây lương thực như lúa, lúa mì, lúa mạch, ngô... để chọn giống và cải tạo giống, các nhà sản xuất thường sử dụng kỹ thuật *lai hữu tính*.

Trong thực vật sinh sản hữu tính có thể phân biệt những loài *tự thụ phấn* (tự phối) và loài *tạp giao*. Phương pháp tạo giống đối với từng loài có điểm khác nhau.

a. Đối với cây tự phối

(Lúa mì, lúa, bông gai, thuốc lá, đậu đỗ, cà chua, mơ, đào, cam, chanh...) Hiện tượng thụ phấn sẽ dẫn đến tính đồng hợp tử (cơ thể đồng hợp tử là cơ thể chứa cặp gen alen giống nhau) như vậy sẽ tạo ra các quần thể cây có hỗn hợp các cá thể đồng hợp tử đối với phần lớn các locut và tất yếu về lâu dài các thế hệ đồng hợp tử sẽ giảm dần sức sống, sức thích nghi, do đó giảm năng suất sản lượng. Tuy nhiên bằng phương pháp tự phối ta sẽ chọn lọc được những kiểu gen đồng hợp tử hay những dòng thuần là nguyên liệu cần thiết cho phương pháp lai hữu tính để cải tạo giống.

Trong nhiều trường hợp, trong các quần thể đồng hợp tử xuất hiện những cá thể tốt mang các đặc tính có ưu điểm về năng suất, về thích nghi, về chống chịu bệnh tật, thì nhà sản xuất sử dụng phương pháp chọn lọc đồng loạt, giữ lại những cá thể đó để làm giống. Đối với kiểu chọn giống này, nhà sản xuất đơn giản chỉ sử dụng những biến dị xuất hiện sẵn có trong quần thể. Muốn đạt hiệu quả cao hơn, nhà sản xuất

phải tạo ra các biến dị mới bằng cách lai giao phấn giữa các cơ thể nội phối để tạo ra tổ hợp gen từ hệ gen của bố và mẹ, sau vài thế hệ sẽ thu được những kiểu đồng hợp tử từ những tái tổ hợp đó. Một ví dụ điển hình: giống “ngô lai” được tạo ra ở Mỹ với năng suất cao là giống lai chứa gen của 4 dòng lai nội phối.

b. Đối với cây giao phấn

Những loài thực vật giao phấn (ngô, hướng dương, rau cải, dưa chuột, bí ngô, táo tây, nho, lê, mận...) tạo thành tập hợp rất khác nhau về phương thức sinh sản. Có loài do tính tự tương kỵ giữa hạt phấn và nhụy (hạt phấn không thể nảy mầm thành ống phấn ở núm nhụy của chính cây đó) nên giao phấn là bắt buộc. Có loài là tự tương hợp, nghĩa là có thể tự phối (ngô). Hậu quả của tự phối cũng khác nhau: có loài có thể sinh sản tự phối lâu dài (bầu bí) thì tính cận huyết (nội phối) ít có ảnh hưởng, nhưng đối với một số loài (cỏ) thì không thể xảy ra qua hai hoặc ba thế hệ tự phối.

Nói chung ở các loài giao phấn thì hiện tượng tự phối sẽ dẫn tới trạng thái đồng hợp tử và làm giảm sức sống (thường được gọi là sự suy thoái cận huyết), nhưng các nhà tạo giống lợi dụng phương thức tự phối để tạo các dòng thuần chứa các cặp gen - alen đồng hợp tử các dạng dị hợp. Muốn tạo ưu thế lai, người ta sử dụng hương pháp lai các dòng thuần với nhau nhờ sự kết hợp những kiểu gen nhất định của bố mẹ khác nhau vào cơ thể lai. Ví dụ trong kỹ thuật tạo giống “ngô lai” ở Mỹ từ việc lai 4 dòng thuần nội phối hợp

nhau giống “ngô lai” có năng suất tăng 25 - 30% so với các giống ngô tốt nhất.

Phương pháp tạo giống bằng phương pháp lai hữu tính đã tạo nên nhiều giống lai có năng suất cao, đặc biệt đối với lúa, lúa mì, ngô, nhưng đòi hỏi rất nhiều thời gian, không đáp ứng kịp nhu cầu cấp bách của sản xuất. Nói chung tạo được giống mới để đưa nó vào sản xuất đòi hỏi thời gian từ 3 đến 7 năm, hơn nữa nhà tạo giống còn dựa vào may rủi chưa hoàn toàn định hướng trong công tác tạo ra các giống mới theo các đặc điểm dự đoán trước và ổn định lâu dài. Vì vậy kết hợp với phương pháp lai tạo cần kết hợp nhiều phương pháp hỗ trợ khác như phương pháp gây đột biến, gây đa bội thể và đặc biệt là sử dụng công nghệ vi nhân giống bằng nuôi cấy mô và tế bào cũng như công nghệ chuyển gen thực vật.

2. PHƯƠNG PHÁP TẠO GIỐNG BẰNG GÂY ĐỘT BIẾN NHÂN TẠO

* *Mấy khái niệm*

Cơ thể sống có đặc tính di truyền là đặc tính thể hiện ở hiện tượng con cái giống bố mẹ về các tính trạng hình thái và tập tính, đồng thời cơ thể sống có đặc tính biến dị, nghĩa là đặc tính thể hiện ở hiện tượng con cái khác bố mẹ về nhiều tính trạng hình thái tập tính kiểu hình. Các nhà di truyền học phân biệt 2 dạng biến dị là: biến dị di truyền và biến dị không di truyền (còn được gọi là thường biến).

Thường biến là các biến dị về hình thái hoặc tập tính do tác động của các điều kiện môi trường thể hiện trong thế hệ, không mang tính di truyền và là phản ứng của kiểu gen đối với các thay đổi của môi trường trong một giới hạn nhất định.

Biến dị di truyền là biến dị trong *kiểu gen* (được thể hiện hoặc không thể hiện ra *kiểu hình* tương ứng) mang tính di truyền, nghĩa là được truyền lại cho thế hệ con cái. Người ta phân biệt hai dạng biến dị di truyền là *đột biến* (mutation) và *biến dị tổ hợp* (recombination)

Đột biến được hiểu là hiện tượng thay đổi trong kiểu gen ở mức độ phân tử ADN, hoặc mức độ nhiễm sắc thể do ngẫu nhiên, hoặc do các tác nhân gây đột biến như bức xạ, hoặc hoá chất tác động trực tiếp lên bộ máy di truyền của tế bào.

Biến dị tổ hợp là biến đổi trong kiểu gen của các thế hệ con cái gây nên do hiện tượng sinh sản hữu tính, hay nói cách khác là qua sinh sản hữu tính, tức là qua quá trình phân bào giảm nhiễm để tạo giao tử và qua thụ tinh để tạo hợp tử đã có sự tái tổ hợp lại hệ gen của hợp tử nhờ sự hoán vị gen, sự phân ly độc lập và tổ hợp tự do của các yếu tố di truyền giữa bố và mẹ.

Cũng vì vậy mà khi các nhà công nghệ di truyền bằng thao tác kỹ thuật cắt, nối, ghép các đoạn ADN có nguồn gốc khác nhau để tổ hợp thành đoạn ADN mới (chứa gen nào đó) được gọi là kỹ thuật ADN tái tổ hợp.

Các nhà di truyền phân biệt *đột biến gen* là đột

biến xảy ra ở mức độ phân tử ADN, ở mức độ trình tự các nucleotit trong phân tử ADN dẫn đến làm thay đổi các codon mã hoá cho axit amin, từ đó làm sai lệch bộ mã của gen, làm hỏng gen, làm biến đổi sản phẩm của gen hoặc làm sai lệch phương thức và tần số hoạt động của gen. Đột biến gen xảy ra thường do hiện tượng thay thế nucleotit này bằng nucleotit khác, mất đi hoặc thêm nucleotit khác; mất đi hoặc thêm nucleotit vào trình tự, hoặc do sự thay đổi trình tự các nucleotit trong mạch ADN. Các sai lệch về nucleotit trong mạch ADN thường được tế bào sửa chữa nhưng do lý do nào đấy nhiều trường hợp vẫn còn sai lệch. Sai lệch đó có thể được truyền lại cho con cái nếu sai lệch (đột biến) xảy ra trong dòng tế bào sinh dục. Nếu đột biến chỉ xảy ra trong tế bào soma là dòng tế bào tạo nên các mô, cơ quan sinh dưỡng (như rễ, thân, lá...) thì chỉ gây nên các hậu quả trong cơ thể của thế hệ bố mẹ và sẽ không được di truyền lại cho thế hệ con cái thông qua sinh sản hữu tính. Tất nhiên các biến dị trong tế bào soma có thể di truyền cho thế hệ sau bằng phương thức sinh sản vô tính, như sinh sản sinh dưỡng hoặc bằng nhân bản vô tính và lai tế bào soma in vitro.

Đối với cơ thể thuộc dạng tế bào nhân thực (Eucaryota) đột biến có thể xảy ra ở mức độ nhiễm sắc thể do sự biến đổi về cấu trúc của từng nhiễm sắc thể hoặc sự biến đổi về số lượng trong bộ nhiễm sắc thể.

Đột biến trong cấu trúc nhiễm sắc thể có thể do *mất đoạn, thêm đoạn, đảo đoạn hoặc chuyển đoạn* lẫn

nhau, tất nhiên sẽ dẫn tới biến đổi trong phân tử ADN chứa trong nhiễm sắc thể hoặc biến đổi trong tổ chức của hệ gen.

Đột biến trong số lượng nhiễm sắc thể thể hiện ở số lượng nhiễm sắc thể sai khác với bộ chuẩn bội ($2n$) thường được gọi là lệch bội, ($2n+1$, $2n-1$) hoặc đa bội ($8n$, $4n...$); Đối với cơ thể thực vật, phương thức đa bội hoá là phương thức tiến hoá vì cơ thể đa bội có kích thước lớn hơn, có sức sống, khả năng thích nghi cao hơn so với cơ thể lưỡng bội.

Hiểu biết và nghiên cứu về đột biến gen cũng như đột biến nhiễm sắc thể về cơ chế gây đột biến của các tác nhân gây đột biến (mutagen) như bức xạ tử ngoại, phóng xạ ion hoá... như hoá chất... có tầm quan trọng trong công tác tạo giống thực vật.

Từ năm 1927, H.J.Muller, học trò của Morgan khi nghiên cứu trên Ruồi quả *Drosophila* và L.J.Stadler khi nghiên cứu trên đại mạch (*Hordeum vulgare*) đã phát hiện ra các tia X là tác nhân gây đột biến. Về sau, người ta phát hiện ra nhiều tác nhân gây đột biến có thể là tác nhân vật lý, hoá học hoặc sinh học (virus). Trong các tác nhân vật lý được các nhà tạo giống sử dụng để gây đột biến nhân tạo thường là bức xạ ion (tia X, tia gamma, tia beta...) và bức xạ tử ngoại. Trong số các hoá chất gây đột biến có ý nghĩa nhất là các hợp chất alkyl hoá. Trong thực tế, các nhà tạo giống thường phối hợp các tác nhân lý và hoá để tăng cường hiệu lực đột biến, và vấn đề mấu chốt là

liều lượng sử dụng, thời lượng sử dụng và giai đoạn của đối tượng sử dụng.

Gây đột biến nhân tạo nhằm cải tạo giống cây trồng được tiến hành trước đại chiến thế giới lần thứ hai, do Gustafson tiến hành ở Thụy Điển đã tạo ra giống lúa mạch mới nhưng không được sử dụng rộng rãi vào thực tế, vì các thể đột biến chưa đáp ứng với các điều kiện khí hậu cụ thể. Về sau, các nhà tạo giống đã đặt ra mục tiêu tăng cao chất lượng sản phẩm. Viện nghiên cứu Nông học Pháp (INRA) đã sử dụng tia gamma tạo ra giống lúa có hạt gạo ngon, bổ dưỡng, được thị trường châu Âu ưa chuộng.

Bằng phương pháp gây đột biến nhân tạo người ta đã tạo ra nhiều giống cây trồng có giá trị kinh tế cao (lúa, lúa mì, đậu, khoai tây, cà chua...), những giống có những đặc tính ưu thế như chống bệnh cao, những giống có thời gian sinh trưởng ngắn do đó có thể tăng vụ, những giống có phẩm chất quý như giàu hàm lượng đạm, chất béo và có hương vị được người tiêu dùng ưa thích, những giống cây lương thực có thân vững chắc do đó không bị lốp, đổ, thuận lợi cho việc thu hoạch bằng cơ giới... Tuy nhiên, các đột biến thường là có hại và chỉ trong điều kiện nào đó mới thể hiện tính có lợi nhưng cũng rất hạn chế. Các thể đột biến có tính chống bệnh cao lại cho năng suất thấp; tính chống bệnh cao chỉ có ưu thế khi dịch bệnh đang phát triển. Vì vậy chọn lọc các giống đột biến mới để đưa vào sản xuất phải làm rất thận trọng và các đột

biến có lợi thường được tạo ra trên cơ sở những giống đã có sẵn nhiều ưu điểm cơ bản về năng suất, chất lượng, nhằm thăm dò để gây đột biến để tăng cường một số đặc tính mong muốn nào đó (như chống chịu bệnh, chống chịu điều kiện khô hạn, úng ngập, chua mặn...) nghĩa là đặc tính thích ứng với một vùng sinh thái mới hoặc điều kiện mới nhanh hơn so với phương pháp lai truyền thống.

Ngày nay, việc chọn lọc các dạng đột biến có lợi được kết hợp với kỹ thuật nuôi cấy tế bào, mô in vitro nhằm tạo ra các giống cây lương thực có năng suất cao, có phẩm chất tốt một cách bền vững đang tiến hành tại các nước cũng như ở nước ta.

3. PHƯƠNG PHÁP TẠO GIỐNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP GÂY ĐA BỘI THỂ

Như phần trên đã nêu, hiện tượng đa bội là hướng tiến hoá của giới thực vật có hoa. Trong thiên nhiên tồn tại nhiều dạng đa bội của các loài thuộc cùng một chi, ví dụ: lúa mì (*Triticum*) có dãy đa bội là:

$$\text{Triticum monococcum } 2n = 14$$

$$\text{Triticum dicoccum } 2n = 28$$

$$\text{Triticum vulgare } 2n = 42$$

với số nhiễm sắc thể cơ bản $x = 7$ thì dạng 28 là thể tứ bội và dạng 42 là thể lục bội.

Các loài thuộc chi *Solanum* có các dãy đa bội là $2n = 12$, $4n = 24$, $6n = 36$, $8n = 48$, $10n = 60$, $12n = 72$,

$16n = 96$, $18n = 108$ và $24n = 144$ với số đơn bội $n = 6$ (số nhiễm sắc thể cơ bản $x = 6$).

Các dây đa bội của các loài trong chi được quan sát thấy trong nhiều chi thực vật như thuốc lá, cà, cúc... Đa số cây trồng hiện nay đều là đa bội thể (lúa mì, khoai tây, cà chua, bông...).

Các loài đa bội có nhiều đặc tính ưu thế như tính thích nghi lớn, các bộ phận có kích thước lớn hơn, sản phẩm nhiều hơn... Vì vậy các nhà tạo giống thường sử dụng phương pháp lai hoặc gây đột biến nhân tạo để tạo ra các giống đa bội thể có giá trị kinh tế cao.

Để công tác tạo các giống đa bội có kết quả theo ý muốn, nhà sản xuất cần có hiểu biết cơ chế hình thành các dạng đa bội cũng như cơ chế tiến hoá của chúng. Người ta phân biệt 2 dạng đa bội là *tự đa bội* (autopolloide) và *dị đa bội* (allopolloide).

Dạng tự đa bội được hình thành do quá trình *nội phân* (endomitosis) xảy ra trong tế bào sống khi bộ nhiễm sắc thể được nhân đôi nhưng không kèm theo phân bào, do đó số lượng nhiễm sắc thể được tăng gấp đôi, tức là đa bội hoá, và từ đó dẫn tới hình thành các mô đa bội hoặc cơ thể đa bội do sinh sản sinh dưỡng.

Như vậy các thể tự đa bội đều có hệ gen tương tự nhau: nếu ở cơ thể lưỡng bội ($2n$) chứa 2 hệ gen AA thì ở cơ thể tứ bội ($4n$) chứa 4 hệ gen là AAAA.

Dạng dị đa bội được hình thành qua quá trình tạo các giao tử và hợp tử đa bội, nghĩa là sự tạo thành các

hợp tử đa bội từ các giao tử của các cơ thể khác nhau (tức là qua hiện tượng lai). Ví dụ 1 cá thể có 2 genom AA và 1 cá thể khác có 2 genom BB thì qua tạo giao tử và hình thành hợp tử sẽ tạo nên các dạng dị đa bội sau: tam bội AAB hoặc ABB, thể tứ bội AABB. Tham gia tạo thể dị đa bội có thể là các cá thể cùng loài hoặc khác loài.

Trong thiên nhiên, các dạng tự đa bội ít phổ biến hơn và thường quan sát thấy ở các cơ thể sinh sản sinh dưỡng hoặc tự thụ phấn. Các nhà chọn giống thường quan tâm đến dạng tự đa bội $4n$ vì chúng có nhiều ưu điểm thể hiện ở kích thước thân, lá, hoa, quả, hạt đều hơn so với dạng lưỡng bội. Nhiều giống cây trồng phổ biến như khoai tây, chuối, khoai lang, lạc, cà phê... đều là thể tứ bội. Nhiều giống cây trồng có năng suất cao là thể tự tứ bội được các nhà sản xuất tạo ra bằng phương pháp gây đa bội thực nghiệm như ngô, lúa mạch, củ cải đường, dưa hấu, nho, mận, dâu tằm, cây cảnh...

Các thể tự đa bội được tạo ra có thể được dùng làm nguyên liệu để lai tạo giữa các giống nhằm cải tạo, chọn lọc các giống lai có năng suất và chất lượng tốt hơn về một tính trạng nào đó đối với cả cây tự phối và cây giao phấn. Thường thường các thể đa bội cân bằng (có số nhiễm sắc thể theo bội số chẵn như $4x$, $8x$, $10x$...) có sức sống cao hơn so với các thể *đa bội không cân bằng* (có số nhiễm sắc thể theo bội số lẻ như $3x$, $5x$, $7x$, $9x$...), bởi vì qua quá trình phân bào giảm nhiễm sẽ tạo

nên các giao tử có sức sống khác nhau tùy theo tính chất mà giao tử đó chứa bộ nhiễm sắc thể. Trong tự nhiên, các dòng đa bội thường quan sát thấy ở các thực vật có khả năng sinh sản sinh dưỡng hoặc thực vật tự thụ phấn và rất ít thấy ở thực vật giao phấn, nhưng bằng con đường thực nghiệm gây đột biến tự đa bội kết hợp với lai tạo, các nhà sản xuất có thể tạo ra các giống cây mới đa bội có ưu thế về năng suất và chất lượng cao. Ví dụ từ các giống tự tứ bội, bằng phương pháp lai với các dạng lưỡng bội, người ta đã thu được những dạng dị tam bội ($3n$) có giá trị kinh tế như củ cải đường ($3x = 27$), táo ($3x = 51$) chứa nhiều đường, nhiều vitamin C hơn, bảo quản được lâu hơn sau thu hoạch.

Bằng phương pháp sinh sản sinh dưỡng, các cây tam bội được nhân giống rộng rãi và áp dụng đại trà vào sản xuất. Đối với cây giao phấn bắt buộc thì người ta phải sử dụng phương pháp lai từ cây tứ bội với cây lưỡng bội để chọn lọc các cây tam bội dùng làm giống cho sản xuất đại trà.

Những dạng đa bội có ý nghĩa kinh tế thường thuộc dạng tứ bội và tam bội. Đối với cây rừng, các dạng đa bội cũng rất có ý nghĩa. Người ta đã tạo được dạng tam bội ở loài liễu ($3n = 57$), cây lớn nhanh, cho gỗ tốt, năng suất cung cấp gỗ gấp 4 lần so với liễu bình thường ($2n = 38$). Các dạng đa bội có số nhiễm sắc thể nhiều hơn $4n$ thường không có sức sống và bất thụ. Sử dụng phương pháp lai để tạo đa bội thể các nhà sản xuất có thể lai các cơ thể khác loài để tạo ra

dạng lai đa bội có ý nghĩa kinh tế cao. Ví dụ Karpechenco ở Nga đã thu được dạng tứ bội ($4n = 36$) là *Raphanobrassica* bằng cách lai giữa củ cải *Raphano* ($2n = 18$) với cải bắp *Brassica* ($2n = 18$). Hoặc khi lai lúa mì *Triticum aestivum* ($2n = 42$) với lúa mạch *Secale cereale* ($2n = 14$) người ta đã tạo được dạng tứ bội ($4n = 56$) được gọi là *Triticale* có hàm lượng protein trong hạt cao hơn, bột làm bánh ngon hơn, chịu lạnh tốt hơn, thân rạ cứng hơn do đó dễ gặt máy hơn so với các dạng gốc lưỡng bội đem lai. Hoặc như ở Thụy Điển, các nhà sản xuất đã lai tạo được giống cải dầu *Brassica napus* đa bội ($4x = 38$) có hàm lượng dầu cao hơn 7% so với giống lưỡng bội.

Để tạo các dạng đa bội, các nhà sản xuất có thể sử dụng các phương pháp sau:

Phương pháp lai: Có thể lai các cơ thể lưỡng bội với nhau, lai cơ thể lưỡng bội với cơ thể đa bội hoặc lai giữa các thể đa bội với nhau. Phương pháp lai thường may rủi và ít hiệu quả do chưa nắm rõ cơ chế giảm phân tạo giao tử ở cơ thể đa bội.

Phương pháp các tác nhân gây đột biến đa bội như tác nhân nhiệt, chiếu xạ hoặc hoá chất. Tác nhân hoá chất được sử dụng phổ biến nhất và có hiệu quả nhất là chất colchicin, là một loại ancaloit được chiết xuất từ cây *Colchicum autumnale*, chất này có tác dụng ức chế sự phân ly các nhiễm sắc thể về 2 cực ở nguyên phân và giảm phân, do đó tạo nên các tế bào có số nhiễm sắc thể tăng gấp đôi - tức là tế bào đa bội.

Colchicin thường được dùng ở dạng dung dịch nước với nồng độ rất thấp (thường là dung dịch 0,025% đến 0,65%) và xử lý với hạt, chồi, điểm sinh trưởng, hoa...

Các thể đa bội được tạo ra có thể dùng làm đối tượng giống sản xuất bằng phương thức sinh sản sinh dưỡng hoặc tự phối, hoặc dùng làm nguyên liệu để lai tạo. Nhiều giống cây lương thực (lúa mì, lúa mạch, ngô, lúa...), cây thực phẩm (khoai tây, cà chua, cải, dưa hấu...), cây ăn quả, cây công nghiệp (mận, nho, táo, chuối, dứa, mía..., cà phê, củ cải đường, chè, dâu tằm), cây hoa, cây cảnh, cây rừng... có giá trị kinh tế cao được trồng phổ biến tại nhiều nước đều là các dạng đa bội.

4. CẢI TẠO GIỐNG BẰNG VI NHÂN GIỐNG VÀ NHÂN BẢN VÔ TÍNH

Sử dụng các phương pháp cải tạo giống truyền thống như kết hợp phương pháp lai, sinh sản sinh dưỡng với phương pháp gây đột biến, các nhà sản xuất đã tạo ra hàng loạt giống cây trồng có năng suất cao, sản lượng tốt, đáp ứng nhu cầu lương thực, thực phẩm của xã hội, tuy nhiên vẫn còn nhiều hạn chế như thời gian từ tạo được giống đến lúc áp dụng thực tiễn đại trà phải mất 10 năm, nhu cầu về giống tốt rất lớn mà số lượng cung cấp lại hạn chế và không kịp thời vụ...

Áp dụng các biện pháp của CNSH hiện đại, chủ

yếu là kỹ thuật nuôi cấy tế bào thực vật in vitro, kỹ thuật nhân bản vô tính, kỹ thuật lai tế bào trần, kỹ thuật chuyển gen... ngành công nghệ tạo giống cây đã có những tiến bộ vượt bậc.

- Phương pháp nuôi cấy tế bào thực vật in vitro được phát triển mạnh và hoàn thiện từ những năm 60 của thế kỷ 20, sau khi đã có được môi trường nuôi cấy chuẩn, đặc biệt là sử dụng các chất hocmon sinh trưởng thực vật như auxin, cytokinin, giberilin... vào môi trường nuôi cấy, sử dụng các tế bào trần để nuôi cấy huyền phù, sử dụng kỹ thuật lai soma in vitro, kỹ thuật chuyển gen... Ngày nay người ta có thể nuôi cấy tế bào thực vật của bất kỳ loại cây nào và nhân bản vô tính cây in vitro để vi nhân giống, tạo giống mới theo mục tiêu dự đoán, hoặc để sản xuất các chế phẩm sinh học mong muốn. Tuy nhiên, có loài dễ thực hiện như khoai tây, thuốc lá, còn đối với các loài cây thảo, cây lương thực thì khó hơn, đặc biệt đối với các loài cây gỗ càng khó thực hiện, đòi hỏi nhà sản xuất không chỉ phải có kỹ thuật mà còn phải hiểu biết sâu sắc về sinh học phát triển, về sinh lý, về di truyền... của các loài cây đó. Trong kỹ thuật nuôi cấy, môi trường dinh dưỡng là rất quan trọng. Môi trường dinh dưỡng dùng để nuôi cấy tế bào thực vật phải gồm đủ các chất đa lượng như NH_4 , NO_3 , SO_4 , Ca, Cl, K, Na...; các chất vi lượng như Fe, Mg, Mn, Zn, BO_3 , I, M_2O_4 , Cu... Nguồn cacbon thường dùng là đường glucoz hoặc saccaroz. Ngoài ra cần có các chất hocmon điều chỉnh sinh

trưởng, thường là chất auxin và cytokinin với tỷ lệ thích hợp tùy yêu cầu. Nếu tỷ lệ auxin/cytokinin > 1 sẽ kích thích phát triển rễ, nếu tỷ lệ trên < 1 sẽ kích thích phát triển chồi. Các hocmon thực vật còn có tác động kích thích sự tổng hợp nhiều sản phẩm sinh học quan trọng. Nồng độ các axit amin, các khí ôxy, CO₂, ethylen, độ pH (chuẩn là 5-7), độ chiếu sáng, thời gian chiếu sáng, nhiệt độ (thường giữ ở 25-27°C)... đều gây ảnh hưởng lên sự sinh trưởng của tế bào thực vật và sự tổng hợp các sản phẩm. Ở các giai đoạn sinh trưởng về sau trong nuôi cấy thường tích lũy các sản phẩm trao đổi do tế bào tiết ra có tác dụng kìm hãm sự sinh trưởng, do đó điều kiện nuôi cấy tối ưu là phải giữ cho quá trình đồng hoá cao hơn dị hoá bằng cách đổi mới môi trường, đổi mới mẻ cấy bằng phương pháp cấy chuyên hoặc nuôi cấy trong các lò phản ứng sinh học ổn hoá.

Đối tượng để nuôi cấy thường là các tế bào của *mô phân sinh*, là mô chưa phân hoá có trong các phần sinh trưởng của rễ, thân, lá..., lá mô không nhiễm bệnh (đặc biệt không nhiễm virut) và trong điều kiện in vitro sẽ sinh trưởng cho ra những khối mô non, hay mô sẹo (callus), từ các *tế bào mô sẹo* người ta có thể tái sinh được các chồi cây và cây toàn vẹn mang tính đồng nhất di truyền, gọi là dòng nhân bản vô tính.

Đối tượng nuôi cấy có thể là các tế bào trần, là các tế bào của bất kỳ bộ phận nào của cây đã được xử lý cơ học hoặc xử lý bằng enzym để tách bỏ lớp vỏ xenluloz. Các *tế bào trần* (protoplast) có lớp màng sinh chất, có

tế bào chứa các bào quan, có nhân chứa bộ máy di truyền toàn năng, vì vậy người ta có thể nuôi cấy chúng ở dạng huyền phù dễ dàng thực hiện cấy chuyên theo mẻ liên tục, chúng có thể nhân bản vô tính và biệt hoá cho ra các mô và các cơ quan để tái sinh ra cây toàn vẹn, hoặc điều khiển cho chúng sản xuất các chế phẩm sinh học mong muốn, hoặc dùng để làm nguyên liệu tạo giống bằng gây đột biến thực nghiệm, hoặc bằng phương pháp lai soma và chuyển gen.

Ngày nay người ta sử dụng phương pháp nuôi cấy tế bào trong nhiều công nghệ sinh học, đặc biệt là công nghệ vi nhân giống và công nghệ sản xuất các chế phẩm sinh học có giá trị kinh tế cao.

Việc nuôi cấy mô phân sinh và tái sinh cây trưởng thành được thực hiện thành công từ những năm 50 của thế kỷ 20, tạo được các giống sạch bệnh, rút ngắn thời gian thu hoạch như khoai tây, cà chua, khoai sọ, chuối, củ mỡ, táo, nho, dâu tây, mía, nhiều loại lan, cúc... Cách nhân giống in vitro đem lại giá trị kinh tế cao vì các giống lai hữu tính thường bị nhiễm bệnh thất thu từ 10-70%, còn các giống được nhân vô tính in vitro thường sạch bệnh, hơn nữa có thể cung cấp một số lượng giống lớn trong thời gian ngắn.

Ví dụ từ 1 củ khoai tây qua 8 tháng nhân giống in vitro có thể được lượng củ cung cấp trồng cho 40 ha, hoặc từ 1 cây tái sinh từ 1 mẫu mô lá cây cọ dầu qua một năm nhân giống vô tính ta có thể sản xuất được 500.000 cây con đồng nhất có đặc tính kháng bệnh cao

và cho năng suất tới 6 tấn dầu trên một ha, nhiều hơn hàng chục lần so với hướng dương, đậu tương hoặc lạc. Đặc biệt là từ những năm 60 của thế kỷ 20, khi các nhà tạo giống in vitro nhận thấy rằng các chồi cây con được tái sinh có thể được cắt nhỏ thành nhiều đoạn và chúng lại tái sinh thành cây con, nếu đem cắt đoạn một lần nữa, các đoạn được nuôi cấy lại sẽ tái sinh cho cây con và liên tiếp thực hiện quy trình đó sẽ cho chúng ta vô vàn cây con giống đồng nhất và sạch bệnh, qui trình tạo giống cây như vậy được gọi là công nghệ *vi nhân giống* (micropropagation).

Như vậy, các nhà sản xuất đã tạo ra một “Ngân hàng giống” có chất lượng cao trong phòng thí nghiệm.

Công nghệ vi nhân giống có ý nghĩa kinh tế cao đối với các loài cây sinh sản chậm như một số cây hoa, hoặc cây rừng, vì sử dụng phương pháp vi nhân giống mới có thể cung cấp đủ giống đáp ứng yêu cầu của thực tiễn sản xuất trong thời gian ngắn.

Ta hãy lấy một ví dụ để so sánh, muốn nhân giống cây hoa hồng bằng phương pháp dùng các đoạn có mắt ghép từ cây mẹ thì tối đa một năm ta chỉ có thể nhân giống được khoảng 20-50 cây, nhưng bằng phương pháp vi nhân giống, các nhà sản xuất có thể sản xuất được 200.000 đến 400.000 cây giống trong một năm, nghĩa là theo kiểu sản xuất công nghiệp. Hiện nay hàng loạt giống cây trồng: cây lương thực, thực phẩm, cây dược thảo, cây hoa, cây ăn quả, cây lâm nghiệp đang và sẽ được sản xuất công nghiệp bằng phương pháp vi nhân giống.

Tuy nhiên, công nghệ vi nhân giống còn nhiều vấn đề phải giải quyết cả về mặt lý thuyết và công nghệ, đòi hỏi các nhà nghiên cứu phải cố gắng tìm tòi, sáng tạo nhiều. Đây cũng là đề tài chờ đón các bạn thanh niên có lòng say mê nghề nông, mong muốn xây dựng nông thôn ngày càng giàu đẹp.

- Ngoài phương pháp nuôi cấy các tế bào của mô phân sinh, tức là các *tế bào soma lưỡng bội* để vi nhân giống tạo ra các cây giống lưỡng bội, người ta còn nuôi cấy các *tế bào hạt phấn* (giao tử đực) và *noãn* (giao tử cái) đơn bội và tái sinh thành các cây đơn bội. Những cây đơn bội thường là bất thụ, nhưng có thể dùng chúng như là nguyên liệu nguồn để gây đột biến (ví dụ đột biến đa bội) tạo ra các dạng lưỡng bội, đa bội thuần chủng trong một thời gian ngắn hơn nhiều so với phương pháp dòng thuần bằng lai tạo cổ điển.

Bằng phương pháp nuôi cấy hạt phấn, người ta đã tạo được hàng chục giống lúa mới, lúa mì mới, cải tạo được nhiều giống lúa lai, ngô lai có năng suất cao cũng như các giống cây cao su cho mủ cao hơn, giống mía có hàm lượng đường nhiều hơn.

5. CẢI TẠO GIỐNG BẰNG DUNG HỢP TẾ BÀO TRẦN

Tế bào thực vật khác với tế bào động vật ở hai đặc tính cơ bản là chúng có chứa lục lạp là nơi diễn ra quá trình quang hợp và tế bào của chúng ngoài màng sinh chất còn có vách xenluloz tạo cho tế bào có độ cứng

chắc. Vách xenluloz hạn chế sự trao đổi chất, hạn chế sinh trưởng của các tế bào thực vật nuôi cấy in vitro. Từ những năm 60 của thế kỷ 20, người ta đã tạo được các *tế bào trần* - tức các tế bào thực vật đã bị phá bỏ vách xenluloz - do đó chúng sống và sinh trưởng trong môi trường in vitro giống như tế bào động vật, từ đó ngành công nghệ tế bào thực vật phát triển rất mạnh và đạt nhiều thành tựu to lớn. Để tạo các tế bào trần, người ta có thể dùng phương pháp cơ học (bóc, tách), hoặc hoá học (xử lý bằng enzym như pectinaza hoặc xenlulaza...), chúng được nuôi cấy theo dạng lớp mỏng hoặc dạng huyền phù với nhiều mục đích khác nhau như để nghiên cứu sự trao đổi chất, sự hình thành vách xenluloz (vì sau khi bị mất vách thì sau 4 ngày nuôi cấy một vách mới được tái sinh); như để chọn dòng vô tính (tập đoàn tế bào đồng nhất về di truyền xuất phát từ sinh sản vô tính của một tế bào gốc); như để dung hợp tế bào trần tạo các dòng *tế bào lai soma*; như để thực hiện kỹ thuật chuyển gen và nghiên cứu sự biểu hiện của gen lạ, sản xuất các chế phẩm sinh học quý; hoặc để nghiên cứu quá trình xâm nhiễm gây bệnh của virut trong tế bào...

- Sử dụng tế bào trần nuôi cấy để vi nhân giống sẽ làm tăng hiệu quả lên nhiều lần về phương diện chọn dòng vô tính và tái sinh số lượng giống cây, vì chỉ từ một lá cây ta có thể tạo ra hàng triệu tế bào trần, và từ mỗi tế bào ta có thể chọn được hàng chục

nghìn dòng, cho tái sinh hàng chục nghìn cây giống mang các đặc tính tốt.

- Từ tế bào trần đến cây lai soma. Như ta đã biết, lai hữu tính chỉ thực hiện kết quả khi lai giữa các cá thể cùng loài, nếu lai các cá thể khác loài thường dẫn tới bất thụ, do đó để tạo giống lai thường gặp khó khăn và tốn kém. Nếu thực hiện phương pháp lai ở mức độ tế bào thì người ta có thể tạo ra các tế bào lai và từ đó các cây lai từ các cá thể thuộc các loài (thậm chí thuộc các chi, bộ và họ khác nhau) có thể tập hợp vào trong một giống các đặc điểm di truyền của các giống khác theo mong muốn của nhà tạo giống.

Trước đây và cả hiện nay, các nhà làm vườn rất quen với phương pháp ghép cây nhằm mục đích lợi dụng tính chất khoẻ mạnh, chịu đựng của một cây nào đó (dùng làm gốc ghép) để tạo cho cành ghép sống khoẻ, phát triển tốt, cho sản phẩm chất lượng tốt. Ví dụ ghép cành cam vào gốc bưởi, không những cho cam phát triển tốt, sản lượng nhiều mà quả cam còn có hương vị của bưởi, vì vậy mà nhiều nhà thực vật cho rằng đã có sự lai tạo giữa cam và bưởi qua phương pháp ghép cành. Nhiều nghiên cứu về di truyền học và tế bào học đã chứng minh rằng qua ghép cành in vitro rất khó xảy ra lai vô tính, nghĩa là sự dung hợp giữa tế bào cam và bưởi, vì lẽ rằng các tế bào thực vật có vách xenluloz ngăn cản không cho phép các tế bào lai với nhau; còn cam

có hương vị của bưởi là vì một số sản phẩm chuyển hoá của bưởi có thể khuếch tán vào tế bào cam và tích lũy vào cam. Các hạt thu được từ quả của cành ghép nếu đem gieo sẽ cho ra cam không còn hương vị bưởi, nghĩa là trong tế bào cam không hề có yếu tố di truyền của bưởi.

Điều này hoàn toàn khác với tế bào trần vì các tế bào trần in vitro dễ dàng hợp với nhau tạo nên các tế bào lai vô tính. Từ những năm 70 của thế kỷ 20, người ta đã dung hợp được và tạo được tế bào lai soma từ 2 loài thuốc lá *Nicotina glauca* và *Nicotina langsdortii*, đã tái sinh được cây lai trọn vẹn, khi phân tích bộ nhiễm sắc thể người ta đã chứng minh chắc chắn rằng đó là cây lai thực sự. Điều đặc biệt đáng quan tâm là khi 2 tế bào trần dung hợp với nhau tạo nên một tế bào lai thống nhất, trong đó màng sinh chất, tế bào chất và cả nhân đều mang đặc tính của 2 loài, nhưng trong bộ nhiễm sắc thể của tế bào lai xảy ra hiện tượng mất đi một số nhiễm sắc thể của cả 2 loài và tái tạo lại bộ nhiễm sắc thể lưỡng bội bình thường trong tế bào lai; trong tế bào chất cũng có sự tái tổ hợp lại ADN của ty thể và lục lạp. Những hiện tượng đó đặt ra cho các nhà di truyền tế bào những vấn đề lý thú như xác định được các gen qui định các tính trạng của cây định khu trong nhiễm sắc thể nào (lập bản đồ gen), sự biểu hiện của gen, sự tái tổ hợp gen và các nhà tạo giống có thể chọn dòng tế bào lai để vi nhân giống

theo các đặc tính mà mình mong muốn, ví dụ tạo ra các dòng chống chịu bệnh tật, chống chịu thuốc diệt cỏ, hoặc chọn các dòng bất thụ đực mà bằng phương pháp lai hữu tính rất khó khăn, lâu dài và tốn kém. Trường hợp điển hình là tạo cây bất thụ đực ở cải dầu, các nhà khoa học Pháp đã mất rất nhiều công sức bằng phương pháp lai hữu tính giữa cây cải củ bất thụ đực với cải và cải dầu, thu được cây cải dầu bất thụ đực nhưng chúng không có sức sống; còn với phương pháp lai tế bào soma in vitro, họ đã nhanh chóng tạo được cây lai mang cả 3 thông tin di truyền: nhân và lục lạp của cải dầu, còn ty thể là của cải củ. Những cây lai này là cây bất thụ đực có sức sống bình thường. Bằng phương pháp lai tế bào soma in vitro, người ta dễ dàng tạo được cây lai “Pomat” từ các tế bào của khoai tây (Pomme de terre) và tế bào của cà chua (Tomate), cây lai từ tế bào cà rốt và mùi tây...

Hiện nay, sử dụng công nghệ tạo giống bằng lai tế bào soma không chỉ được thực hiện ở thuốc lá, khoai tây, cà chua... mà cả ở những cây lương thực như lúa, ngô và các cây hoa tại nhiều công ty tạo giống trên thế giới, trong đó có cả Việt Nam.

6. KỸ THUẬT CHUYỂN GEN VÀ CÁC GIỐNG CÂY BIẾN ĐỔI GEN

Hiện nay, kỹ thuật chuyển gen ở thực vật để tạo giống cây biến đổi gen được thực hiện bằng 2

phương thức chủ yếu: một là, chuyển gen qua vi khuẩn đất *Agrobacterium*; hai là, chuyển gen bằng ADN trực tiếp vào tế bào nhờ các biện pháp vật lý hoặc hoá học.

a. Chuyển gen qua *Agrobacterium*

Agrobacterium tumefaciens và *A. rhizogenes* là 2 loài vi khuẩn gây bệnh cây có chứa các *plasmid*. Plasmid được cấu tạo từ ADN có trong tế bào chất của vi khuẩn tồn tại độc lập với nhiễm sắc thể của vi khuẩn. ADN plasmid mang một số gen qui định một số tính trạng đặc thù của vi khuẩn như tính chống chịu thuốc kháng sinh. Ngoài ra plasmid còn có đặc tính là chúng có thể chuyển từ tế bào này sang tế bào khác và có thể gắn nhập vào ADN của hệ gen tế bào chủ.

Khi vi khuẩn *Agrobacterium* xâm nhiễm vào cây qua một vết thương ở rễ thì một đoạn ADN của plasmid vi khuẩn xâm nhập vào các tế bào ngoại vi của vết thương, di chuyển đến tận nhiễm sắc thể và gắn nhập vào ADN của nhiễm sắc thể của cây. Về sau, các gen trong ADN plasmid hoạt động, cho ra các protein, các enzym do những gen plasmid qui định, tạo nên các bệnh mụn cổ rễ (trường hợp nhiễm *A. tumefaciens*), hoặc bộ rễ tóc (trường hợp nhiễm *A. rhizogenes*).

Lợi dụng tính chất chuyển gen qua *Agrobacterium*, các nhà kỹ thuật gen đã tạo ra các

ADN plasmit mang các gen có lợi như gen chống chịu các chất độc, chất thuốc, gen cố định đạm... vào tế bào thực vật thông qua *Agrobacterium* để tạo nên các *giống cây biến đổi gen* có đặc tính mong muốn. Một trong các mục tiêu quan trọng của các nhà tạo giống là tạo được các giống cây trồng không thuộc họ đậu như lúa, ngô, có khả năng cố định đạm của không khí (tức là biến đổi N_2 của không khí thành các hợp chất hữu cơ chứa nitơ) bằng phương pháp chuyển các gen cố định đạm chứa trong plasmit của vi khuẩn cố định đạm cộng sinh trong nốt sần của rễ các cây họ đậu vào các tế bào cây chủ, từ đó tái sinh vi nhân giống ra các giống lúa, ngô có khả năng cố định đạm từ N_2 không khí.

b. Chuyển gen trực tiếp từ ADN

Để chuyển ADN tái tổ hợp ngoại lai có mang các gen được thiết kế theo các tính trạng mong muốn vào tế bào trần, người ta có thể sử dụng các biện pháp hoá học như sử dụng chất polyetylen glycol (PEG) vì chất này làm biến đổi màng sinh chất tạo điều kiện cho ADN xâm nhập vào tế bào và vào nhiễm sắc thể, hoặc sử dụng các thể mỡ (liposome), tức là các hạt cầu có cấu tạo màng lipoprotein, trong đó chứa ADN tái tổ hợp cần chuyển; các hạt liposome dễ dàng xâm nhập qua màng sinh chất của tế bào trần để vào trong tế bào và gắn vào nhiễm sắc thể.

Một kỹ thuật mới nhất và tương đối có hiệu quả để đưa ADN trực tiếp vào tế bào chủ là kỹ thuật *điện*

đục lỗ, hay còn gọi là điện thẩm thấu, đó là kỹ thuật cho một tập hợp tế bào trần trong nuôi cấy chịu một loại xung động điện trong thời gian ngắn với điện thế cao, điện trường sẽ làm biến đổi màng sinh chất, tạo nên các lỗ siêu vi để phân tử ADN có thể xâm nhập vào trong tế bào qua các lỗ, sau đó màng sẽ được chuyển ADN có khả năng sống và phát triển. Kỹ thuật chuyển gen này được áp dụng có kết quả cho nhiều dạng cây trồng như lúa, lúa mì, ngô, thuốc lá, cà chua... để tạo các giống biến đổi gen.

Để chuyển gen vào trong các tế bào tại các mô *in vitro*, như mô của chồi hoặc phôi, hoặc vào các mô *in vitro* mà không cần tạo tế bào trần, người ta sử dụng phương pháp bắn *đạn ADN* trực tiếp xuyên qua vách xenluloz và màng sinh chất vào tế bào. “Đạn ADN” có thể là các viên bi rất nhỏ bằng vàng hoặc bằng tungsten bao bọc ADN cần chuyển.

Phương pháp này chuyển dễ dàng ADN vào trực tiếp các mô trong cây mà không gây huỷ hoại cho tế bào nhận, như vậy cho phép nghiên cứu sự biểu hiện của gen lạ ngay trong các cây nhận ở các mô khác nhau, hoặc chuyển ADN trực tiếp vào các mô sẹo trong nuôi cấy, từ đó tái sinh ra cây biến đổi gen. Phương pháp bắn “đạn ADN” trực tiếp vào mô được thực hiện có kết quả ở nhiều loại cây trồng như đậu tương, bông, lúa, lúa mì, ngô... Ngoài ra, nhiều kỹ thuật chuyển gen khác cũng được nghiên cứu và áp dụng như phương pháp vi tiêm, siêu âm

mô, thối mô...

Với kỹ thuật chuyển gen, các nhà tạo giống đã tạo ra hàng loạt giống cây biến đổi gen có năng suất cao, phẩm chất tốt, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường, đến mức ngày nay khi nghe đến thuật ngữ “sản phẩm biến đổi gen”, người ta vừa mừng vừa lo. Mừng là được dùng các sản phẩm ngon, rẻ, nhiều, nhưng lo rằng liệu sản phẩm biến đổi gen có hại đến sức khỏe trước mắt và lâu dài không, vì đã có một số trường hợp sau khi ăn sản phẩm biến đổi gen (ví dụ bánh bột ngô chuyển gen) đã bị dị ứng mệ̄t mỗ̄i phải tới bệnh viện điều trị. Tuy nhiên, về mặt khoa học và y học chưa có công trình nào chứng minh chắc chắn rằng sản phẩm biến đổi gen là có hại cho sức khỏe, mặc dầu trong một số sản phẩm biến đổi gen có chứa một số protein đặc biệt mà hệ enzym tiêu hoá không phân giải được, có thể đi vào máu gây dị ứng nhưng tác động của chúng cũng chỉ giống như các tác nhân gây dị ứng khác có thể có trong các sản phẩm bình thường.

Đây là một số trường hợp cây trồng biến đổi gen điển hình và đã được áp dụng vào sản xuất: lúa (kháng virus); ngô (kháng sâu, kháng thuốc diệt cỏ, kháng virus, bất thụ đực, hàm lượng axit amin: lyzin và triptophan cao); lúa mì (kháng thuốc trừ sâu); cải dầu (kháng thuốc diệt cỏ, thay đổi thành phần axit béo và axit amin như lyzin, metionin, bất thụ đực, sản xuất enkephalin); hướng dương (thay

đổi thành phần axit amin: metionin, xystein, kháng thuốc diệt cỏ); đậu tương (kháng thuốc diệt cỏ, thay đổi thành phần axit amin: metionin, xystein); cải củ (kháng thuốc diệt cỏ và virus); khoai tây (kháng sâu, virus, kháng thuốc diệt cỏ, tăng hàm lượng tinh bột, sản xuất anbumin huyết thanh người); cà chua (kháng sâu, virus, chín chậm); rau diếp (kháng virus); dưa chuột (kháng virus); dưa tây (kháng virus và thuốc diệt cỏ, chín chậm); thuốc lá (kháng sâu, thuốc diệt cỏ và virus, sản xuất globulin miễn dịch), cỏ linh lăng (kháng virus, thay đổi thành phần axit amin: metionin); hồng (thay đổi màu sắc cánh hoa); cúc (thay đổi màu sắc cánh hoa); liễu (kháng thuốc diệt cỏ).

7. CÔNG NGHỆ NUÔI CẤY TẾ BÀO THỰC VẬT ĐỂ SẢN XUẤT CÁC CHẾ PHẨM SINH HỌC CÓ GIÁ TRỊ

Công nghệ nuôi cấy tế bào thực vật và công nghệ chuyển gen không chỉ được áp dụng vào công tác tạo giống cây trồng mới có năng suất cao, sản phẩm tốt mà còn được áp dụng để sản xuất các chế phẩm sinh học có giá trị kinh tế trong công nghiệp và dược phẩm.

Trong quá trình chuyển hoá, các tế bào thực vật chế tiết ra các sản phẩm thuộc 2 loại:

- Các sản phẩm có số lượng lớn là sản phẩm chuyển hoá sơ cấp, là những hợp chất cần thiết cho

sự hoạt động sống và phát triển của cây. Đó là các chất béo (các axit béo, dầu), các chất đạm (protein) và các chất đường (saccaroz, fructoz, tinh bột, pectin, xenluloz...). Các hợp chất này được chiết xuất từ thực vật rất dễ dàng bằng các kỹ thuật lý hoá thông thường.

- Các sản phẩm chuyển hoá thứ cấp là những hợp chất hoá học tự nhiên rất đa dạng và có nhiều đặc tính đặc biệt (xem bảng 4) được tập trung trong một số bộ phận của cây với hàm lượng rất ít. Trước đây, người ta cho rằng các sản phẩm chuyển hoá thứ cấp là loại sản phẩm thừa được tích lại tạm thời trong các không bào hoặc được tiết thải ra ngoài, nhưng càng ngày người ta càng hiểu rõ vai trò quan trọng của chúng trong đời sống của cây như bảo vệ cây chống lại virut, vi khuẩn, nấm, côn trùng, ốc, động vật ăn cỏ gây hại cho cây. Chúng còn đóng vai trò quyến rũ thụ phấn và phát tán hạt (chất thơm, chất màu của hoa) cũng như vai trò là chất thông tin trung gian trong mối tương tác sinh thái giữa các cây trong quần thể và quần xã. Cũng vì vậy mà con người đã sử dụng các sản phẩm thực vật không chỉ để làm chất dinh dưỡng, chất dược phẩm mà còn sử dụng chúng làm các nguyên liệu trong công nghiệp mỹ phẩm và nước hoa.

Bảng 4: Một số sản phẩm chuyển hoá thứ cấp của thực vật và vai trò của chúng

A. HỢP CHẤT HOÁ HỌC	B. VAI TRÒ
Terpen	Kháng vi khuẩn
Terpenoid	Kháng ung thư
Flavonoid	Chống co thắt
Phenylpropanoid	Tăng lực
Amin	Diệt sâu
Alcaloid	Kích thích làm dịu, xoa dịu
Hợp chất cyanogen	Chất thơm
Quinon	Tạo dầu thơm
Saponin	Kháng viêm
Coumarin	Cường tim
Chất màu	Tạo màu
Vitamin	Vai trò đa dạng
Enzym, peptid, protein	Vai trò đa dạng
Steroid	Vai trò đa dạng
Polysaccharid	Vai trò đa dạng

Các nhà sản xuất muốn thu nhận các chế phẩm từ thực vật phải chiết xuất chúng từ các bộ phận của cây mọc trong thiên nhiên hoặc trồng trong vườn trại bằng các kỹ thuật lý hoá. Các hợp chất thứ sinh thực vật thường là những phức hợp có cấu tạo phức tạp nên không dễ tổng hợp chúng bằng con đường hoá học, ví dụ chất thơm hoa nhài là một phức hợp gồm hàng trăm chất khác nhau, hơn nữa trong trường hợp chất đó có thể tổng hợp nhân tạo thì giá thành sẽ rất cao.

Các cây dược thảo thường mọc ở vùng nhiệt đới trong điều kiện tự nhiên hoặc gây trồng. Để thu

được sản phẩm phải chờ đợi thời gian rất lâu, từ vài năm đến hàng chục năm, vì chúng sinh trưởng chậm. Hơn nữa, các sản phẩm thường tích lũy trong các bộ phận đã biệt hoá của cây như rễ, thân lá hoặc hoa... Hợp chất berberin chiết xuất từ rễ cây hoàng liên (*Coptis japonica*) ở tuổi 6 năm và các chất ginsenosid là chất bổ dưỡng từ rễ cây nhân sâm (*Panax ginseng*) được chiết xuất từ cây có độ tuổi từ 4 đến 10 năm. Muốn thu được 10g chất viblastin và 1g vincristin để làm thuốc, nhà sản xuất phải dùng tới 10 tấn nguyên liệu thô và khô, thế nhưng lượng thuốc đó cũng chỉ đủ để chữa cho một em bé bị bệnh ung thư bạch cầu trong 1 tuần.

CNSH nuôi cấy tế bào thực vật và kỹ thuật chuyển gen đã mở ra cho nhà sản xuất những triển vọng to lớn để giải quyết những khó khăn trong việc sản xuất các chế phẩm sinh học cũng như các dược phẩm từ thực vật với số lượng lớn, giá thành rẻ, đáp ứng nhanh chóng và kịp thời nhu cầu thị trường về hoá phẩm và dược phẩm.

Chế phẩm đầu tiên được sản xuất công nghiệp bằng công nghệ nuôi cấy tế bào được thực hiện ở Nhật từ năm 1983 là chất shikonin - một sắc tố đỏ có trong cây *Lithospermum erithrorhizon*, có tác dụng kháng khuẩn, kháng viêm và kháng ung thư, đồng thời là phẩm màu có giá trị cao. Bằng công nghệ nuôi cấy tế bào, năng suất sản phẩm đã tăng gấp 15 lần so với sản phẩm trong cây.

Ngày nay, công nghệ nuôi cấy tế bào được áp dụng đối với hầu hết các cây cho chế phẩm sinh học có giá trị kinh tế cao.

Công nghệ nuôi cấy tế bào thực vật áp dụng để sản xuất các chế phẩm sinh học gồm các công đoạn sau:

- Chọn lọc cây cần lấy mô để nuôi cấy phải là cây khoẻ mạnh, sức sống tốt, có năng suất cao về sản phẩm cần thiết.

- Tiến hành nuôi cấy các mảnh mô khác nhau như lá, thân, rễ... trong môi trường thích hợp, thường là môi trường đặc để sản xuất các *mô sẹo* (callus), tức là các tập hợp tế bào chưa biệt hoá có khả năng phân bào mạnh. Từ các khối mô sẹo sẽ được tách ra, nhân bản thành nhiều mẻ cấy (qua 15 ngày nuôi), được nuôi trong các điều kiện khác nhau về nhiệt độ, về cường độ và thời gian chiếu sáng, về nồng độ chất hocmon tạo điều kiện cho sự hình thành các dòng biệt hoá khác nhau dùng làm dòng gốc cho các nuôi cấy về sau.

- Tiến hành chọn lọc các dòng gốc có năng suất cao về chế phẩm định sản xuất, có thể căn cứ vào màu sắc của mô cấy (nếu là chế phẩm màu) hoặc bằng kỹ thuật chiết suất và định lượng chế phẩm được sản sinh bởi mô nuôi cấy, bởi vì mô nuôi cấy tuy chưa biệt hoá thành cơ quan nhưng vẫn sinh sản ra một số chế phẩm tích lũy trong tế bào và tiết ra trong môi trường nuôi cấy. Ở giai đoạn này người ta có thu được các chế phẩm cần thiết.

- Tiến hành chuyển nuôi cấy sang môi trường lỏng và tăng năng suất sản xuất chế phẩm là cần thiết để sản xuất một khối lượng lớn theo kiểu công nghiệp hoá, giống như công nghệ áp dụng cho công nghiệp lên men vi sinh vật. Các tế bào dòng gốc được chuyển sang nuôi cấy trong môi trường lỏng, trong các bình có dung tích 250ml. Sự chuyển này có thể gây các biến đổi không ổn định, vì vậy phải tiến hành chọn lọc lại các dòng ổn định có năng suất cao và cần phải tối ưu hoá các điều kiện nuôi cấy, cho thêm các nhân tố kích thích sự sản sinh các chế phẩm đúng giai đoạn phát triển, nhất là các nhân tố gây stress cho cây (như vi khuẩn bị giết chết, các kim loại nặng...), vì cây sản sinh ra các sản phẩm chuyển hoá thứ cấp và để đáp ứng bảo vệ chống lại các tác nhân có hại của môi trường. Các dòng gốc có năng suất cao được chuyển vào nuôi cấy đại trà với quy mô lớn, được bảo quản để sử dụng lâu dài bằng các kỹ thuật lạnh sâu trong các bình nitơ lỏng hoặc trong dầu giảm khí.

- Tiến hành sản xuất ở mức đại trà với quy mô lớn trong các công cụ được gọi là các *lò phản ứng sinh học* (bioreacteur) có hệ ổn hoá, điều chỉnh tự động các điều kiện nuôi cấy với độ tiết trùng cao, phù hợp cho việc sản xuất các chế phẩm từ các tế bào thực vật. Các lò phản ứng có dung tích từ hàng chục đến hàng trăm mét khối.

- Cuối cùng là công đoạn chiết xuất và tinh chế các sản phẩm cần thiết.

Các nhà sản xuất còn sử dụng công nghệ nuôi cấy tế bào thực vật để chuyển đổi các chế phẩm sinh học có giá trị cao mà bản thân cây không chuyển đổi được hoặc không thể chuyển đổi được bằng con đường hoá học. Ví dụ trong lá cây *Digitalis lanata* có 2 chất có tác dụng cường tim là Digoxin và Digitoxin, trong đó chất Digoxin là chất có giá trị cao hơn, nhưng tiếc thay hàm lượng chúng trong cây rất ít và cây không thể chuyển đổi Digitoxin thành Digoxin được, mặc dù 2 chất chỉ sai khác nhau bằng nhóm OH. Nhưng trong nuôi cấy in vitro, các tế bào *Digitalis* bằng phản ứng hydroxy hoá đã chuyển đổi dễ dàng từ Digitoxin thành Digoxin với hiệu suất đạt tới 93,5%. Hơn nữa, các nhà sản xuất có thể sử dụng hệ nuôi cấy tế bào kết hợp với kỹ thuật chuyển gen để sản xuất các chế phẩm sinh học hoàn toàn mới, không có ở thực vật hoặc có nguồn gốc từ động vật để làm thuốc, như sử dụng các tế bào nuôi cấy thuốc lá để sản xuất testosterone, hay các tế bào nuôi cấy của cây *Catharanthus roseus* để sản xuất các chất thuốc chống viêm như pericin.

Hiệu suất sản xuất các chế phẩm bằng công nghệ nuôi cấy tế bào thường cao hơn từ 2 đến hàng chục lần so với cây toàn vẹn nên có ý nghĩa kinh tế rất cao. Ví dụ sản xuất shikonin bằng nuôi cấy đạt hiệu suất > 23% chỉ trong 15 ngày, trong đó khi chiết suất từ rễ cây chỉ đạt hiệu suất 1,5% (so trọng

lượng khô) và phải chờ thời gian 6 năm. Nếu ta biết rằng giá 1kg shikonin trên thị trường là 4.000-5.000 đôla thì ta mới thấy rõ lợi nhuận to lớn của CNSH. Chính vì thế mà ta không ngạc nhiên khi các hãng dược phẩm lớn xuyên quốc gia sẵn sàng đầu tư hàng chục triệu đôla cho dự án nghiên cứu và sản xuất một chế phẩm sinh học dùng làm thuốc bằng CNSH.

Kết hợp công nghệ nuôi cấy tế bào thực vật với kỹ thuật chuyển gen, người ta đã sản xuất được các chất dùng làm thực phẩm như protein ngọt có độ ngọt gấp hàng nghìn lần so với đường từ các cây *Thaumatococcus daniellii* và cây *Dioscoreophyllum cumminisii* trồng nhiều ở Gana, Liberia..., Malaisia, hoặc các chất ngọt steviosid và rebaudiosid A có độ ngọt gấp 300 lần so với đường từ cây cỏ ngọt *Stevia rebaudiana* mọc hoang dại ở Gana và Nhật Bản, các chất bơ thực vật, các chất phụ gia tạo vị thơm, vị cay cho thực phẩm...

II. CNSH ỨNG DỤNG TRONG CHĂN NUÔI

1. Ý NGHĨA

Vật nuôi cũng như động vật nói chung có những đặc điểm khác với thực vật. Động vật sinh sống và phát triển theo phương thức tự dưỡng, nghĩa là phải lấy thức ăn hữu cơ sẵn có để trao đổi chất, trao

đổi năng lượng. Động vật chuyển động nhiều theo không gian đòi hỏi điều kiện sống chật chội hơn và bị tác động của môi trường sống nhiều hơn, do đó công tác tạo giống động vật, tăng năng suất sản phẩm chăn nuôi đòi hỏi nhiều công sức, thời gian và chi phí lớn hơn. Nhưng động vật lại là nguồn cung cấp chủ yếu thức ăn đạm (protein) cho con người và hiện nay sự đói dinh dưỡng vẫn chủ yếu là đói protein, tình trạng thiếu và đói protein là vấn đề nan giải của nhân dân các nước đang phát triển. Theo thống kê của Tổ chức Nông lương quốc tế (FAO) thì mức tiêu thụ protein theo đầu người ở các nước đang phát triển chỉ bằng một nửa so với các nước phát triển. Nếu lấy protein có nguồn gốc từ vật nuôi để so sánh thì sự chênh lệch còn cao hơn...

Đã có nhiều phương án tăng nguồn protein ngoài các nguồn chính thống từ chăn nuôi, ví dụ tạo sinh khối để cung cấp protein được gọi là protein đơn bào, căn cứ trên tính chất của các chủng vi khuẩn có hoạt lực đồng hoá các loại phế phẩm của nông nghiệp và công nghiệp như rơm rạ, bã mía, củ cải, gỗ... từ đó ta sẽ thu được sinh khối giàu protein hoặc sản xuất protein từ dầu mỡ, rượu metanol, khí thiên nhiên, dầu diesel, parafin..., hoặc làm giàu protein bổ sung bằng phương pháp lên men vi sinh vật các sản phẩm tinh bột, ví dụ công nghiệp lên men bột sắn bằng nấm mốc *Aspergillus henebergii*, có thể thu được sản phẩm chứa tới 20% protein (sắn

chỉ chứa khoảng 1% protein). Như vậy 1ha sản có thể cung cấp tới 2 tấn protein.

Trong thức ăn giàu protein thì axit amin không thay thế đóng vai trò quan trọng trong dinh dưỡng vì cơ thể chúng ta không thể tự tổng hợp được mà buộc phải thu nhận từ thức ăn, đặc biệt là các axit amin lyzin, metionin, triptophan và treonin, vì vậy người ta đã đề xuất các công nghệ lên men vi sinh vật nhằm làm giàu nguồn axit amin không thay thế để bổ sung cho thức ăn thực vật thường hay thiếu một vài hoặc nhiều axit amin không thay thế. Tuy nhiên các protein trên được sử dụng nhiều trong chăn nuôi, còn để sử dụng làm thực phẩm cho người vẫn còn nhiều hạn chế, và nguồn protein chủ yếu vẫn từ vật nuôi.

Để tăng năng suất chăn nuôi, sản xuất nhiều thịt, trứng, sữa... có chất lượng tốt, người ta thường áp dụng các biện pháp truyền thống và biện pháp CNSH.

Sau đây chúng ta xem xét một số biện pháp CNSH ứng dụng phổ biến trong chăn nuôi hiện nay.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TẠO VẬT NUÔI

Để cải tạo giống vật nuôi có năng suất cao, cho sản phẩm tốt, thích nghi với điều kiện sinh thái vùng chăn nuôi, ngoài các phương pháp truyền thống như phương pháp lai tạo, thụ tinh nhân tạo... thì các phương pháp hiện đại cũng được áp

dụng, đó là: thụ tinh trong ống nghiệm và phương pháp cấy chuyển phôi; phương pháp chuyển gen; nhân bản vô tính.

a. Kỹ thuật thụ tinh trong ống nghiệm và cấy chuyển phôi

Những hiểu biết về cơ chế và quá trình phát triển phôi của động vật có vú và vật nuôi, cũng như các tiến bộ về kỹ thuật nuôi cấy tế bào động vật in vitro đã cho phép các nhà nghiên cứu thực hiện được sự thụ tinh giữa tinh trùng và trứng của các giống vật nuôi mang các đặc tính sản xuất mong muốn để tạo nên hợp tử. Từ hợp tử phát triển thành phôi sớm ở giai đoạn sẵn sàng làm tổ ở dạ con. Người ta có thể tạo được cả một "ngân hàng" hợp tử và phôi được bảo quản lâu dài trong nitơ lỏng ở nhiệt độ -179°C , có thể cung cấp cho bất kỳ địa điểm nào và bất kỳ thời gian nào ở phạm vi quốc tế. Phôi sẽ được cấy vào con vật cái để chúng mang thai, như vậy giải quyết được hai khó khăn của vấn đề nhập nội các giống ngoại thường bị thoái hoá về giống hoặc không thích nghi với môi trường mới, vì các phôi được cấy đều thuộc giống có năng suất cao về một đặc điểm nào đó (ví dụ theo hướng cho lông, cho thịt, cho sữa...) và các con non sinh ra ngay trong vùng địa phương nên dễ dàng thích nghi dần với môi trường mới qua quá trình sinh trưởng. Phôi đông lạnh có thể sử dụng lâu dài, tỷ lệ đậu thai và sinh nở cao, tới trên 50%, ngay cả ở những vùng có điều kiện sinh thái khó khăn. Kỹ thuật cấy chuyển phôi đã được thực

hiện có kết quả đối với nhiều vật nuôi như bò, dê, cừu, lợn và trâu... Kỹ thuật thụ tinh in vitro với cây chuyển phôi còn cho phép tạo ra các gia súc sinh đôi, sinh ba hoặc nhiều hơn nữa, điều này có ý nghĩa kinh tế lớn đối với các gia súc sinh ít con như bò, trâu... Trong nuôi cấy in vitro, khi hợp tử phân bào cho ra phôi ở giai đoạn 2 hoặc 4 tế bào, người ta tách chúng thành các tế bào riêng biệt và tạo điều kiện cho mỗi tế bào phát triển như một hợp tử, sẽ tạo ra nhiều phôi đa bào, có thể cấy chuyển cho bò cái một lần nhiều phôi, như vậy bò cái sẽ đẻ sinh đôi, sinh ba..., bê con có đặc điểm di truyền hoàn toàn giống nhau.

Thông qua kỹ thuật thụ tinh in vitro và cấy chuyển phôi, người ta có thể điều khiển giới tính của phôi để sản xuất ra các thế hệ con có giới tính mong muốn. Điều này đem lại hiệu quả kinh tế cao, ví dụ khi cần vật nuôi lấy thịt thì phải sản xuất ra con cái... Thông qua kỹ thuật xác định nhiễm sắc thể và ADN, người ta dễ dàng xác định được giới tính của phôi và một số tính trạng khác mà con vật thế hệ sau sẽ có để chọn lọc phôi, từ đó chọn lọc, cải tạo cả đàn gia súc trên quy mô lớn theo yêu cầu của từng địa phương, từng quốc gia.

b. Kỹ thuật nuôi cấy tế bào động vật và kỹ thuật chuyển gen vào tế bào động vật

** Phát minh phương pháp nuôi cấy tế bào động vật*

Từ năm 1907, Harrison là người đầu tiên đã

nuôi cấy một mảnh mô của phôi ếch trong dịch bạch huyết. Đến năm 1923, Carel đã hoàn thiện phương pháp nuôi cấy tế bào trong các bình thuỷ tinh, để tiết trùng và tạo điều kiện cho tế bào phát triển tốt. Nhưng phải chờ đến những năm 1960, khi hoàn thiện được môi trường nuôi cấy nhân tạo thì kỹ thuật nuôi cấy tế bào động vật mới được phát triển mạnh. Trong điều kiện nuôi cấy người ta có thể nuôi bất kỳ tế bào nào của cơ thể và chọn được nhiều dòng tế bào bằng phương pháp cấy chuyển theo mẻ.

Vấn đề quan trọng là trong nuôi cấy tế bào động vật phải có môi trường dinh dưỡng đủ chất và nhân tố sinh trưởng, đồng thời phải giải phóng các sản phẩm trao đổi độc hại để tế bào có thể sống và phát triển được. Môi trường nuôi cấy phải đủ chất dinh dưỡng và độ pH cũng như nồng độ muối ổn định.

- Môi trường hoá chất: Được sáng tạo từ những năm 1950 đã thay thế cho các dịch sinh học như dịch chiết từ phôi gà huyết tương... dễ bị nhiễm trùng.

Môi trường hoá chất xác định để tiết trùng, tránh lây nhiễm cho mẻ cấy, dễ cất giữ, dễ thay thế hoặc thêm bớt các chất cần thiết, có thể điều chế hàng loạt với số lượng lớn.

+ Công thức pha chế môi trường gồm phức hợp các chất hydrat cacbon, các axit amin, các vitamin, các muối, các hocmon và nhân tố sinh trưởng. Ví dụ môi trường Eagle hoặc môi trường Dulbecco.

Nồng độ muối phải là đẳng trương (isotonic) để duy trì cân bằng thẩm thấu. Người ta dùng bicacbonat để tạo hệ đệm (buffer system) kết hợp với hệ làm giàu CO₂ môi trường (5-10% CO₂/95% không khí) trong đó tế bào được nuôi. Độ pH thích hợp là 7,4. Người ta thường thêm đồ phenol để ổn định pH. Nếu môi trường chuyển dần dần từ *đỏ sang vàng cam* là tế bào mọc tốt, nếu từ *đỏ* chuyển nhanh sang *vàng nhạt* là môi trường bị nhiễm khuẩn.

Các chất glucoz và glutamin là cơ chất để cung cấp năng lượng thường có nồng độ cao, còn vitamin và hocmon là các cofactor hoặc nhân tố sinh trưởng thì có nồng độ thấp.

+ Serum hoặc không cần serum.

Thường thường để dễ mẽ nuôi cấy phát triển tốt cần cho thêm serum vào môi trường (5-10%), nhưng dùng serum có nhiều bất lợi vì serum chứa nhiều chất không xác định nên dễ bị thay đổi tùy mẽ cấy hơn nữa serum được chiết xuất từ phôi thai bò rất đắt tiền. Vì vậy các nhà nuôi cấy tế bào đã có nhiều cố gắng tạo môi trường với ít serum hoặc không dùng serum. Người ta có thể dùng chất bổ trợ để thay serum như dùng insulin, transferin, ethanolamin... cho thêm vào môi trường.

+ Các chất kháng sinh dùng với mục đích phòng chống nhiễm khuẩn và vi nấm cho mẽ cấy. Các kháng sinh thường dùng là penicillin, streptomycin hoặc amphotericin B.

Dùng kháng sinh cũng có điều bất lợi vì chúng đều có tính độc tố tế bào, vì vậy phải kết hợp với kỹ thuật tiệt trùng thật chu đáo.

- Đặc tính của tế bào động vật trong nuôi cấy.

Có thể sử dụng các tế bào ở dạng tế bào tự do như bạch cầu, tế bào limpho, hoặc các tế bào của mô. Mô được cắt thành mảnh nhỏ cho vào môi trường tiệt trùng và được xử lý bằng enzym (trypsin chẳng hạn) kết hợp với *kỹ thuật nghiền mô* (homogenisateur) để thu được tế bào huyền phù. Dùng kính hiển vi để khảo sát các dạng tế bào. Ví dụ các fibroblast lúc đầu có dạng tròn, sau khi bám vào đáy bình trở thành dạng kéo dài.

Đa số tế bào của mô phát triển bám vào bề mặt đáy thành lớp, còn tế bào của mô lỏng như máu, bạch huyết thì phát triển ở dạng huyền phù lơ lửng.

Người ta có thể dùng các nguyên liệu tế bào của mẹ cấy đầu cho các mẹ cấy tiếp bằng cách chích tế bào từ mẹ đầu cho vào môi trường mới. Nếu là mẹ bám thì phải sử dụng enzym để tách riêng tế bào. Khi sử dụng enzym (trypsin) phải làm nhanh, không để quá 15 phút vì enzym có thể gây hại cho tế bào.

+ Đời sống của tế bào động vật trong nuôi cấy.

Hayflick và Moorhead (1961) khi nuôi cấy bào phôi người đã phát hiện là các tế bào được cấy chuyển qua 50 thế hệ trong vài tháng, sau đó chúng đi vào

quá trình thoái hoá và số lượng tế bào giảm dần. Các tế bào động vật có vú đều thể hiện đặc tính này.

Thời gian sống của tế bào tùy thuộc vào mô mà ta lấy tế bào. Đối với mô của phôi, khả năng sinh trưởng dài hơn so với tế bào từ các mô của cơ thể trưởng thành.

Tuy vậy, trong nuôi cấy người ta có thể tạo nên các dòng tế bào “bất tử”, tức là chúng có thể sinh trưởng vô hạn định bằng sự biến đổi về di truyền, được gọi là sự chuyển dạng (transformation) là quá trình dẫn tới tạo thành “dòng tế bào liên tục”. Sự chuyển dạng làm cho tế bào có nhiều thay đổi về độ nhạy cảm với các tác nhân kích thích, mất đặc tính bám bề mặt, biến đổi trong bộ thể nhiễm sắc - bộ lưỡng bội trở thành bộ lệch bội (aneuploid)...

Sự chuyển dạng được gây nên do virus hoặc do các tác nhân gây đột biến, hoặc do các oncogen (gen gây ung thư như gen myc, ras).

Nhiều dòng tế bào được chích từ các mô ung thư có thể phát triển “bất tử” in vitro, ví dụ các tế bào HeLa (từ mô ung thư cổ dạ con chị Henrietta Lack) hoặc tế bào Namalwa (tế bào ung thư lymphoma của chị Namalwa), hoặc các dòng tế bào của một số động vật có vú như chuột, chuột Hamster Trung Quốc, khỉ xanh châu Phi...

+ Sự sinh trưởng của tế bào động vật in vitro.

Sự sinh trưởng in vitro trải qua 3 pha:

• Pha chậm (lag phase): Là giai đoạn từ 0 khi tế bào được cho vào môi trường. Thời gian tùy vào dạng mô chích tế bào và tùy trạng thái chuyển hoá của chúng.

• Pha tiến triển (exponential growth): Là giai đoạn tế bào nhân đôi liên tục - bình thường tế bào động vật nhân đôi qua thời gian 15-25 giờ. Sinh trưởng kéo dài trong nuôi cấy theo mẻ từ $1-2 \times 10^6$ tế bào/cm³ là nồng độ tế bào chuẩn trong môi trường ổn định.

• Pha dừng (stationary phase): Là giai đoạn sau pha sinh trưởng, là giai đoạn trong đó số lượng tế bào không thay đổi, tức là khi các chất dinh dưỡng bị nghèo dần và tích lũy các sản phẩm trao đổi gây ức chế trong môi trường. Xuất hiện hiện tượng tự hoại tế bào (apoptosis) thể hiện ở chỗ ADN bị đứt mảnh và tạo thành các blebs đặc trưng trên bề mặt tế bào. Nếu muốn tế bào tiếp tục sinh trưởng phải tiếp tục bằng mẻ cấy chuyển với môi trường mới (xem H.2).

Số mẻ cấy chuyển (passage number) của một dòng tế bào được tính là số mẻ cấy được chuyển liên tục từ mẻ nuôi đầu tiên. Số mẻ cấy chuyển có liên quan tới số thế hệ của dòng tế bào, điều này phụ thuộc vào tỷ lệ split (split ratio) là số lần nuôi cấy mới được triển khai ở mỗi giai đoạn cấy chuyển.

Trường hợp đơn giản nhất là khi một mẻ nuôi kết hợp được cấy chuyển thành 2 mẻ mới, tức là tỷ lệ split bằng 2. Trong trường hợp này số thế hệ sẽ là số

mẻ cấy chuyên. Như vậy:

Số thế hệ = số mẻ cấy chuyên x tỷ lệ split/2

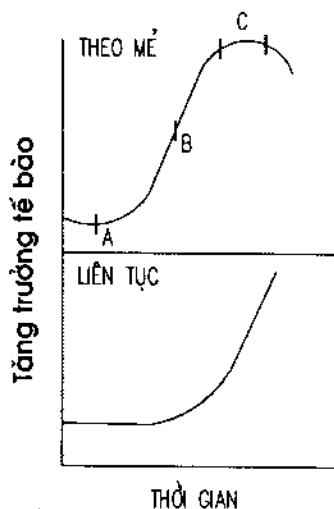
Trong nuôi cấy theo mẻ chất dinh dưỡng bị nghèo và tích lũy chất độc. Trong cấy chuyên liên tục môi trường được đổi mới.

* Các phương thức nuôi cấy

Phương thức đơn giản nhất là nuôi cấy theo mẻ (batch culture), trong đó tế bào được cho vào mẻ cấy và giữ trong vài ngày cho tới khi sinh trưởng dừng lại. Đây là hệ thống nuôi cấy kín vì không có gì thêm vào và không có gì lấy đi khỏi môi trường. Điều kiện chuẩn: nuôi lượng tế bào $10^5/\text{cm}^3$ và nuôi trong 3 ngày khi tế bào tăng tới $10^6/\text{cm}^3$.

Cần khuấy lắc để huyền phù tế bào và chất dinh dưỡng phân bố đều trong môi trường. Tuy nhiên môi trường sẽ nghèo dần chất dinh dưỡng và tích lũy chất độc (sản phẩm chuẩn hoá của tế bào), do đó tế bào sẽ đi vào thoái hoá.

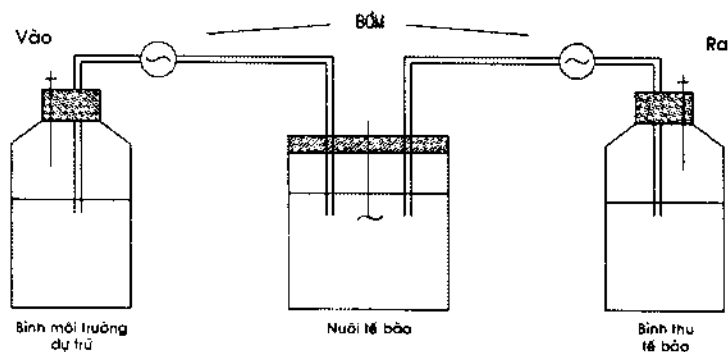
Người ta có thể kéo dài thời gian và số lượng tế bào sẽ tăng cao hơn khi áp dụng phương thức nuôi cấy theo mẻ dinh dưỡng (fedbatch system), trong đó



các chất dinh dưỡng được tiếp tế thêm vào môi trường qua thời gian, do vậy tế bào có đủ chất dinh dưỡng để sinh trưởng, nhưng đến một thời gian nhất định sinh trưởng sẽ dừng lại vì tích lũy các độc tố như ammonia hoặc lactat.

Phương thức nuôi cấy liên tục bằng cấy chuyên sẽ giải quyết được vấn đề vì môi trường luôn được đổi mới và chất độc bị loại bỏ cũng tương tự như *in vivo*.

Có hai cách nuôi cấy liên tục: cách thứ nhất là dùng hệ thống tiếp liệu chất dinh dưỡng nhưng vẫn duy trì tế bào trong bình cấy cho đến đạt số lượng $10^7/cm^3$; cách thứ hai là đồng thời có thêm hệ thống liên tục rút bớt môi trường cùng với tế bào ra khỏi bình cấy. như vậy hệ số tăng trưởng tế bào sẽ tỷ lệ với hệ số đổi mới dòng chảy vào và ra, được gọi là hệ ổn hoá (chemostat) là một dạng nổi lên men để nuôi cấy liên tục (*xem H.3*)



H.3. Hệ ổn hoá để nuôi cấy liên tục

Để chuyển gen vào tế bào động vật, người ta sử dụng nhiều kỹ thuật: sử dụng các vectơ chuyển như virut, hoặc chuyển trực tiếp ADN vào tế bào bằng xung điện để tạo lỗ thẩm thấu qua màng sinh chất (còn gọi là kỹ thuật thẩm điện), nhưng thông dụng và kết quả hơn cả là kỹ thuật vi tiêm trực tiếp ADN vào tế bào động vật, kể cả vật nuôi. Kỹ thuật vi tiêm bao gồm các công đoạn sau:

- Chọn lọc và tập hợp các hợp tử ở giai đoạn 20 giờ sau khi thụ tinh (đối với động vật có vú), tức là ở giai đoạn một tế bào để khẳng định chỉ có hợp tử được chuyển ADN, khi phát triển cho ra phôi và động vật chuyển gen chứ không phải là cơ thể khảm (nếu ở giai đoạn nhiều tế bào thì các tế bào không được chuyển gen sẽ phát triển thành mô bình thường không chuyển gen).

- Thực hiện việc chuyển gen vào tế bào (lấy 1 - 2 picolit chứa khoảng 500 bản gen) bằng kim tiêm chọc qua màng và tiêm ADN vào nhân đực vì nhân đực to hơn và nằm ở ngoại vi dễ quan sát qua kính hiển vi.

- Chuyển hợp tử hoặc phôi được chuyển gen vào trong dạ con vật cái để phôi phát triển.

Người ta có thể nuôi hợp tử in vitro cho phát triển thành phôi đa bào (ở giai đoạn phôi nang) và tách biệt các tế bào phôi để tạo các dòng tế bào phôi gốc (hoặc lấy tế bào từ các phôi nang in vivo (hình thành trong cơ thể mẹ để nuôi cấy) và sử dụng chúng làm đối tượng để chuyển gen.

Các gen lạ để chuyển vào tế bào sẽ gắn vào bộ nhiễm sắc thể (vào ADN) của tế bào chủ và sẽ được nhân bản, có mặt ở các tế bào của cơ thể khi hợp tử và phôi phát triển thành cơ thể, các gen này sẽ biểu hiện, nghĩa là sẽ cho ra các sản phẩm protein (mà gen đó mã hoá) trong cơ thể chuyển gen, protein có thể có tác dụng kìm hãm hoặc kích thích các phản ứng sinh hoá dẫn đến các quá trình sinh lý của cơ thể, nếu protein đó là chất kháng virus, hoặc kháng vi khuẩn, khi đó cơ thể được chuyển gen sẽ mang tính chất kháng virus hoặc kháng khuẩn.

Kỹ thuật chuyển gen có nhiều ứng dụng khác nhau, ví dụ trong nghiên cứu cơ bản về di truyền phân tử để nghiên cứu sự hoạt động của gen, cơ chế điều chỉnh hoạt động của gen, hoặc được ứng dụng để tạo giống vật nuôi có những tính trạng mong muốn, và đặc biệt có ý nghĩa kinh tế.

Bằng phương pháp chuyển các gen mã hoá cho các hormone tăng trưởng, người ta đã tạo được các động vật và vật nuôi có tốc độ tăng trưởng, nhanh hiệu suất đồng hoá thức ăn lớn (chuột, thỏ, lợn, cừu, bò, cá...).

Áp dụng phương pháp nuôi cấy các loại tế bào động vật khác nhau, kết hợp với kỹ thuật chuyển gen, lai tế bào soma in vitro, đã sản xuất được các chế phẩm sinh học dùng làm thuốc phòng bệnh và chữa bệnh dùng trong thú y và y tế, như các loại vaccin kháng virus, kháng vi khuẩn, các interferon,

các kháng thể đơn dòng, các hocmon, các nhân tố tạo máu, nhân tố chống đông máu, chất kháng ung thư và các chất diệt sâu... với quy mô công nghiệp và cung cấp cho thị trường toàn cầu về thuốc thú y hằng năm đạt doanh thu hàng chục tỷ đôla.

c. *Nhân bản vô tính động vật và cải tạo giống vật nuôi*

Nhân bản vô tính là thuật ngữ để chỉ quá trình hình thành cơ thể đa bào không bằng con đường sinh sản hữu tính (tức là có sự kết hợp giữa tinh trùng và trứng từ đó tạo ra hợp tử, từ hợp tử sẽ phát triển thành phôi và thành cơ thể trưởng thành), mà thông qua sự phát triển của tế bào sinh dưỡng (tế bào soma tạo nên các mô cơ quan, bộ phận của cơ thể) bằng cách phân bào nguyên nhiễm nhiều lần, biệt hoá thành các mô và cơ quan của cơ thể trưởng thành theo phương thức như sinh sản vô tính được thực hiện in vitro.

Trong tự nhiên, phương thức sinh sản vô tính rất phổ biến ở thực vật (sinh sản theo kiểu nảy chồi, giâm cành, giâm rễ, củ...), ở động vật bậc thấp (như ở động vật ruột khoang, giun dẹp...) sinh sản vô tính cũng là phương thức để tái sinh lại mô và cơ quan ở nhiều động vật bậc cao, kể cả con người.

Như ở phần nuôi cấy tế bào thực vật, ta đã biết tế bào soma thực vật có tính “toàn năng” và trong điều kiện in vitro chúng dễ dàng nhân bản vô tính và tái sinh thành cây trưởng thành. Còn đối với tế bào động vật bậc cao thì sao? Trước đây người ta

cho rằng các tế bào soma đã được biệt hoá trong các mô, cơ quan của phôi hoặc cơ thể trưởng thành không có khả năng nhân bản vô tính, nghĩa là không thể phát triển thành cơ quan hoặc cơ thể trưởng thành được vì bộ nhiễm sắc thể cũng như hệ gen của chúng đã bị biến đổi không thuận nghịch.

Từ năm 1952, lần đầu tiên tại Phyladelphie, hai ông R. Briggs và T. King bằng kỹ thuật chuyển nhân in vitro đã nhân bản vô tính được chú nòng nọc bơi lội tung tăng trong chậu nước. Chúng ta đều biết con ếch cái đẻ trứng, nếu trứng được thụ tinh bằng tinh trùng ếch đực, sẽ cho ra hợp tử chứa $2n$ nhiễm sắc thể, hợp tử sẽ phát triển thành phôi qua giai đoạn *phôi dâu* (morula), *phôi nang* (blastula), *phôi vị* (gastrula), *phôi thân kinh* (neurula) và sẽ biệt hoá thành các cơ quan tạo ra con nòng nọc, sau một thời gian sống dưới nước, nòng nọc biến hoá thành con ếch. Qua từng giai đoạn phát triển phôi bắt đầu từ phôi nang các tế bào $2n$ vừa phân bào nguyên nhiễm vừa biệt hoá tạo nên các mô khác nhau.

Hai nhà khoa học Mỹ đã lấy nhân của tế bào $2n$ của phôi ếch ở giai đoạn phôi nang đem chuyển vào tế bào trứng ếch chưa thụ tinh nhưng đã bị phá mất nhân đơn bội, như vậy tạo nên một tế bào hỗn hợp chứa tế bào chất của trứng và mang nhân $2n$ của tế bào phôi (tức là tế bào soma), và tế bào đó đã phát triển (nhân bản vô tính) thành con nòng nọc giống như một hợp tử (tạo nên do sự kết hợp giữa trứng và tinh

trùng). Đó là tế bào soma từ phôi nang (mới bắt đầu biệt hóa), còn đối với tế bào soma đã biệt hoá từ cơ thể trưởng thành thì sao? Vào những năm 1960, J.Gordon đã thành công nhân bản vô tính con ếch trưởng thành từ tế bào ruột non và về sau từ ruột ếch.

Điều đó chứng tỏ rằng trong các tế bào soma đã biệt hoá vẫn chứa $2n$ nhiễm sắc thể và hệ gen giống hợp tử, chúng có khả năng giải biệt hoá trong môi trường tế bào chất của trứng và “trẻ hoá”, hoạt động giống như nhân của hợp tử này. Tính giải biệt hoá và “trẻ hoá” của nhân tùy thuộc vào mức độ biệt hoá qua các giai đoạn phát triển phôi và tùy thuộc vào kỹ thuật nhân bản vô tính. Trong những năm 70 (thế kỷ 20), tại trường Đại học Tổng hợp Lômônôxốp (Liên Xô cũ), bằng phương pháp chuyển nhân đã nhân bản vô tính thành công trên đối tượng cá do một người Việt Nam - GS.TS Nguyễn Mộng Hùng - thực hiện.

Đối với động vật có vú thì từ năm 1983 người ta đã thực hiện được nhân bản vô tính đối với chuột từ các tế bào soma lấy ở giai đoạn phôi nang, và từ năm 1984 thực hiện được với cừu và đến năm 1986 thực hiện được đối với bò, sau đó hàng nghìn con bê đã hình thành bằng nhân bản vô tính từ các tế bào ở giai đoạn phôi sớm của bò ở Mỹ, ở Pháp... Trước năm 1992, các công trình nhân bản vô tính động vật chăn nuôi như cừu, bò, dê, thỏ, lợn... chỉ thành công khi sử dụng tế bào soma giai đoạn phôi sớm (phôi nang hoặc phôi dâu), còn đối với các tế bào soma

của phôi muộn hoặc của cơ quan đều không thành công, vì vậy nhiều nhà sinh học cho rằng các tế bào soma đã biệt hoá ở động vật có vú không còn tính “toàn năng” và không thể giải biệt hoá để nhân bản vô tính thành cơ thể trưởng thành được.

Sự kiện tháng 2-1997, khi con cừu Dolly ra đời bằng kỹ thuật nhân bản vô tính từ tế bào tuyến vú cừu mẹ do hai ông I.Wilmut và L.Campbell thực hiện tại Học viện Roslin ở Êcôxơ (Anh) đã gây tiếng vang lớn trong giới CNSH và xã hội về nhiều phương diện.

Đạt được thành tựu “kỳ diệu” đó không chỉ là do sự hiểu biết sâu sắc về di truyền phân tử, về sinh học tế bào, do sự say mê, kiên trì nghiên cứu của các nhà khoa học hàng chục năm trời, do kinh phí đầu tư to lớn của nhà nước và công ty dược phẩm *Therapeutic PLC*, mà còn do yếu tố may rủi bất ngờ. Sự việc diễn ra vào trước năm 1995, khi chưa có ai thành công trong nhân bản vô tính từ tế bào soma đã ở giai đoạn biệt hoá. Vào khoảng năm 1993, I.Wilmut và K.Campbell đã áp dụng phương pháp “ngủ đông” giai đoạn G_0 do một kỹ thuật viên tình cờ phát hiện được do sự dâng trí quên không thay huyết thanh cho môi trường của mẹ nuôi cấy tế bào soma đã biệt hoá cao từ phôi nang. Bình thường các tế bào phôi nang trong nuôi cấy nếu đủ chất dinh dưỡng sẽ vượt qua giai đoạn G_1 để vào giai đoạn S qua G_2 của chu kỳ tế bào và sau đó phân chia thành 2 tế bào con giống tế bào mẹ, nghĩa là những tế bào đã biệt hoá,

như vậy chúng không giải biệt hoá và “trẻ hoá” được. Trong tình trạng bị đói, các tế bào biệt hoá trong nuôi cấy không vượt qua G_1 để vào giai đoạn S, qua G_2 của chu kỳ tế bào và sau đó phân chia thành 2 tế bào con giống tế bào mẹ, nghĩa là những tế bào đã biệt hoá, như vậy chúng không giải biệt hoá và “trẻ hoá” được. Trong tình trạng bị đói, các tế bào biệt hoá trong nuôi cấy không vượt qua G_1 để vào giai đoạn S. Mà đi vào trạng thái thoái hoá “ngủ đông”, được gọi là giai đoạn G_0 . Khi đem chuyển nhân của những tế bào ở giai đoạn G_0 đó vào tế bào trứng đã bị lấy nhân và được hoạt hoá bằng xung điện thì các tế bào trứng được chuyển nhân sẽ xử lý như là một hợp tử, nghĩa là nhân được “trẻ hoá” và phát triển thành phôi sống, phát triển bình thường. Nếu ta lấy nhân của các tế bào đang ở G_1 hoặc ở S đem chuyển vào tế bào trứng (đã bị lấy nhân) thì phôi thường bị chết và nhân bản vô tính không kết quả.

Ta hãy xem xét các công đoạn của quá trình nhân bản vô tính con cừu Dolly từ tế bào tuyến vú để thấy rõ bản chất của vấn đề.

Các nhà nghiên cứu đã tách triết các tế bào tuyến vú của một con cừu cái trắng Finn Dorset 6 năm tuổi đang có chửa, tức là ở giai đoạn mà các tế bào tuyến vú tích cực tăng sinh và biệt hoá chuẩn bị tiết sữa để nuôi cừu con sau này. Các tế bào tuyến vú được nuôi cấy in vitro và bị bỏ đói 5 ngày trong môi trường nghèo huyết thanh, tức trong điều kiện

khó khăn gây hậu quả làm dừng chu kỳ tế bào ở giai đoạn G_0 (ngủ đông). Sau đó các nhà nghiên cứu đem chuyển nhân của các tế bào này vào trong tế bào trứng chưa thụ tinh và đã bị lấy mất nhân của một con cừu cái đầu đen giống Scottish Blackface.

Những tế bào trứng được thu thập từ cừu cái bằng phương pháp kích thích chín trứng, rụng trứng và rửa hút từ ống dẫn trứng. Chúng đều ở giai đoạn trung kỳ của phân bào giảm nhiễm lần 2 nên chứa bộ nhiễm sắc thể đơn bội tập trung thành một tấm thấy rất rõ dưới kính hiển vi, do đó người ta dễ dàng hút bỏ chúng bằng vi phẫu thuật. Các tế bào trứng mất nhân còn chứa nhiều tế bào chất được đem nuôi cấy ở 37°C trong môi trường thích hợp, được hoạt hoá bằng xung điện để tạo điều kiện cho chúng thu nhận nhân lạ. Trong môi trường nuôi cấy người ta tiến hành dung hợp và chuyển nhân của các tế bào cho từ tuyến vú ở trạng thái G_0 bằng hàng loạt xung động điện, tế bào mới được hình thành mang nhân $2n$ của tế bào tuyến vú và phát triển thành phôi mới. Vào cuối tháng 1 năm 1996, người ta tạo được 277 phôi và đem cấy các phôi này vào ống dẫn trứng của các cừu cái, sau 6 ngày thu lại được 247 phôi, trong đó có 29 phôi phát triển đến giai đoạn phôi dâu hoặc phôi nang. Đem cấy những phôi này vào dạ con của 13 con cừu mẹ để chúng mang thai. Chỉ có một phôi là phát triển thành cừu con. Đó chính là con cừu Dolly được sinh ra ngày 5 tháng 7 năm 1996 với sự phát triển bình thường, khoẻ mạnh, mang

kiểu gen của cừu cho tế bào tuyến vú (tức là giống cừu Finn Dorset có lông trắng). Những xét nghiệm về ADN đã chứng minh điều này.

Tiếp theo con cừu Dolly, con chuột nhất Cumulina thuộc thế hệ thứ 3 được tạo ra bằng nhân bản vô tính theo phương pháp cừu Dolly càng củng cố lòng tin cho các nhà CNSH về nhân bản vô tính động vật có vú, kể cả gia súc và các động vật có vú cao cấp như khỉ và người là một hiện thực. Chỉ vài năm sau, hàng loạt động vật có vú như chó, mèo, dê, lợn, bò, khỉ... được ra đời bằng nhân bản vô tính theo phương pháp áp dụng với cừu Dolly, mở ra một triển vọng to lớn để áp dụng công nghệ này vào chăn nuôi và y học.

Học viện Roslin là cơ quan nghiên cứu thực nghiệm áp dụng CNSH với mục tiêu cải tạo năng suất và chất lượng sản phẩm của vật nuôi, đồng thời cải tạo các động vật dùng để sản xuất các protein có giá trị về thú y và y học.

Để tạo những đàn gia súc có năng suất, chất lượng cao về sản phẩm (len, sữa, thịt...) có tính đồng nhất về di truyền để dễ chăn nuôi theo kiểu công nghiệp, các nhà sản xuất đã sử dụng công nghệ nhân bản vô tính theo phương pháp áp dụng cho cừu Dolly. Người ta có thể sử dụng các tế bào phôi, hoặc tế bào của bò trưởng thành cho thịt hoặc cho sữa năng suất cao, chất lượng tốt, đem nuôi cấy in vitro để tạo nên các dòng tế bào ở giai đoạn G_0 , sau đó cho chuyển nhân của chúng vào tế bào trứng bò đã bị lấy

nhân để tạo nên các phôi mới, cho chúng phát triển tới giai đoạn phôi dâu hoặc phôi nang. Các phôi này hoặc được lưu giữ lâu dài trong nitơ lỏng, hoặc được tái nhân bản để cho ra các phôi mới, sau đó chúng được cung cấp để cấy vào dạ con bò cái để tạo ra các bê thuộc giống có chất lượng cao như bò đã cho nhân. Nếu ta hình dung riêng thị trường Hoa Kỳ về sữa đã đạt tới trên 20 tỷ đôla hàng năm thì chỉ cần tạo được đàn bò sữa tăng năng suất vài phần trăm cũng đã đem lại lợi nhuận to lớn. Nhiều công ty còn tuyên bố là họ sẽ tạo ra các giống gia súc có chất lượng cao bằng nhân bản vô tính trực tiếp từ các tế bào soma của cơ thể, có thể tạo ra các giống gia súc không chỉ sinh trưởng nhanh, cho sản phẩm tốt mà còn có khả năng chống chịu bệnh tật.

Công nghệ nhân bản vô tính cũng được áp dụng để tạo ra các dòng động vật thuần chủng rẻ tiền như chuột, chó, khỉ để dùng trong thử nghiệm thuốc thú y và y tế.

Đối với lợn, áp dụng công nghệ nhân bản vô tính không chỉ để cải tạo giống lợn, mà còn tạo ra các giống lợn có thể dùng các mô và nội quan của chúng để cấy ghép thay thế cho mô và nội quan của người.

Có thể nói, thời đại mà các nhà chăn nuôi tiến hành công tác tạo giống vật nuôi và sản xuất giống vật nuôi trong phòng thí nghiệm ở các xí nghiệp sẽ đến trong một tương lai không xa.