

CÔNG NGHỆ SINH HỌC THỰC VẬT TRONG THẾ KỈ XXI: TRIỂN VỌNG VÀ THÁCH THỨC

Dương Tấn Nhựt*, Hoàng Xuân Chiền

Viện Sinh học Tây Nguyên, Viện KHCNVN, Tp Đà Lạt

*Email: duongtannhut@gmail.com

Đến Tòa soạn: 16/12/2012; Chấp nhận đăng: 24/12/2012

TÓM TẮT

Trong bài tổng quan này, tác giả xin đề cập đến triển vọng của lĩnh vực công nghệ sinh học thực vật trong quang cảnh chung của nền kinh tế nông nghiệp và những định hướng tiêu biểu của chúng trong công tác giống cây trồng. Hiện nay, trên thế giới có trên 700 công ty giống cây trồng áp dụng công nghệ nuôi cấy mô, cơ quan và tế bào thực vật để sản xuất hàng trăm triệu giống cây trồng sạch bệnh mỗi năm (cây dược liệu, cây ăn quả, cây lương thực, cây hoa, cây cảnh, cây rừng) và đã mang lại hiệu quả kinh tế cao so với việc sử dụng các phương pháp truyền thống khác, góp phần bảo vệ an ninh lương thực và chống biến đổi khí hậu toàn cầu. Ở Việt Nam, hiện tại có trên 100 phòng thí nghiệm sử dụng kỹ thuật này và đã sản xuất gần 30 triệu cây giống vô tính; riêng Đà Lạt, thành phố đi đầu trong cả nước đã sản xuất hơn 26 triệu giống và là nơi có phòng thí nghiệm tư nhân có quy mô thuộc loại hàng đầu thế giới. Bên cạnh đó, kỹ thuật này là kỹ thuật không thể thiếu được trong công tác tạo giống mới như kỹ thuật chuyển gen, dung hợp, nuôi cấy tế bào đơn, tạo cây đơn bội... với nhiều mục đích như tạo cây chống stress, tích lũy các chất có hoạt tính sinh học, thích nghi với những điều kiện trồng trọt khác nhau... Để thực hiện được điều đó, chúng ta cần phải có được những kiến thức liên quan như sinh lý thực vật, sinh hóa, di truyền, phân loại, sinh học phân tử... Những thông tin ngắn gọn trong bài tổng quan này sẽ chỉ ra vai trò quan trọng của công nghệ sinh học thực vật trong cuộc cách mạng xanh và sự ghi nhận của chúng trong phát triển kinh tế xã hội trên thế giới cũng như tại Việt Nam.

Từ khóa: An ninh lương thực, biến đổi khí hậu, cây trồng biến đổi gen, chuyển gen, công nghệ sinh học thực vật, kỹ thuật chọn giống, nhiên liệu sinh học, kỹ thuật chọn giống, nhiên liệu sinh học, nông nghiệp, tăng mùa vụ, vi nhân giống.

1. MỞ ĐẦU

Công nghệ sinh học nói chung, công nghệ sinh học thực vật nói riêng đã và đang có những đóng góp nhất định trong sự phát triển kinh tế xã hội. Nhìn thấy tầm quan trọng đó, trong những năm qua, Đảng và Nhà nước ta đã đầu tư rất nhiều kinh phí cho lĩnh vực *Công nghệ sinh học thực vật*. Với hai phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về công nghệ tế bào thực vật (Viện di truyền nông nghiệp và Viện sinh học nhiệt đới), một phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về

công nghệ gen (Viện công nghệ sinh học) do nhà nước tài trợ với tổng kinh phí khoảng 11,5 triệu đô la Mỹ và rất nhiều phòng thí nghiệm trọng điểm về công nghệ sinh học thực vật do Bộ Nông nghiệp – Phát triển nông thôn, Bộ Khoa học – Công nghệ đầu tư trực tiếp cho các Viện trực thuộc với kinh phí không nhỏ. Để giúp chúng ta có cái nhìn tổng thể hơn về việc phát triển lĩnh vực này, tác giả mong muốn cung cấp những thông tin về “*những việc cần làm ngay và những điều cần quan tâm*” để phát triển công nghệ sinh học thực vật, qua đó chúng ta thấy rõ trách nhiệm của mình hơn trong hoạt động nghiên cứu này.

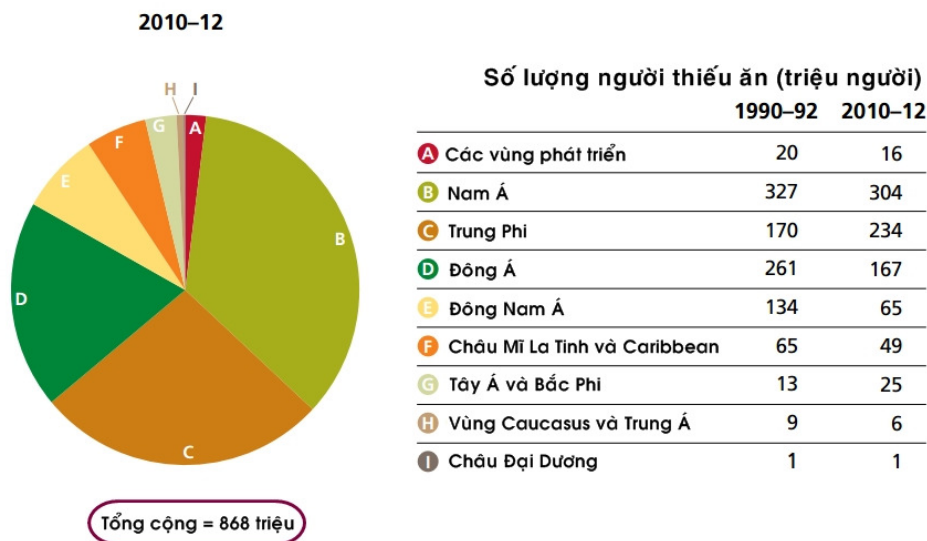
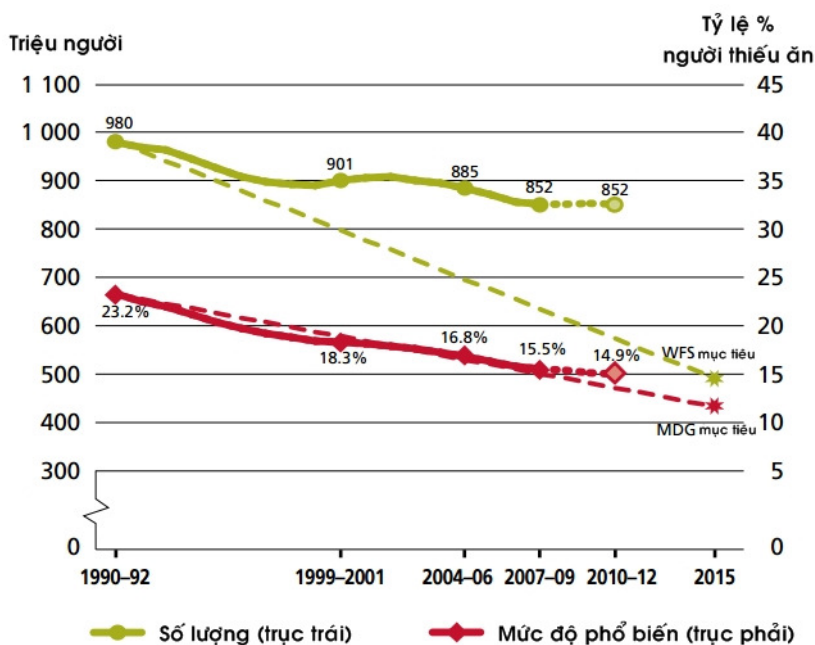
2. QUANG CẢNH NGÀNH NÔNG NGHIỆP THẾ GIỚI: AN TOÀN THỰC PHẨM VÀ SỰ THAY ĐỔI CỦA MÔI TRƯỜNG

Việc cung cấp lương thực cho toàn thế giới vào năm 2050 đã trở thành vấn đề toàn cầu, nó cũng là chương trình đang được chú trọng hàng đầu của tổ chức Nông lương Liên Hợp Quốc - FAO. Sản lượng thực phẩm toàn cầu cần phải tăng đến 70 % vào năm 2050 để cung cấp đủ cho 9,2 tỉ dân (theo diễn đàn High Level Expert, FAO, tháng 10, 2009, <http://www.fao.org>). Với sự thành công của cuộc cách mạng xanh và sự tiến bộ của công nghệ sinh học, sản lượng nông nghiệp đã tăng lên đáng kể trong vòng 40 năm qua. Sản lượng lương thực chính (lúa mạch, lúa, bắp) tăng từ 100 – 200 % từ cuối những năm 1960 [1]. Theo bản báo cáo mới nhất về an ninh lương thực thế giới [2], báo cáo này đã trình bày một cách tính mới về số người thiếu ăn trên toàn thế giới dựa trên một phương pháp sửa đổi và cải tiến. Các ước tính mới cho thấy sự tiến bộ trong việc giảm đói trong suốt 20 năm qua đã đạt được tốt hơn chúng ta tưởng và với các nỗ lực đổi mới, chúng ta có thể đạt được mục tiêu của thiên niên kỷ là giảm nạn đói ở cấp độ toàn cầu vào năm 2015 (Hình 1). Tuy nhiên, số lượng những người bị thiếu ăn vẫn đang ở mức cao, thống kê mới nhất của FAO trên thế giới vẫn còn 870 triệu người tương đương với một phần tám dân số thế giới vẫn còn trong tình trạng đói kém và xóa đói vẫn là một thách thức lớn cho toàn cầu (<http://faostat.fao.org/faostat>, 2012). Giá lương thực qua các năm có sự gia tăng mạnh đối với nhiều loại thực phẩm, đặc biệt là Lúa mì, Ngô, Gạo, Đậu nành và Bông. Ở các nước phát triển mạnh thì giá của thực phẩm chính thấp, vì vậy việc tăng giá thực phẩm ít tác động đến nền kinh tế. Trong khi vấn đề này đối với các nước đang phát triển thì rất khác biệt. Khi một nửa tiền lương của người dân được dùng cho việc mua thực phẩm và giá thực phẩm lại tăng 30 – 40 %, chính vì vậy người dân phải gặp rất nhiều khó khăn trong việc lựa chọn. Do đó bất chấp các nỗ lực của chính phủ và nhiều tổ chức phi chính phủ mà số người đói/số người suy dinh dưỡng thực tế vẫn còn rất nhiều [3].

Có nhiều vấn đề xảy ra khi hầu hết các nguồn thực phẩm dư thừa được sản xuất ở các vùng rất xa khu vực cần được hỗ trợ thực phẩm. Một lượng lớn thực phẩm sản xuất mỗi năm bị lãng phí do hư hỏng, côn trùng và do các vấn đề khác. Các vấn đề khí hậu hàng năm như hạn hán (gần đây đã được chứng kiến ở Ukraina) và lũ lụt (Pakistan và Australia) có thể giảm sản lượng lương thực một lượng đáng kể [3].

Hơn nữa, tốc độ gia tăng năng suất phân bố không đồng đều qua từng mùa vụ và khu vực. Ở các quốc gia đang phát triển, 80 % gia tăng sản xuất được hoạch định dựa vào gia tăng năng suất trồng trọt và thu hoạch, chỉ có 20 % gia tăng sản xuất dựa vào mở rộng địa bàn trồng trọt. Ở các quốc gia khan hiếm đất đai, tăng gia sản xuất chủ yếu dựa vào cải thiện năng suất vụ mùa. Không may thay, sản lượng các cây lương thực chính đang giảm dần qua các vụ mùa (Diễn đàn High Level Expert, FAO, Rome, 12 – 13 tháng 10, 2009, <http://www.fao.org>). Hơn nữa, diện tích đất trồng trọt trên thế giới đã đạt đến mức bão hòa vào những năm 1970 và hiện tại đang giảm dần do tình trạng đô thị hóa. Gia tăng sản lượng mùa vụ để đảm bảo cho nguồn cung cấp

lượng thực từ đó càng trở thành một nhiệm vụ khó thực thi. Sự thay đổi khí hậu lại là một thử thách nữa cho an ninh lương thực thực phẩm (Diễn đàn High Level Expert, FAO, Rome, 12–13



Hình 1. Biểu đồ thể hiện số lượng người bị thiếu ăn trên toàn thế giới. WFS (World Food Summit) – Hội nghị cấp cao về lương thực thế giới; Millennium Development Goal (MDG)–Mục tiêu thiên niên kỷ (số liệu ước lượng của FAO, 2012).

Tháng 10, 2009, <http://www.fao.org>). Tuy đòi hỏi đầu tư lớn nhưng làm cho sản xuất và quản lí nông nghiệp thích nghi với khí hậu đang thay đổi lại là vấn đề cần thiết cho an ninh

lượng thực phẩm cũng như xóa đói giảm nghèo và duy trì sinh thái [4] (Diễn đàn High Level Expert, FAO, <http://www.fao.org>). Nếu thực thi, việc giảm thiểu và loại trừ khí nhà kính từ các hoạt động nông nghiệp là vấn đề đáng chú ý. Các ứng dụng và cải tiến của công nghệ sinh học là những bước thuận lợi đối với việc đương đầu trước biến đổi khí hậu nhằm đảm bảo an ninh sản xuất lương thực thực phẩm cho dân số thế giới đang ngày một tăng lên.

Sự tồn tại của nhân loại gắn liền với các sản phẩm của nền nông nghiệp [5]. Những phương pháp sản xuất truyền thống không còn đảm bảo việc đáp ứng nhu cầu lương thực của con người. Chính vì vậy, sự ứng dụng các biện pháp công nghệ sinh học thực vật là rất cần thiết trong việc gia tăng các sản phẩm lương thực cho xã hội. Về lâu dài, việc áp dụng rộng rãi các biện pháp (kỹ thuật) công nghệ sinh học thực vật và công nghệ sinh học nông nghiệp là điều cần thiết. Thêm vào đó những biện pháp này cũng lần lượt thay thế công nghệ y sinh nhằm giảm thiểu nguy cơ suy dinh dưỡng của con người do tình trạng thiếu lương thực như hiện nay. Trong các nghiên cứu về “Sự điều khiển những thảm họa”, một trong những chủ đề trọng tâm của những nghiên cứu xã hội và trong chương trình giảng dạy là *thực phẩm và sự thiếu hụt thực phẩm là hiểm họa đỉnh điểm*. Tuy nhiên, không như những căn bệnh tự nhiên, chúng ta hoàn toàn có thể chuẩn bị và phòng chống căn bệnh về thiếu hụt thực phẩm từ trước. Sự thuần hóa thực vật và động vật được tìm thấy trong tự nhiên kết hợp với những thay đổi về số lượng và chất lượng giống dần dần qua thời gian dài là những đóng góp đầu tiên của nông nghiệp. Sự thuần hóa, sau đó là sự dự trữ lương thực xảy ra đồng thời với sự phát triển của vi sinh vật. Từ đó những thực phẩm lên men truyền thống ra đời, đây có thể được xem như là những ứng dụng sớm nhất của công nghệ sinh học vào việc tạo ra những sản phẩm thực phẩm. Hình thức nông nghiệp truyền thống này hiện đang đối mặt với những hạn chế nghiêm trọng [5]:

1. *Hạn chế về thị trường*: Thế giới ngày nay đang trở thành một ngôi làng lớn mà những luật lệ mậu dịch tự do của nó phủ nhận tính hiệu quả của những chính sách giá cục bộ và chỉ có những chính sách và luật lệ thương mại quốc tế là tồn tại. Điều này đã ảnh hưởng sâu sắc đến sự phát triển của nông nghiệp trong tương lai trong khi nông nghiệp vẫn là ngành thương mại lớn nhất của thế giới.
2. *Hạn chế về tài nguyên thiên nhiên*: Sự thay đổi khí hậu toàn cầu (hậu quả lớn nhất là hiện tượng sa mạc hóa và sự nhiễm mặn), công nghiệp hóa, đô thị hóa đã làm giảm sút diện tích đất và nước nông nghiệp và gây ra mối đe dọa về sự thoái hóa chất lượng đất, nước và không khí.
3. *Hạn chế về nguồn gene sinh học hiện có*: Mặc dù đạt hiệu quả cao trong thời gian trước đây, sự tạo thành những kiểu gene mới bằng phương pháp sinh sản truyền thống là quá chậm để theo kịp nhu cầu hiện nay, đồng thời những kiểu gene này bị hạn chế đáng kể do sự thiếu hụt những gene tự nhiên đã bị mất qua quá trình lai tạo truyền thống.

Ngoài những hoạt động cải thiện nông nghiệp không ngừng, có lẽ chỉ có hai giải pháp chính là có tiềm năng trong việc tăng cao lượng lương thực cung cấp và những sản phẩm nông nghiệp mà không kể đến những hạn chế vừa nêu: (1) tìm kiếm những nguồn thực phẩm mới (ví dụ thực phẩm từ đại dương hay từ ngoài trái đất), (2) nâng cao hiệu quả nhân giống.

3. NHU CẦU HỢP TÁC: SỰ KẾT HỢP GIỮA CÔNG NGHỆ SINH HỌC VỚI SINH LÝ HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP NHÂN GIỐNG CỎ ĐIỀN

Sản phẩm nông nghiệp, về số lượng lẫn chất lượng, cụ thể là những sản phẩm từ thực vật của các nước phát triển và đang phát triển trên toàn thế giới không thể chỉ dựa vào ngành nông nghiệp truyền thống. Sự sống của nhân loại, liên quan đến sự phát triển không ngừng sản lượng

nông nghiệp, phụ thuộc vào hiệu quả của sự kết hợp giữa phương pháp nhân giống truyền thống với công nghệ sinh học thực vật hiện đại và những công cụ mới mà nó cung cấp. Chẳng hạn như “cuộc cách mạng xanh” đã tăng sản lượng lúa mì của Ấn Độ và một số nước Đông Nam Á lên gấp 10 lần và đã nuôi sống gấp 3 lần dân số lúc đó. Tuy nhiên, cuộc cách mạng này đã bị khai thác đến giới hạn của nó, do đó cần có những giải pháp thay thế để cải thiện mùa vụ. Giờ đây công nghệ sinh học kết hợp với nhân giống cổ điển đang tiến đến cột mốc tạo ra cuộc cách mạng mới, “cuộc cách mạng thường xanh” (*evergreen revolution*). Tiềm năng cải tiến sản lượng vật nuôi, cây trồng và khả năng sử dụng chúng trong nông nghiệp phụ thuộc chủ yếu vào những *kỹ thuật DNA và đánh dấu phân tử* mới được phát triển gần đây. Các kỹ thuật này cho phép lựa chọn những kiểu gene thành công, phân lập và nhân vô tính tốt hơn những dòng phù hợp và tạo ra những cá thể chuyển gene đối với những loài quan trọng trong nông nghiệp. Những kỹ thuật này kết hợp với nhau là một phần nằm trong và cũng là phần mở rộng của nhân giống cổ điển, đóng góp thành công vào việc rút ngắn thời gian nhân giống và chu trình chọn lọc. Công nghệ sinh học thực vật mới sử dụng kỹ thuật DNA tái tổ hợp, RNAi và sinh học tế bào *in vitro* vào ba lĩnh vực chính như sau:

1. *Là một công cụ hỗ trợ cho nhân giống cổ điển*: bao gồm những dự án lập bản đồ gene đang được thực hiện, ví dụ trên đối tượng là *Arabidopsis*, Lúa, Bắp và Cà chua, kết hợp với những hoạt động hiện nay về chức năng của bộ gene, proteomics, sinh tin học (bioinformatics) và chọn lọc với sự hỗ trợ của *DNA marker*. Việc sử dụng kết hợp những kỹ thuật này sẽ nhanh chóng rút ngắn thời gian cần thiết cho việc nhân giống cổ điển và chu trình chọn lọc.
2. *Sự tạo thành các cá thể chuyển gene*: Trong bối cảnh có những hạn chế hiện nay về sự nhập gene mới bằng phương pháp lai cổ điển (ví dụ sự thiếu hụt những gene mong muốn, những khó khăn trong quá trình lai tạo), việc chuyển gene hiệu quả ở thực vật đã có kết quả tốt trong việc cải tiến sản lượng của một số cây trồng quan trọng. Dù chỉ mới hình thành gần hai thập kỷ, nhưng kết quả của sự phát triển đầy ấn tượng này đã cho phép tải nạp và hòa nhập những gene phân lập từ các cá thể khác và tạo ra khả năng tái tổ hợp gene.
3. *Sự xâm nhập vi sinh vật vào hệ thống sản xuất thực vật*: Trong sự phát triển bằng công nghệ sinh học của những mối quan hệ cộng sinh, kháng sinh và đối kháng mới giữa thực vật và vi sinh vật (nấm, vi khuẩn và côn trùng), so với những kỹ thuật khác, sử dụng thực vật chuyển gene và vi sinh vật mở ra nhiều khả năng mới. Trong đó có việc kiểm soát sâu bệnh, phân bón sinh học, kích thích tăng trưởng thực vật và những liệu pháp sinh học – thực vật.

Trong hai thập niên qua, những kỹ thuật mới này đã thích ứng với những hoạt động nông nghiệp và mở ra *triển vọng cho việc sử dụng thực vật*. Điều này sẽ còn tiếp tục phát triển và từng bước hoàn thiện hơn nữa trong những thập niên tới. Công nghệ sinh học thực vật – đặc biệt là sinh học tế bào và kỹ thuật tái sinh cây *in vitro*, kỹ thuật thao tác DNA và sự điều chỉnh gene của những con đường biến đổi hóa sinh, đang làm thay đổi tình hình thực vật ở ba lĩnh vực chính như sau:

1. Sự điều khiển sinh trưởng và phát triển (vô tính, hữu tính và nhân giống).
2. Bảo vệ thực vật trước những nguy cơ stress cơ học và sinh học chưa bao giờ tăng nhanh như hiện nay.
3. Khắc phục những hạn chế bằng cách mở rộng sản xuất những dạng thực phẩm chức năng, hóa chất sinh học và dược phẩm. Những lĩnh vực này đã được thảo luận sôi nổi tại các hội nghị quốc tế về công nghệ sinh học thực vật và sinh học *in vitro*.

Công nghệ sinh học thực vật đóng một vai trò rất đáng kể cho ngành nông nghiệp hiện đại trong vòng hai thập kỉ qua. Từ khi cây trồng biến đổi gen (GM) lần đầu tiên được thương mại hóa năm 1996, diện tích mùa vụ công nghệ sinh học đã không ngừng phát triển trên toàn thế giới, đạt đến 134 triệu hecta vào năm 2009 [6], ước tính gia tăng hơn 9 triệu hecta so với năm 2008. Điều này đã chứng minh cho sự thay đổi đáng kể về lợi ích kinh tế và tiềm năng to lớn của cây trồng biến đổi gen. Cho đến bây giờ, đối với việc thương mại hóa cây trồng biến đổi gen, Bắp là một trong những đại diện tiêu biểu thành công nhất của cây trồng dạng thân thảo biến đổi gen.

Tuy nhiên, các mối rủi ro cho môi trường, đặc biệt là sự xâm nhập của các gen chuyển qua quá trình giao phấn, sự không đồng nhất trong hệ gen, và hiệu ứng epigenetic [7, 8] của thể hệ đầu tiên của cây trồng biến đổi gen được hình thành thông qua chuyển đổi nhân, đã bị giới hạn chấp nhận ở nhiều quốc gia, đặc biệt là các quốc gia châu Âu. Sự xâm nhập các gen của cây trồng biến đổi gen vào các loài hoang dại hoặc các giống khác cùng loài xảy ra do sự hiện diện của gen chuyển nằm trong hạt phấn, đó là kết quả của sự chuyển đổi nhân [8, 9]. Vì vậy sự biến đổi của các cây trồng quan trọng phải được thực hiện với tiến độ trong tầm kiểm soát để đẩy nhanh sản xuất cây trồng trong tiêu chí thân thiện với môi trường, ví dụ, để bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ hệ sinh thái tự nhiên cũng như để hệ thống trồng trọt thích nghi với biến đổi khí hậu (nồng độ CO₂ cao trong không khí, các sức ép của các yếu tố vô sinh tạo ra bởi thời tiết khắc nghiệt) đang đe dọa mùa màng và an ninh lương thực, thực phẩm của thế giới [10].

4. KIỂM SOÁT SỰ SINH TRƯỞNG: VÔ TÍNH, HỮU TÍNH, VI NHÂN GIỐNG VÀ THỦY CANH

Một cái nhìn sâu hơn vào việc điều khiển sự sinh sản, phát sinh hình thái và hình thức phân chia tế bào đã được thực hiện trong hai thập niên gần đây thể hiện ở ba khám phá quan trọng, đó là: (1) *Tính toàn năng và khả năng tái sinh của tế bào, mô thực vật* (totipotency and regeneration ability of plant cells and tissues), thể hiện ở kĩ thuật nuôi cấy tế bào và vi nhân giống, (2) *Làm sáng tỏ vai trò của gene trong việc sản xuất và hoạt động của hormone* (genes responsible for hormone production and activation) trong thực vật, (3) *Nghiên cứu cơ chế và điều khiển ở mức độ phân tử của chu trình tế bào và con đường tải nạp tín hiệu* (cell cycle and signal transduction pathways), một phần vận dụng những nghiên cứu trước đây trên tế bào động vật, một phần hoàn toàn dựa trên thực vật. Những khám phá này cho phép thực hiện cả việc điều khiển và kiểm soát sự sinh trưởng vô tính, hình thức sinh sản (ví dụ bằng hạt hay bằng hoa) và sự vi nhân giống bằng công nghệ sinh học.

4.1. Sự sinh trưởng vô tính

Sự hiểu biết về những cơ chế điều khiển sự phát sinh hình thái vẫn còn rất mơ hồ. Tuy nhiên, những nghiên cứu sắp tới về hoocmôn phân tử và chu trình tế bào chắc chắn sẽ mang lại những hiểu biết tốt hơn về hình thức sinh trưởng vô tính của thực vật. Nhờ đó việc điều khiển tỉ lệ và kiểu kiến trúc tăng trưởng của thực vật bằng công nghệ sinh học sẽ trở thành hiện thực. Chẳng hạn như những kết quả tiềm tàng của sự sản xuất vượt mức auxin bao gồm: sự hình thành rễ bất định có vai trò quan trọng trong vi nhân giống; sự kéo dài tế bào và cơ quan có vai trò quan trọng trong sản xuất sinh khối; tăng tính ưu thế ngọn có vai trò trong việc sản xuất chồi; v.v... Kết quả của việc điều khiển tổng hợp một lượng cytokinin nhiều hơn hiện có thể hiện ở sự tăng cường tạo chồi non, có vai trò lớn trong cấu trúc thực vật, sự phân nhánh và sự vững chắc của thực vật (một đặc điểm muốn có ở một số loại cây cảnh), đồng thời trì hoãn sự lão hóa của cây và lá. Một điểm khác cũng không kém phần quan trọng là khả năng định hướng và tỉ lệ phân

chia tế bào, sự kéo dài tế bào và sự kéo dài tuổi thọ cho mô, bằng cách can thiệp vào khung tế bào và chu trình tế bào, sự tổng hợp xenlulô và các thành phần cấu tạo tế bào, và lập chương trình cho tế bào chết. Một số khả năng kể trên đã trở thành hiện thực.

4.2. Sự phát triển hữu tính

Hoa, quả và hạt có vai trò cực kì quan trọng đối với nông nghiệp. Do đó, sự nghiên cứu và phát triển của công nghệ sinh học đều hướng đến việc can thiệp, điều khiển sự phát triển và những đặc tính của chúng. Đã có nhiều nghiên cứu về vấn đề này được đưa vào áp dụng trong thực tiễn. Mục tiêu của sự phát triển ở hoa là màu sắc, mùi hương và tiến trình lão hóa. Chiến lược tạo những giống hoa có màu sắc và hương thơm ở mức độ phân tử bao gồm sự biểu hiện vượt mức hoặc dưới mức của các hợp chất tạo màu (anthocyanin và carotenoid), hợp chất tạo mùi (các chất bay hơi), cụ thể là sự sinh tổng hợp, sự vận chuyển và định hướng trong tế bào. Những mục tiêu quan trọng trong việc điều khiển sự phát triển của quả bao gồm sự tăng trưởng, sự chín, sự lão hóa, màu sắc và hương thơm (như đối với hoa) (hình 2). Ngoài ra còn có mùi vị, cụ thể là điều khiển quá trình chuyển hóa đường, acid và những thành phần tạo mùi vị cho quả. Thành tựu lớn nhất của công nghệ sinh học trên quả là việc tạo ra những sản phẩm quả không hạt thông qua con đường parthenocarp (sản xuất thừa auxin) hay ngăn chặn sự phát triển của phôi. Việc điều khiển sự phát triển của hạt sử dụng các công cụ công nghệ sinh học là đặc biệt quan trọng do ngành công nghiệp sản xuất hạt (cùng với những vật liệu nhân giống vô tính) là một phần quan trọng tạo nên chất mầm cho mọi hệ thống sản xuất thực vật. Hạt và những cơ quan sinh dưỡng, nói một cách thực tế, là những đơn vị di truyền căn bản tạo ra mọi cải tiến và hiệu quả kinh tế cho ngành sản xuất nông nghiệp ở quy mô nhà nước hay tư nhân. Kỹ thuật sinh học và những công cụ phân tử hiện nay đã sẵn sàng cho những hoạt động sản xuất hạt: sản xuất hạt lai tạo, hạt nhân tạo (bọc vỏ cho phôi sinh dưỡng) và thiết lập ngân hàng chất mầm cho mọi hệ thống sản xuất thực vật để có thể giải quyết một số vấn đề về đa dạng sinh học trong tương lai.



Hình 2. Điều khiển ra hoa Torenia trong ống nghiệm [11]

4.3. Vi nhân giống

Kỹ thuật vi nhân giống được sử dụng một cách đều đặn để tạo ra một lượng lớn cây giống chất lượng cao phục vụ trong nông nghiệp, bao gồm cây cảnh, cây rau, cây trồng trên đồn điền và cây ăn trái. Kỹ thuật vi nhân giống có những ưu điểm vượt trội so với kỹ thuật nhân giống vô tính truyền thống, bao gồm tiềm năng sản xuất nhanh với số lượng lớn những kiểu gene mới, sử dụng lượng rất ít chất mầm ban đầu (nhất là ở giai đoạn đầu sinh sản và giai đoạn biến đổi, khi chỉ có số lượng ít cây giống) và tạo ra những cơ quan thực vật sạch bệnh. Việc ứng dụng rất quan trọng của *những nguyên tắc phân chia và tái sinh tế bào* vào nhân giống thực vật là kết quả của rất nhiều nghiên cứu từ hàng trăm phòng thí nghiệm trên toàn thế giới, của những nước đang phát triển lẫn những nước phát triển, dựa trên những tiêu chuẩn về nguồn cây mẫu, thành phần môi trường nuôi cấy, tình trạng vật lý, điều kiện của môi trường bên ngoài và quá trình thích nghi của cây *in vitro*. Những nghiên cứu mới đây về cơ chế phân tử của sự phát sinh hình thái và phát sinh phôi là những nghiên cứu có giá trị rất cao. Tuy nhiên, để có thể ứng dụng kỹ thuật vi nhân giống tốt hơn vào thực tiễn cần phải có những biện pháp giảm chi phí sản xuất để có thể cạnh tranh với những phương pháp nhân giống truyền thống (sử dụng thân, củ, đốt cắt, giâm cành, v.v.). Những kỹ thuật có tiềm năng tăng hiệu quả cho vi nhân giống đồng thời cần có những cải tiến hơn nữa gồm: đơn giản hóa hệ thống bioreactor quy mô lớn, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tự động hóa với chi phí thấp. Phát sinh phôi hiệu quả và sản xuất hạt nhân tạo, tận dụng hơn nữa khả năng sinh trưởng tự dưỡng của thực vật được nuôi cấy và tạo ra cây vi nhân giống có độ đồng đều và chất lượng cao. Cải tiến các điều kiện nuôi cấy nhằm tăng cường khả năng sinh trưởng và phát triển của cây trồng *in vitro* đã được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Các nghiên cứu đã được áp dụng rộng rãi như sử dụng ánh sáng đơn sắc (LED) trong nuôi cấy (hình 3), cải thiện chất lượng bình nuôi cấy, sử dụng bình nuôi cấy thoáng khí, quang tự dưỡng...



Hình 3. Ánh sáng đơn sắc (LED) trong vi nhân giống thực vật [12]

4.4. Thủy canh (hydroponics)

Xu hướng ứng dụng thủy canh - kỹ thuật trồng cây trong nước dòi dào dưỡng chất thay vì trong đất - để đưa nông nghiệp vào các thành phố lớn hay những khu vực thiếu đất canh tác. Với

ưu điểm cần ít nước và đất hơn so với phương pháp canh tác truyền thống, thủy canh được nhiều nhà nghiên cứu kiêm nhà vườn ở các nước tiên tiến xem là giải pháp lí tưởng đưa nông nghiệp vào các chung cư cao tầng, mái nhà và những khoảng đất trống. Sau một thời gian dài bị lép vế trước các phương pháp canh tác truyền thống, thủy canh đang thu hút sự quan tâm của giới nghiên cứu và các chuyên gia y tế cộng đồng. Giảm thiểu tác động môi trường của việc dùng xe tải chuyên chở nông sản từ nông thôn lên thành thị; hạn chế tình trạng khai thác đất hoang hóa để canh tác cây lương thực nuôi dân số thế giới gia tăng cũng như loại bỏ nguy cơ lây nhiễm khuẩn trong hệ sinh vật là những ưu điểm khi lập trang trại thủy canh ở thành thị.

Rễ cây (ăn trái) và rau cải được trồng bằng kĩ thuật thủy canh có thể tiếp xúc trực tiếp với nước hoặc được trồng trong miếng bọt biển hoặc xơ dừa. Nước tưới được bơm thông qua hệ thống cảm biến tinh vi có thể tự điều chỉnh nồng độ dưỡng chất và axit trong nước. Phương pháp này thường được áp dụng cho những loại cây rau ngắn ngày và có thể trồng quanh năm trong nhà kính dưới điều kiện ánh sáng và nhiệt độ phù hợp, như Xà lách búp, Cà chua... Nhà kính trồng rau áp dụng kĩ thuật thủy canh của tập đoàn Eurofresh ở bang Arizona được xem là có quy mô lớn nhất nước Mỹ, trang trại rộng 110 héc-ta này sản xuất hơn 90.000 tấn cà chua một năm.

Gần đây nhất các kĩ sư và nhà khoa học Canada đã cho ra đời hệ thống thủy canh tiên tiến nhất Omega Garden (hình 4), đây là một mô hình thủy canh quay tròn kết hợp các yếu tố cơ học, điều này đã giúp giảm sự tiêu hao ánh sáng, năng lượng, dinh dưỡng và không gian. Hệ thống này có thể áp dụng với hầu hết các loại cây ngắn ngày và có thể đặt bất cứ đâu từ hộ gia đình cho đến các nông trại.



Hình 4. Hệ thống thủy canh Omega Garden (www.omegagarden.com)

5. KHẢ NĂNG CHỐNG CHỊU STRESS CƠ HỌC VÀ STRESS SINH HỌC

Năng suất của các loại cây trồng giảm mạnh do nhiều điều kiện bất lợi của môi trường như sự nhiễm vi khuẩn, virus, các loại côn trùng, sự nhiễm mặn, khô hạn, nhiệt độ cao... Ngay ở Mỹ, sản lượng nông nghiệp giảm hơn ¼ so với tối đa theo lí thuyết. Việc ứng dụng di truyền học phân tử và thực vật chuyển gene vào việc *chẩn đoán và kiểm soát sâu bệnh ở thực vật* là một trong những thử nghiệm thành công nhất của công nghệ sinh học thực vật trong thập kỷ vừa qua. Ngày nay, các loại cây trồng kháng virus, côn trùng hay kháng thuốc trừ cỏ đã được tạo ra bằng việc áp dụng các gen đơn, đã mang lại những cải thiện quan trọng trong năng suất. Nhiều loại gen kháng stress đã được cô lập; cơ chế về sự kháng của chúng cũng đã được làm sáng tỏ (chủ

yếu ở *Arabidopsis thaliana*). Các gen cải thiện sự tăng trưởng của thực vật trong môi trường axit hoặc kiềm và đất nhiễm mặn đã được cô lập. Người ta dự đoán rằng năng suất thực vật có thể gia tăng nhiều lần bằng cách tạo ra sự kháng stress đa yếu tố. Kỹ thuật tái tổ hợp DNA có tiềm năng không chỉ với việc giảm sự thất thoát sản lượng do các điều kiện bất lợi của môi trường mà còn làm tăng đến mức tối đa năng suất của thực vật.

Việc ứng dụng những nguyên tắc từ những thực vật chuyển gene có khả năng kháng các bệnh kể trên vào những loại cây nông nghiệp quan trọng khác được xem như một việc làm hết sức bình thường tuy vẫn còn tồn tại những khó khăn, nhất là đối với những kiểu gene mới. Tuy được ứng dụng rộng rãi nhưng việc sử dụng những loại thực vật phát sinh này vẫn đặt ra nhiều thử thách trước mắt như:

1. Tăng cường sự thể hiện những gene mục tiêu trong cơ thể thực vật, nhất là yêu cầu kiểm soát về không gian và thời gian.
2. Việc sử dụng một phổ biến các gene mục tiêu và gene thay thế để giải quyết các vấn đề về khả năng kháng bệnh ở thực vật.
3. Tăng cường sự kết hợp giữa việc kiểm soát sinh học thông qua việc sử dụng vi sinh vật chuyển gene được chọn lọc và khả năng điều khiển sinh học.

Mặc dù công nghệ sinh học đã và đang được ứng dụng thành công vào việc chống lại sâu bệnh hại cây trồng, nó vẫn chưa đủ khả năng chống lại những stress cơ học cho thực vật như hạn hán, nhiễm mặn, khí hậu khắc nghiệt, hoá chất độc hại và stress do quá trình oxy hoá. Hạn hán và hiện tượng nhiễm mặn là những nguyên nhân chính gây ra sự thiếu hụt lương thực và nạn đói cho những vùng khô cằn hoặc bán khô cằn và là hiểm họa môi trường nghiêm trọng đối với ngành nông nghiệp ở rất nhiều nơi trên thế giới. Hiện tượng sa mạc hóa cùng với hậu quả việc khai thác quá mức của người dân bản xứ càng làm trầm trọng thêm khí hậu trong vùng. Kết quả là sự xói mòn đất và giảm năng suất cây trồng. Hiện tượng nhiễm mặn đất trồng ngày càng trầm trọng và được dự đoán sẽ ảnh hưởng không tốt đến nền nông nghiệp toàn cầu, làm mất đi khoảng 30 % diện tích đất trồng trong 25 năm tới và 50 % vào năm 2050. Mặc dù việc điều khiển và điều chỉnh thực vật chống lại các stress cơ học khó khăn hơn các stress sinh học (sâu bệnh, thuốc diệt cỏ) rất nhiều nhưng những đáp ứng phức tạp của gene đối với những stress cơ học lại có tầm quan trọng lớn hơn. Chính vì vậy việc tạo ra những giống cây trồng có khả năng chống chịu tình trạng stress do hạn và mặn sẽ trở thành trọng tâm nghiên cứu trong mọi chương trình công nghệ sinh học nông nghiệp trong tương lai.

Đã có rất nhiều các công bố khoa học liên quan đến khả năng chống chịu stress trong những năm vừa qua. Các nghiên cứu trên nhiều đối tượng, nhiều cấp độ và nhiều vấn đề đa dạng, những nghiên cứu này đã góp phần rất lớn trong việc làm sáng tỏ các cơ chế chống chịu cũng như giải quyết được các vấn nạn đang gặp phải đối với cây trồng trên thế giới. Một số các nghiên cứu về chống chịu stress có tầm ảnh hưởng lớn như Komatsu và các đồng nghiệp đã sử dụng các phương pháp proteomic để khảo sát stress protein trong cây trồng và đây là vấn đề đang được rất nhiều nhà khoa học quan tâm [13]. Stress muối và khô hạn trên cây ớt cũng được ghi nhận từ các báo cáo nghiên cứu đầu tiên của Choi và cộng sự [14]. Sức đề kháng với stress cũng là một trong những chủ đề được nêu trong những bài báo của Ghanem và cộng sự [15], ông đã tìm cách để thiết kế sự cân bằng nội tiết tố trong các rễ chính.

6. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SINH HỌC THỰC VẬT TRONG THỰC PHẨM, HÓA CHẤT SINH HỌC VÀ DƯỢC PHẨM

Nền nông nghiệp truyền thống chủ yếu hướng đến mục tiêu tăng sản lượng thực phẩm có nguồn gốc từ thực vật về số lượng lẫn chất lượng. Đây cũng là mục đích ban đầu của công nghệ

sinh học. Ngoài những nhiệm vụ truyền thống công nghệ sinh học thực vật còn phải gánh vác các ngành sản xuất mới: (1) Tăng sinh khối để sản xuất năng lượng thay thế nguồn dầu mỏ. Hàng năm, sinh khối thực vật tạo ra năng lượng nhiều hơn tám lần năng lượng chúng ta tiêu thụ toàn cầu. Do đó, nếu chúng ta có thể khai thác 12% lượng sinh khối này cho sự sản xuất năng lượng và nguyên liệu công nghiệp thay cho năng lượng hoá thạch, chúng ta sẽ xây dựng được một thế giới ổn định; (2) Phát triển hoá học xanh: một mặt cung cấp sinh khối cho sản xuất hoá chất, mặt khác phải biến thực vật thành nhà máy hoá chất. Đặc biệt đối với các hợp chất tự nhiên có tác dụng sinh học cao. Vì cho đến nay 80% dân số thế giới vẫn dùng các sản phẩm từ tự nhiên trong chăm sóc sức khỏe ban đầu, phòng và chữa trị bệnh [16].

Thêm vào đó, bước tiếp theo của công nghệ sinh học đang được đưa vào áp dụng trong thực tiễn đó là sự chuyển đổi từ việc sản xuất những loại thực phẩm rẻ tiền, số lượng lớn sang những loại thực phẩm chức năng cao cấp. Quá trình này bao gồm hai loại nguyên liệu sinh học chính là: (1) việc cải tiến và điều chỉnh trực tiếp những thành phần cụ thể có nguồn gốc thực vật, và (2) sử dụng thực vật để sản xuất những hợp chất không có nguồn gốc từ thực vật. Kỹ thuật sinh học, chủ yếu là kỹ thuật điều khiển các con đường chuyển hóa vật chất đã trở thành thông dụng cho việc sản xuất các thành phần thực vật được sử dụng trong *các ngành công nghiệp thực phẩm, hóa chất và năng lượng*. Quá trình này bao gồm những hợp chất quan trọng như: carbohydrate (sự tổng hợp tinh bột, hàm lượng, phân bố, sản xuất các loại tinh bột có hàm lượng amylase hay amylopectin cao, tăng cường khả năng tổng hợp sucrose phục vụ cho ngành công nghiệp sản xuất đường và các sản phẩm từ đường, v.v.), protein (tăng cường thành phần các amino acid và hàm lượng protein), dầu thực vật và chất béo (tỉ lệ acid béo bão hòa và chưa bão hòa, tăng hàm lượng một số chất béo có giá trị như acid erucic, acid ricinoleic và các acid béo khác). Rất nhiều những bộ phận khác của thực vật ít hoặc không sử dụng làm thực phẩm nhưng lại có giá trị ứng dụng rất cao, chẳng hạn như việc sử dụng một số loại acid béo đặc biệt từ thực vật làm nguồn năng lượng mới, sử dụng các polysaccharide với đặc tính cân nhiệt trong quá trình tinh chế các hợp chất sinh học đồng dạng, sử dụng các enzyme chịu nhiệt và chịu mặn trong công nghiệp thực phẩm, v.v. Hơn nữa, đối với ngành công nghiệp hóa chất, thực vật có thể được sử dụng để sản xuất polyhydroxybutyrate - nguyên liệu để tạo ra nhựa chịu nhiệt tự hủy, cyclodextrin có khả năng tạo phức hợp với những chất kỵ nước [5].

Do tế bào thực vật có tính toàn thể (Totipotency) nhờ khả năng ít bị biệt hóa và phát triển tốt nên dễ nuôi cấy hơn so với nuôi cấy tế bào động vật. Việc sử dụng thực vật như một bioreactor sản xuất các hợp chất ngoại lai – không có nguồn gốc từ thực vật đang trên đà phát triển và có khả năng sẽ đưa đến một loại hình nông nghiệp mới, trong đó bao gồm việc sản xuất các peptit có hoạt tính sinh học, vắc xin, kháng thể và rất nhiều loại enzym khác nhau, chủ yếu sử dụng trong ngành công nghiệp dược phẩm. Ngoài việc giúp gia tăng sản lượng của cây trồng, còn tạo niềm hy vọng rất lớn trong việc cải thiện cuộc sống và sức khỏe cho người dân ở các nước đang phát triển như tiến bộ trong việc tạo vắc xin thực vật ăn được [17]. Ngày nay công nghệ sinh học thực vật đã được áp dụng ở quy mô lớn và tiến dần đến mở rộng sản xuất công nghiệp. Tạo sinh khối có hoạt chất sinh học cao được phát triển và áp dụng trong quy mô sản xuất công nghiệp mà không cần qua giai đoạn trồng trên đồng ruộng.

Thực vật bậc cao là nguồn cung cấp hợp chất có tác dụng sinh học cao được dùng trong công nghiệp dược. Một số hợp chất thứ cấp được dùng làm thuốc như: morphin, codein, cocain, quinin, các alkaloid Dừa cạn, alkaloid Dương địa hoàng, colchicin, phytostigminin, pilocarpin, reserpin và các steroid như: Diosgenin, digoxin, và digitoxin (bảng 1).

Với sự phát triển công nghệ gen thực vật nhờ phát hiện vi khuẩn *Agrobacterium tumefaciens* gây khối u ở thực vật, việc tạo giống bằng kỹ thuật di truyền đã mở ra nhiều ứng dụng mới cho trồng trọt cũng như tạo các hợp chất thứ cấp có tác dụng sinh học cao trong các

mô cấy tế bào với hàm lượng có thể ly trích được ở quy mô công nghiệp, đặc biệt là sự hình thành rễ tơ có hàm lượng các hoạt chất cao nhờ vào các kĩ thuật nuôi cấy trong bioreactor và có bổ sung các tiền chất như acid jasmonic và dẫn chất (bảng 2).

Bảng 1. Một số hợp chất thứ cấp được dùng làm thuốc

Hợp chất	Điều trị	Loài	Giá (USD/kg)
Ajmalicin	Cao huyết áp	<i>Catharanthus roseus</i>	37.000
Ajmalin	Sốt rét	<i>Rauwolfia serpentine</i>	75.000
Camptothecin	Ung thư	<i>Camptotheca acuminata</i>	432.000
Codein	Giảm đau	<i>Papaver somniferum</i>	17.000
Colchicin	Ung thư	<i>Colchium autumnale</i>	35.000
Ellipticin	Ung thư	<i>Orchrosia elliptica</i>	240.000
Morphin	Giảm đau	<i>Papaver somniferum</i>	340.000
Shikonin	Sát khuẩn	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>	4.500
Taxol	Ung thư vú, phổi, buồng trứng	<i>Taxus brevifolia</i>	600.000
Vinblastin	Ung thư máu	<i>Catharanthus roseus</i>	1.000.000
Vincristin	Ung thư máu	<i>Catharanthus roseus</i>	2.000.000

Bảng 2. Sản xuất hợp chất thứ cấp bằng kĩ thuật nuôi cấy mô rễ tơ từ một số loài cây thuốc

Họ thực vật	Cây thuốc	Hợp chất chính	Tác dụng
Araliaceae	<i>Panax ginseng</i>	Các ginsenosid	Bổ, tăng lực, chống stress
Apocynaceae	<i>Rauwolfia micrantha</i>	Ajmalicin, Ajmalin	Hạ huyết áp
Asteraceae	<i>Saussurea medusa</i>	Jaceosidin	Kháng ung thư
Cucurbitaceae	<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	Gypenosid (Saponin)	Một số tác dụng sinh học
Fabaceae	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Puerarin	Hạ nhiệt, co thắt, hạ áp, chống loạn nhịp
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgolid	Phòng chống bệnh tim mạch và tuổi già
Linaceae	<i>Linum favum</i>	Coniferin (Lignan)	Kháng ung thư
Nyssaceae	<i>Camptotheca acuminata</i>	Camptothecin	Kháng ung thư, kháng virus
Papaveraceae	<i>Papaver somniferum</i>	Morphin, sanguinarin, codein	Giảm đau
Solanaceae	<i>Solanum chrysotrichum</i>	Saponin	Kháng virus
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>	Verbascosid	Phòng chống bệnh đau bao tử, sốt và bệnh ngoài da

Việc ứng dụng công nghệ sinh học thực vật đã đem lại nhiều lợi ích và có ý nghĩa lớn mà ta có thể minh họa 2 trường hợp rất gần gũi với nước ta sau đây:

Taxol

Nhu cầu hiện nay trên thế giới đạt tới 259 kg taxol/năm. Taxol đã vào thị trường thuốc generic vào đầu những năm 90, giờ đây được sản xuất trên quy mô lớn từ nuôi cấy mô tế bào hoặc bằng sự bán tổng hợp từ các tiền chất DAB và baccatin III và dễ dàng tách từ lá các loài thông đỏ. Cho đến nay, mức thu được từ 140 - 295 mg/l taxol của tế bào nuôi cấy Thông đỏ Thái Bình Dương (*Taxus baccata*) được thương mại hóa trong sản xuất.

Nhân sâm (*Panax ginseng*)

Trồng Nhân sâm tối thiểu phải 4 năm mới thu hoạch rễ. Sâm phải trồng trong điều kiện đặc biệt về độ cao, độ ẩm, ánh sáng. Ngoài ra phải giải quyết vấn đề bệnh hại và phải thường xuyên chuẩn bị các cánh đồng trồng sâm mới cho vụ mùa sau để đảm bảo chất lượng và sản lượng. Cho đến nay, rất ít sự thay đổi trong kĩ thuật trồng ở đồng ruộng. Vì vậy, áp dụng công nghệ sinh học được xem xét và thay thế cho sự phát triển Nhân sâm và nhân giống và sản xuất nguyên liệu làm thuốc. Tại Hàn Quốc, một số công ty đang sản xuất rễ tơ Nhân sâm với bioreactor có dung tích 10.000 đến 20.000 lít. Sản phẩm này được làm nguyên liệu cho các dạng thực phẩm chức năng và thực phẩm khác nhau trên thị trường.

Việt Nam được xếp thứ 16 trong 25 quốc gia có mức độ đa dạng sinh học cao nhất thế giới, chiếm 6,5% số loài thực vật trên toàn thế giới, với nhiều nhóm sinh vật có tính đặc hữu cao, có giá trị khoa học và thực tiễn lớn. Riêng thực vật bậc cao đã thống kê được 10.386 loài, trong số này đã ghi nhận 3.950 loài được dùng làm thuốc, chiếm 38 % số loài đã biết. Nếu so với khoảng 20.000 loài cây làm thuốc đã biết trên thế giới thì số loài cây thuốc ở Việt Nam chiếm khoảng 19 %. Trong đó có nhiều loài quý, hiếm như Thông đỏ, Lan gấm, Thạch tùng răng, sâm Ngọc Linh... đang bị thu hái hay triệt phá cạn kiệt và được đưa vào Sách đỏ Việt Nam. Vì vậy cần phải có việc tái điều tra tài nguyên cây thuốc trên địa bàn các tỉnh, khoanh vùng bảo vệ và thu hái hợp lí các cây thuốc trong tự nhiên. Tổ chức nhân giống và trồng các cây thuốc quý có tiềm năng và có giá trị kinh tế cao ở quy mô lớn. Để thực hiện mục tiêu này, chúng ta có thể áp dụng kĩ thuật nuôi cấy mô tế bào để bổ sung nguồn cây giống mà kĩ thuật nhân giống truyền thống bằng hạt hoặc bằng hom cành thường mất nhiều thời gian và hạn chế về số lượng. Nhưng để phát triển được nguồn nguyên liệu làm thuốc bằng kĩ thuật nuôi cấy mô tế bào, thì ngoài giá trị điều trị bệnh cao, phải là cây thuốc có giá trị kinh tế cao hơn giá trị của các loại cây trồng truyền thống của như hoa và rau, quả. Trên địa bàn Tây Nguyên hiện có hai cây thuốc quý hội đủ yếu tố này là Thông đỏ lá dài (*Taxus wallichiana*) và Sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis*). Trong đó Thông đỏ là nguồn nguyên liệu ưu thế tại chỗ, hiện nay đang được nhân giống vô tính bằng hom cành ở quy mô sản xuất nguyên liệu và từng bước bằng kĩ thuật nuôi cấy trong ống nghiệm. Còn sâm Ngọc Linh cũng từng được di thực trồng ở Cam Ly, Langbiang và được các nhà khoa học ở trường Đại học Đà Lạt và Viện Sinh học Tây Nguyên nghiên cứu theo hướng nuôi cấy mô tế bào và dạng rễ tơ, tạo ra một triển vọng chủ động nguồn nguyên liệu làm thuốc theo 2 hướng: Một là nhân giống cây sâm hoàn chỉnh để trồng, hai là tạo rễ tơ để sử dụng như nguyên liệu cho các sản phẩm thực phẩm chức năng và mỹ phẩm (hình 5).



Hình 5. Sản xuất rễ tơ sâm Ngọc Linh bằng bioreactor [18]

7. KHẢ NĂNG CUNG CẤP VÀ NHU CẦU THỰC TẾ: TỪ ĐÂY CHÚNG TA SẼ TIẾN ĐẾN ĐÂU?

Ngày nay, những thành tựu trong công nghệ sinh học thực vật đã vượt xa sự mong đợi trước đây và những hoạt động trong tương lai sẽ mang lại nhiều hứa hẹn hơn nữa. Nhận thức đầy đủ và về cuộc cách mạng công nghệ sinh học nông nghiệp và những tác động của những thành tựu nêu trên không chỉ phụ thuộc vào những nghiên cứu cải tiến thành công liên tiếp mà còn phụ thuộc vào xu thế thuận lợi và sự công nhận của cộng đồng. Khoảng 12 % diện tích đất của thế giới được sử dụng cho việc trồng trọt và những hoạt động của lĩnh vực nông nghiệp để cung cấp một lượng thực phẩm bình quân 0,44 ha/đầu người vào năm 1961 và có khả năng tỉ lệ này sẽ giảm còn 0,15 ha/đầu người vào năm 2050. Việc tăng cường hoạt động nông nghiệp trong điều kiện còn nhiều hạn chế nói trên, vì thế cần có những giống cải tiến có hiệu quả cao hơn đồng thời mang lại lợi ích kinh tế, khả năng hoàn vốn cao và tạo ra được những sản phẩm độc quyền có nguồn gốc thực vật. Tất cả những điều nêu trên không thể được thực hiện nếu không có những nghiên cứu chuyên sâu và sự phát triển của sinh hóa học, sinh lý học, di truyền học và công nghệ sinh học nông nghiệp thực vật. Gắn với kỹ thuật canh tác tối hảo, luân canh, quản lý dịch hại; công nghệ sinh học sẽ thể hiện tính ưu việt và tầm ảnh hưởng rộng lớn như cuộc cách mạng xanh khi xưa. Những nhà khoa học thực vật ngày nay giữ một vai trò trung tâm trong xã hội, không như vị trí của họ 300 năm trước đây khi Jonathan Swift (1667 – 1745) từng nói: “*Bất cứ ai có thể làm cho cây bắp phát triển ngay tại vùng đất mà trước đây chỉ có cỏ mọc sẽ xứng đáng được vinh danh hoặc được ca ngợi vì đã giúp ích thiết thực cho đất nước của họ. Điều này còn hơn là cuộc chạy đua của giới chính trị gia*”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Mann C. C. - Crop scientists seek a new revolution, Science **283** (1999) 310-314.
2. FAO, WFP and IFAD - The State of Food Insecurity in the World 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Rome, FAO (2012).
3. Michael E. H., Gunther H. and Ralf R. - Plant biotechnology in support of the Millennium Goals II, Plant Cell Rep **30** (2011) 677-679.
4. Sharkey T. D., Laporte M., Lu Y., Weise S. and Weber A. P. M. - Engineering plants for elevated CO₂: a relationship between starch degradation and sugar sensing, Plant. Biol. **6** (2004) 280-288.

5. Altman A. - Plant biotechnology in the 21st century: the challenges ahead, J. Biotechnol. **2** (2) (1999) 51-55.
6. James C. - Global status of commercialized biotech/GM Crops: 2009. ISAAA Brief No. 41. ISAAA, NY.
7. Daniell H. - Molecular strategies for gene containment in transgenic crops, Nat. Biotechnol. **20** (2002) 581-586.
8. Filipecki M. and Malepszy S. - Unintended consequences of plant transformation: a molecular insight, J. Appl. Genet. **47** (2006) 277-286.
9. Grevich J. J. and Daniell H. - Chloroplast genetic engineering: recent advances and future perspectives, Crit. Rev. Plant. Sci. **24** (2005) 83-107.
10. Martino-Catt S. J. and Sachs E. S. - Editor's choice series: the next generation of biotech crops, Plant. Physiol. **147** (2008) 3-5.
11. Duong Tan Nhut, Nguyen Thanh Hai, Pham Thi Minh Thu, Nguyen Ngoc Thi, Truong Thi Dieu Hien, Tran Trong Tuan, Nguyen Ba Nam, Nguyen Phuc Huy, Hoang Xuan Chien, and S. Mohan Jain - Protocol for inducing flower color somaclonal variation in *Torenia* (*Torenia fournieri* Lind.). In: Maurizio Lambardi, E. Aylin Ozudogru, S. Mohan Jain (eds), Protocols for micropropagation of selected economically - important horticultural plants, Springer , 2012, pp. 455-462.
12. Duong Tan Nhut, Takamura T., Watanabe H. and Tanaka. M. - Artificial lighting source using light-emitting diodes (LEDs) in the efficient micropropagation of *Spathiphyllum* plantlets, Acta Horti **692** (2005) 137-142.
13. Afroz A., Ali G. M., Mir A. and Komatsu S. - Application of proteomics to investigate stress-induced proteins for improvement in crop protection, Plant. Cell. Rep. **30** (5) (2011) 745-63.
14. Choi J. Y., Seo Y. S., Kim S. J., Kim W. T. and Shin J. S. - Constitutive expression of CaXTH3, a hot pepper xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase, enhanced tolerance to salt and drought stresses without phenotypic defects in tomato plants (*Solanum lycopersicum* cv. Dotaerang), Plant. Cell. Rep. **30**(5) (2011) 867-877.
15. Ghanem M. E., Hichri I., Smigocki A. C., Albacete A., Fauconnier M. L., Diatloff E., Martinez-Andujar C., Lutts S., Dodd I. C. and Pe' rez-Alfocea F. - Root-targeted biotechnology to mediate hormonal signaling and improve crop stress tolerance, Plant. Cell. Rep. **30** (5) (2011) 807-823.
16. Trần Công Luận - Công nghệ sinh học thực vật với tài nguyên cây thuốc, Kỷ yếu hội thảo quốc tế tháng 4, 2010.
17. Penney C. A., Thomas D. R., Deen S. S., Walmsley A. M. - Plant-made vaccines in support of the Millennium Development Goals, Plant. Cell. Rep. **30** (5) (2011) 789-798.
18. Dương Tấn Nhựt, Nguyễn Cửu Thành Nhân, Hoàng Xuân Chiến, Nguyễn Phúc Huy, Nguyễn Bá Nam, Trần Xuân Ninh, Phạm Phong Hải, Vũ Quốc Luận, Phan Quốc Tâm, Vũ Thị Hiền, Trịnh Thị Hương, Trần Công Luận và Paek Kee Yoeup - Một số hệ thống nuôi cấy trong nghiên cứu nhân nhanh rễ bất định và rễ thứ cấp cây sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis* Ha et Grushv.), Tạp chí Công nghệ Sinh học (2012) (nhận đăng).

ABSTRACT

PLANT BIOTECHNOLOGY IN 21ST CENTURY: PROSPECTS AND CHALLENGES

Duong Tan Nhut*, Hoang Xuan Chien

Tay Nguyen Institute of Biology, VAST, Dalat City

*Email: *duongtannhut@gmail.com*

The present review mentions the relevance and future prospect of plant biotechnology in agricultural economics and plant breeding industry. So far, 700 plant breeding companies around the world have been applying plant, cell, tissue and organ culture technique to breed thousands of disease-free seedlings per year, including medicinal, fruit, food, woody plants and kinds of flower. The application makes a better profit than using traditional method production and tackles both food security and climate change. In Vietnam, 30 million seedlings are produced by more than 100 laboratories using these modern techniques every year. There are number of high-tech private enterprises in Dalat which are producing about 80 % of the total seedlings. Moreover, the modern techniques being used are required for plant-breeding programs. They are genetic transformation, protoplast fusion, single cell culture, haploid plant, etc. The application of these tecniques has been serving multi purposes such as anti-stress, accumulation of secondary metabolites and acclimatization. For those reasons, it is necessary to gain the knowledge of plant physiology, biochemistry, taxonomy and molecular biology, etc. This review describes the important role of plant biotechnology in 'Green Revolution' and in the Socio - economic Development of both the world and Vietnam.

Keywords: agriculture, bioenergy, climate change, crop improvement, food security, GMO, micropropagation, plant biotechnology, plant breeding techniques, stress, transgene.