

## VỀ SINH VẬT BIẾN ĐỔI GEN, NHẬN THỨC VỀ LỢI ÍCH, NHỮNG NGUY CƠ VÀ RỦI RO CỦA CHÚNG

**Khuất Đăng Long**

Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam,  
khuatdanglong@iebr.ac.vn

**TÓM TẮT:** Thuật ngữ biến đổi gen chỉ việc chuyển gen vào hoặc tách gen ra khỏi cơ thể một sinh vật để tạo ra một sinh vật bị biến đổi gen. Sinh vật biến đổi gen (GMO) được tạo ra với những mục đích sử dụng khác nhau, thí dụ tạo ra sinh vật kháng bệnh; cây trồng hoặc vật nuôi có năng suất sinh học cao để sử dụng làm thực phẩm, thuốc chữa bệnh; tạo ra sinh vật sử dụng cho nghiên cứu khoa học. Như vậy, mục đích và tiêu chí của công nghệ gen nhằm tạo ra những sinh vật biến đổi gen để có thể đem lại những lợi ích to lớn cho loài người. Tuy nhiên, ít hay nhiều, mọi cố gắng của khoa học vẫn có mặt trái nhất định, nếu không liên quan đến chi phí cao để tạo ra GMO thì cũng là những chi phí để khắc phục những rủi ro mà GMO có thể sẽ đem đến. Trong bài viết này, dựa vào việc phân tích những điểm mạnh của GMO qua những quan điểm và nhận định khác nhau của các nhà khoa học, các tổ chức sản xuất và buôn bán GMO và người sử dụng để đánh giá những lợi ích cũng như những nguy cơ tiềm ẩn và rủi ro của GMO. Ngoài ra, chúng tôi còn đưa ra những dẫn chứng từ quá trình tạo ra sinh vật biến đổi gen và bản chất của quá trình này, những quan điểm và nhận thức khác nhau về GMO để có thể hiểu lí do vì sao cần những cái nhìn khách quan và thận trọng hơn, không tuyệt đối hoặc cực đoan khi đánh giá lợi ích cũng như những nguy cơ tiềm ẩn hoặc rủi ro xuất hiện từ những sinh vật biến đổi gen.

*Từ khóa:* GMO, cây trồng biến đổi gen, đa dạng sinh học, lợi ích, nguy cơ, rủi ro, thực phẩm biến đổi gen.

### MỞ ĐẦU

Những năm 1960 giữa thế kỷ XX là thời kỳ đột phá về năng suất nông nghiệp trong cuộc cách mạng xanh đã được ủng hộ mạnh mẽ, còn trong thế kỷ XXI nhiều người đang hi vọng những sinh vật biến đổi gen có thể sẽ là một cuộc cách mạng xanh mới.

Trong cuộc cách mạng xanh giữa thế kỷ XX, mọi cố gắng đã tập trung vào lai tạo để tạo ra những giống cây trồng hoặc chủng con lai có năng suất và chất lượng cao hơn. Sau hơn 20 năm bôn lai tạo các cây trồng cùng với việc sử dụng các loại hóa chất nông nghiệp (phân bón và thuốc trừ sâu), năng suất cây trồng đã tăng vượt bậc. Tuy nhiên, cuộc cách mạng xanh này đã để lại nhiều hậu quả mà trước đó không lường hết được. Đó là việc cây trồng năng suất cao cần nhiều phân bón và thuốc trừ sâu hóa học hơn, việc dựa vào các hóa chất nông nghiệp quá mức và lâu dài đã gây ra ô nhiễm trầm trọng cho môi trường, đây là gánh nặng cho nông dân ở các nước đang phát triển vì sự thoái hóa đất nông nghiệp; ô nhiễm nước và không khí; ô nhiễm thực phẩm; đảo lộn các hệ sinh

thái; sự hình thành các loài dịch hại kháng lại thuốc trừ sâu hóa học...

Những tiến bộ trong cuộc cách mạng xanh ở thế kỷ XX đã đưa ra những khái niệm và thuật ngữ mới như lai tạo, đột biến, tái tổ hợp thì đến nay, trong giới khoa học và những người am hiểu về sinh học cũng như những nhà nông học và chăn nuôi, ít ai còn xa lạ với thuật ngữ sinh vật biến đổi gen (Genetically Modified Organism, viết tắt GMO hoặc Genetically Engineered Organism, viết tắt GEO). Thực chất, đây là một loài sinh vật mà vật liệu di truyền (gen) của nó đã bị biến đổi bằng kỹ thuật hoặc công nghệ gen. Những sinh vật biến đổi gen bao gồm từ vi sinh vật như vi khuẩn, nấm men, thực vật và các loài động vật.

Hiện nay, sinh vật biến đổi gen đang được sử dụng cho nghiên cứu sinh học và y học, các loại dược phẩm, y học thực nghiệm (chẳng hạn như liệu pháp gen) và trong nông nghiệp (chẳng hạn như cây trồng chống chịu với thuốc trừ cỏ dại, khô hạn và giá lạnh). Những sinh vật biến đổi gen (GMOs) có những tên gọi theo mục đích sử dụng như thực vật biến đổi gen (GM plants), cây

trồng biến đổi gen (GM crops) hoặc thực phẩm biến đổi gen (GM foods) (hay chính xác là thực phẩm từ những sinh vật biến đổi gen).

Theo “Cartagena Protocol on Biosafety”, được cơ quan thương mại thế giới qui ước về những sinh vật sống đã bị biến đổi gen, thuật ngữ GMO rất gần với thuật ngữ hợp pháp về kỹ thuật, đặc biệt, bất kỳ sinh vật sống nào được tạo ra với sự kết hợp vật liệu di truyền bằng việc sử dụng công nghệ sinh học hiện đại. Vì vậy, có thể hiểu những sinh vật biến đổi gen được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học và để sản xuất ra các loại hàng hóa chứ không phải thức ăn là một nguồn các thực phẩm biến đổi gen.

Do đặc điểm về phạm vi thương mại hóa nhanh của cây trồng biến đổi gen so với các sinh vật biến đổi gen là động vật, trong bài viết này chúng tôi chủ yếu bàn luận đến những quan điểm ủng hộ và phản đối về nguy cơ tiềm ẩn và rủi ro có thể xuất hiện do cây trồng biến đổi gen (GM crops), còn do các loài động vật biến đổi gen ít được đề cập hơn.

#### TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

Nguồn tài liệu hiện nay về sinh vật biến đổi gen và những đánh giá về chúng đã có khá nhiều và được công bố dưới nhiều hình thức khác nhau như báo cáo khoa học tại các hội thảo; các công trình nghiên cứu gốc về quá trình tạo ra sinh vật biến đổi gen và bản chất của chuyển đổi gen; cũng như khá nhiều thông tin đã được công bố và đăng tải theo các trang mạng chính thức. Vì vậy, trong bài viết này, sau một số vấn đề đưa ra từ các tài liệu trích dẫn, chúng tôi viết nguyên trang thông tin để bạn đọc có thể tự tra cứu và thẩm định bổ sung ngoài những tài liệu chính thống khác trong phần tài liệu tham khảo.

Về từ và thuật ngữ, trong bài viết này chúng tôi dựa theo từ điển giải thích Oxford để phân biệt nguy cơ (risk), là một khả năng có thể, còn sự rủi ro hoặc mối nguy hại (hazard) là hậu quả khi nguy cơ là có thực, vì vậy, để đánh giá nguy cơ cần có quá trình để xác định rõ được rủi ro (hazard).

Rất khó để đưa ra kết luận rõ ràng về sự an toàn tuyệt đối cũng như những nguy cơ và rủi ro

của GMOs, GM plants, GM crops hay GM foods. Vì vậy, trong phạm vi bài viết này, một số nhận xét ở cuối bài thay cho phần kết luận và có thể được xem như những bình luận có căn cứ theo logic khoa học. Những bình luận và nhận xét này chắc chắn không bao quát hết khi vẫn còn những tranh luận nóng về GMO như hiện nay.

#### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

##### Lịch sử tạo ra sinh vật biến đổi gen

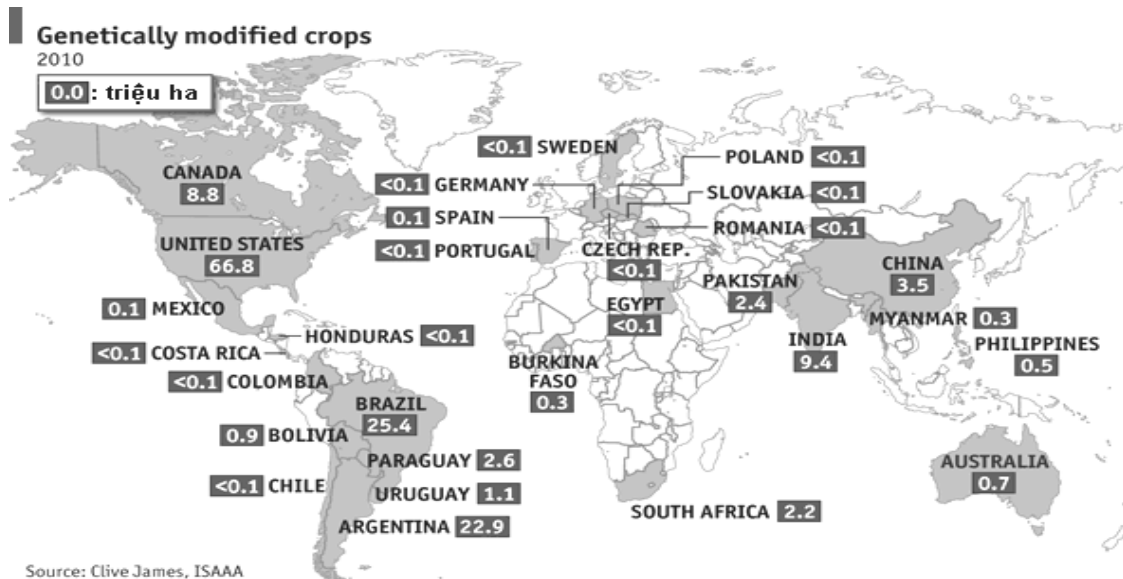
Phát hiện cấu trúc 3 chiều của chuỗi xoắn kép DNA năm 1953 của hai nhà khoa học James Watson và Francis Crick đã tạo ra khả năng cho các nhà khoa học xác định và ghép các gen từ một sinh vật này vào DNA của sinh vật khác. Nguyên tắc cơ bản để tạo ra một sinh vật biến đổi gen là đưa một vật liệu di truyền mới từ một sinh vật này vào hệ gen (genome) của một sinh vật khác, quá trình này được gọi là kỹ thuật gen và có thể thực hiện được thông qua việc khám phá ra DNA [79].

Tác giả tạo ra được tái tổ hợp đầu tiên các phân tử DNA năm 1972 là nhà sinh hóa Paul Berg (sinh năm 1926) [30]. Berg có ý tưởng sử dụng SV40 như phương tiện để đưa những gen mới vào các tế bào động vật có vú theo nhiều cách để vật ăn vi khuẩn chuyển đổi DNA tế bào trong số những mô bị nhiễm bệnh. Ông và các đồng nghiệp đã thành công trong việc phát triển phương pháp cơ bản liên kết in vitro hai phân tử DNA, cụ thể một hệ thống gồm 3 genes chịu trách nhiệm chuyển hóa galactose ở chủng vi khuẩn *E. coli* được đưa vào hệ gen SV40 DNA. Công trình này đã dẫn đến sự xuất hiện công nghệ tái tổ hợp DNA và bằng cách đó đưa ra một công cụ chính để phân tích cấu trúc và chức năng gen của động vật có vú và chính nhờ đóng góp này, năm 1980 ông nhận giải Nobel hóa học cùng với hai nhà khoa học khác, đó là Walter Gilbert (quốc tịch Hoa Kỳ, sinh năm 1932) và Frederick Sanger (quốc tịch Anh, sinh năm 1918).

Năm 1973, hai nhà khoa học Herbert Boyer và Stanley Cohen đã hợp tác nghiên cứu để tạo thành công sinh vật tái tổ hợp DNA đầu tiên. Đến năm 1986, lần đầu tiên cây thuốc lá biến đổi gen được thử nghiệm trên đồng ruộng ở Bỉ. Năm 1987, cây thuốc lá và cà chua biến đổi gen

được thử nghiệm trên đồng ruộng Hoa Kỳ. Cho tới 2010, đã có 29 nước trên thế giới có diện

tích cây trồng biến đổi gen lên đến hàng trăm nghìn hecta (hình 1) [12].



Hình 1. Bản đồ 29 nước với diện tích lớn có cây trồng biến đổi gen năm 2010 (nguồn Clive James, 2010) [12].

### Quá trình tạo ra sinh vật biến đổi gen

Sự biến đổi gen liên quan đến việc đưa vào hoặc bỏ đi những gen, khi những gen được đưa vào thường được lấy từ một loài khác gọi là hình thức biến đổi gen theo chiều ngang. Trong tự nhiên, hiện tượng này cũng có thể xuất hiện khi vì một lý do nào đó, DNA ngoại lai thâm nhập qua màng tế bào. Còn để biến đổi gen nhân tạo có thể đòi hỏi việc gắn gen vào một loài virus hoặc đơn thuần cây ghép vật lý DNA ngoại lai vào nhân của một vật chủ đích bằng một loại kim nhỏ hoặc bằng một đoạn rất nhỏ được bắn bằng dụng cụ đặc biệt gọi là “súng bắn gen” (gene-cannon).

Tuy nhiên, cũng có những phương pháp khác khai thác các dạng tự nhiên của chuyển đổi gen, thí dụ như khả năng của loài vi khuẩn thuộc chi *Agrobacterium* có thể chuyển vật liệu di truyền vào thực vật [38], hoặc khả năng của *Lentivirus* (một chi thuộc họ Retroviridae) để biến đổi gen vào các tế bào động vật [49]. Các *Lentivirus* này có thể mang một lượng đáng kể RNA virus vào trong DNA tế bào vật chủ và có khả năng duy nhất trong số các *retrovirus* để có

thể gây nhiễm cho các tế bào không bị tách rời, vì vậy, chúng là một trong số những phương pháp lây nhiễm mang gen.

Các phân tử DNA trung gian được chuyển qua các màng tế bào nhờ súng bắn gen đặc biệt, xử lý hóa học hoặc bằng các tế bào biểu hiện dưới trường dòng điện. Sau đó, những phân tử trung gian được chuyển vào các nhân tế bào để tiêm vào các nhiễm sắc thể của tế bào tiếp nhận. Sự hợp nhất xuất hiện ở những chỗ không dự đoán trước được trong nhiễm sắc thể. Dựa vào quá trình biến đổi gen để tạo ra một sinh vật biến đổi gen, có thể cho rằng những gen được gắn vào trong nhiễm sắc thể của một loài vật chủ mới là một kí sinh di truyền thực thụ.

### Bản chất biến đổi gen trong cơ thể loài sinh vật được biến đổi

Để tiến hành biến đổi gen, sự tái tổ hợp và vật liệu mang gen cần được thiết lập, vật liệu tiến hành dự kiến để mang gen được đưa an toàn vào sinh vật đã lựa chọn và sắp đặt cho gen biểu hiện, nghĩa là sản xuất ra protein mà nó mã hóa. Còn vật liệu mang, để bổ sung cho gen

được chọn, sẽ kết hợp một lượng các phân tử DNA khác. Điều này đòi hỏi có một phân tử đối chứng (chất hoạt hóa=promoter/enhancer) cần thiết để biểu hiện gen, còn một gen nữa được mã hóa để kháng lại chất gây chết tế bào khác hoặc chất kháng sinh. Một lựa chọn khác cho những gen chịu được kháng sinh đang còn nhiều tranh cãi đối với cây trồng biến đổi gen, đó là gen CSR-1 đảm bảo tính kháng đối với chất diệt cỏ chlorsulfon [5].

Để lựa chọn một tập hợp tế bào có chứa vật trung gian, chất kháng sinh được bổ sung. Sau đó, những tế bào không biểu hiện gen kháng của vật trung gian được loại bỏ. Những tế bào sống sót là cơ sở để phát triển thành những sinh vật biến đổi gen, trong đó toàn bộ tế bào của sinh vật này chứa đựng DNA vật trung gian đã hợp nhất và biểu hiện gen như mong muốn. Ngoài ra, người ta có thể thêm bớt, sửa đổi, sắp xếp lại bộ gen khiến cho một loài sinh vật nào đó không bao giờ có thể bị nhiễm các loại bệnh hoặc kháng lại một loại chất kháng sinh.

Sự khác nhau cơ bản về tiến hóa tự nhiên của loài sinh vật do lai tạo hoặc đột biến gen trong loài với sinh vật do chuyển gen ở chỗ, người ta có thể sử dụng hoặc hóa chất hoặc phóng xạ để gây đột biến giới hạn trong hệ gen của một loài hoặc lai tạo giữa hệ gen của các loài gần nhau. Kết quả những tính trạng tốt theo ý muốn mới được giữ lại và phát triển, còn những tính trạng kém dễ phân li sớm muộn bị đào thải (tự nhiên hoặc nhân tạo). Trong khi đó, sinh vật biến đổi gen nhờ được cấy gen ngoại lai, thường xa nhau về nguồn gốc phát sinh chủng loại (ví sinh vật với thực vật và động vật, động vật với thực vật). Rõ ràng, những thay đổi về mặt di truyền dù rằng rất nhỏ bên trong sinh vật biến đổi gen sẽ rất khó giám sát, vì vậy, khó có thể biết được thời gian và vị trí những tính trạng kém xuất hiện.

#### **Sự khác biệt giữa biến đổi gen và nuôi trồng truyền thống**

Đã có những tranh luận cho rằng biến đổi gen là kết quả của sự chính xác hơn nhưng về cơ bản không khác so với cùng loại được nuôi trồng truyền thống. Quan điểm này khó chấp nhận bởi vì ở đây, sự tái tổ hợp không được tạo ra một cách tự nhiên, vật liệu di truyền không

tái tổ hợp giữa các loài, mà đối với chúng không thể hoặc quá ít khả năng tạo ra thế hệ con cháu tự nhiên.

Những gen ngoại lai mới hoặc các chuỗi DNA được đưa vào những vị trí không dự đoán trước được trong nhiễm sắc thể. Việc gây giống phổ thông xê dịch qua lại quanh những phiên mã khác thường (các gen tương ứng=alleles) của những gen giống nhau, trong khi đó những gen này được gắn cố định ở những vị trí trong nhiễm sắc thể, chúng được hình thành trong tiến hóa. Công nghệ gen đã đưa vào những gen ngoại lai mới, vị trí của các gen trong DNA tế bào của loài tiếp nhận không thể biết được trước và không có khả năng định trước. Điều này có thể dẫn tới những tác động không lường trước trong quá trình trao đổi chất, sinh lí và hóa sinh của sinh vật nhận, sinh vật được chuyển gen, những tác động không hoặc rất khó phát hiện được bằng những phương pháp kiểm soát truyền thống.

Những vật trung gian được sử dụng được xem như là những kí sinh di truyền hiệu quả, chúng là hệ thống qua lại gen được phát triển để di chuyển và biểu hiện các gen từ những ranh giới loài và các rào cản sinh thái sau:

a. Chúng là những lát cắt các phân tử và chuỗi di truyền tách ra từ hầu hết những loài kí sinh có nguồn gốc di truyền (virus, plasmida, các phân tử dễ biến đổi). Rất nhiều trong số đó có khả năng xâm lấn và truyền DNA của chúng vào các nhiễm sắc thể của bất cứ loại tế bào nào, vì vậy, có thể gây tác hại về trao đổi chất và di truyền.

b. Chúng được thiết kế đặc biệt để phá vỡ rào cản về loài, khi vượt qua được, chúng có thể nhận được và chuyển những gen từ các vật chủ mới hoặc từ những kí sinh di truyền của chúng. Sau đó, những lát cắt di truyền mới được tạo ra như thể có thể được chuyển vào loài mới hoặc tái tổ hợp giữa chúng với nhau để dẫn đến những virus gây bệnh với tiềm năng gây bệnh sớm hơn cho những vật chủ. Trong số những sinh vật thay thế như vậy, những đột biến và sắp xếp lại gen có thể xuất hiện vào bất cứ lúc nào với những kết quả không dự báo trước được.

c. Chúng mang những gen chống chịu, mà bản thân những gen này được cho là mới hoặc

nâng cao khả năng tồn tại, sức khỏe quần xã và những vấn đề môi trường (có nghĩa là sức chống chịu được thuốc kháng sinh trong vi khuẩn gây bệnh hoặc có đại chống chịu được thuốc trừ cỏ).

### Sử dụng sinh vật biến đổi gen hiện nay và những hạn chế

Các sinh vật biến đổi gen được xem như có triển vọng cho những nghiên cứu sinh học và y học, sản xuất dược phẩm, thực nghiệm y học (liệu pháp gen) và trong nông nghiệp (cây trồng kháng thuốc trừ cỏ). Thí dụ, một gen từ một loài sửa mã hóa protein huỳnh quang GFP, protein được mã hóa này có thể kiên kết vật lý và như vậy cùng biểu hiện với những gen động vật để xác định vị trí của protein đã được mã hóa bởi gen đích GFP trong tế bào động vật. Bằng phương pháp này các nhà sinh học có thể nghiên cứu cơ chế các bệnh ở người hay những quá trình sinh học cơ bản trong các tế bào có nhân (eukaryotic) và tế bào không nhân (prokaryotic).

Mới chỉ có ít loài động vật biến đổi gen được sử dụng, cụ thể sử dụng chuột nhắt đã được khử hoạt tính một gen để nghiên cứu vai trò của gen tham gia hoặc gây ra bệnh ở người; sử dụng chuột bạch được đột biến một gen riêng rẽ để nghiên cứu thuốc và dược học. Người ta cũng đã cấy gen vào phôi cá sọc vân cho phép kết hợp với hệ gen của chúng làm cho phát sáng dưới tác dụng của ánh sáng tự nhiên. Những loài động vật biến đổi gen chưa được sử dụng như chuột nhắt được cấy gen đặc biệt (oncogene, v-Ha-ras dưới sự kiểm soát của sự kích thích virus gây ra khối u ở chuột) hoặc lợn dòng Yorshine được biến đổi gen để tạo giống lợn với chi phí thức ăn ít và giảm giảm ô nhiễm chất thải chứa photpho so với lợn thông thường.

Trong số vi sinh vật biến đổi gen được sử dụng, người ta đã tách, khuếch đại và khử hoạt hóa gen tạo băng ở vi khuẩn *Pseudomonas siringae*, sau đó cấy trở lại vi khuẩn tạo dòng chống lại sự đóng băng tế bào thực vật. Hoặc để tạo được vacxin viêm gan B, một trong những protein màng virus, kháng nguyên bề mặt viêm gan B (HBsAg), chúng được tạo ra bởi các tế bào nấm men trong đó đã được cấy mã gen của HbsAg. Để có liệu pháp chữa bệnh về gen,

người ta đưa đưa *Andenovirus* vào nhân, các gen ở vùng 1 (E1a và E1b) được sao chép lại, bốn vùng của hệ gen không bị lây nhiễm (từ F1 đến F4) biểu hiện vào thời gian đầu của quá trình sao chép.

Cây trồng biến đổi gen được đưa vào sử dụng nhiều hơn, đó là ngô (MON 809, MON 810 và MON 863), khoai tây Amflora (EH92-527-1), đậu tương GTS 40-3-2 (OECD UI: MON-Ø4Ø32-6) và đậu tương ON 87705 (Vistive Gold), lúa mì MON 71800, đậu tương, bông, thuốc lá, cà tím Bt.

Giống ngô biến đổi gen MON 810 được cho là giống có khả năng giảm được thiệt hại do sâu hại gây ra do hãng Monsanto đưa ra khắp thế giới [34]. Bản chất của ngô biến đổi gen là do một gen từ chủng vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* được cấy vào DNA của MON810 đã cho phép giống ngô này tạo ra một protein gây hại cho những loài côn trùng ăn chúng, gen từ chủng vi khuẩn tạo ra độc tố Bt có độc tính đối với các loài sâu bướm hại trong đó có sâu đục ngô châu Âu (*Ostrinia nubilalis*). Độc tố Bt được tạo ra này che kín biểu mô ở ruột giữa của côn trùng. Những protein cần có cơ quan tiếp nhận đặc biệt trong tế bào để tạo ra Cry protein và trở nên độc, chính vì vậy những độc tố này đặc hữu đối với các loài côn trùng thuộc bộ cánh Vảy Lepidoptera [33], mặc dù chưa rõ cơ chế tác động của những độc tố này [46].

Ngô biến đổi gen MON 809 là một trong số 25 cây trồng biến đổi gen đã được thương mại hóa từ năm 2011 [31], được trồng ở Hoa Kỳ và Canada từ năm 1997, đến năm 2010, có tới 86% là ngô biến đổi gen, năm 2011 có tới 32% ngô trồng trên thế giới là cây biến đổi gen [57]. Tới năm 2011, các giống ngô biến đổi gen chống cỏ dại được trồng ở Argentina, Australia, Braxin, Canada, Trung Quốc, Colombia, El Salvador, EU, Honduras, Nhật Bản, Hàn Quốc, Malaysia, Mexico, New Zealand, Philippines, Liên Bang Nga, Singapore, Nam Phi, Đài Loan, Thái Lan và Hoa Kỳ; còn giống ngô chống sâu hại đã được trồng ở Argentina, Australia, Braxin, Canada, Chile, Trung Quốc, Colombia, Cộng hòa Séc, Ai Cập, EU, Honduras, Nhật Bản, Hàn Quốc, Malaysia, Mexico, Hà Lan, New Zealand, Philippines, Romania, Liên Bang Nga,

Nam Phi, Thụy Sĩ, Đài Loan, Hoa Kỳ và Uruguay [62].

Khoai tây chuyển gen Amflora (còn có tên EH92-527-1) của hãng BASF tạo ra tinh bột chứa amylopectin thuần khiết vượt trội so với khoai tây sấp, giống khoai tây này đã được sử dụng trong công nghiệp ở các nước thuộc Cộng đồng châu Âu năm 2010 [51].

Đậu tương GTS 40-3-2 (OECD UI: MON-Ø4Ø32-6 hay Roundup Ready Soybean) của hãng Monsanto được trồng thương mại ở Hoa Kỳ 1994, đưa vào Canada 1995, Nhật Bản và Argentina 1996, Uruguay 1997, Mexico và Brazil 1998 và Nam Phi 2001 [76]. Cà chua Flavr Savr (còn có tên CGN-89564-2) của hãng Calgene (California) tạo ra năm 1992 và được tổ chức dược phẩm và lương thực Hoa Kỳ đánh giá mức độ an toàn năm 1994 và phải đến năm 1997 mới đưa vào sản xuất [49].

Lúa vàng (Golden rice) biến đổi gen từ giống lúa thông thường *Oryza sativa*, được tạo bởi công nghệ gen để tổng hợp beta-caroten (tiền thân của vitamin A) trong những phần ăn được của lúa [34]. Nghiên cứu được tiến hành với mục đích tạo ra thực phẩm bổ dưỡng được trồng và tiêu thụ ở những vùng có chế độ ăn thiếu vitamin A [38]. Lúa vàng biến đổi gen khác so với dòng lúa bố mẹ do được bổ sung những gen tổng hợp beta-caroten 3. Riêng đôi với lúa biến đổi gen được tạo ra bởi kỹ thuật di truyền để sinh tổng hợp beta-carotene nhằm khắc phục tình trạng thiếu vitamin A ở trẻ em nhưng chưa được sử dụng. Mặc dù ước tính, có tới 670.000 số trẻ em dưới 5 tuổi thiếu vitamin A [49].

Cây bông biến đổi gen tạo ra được đánh giá là có triển vọng hơn cả, đó là trường hợp chuyển gen mã hóa với độc tố BT (*Bacillus thuringiensis*) vào cây bông có khả năng tạo ra thuốc trừ sâu tự nhiên trong mô tế bào chống lại các loài côn trùng gây hại. Năm 2011, Ấn Độ có diện tích trồng bông biến đổi gen lớn nhất thế giới (12,1 triệu hecta), sau đó là Hoa Kỳ (4,0 triệu ha), Trung Quốc (3,9 triệu ha), Pakixtan (2,6 triệu ha), các nước khác có diện tích lớn trồng bông biến đổi gen lần lượt là: Australia, Argentina, Myanmar, Burkina Faso, Brazil, Mexico, Colombia, Nam Phi và Costa Rica

[48]. Gen mã hóa đối với độc tính Bt đã được chuyển vào cây bông giúp cho cây bông tạo ra thuốc trừ sâu tự nhiên trong mô thực vật, những cây bông này có chất gossypol (phenol tự nhiên=phenolic aldehyde), một loại độc tố không ăn được. Tuy nhiên, gen tạo ra độc tố lại không được nhắc đến mà tiềm năng có thể có trong thực phẩm [57].

Một số nghiên cứu năm 2006 ở Trung Quốc đã cho thấy, bông chuyển gen Bt tạo ra để kháng với các loài bọ xít và rệp bông, một số loài sâu hại thứ cấp trước đây có thể phòng chống bình thường, nhưng sau 7 năm trên bông biến đổi gen, những loài này đã phải sử dụng thuốc ngang với cây bông truyền thống, đó là chưa kể đến giá thành hạt giống bông biến đổi gen cao hơn bình thường [68].

Gen mã hóa đối với độc tính Bt đã được chuyển vào cây bông giúp cho cây bông tạo ra thuốc trừ sâu tự nhiên trong mô thực vật, những cây bông này có chất gossypol (phenol tự nhiên=phenolic aldehyde), một loại độc tố không ăn được, tuy nhiên gen tạo ra độc tố lại không được nhắc đến mà tiềm năng có thể có trong thực phẩm [57].

Cây thuốc lá được sử dụng như sinh vật mẫu trong nghiên cứu di truyền học. Các tế bào BY-2 thuốc lá tách từ thuốc là *N. tabacum*, giống 'Bright Yellow-2' được sử dụng trong nghiên cứu tế bào học. Thuốc lá đóng vai trò tiên phong trong nghiên cứu nuôi cấy tế bào và làm rõ cơ chế hoạt động của kinetin (một loại cytokinin thuộc lớp hormone thực vật), là cơ sở đối với công nghệ sinh học nông nghiệp hiện đại. Thuốc lá chuyển gen được tạo ra năm 1982 bằng việc sử dụng *Agrobacterium tumefaciens* để tạo ra thuốc lá có khả năng kháng lại kháng sinh [39]. Thuốc lá chuyển gen được thử nghiệm năm 1986 ở Hoa Kỳ và Pháp, sau đó năm 1993 Trung Quốc là nước đầu tiên trên thế giới đưa vào trồng đại trà thuốc lá biến đổi gen [20].

Hiện nay, mô một loài cải dầu thuộc chi *Arabidopsis* [34] (*A. thaliana*) đã được nuôi cấy trong các dụng cụ siêu lỏng để nhằm tìm hiểu cơ chế sinh sản giới tính ở loài *A. thaliana*. Năm 1995, lần đầu tiên một giống hạt cải dầu biến đổi gen khác là Canola được đưa vào Canada,

đến năm 2009, có 90% cây trồng chống chịu với thuốc trừ cỏ [40], còn vào năm 2005 có tới 87% là cải hạt đậu Canola biến đổi gen [6].

Cà tím biến đổi gen của hãng Monsanto, vì có gen vi khuẩn *Baccillus thuringensis* (Bt) trong mô tế bào khi sâu đục quả và cắn rễ cây chúng sẽ nuốt phải protein Cry1Ac của Bt từ mô tế bào thực vật, trong ruột côn trùng, với pH > 9,5 protein được hòa tan và hoạt hóa nhờ men proteasa, protein Bt kết hợp với những protein tiếp nhận đặc biệt có trong màng nhầy của côn trùng tạo ra các lỗ thủng ở màng, điều này làm đảo lộn quá trình tiêu hóa, gây ra tình trạng tê liệt và gây chết cho sâu hại [49].

Những cây trồng biến đổi gen được tạo ra nhằm mục đích nghiên cứu khoa học, cụ thể việc tạo ra các màu sắc mới cho thực vật, hoặc tạo ra những cây trồng khác nhau. Trong nghiên cứu, những thực vật được tạo ra nhờ kỹ thuật biến đổi gen giúp làm rõ các chức năng của một gen nhất định. Một phương pháp làm được là làm đứt gãy (knock out) gen được chú ý để xem loại hình nào phát triển. Một cách nữa là gắn gen vào một chất hoạt hóa (promoter) mạnh để xem điều gì xảy ra khi gen này biểu hiện. Một kỹ thuật phổ biến được sử dụng để tìm vị trí gen này biểu hiện là gắn nó với GUS hoặc một gen biểu hiện (reporter gene) cho phép thấy được vị trí [33].

Trong nông nghiệp, những cây trồng tạo ra bằng kỹ thuật biến đổi gen nhằm có được một số giống cây mong muốn, cụ thể chống chịu với dịch hại, thuốc trừ cỏ hoặc những điều kiện khắc nghiệt, sản phẩm có thời gian giữ lâu hơn, tăng giá trị dinh dưỡng hoặc sản xuất các sản phẩm có giá trị như thuốc chữa bệnh. Từ năm 1996, việc trồng thương mại những thực vật biến đổi gen chống chịu được với các loại thuốc trừ cỏ glufosinate và glyphosate, kháng được bệnh khảm virus như đu đủ biến đổi gen ở Hawaii và tạo ra được độc tố Bt mà không gây độc cho động vật [86]. Những loài thực vật như táo, dầu mè, ngô và một số thực vật khác được biến đổi gen để sản xuất nhiên liệu sinh học.

Các nhà khoa học đang cố gắng tạo ra một số sinh vật biến đổi gen với mục đích nghiên cứu y học, trong đó có protein phát quang màu xanh lá cây (green fluorescent protein). Đó là

trường hợp lợn phát sáng huỳnh quang được tạo ra năm 2000 ở Hoa Kỳ [11], Hàn Quốc năm 2002 [36], Đài Loan năm 2006 và Trung Quốc 2009 [27]. Chúng được sử dụng để nghiên cứu cây ghép các cơ quan của người [63], phục hồi tế bào thụ cảm thị giác hoặc tế bào thần kinh trong não [53], thuốc phục hồi thông qua tế bào gốc. Năm 2011, một nhóm nhà khoa học của Nhật Bản và Hoa Kỳ đã tạo được mèo phát huỳnh quang xanh để tìm liệu pháp điều trị HIV/AIDS và một số bệnh khác [64]. Năm 2009, các nhà khoa học Nhật Bản thông báo rằng họ đã chuyển thành công một gen vào cơ thể một loài khỉ đuôi sóc châu Mỹ và lần đầu tiên tạo ra được dòng ổn định loài khỉ biến đổi gen [56], được sử dụng với mục đích để nghiên cứu bệnh parkison, bệnh xơ cứng gây teo cơ và bệnh Huntington [14].

Hiện tượng biến đổi gen không theo ý muốn trong kỹ thuật biến đổi gen gặp trong số các cây trồng biến đổi gen để làm cảnh, trong đó hoa hồng xanh là một thí dụ. Sau 13 năm hợp tác nghiên cứu giữa công ty Florigene của Australia và Suntory của Nhật Bản, năm 2004 người ta đã sử dụng kỹ thuật nạp gen chứa sắc tố màu xanh, nhưng kết quả lại nhận được màu xanh nhạt phớt đỏ hoặc màu hoa cà [46].

Khi kỹ thuật tái tổ hợp DNA được phát triển từ những năm 1980, công trình nghiên cứu đã tạo ra lúa mì đầu tiên, trùng hợp với cuộc cách mạng xanh lần thứ 3 [33]. Trong số ba loại cây lương thực quan trọng trên thế giới (ngô, lúa gạo và lúa mì), lúa mì là cây cuối cùng được chuyển gen bằng phương pháp chuyển gen biolistic năm 1992 và bằng phương pháp *Agrobacterium* năm 1997 [46].

#### **Sử dụng làm thực phẩm**

Ở Hoa Kỳ, có khoảng 40 loài thực vật biến đổi gen được chấp nhận sử dụng như hàng hóa. Trong số cây trồng sau khi được đưa vào sản xuất từ năm 1996, các giống đậu tương kháng cỏ dại đã chiếm gần 27%, ngô biến đổi gen chiếm khoảng 25% [69]. Số lượng cây trồng kháng cỏ dại chiếm tới 54%, kháng sâu hại chiếm 37%, kháng bệnh virus chiếm 14%. Theo James (1997) [32], một số lượng lớn chủ yếu là cây trồng biến đổi gen, trong khi những cải thiện về chất lượng của cây trồng để đáp ứng sự

tăng trưởng và thành phần dinh dưỡng chỉ chiếm dưới 1%. Đây là chủ ý của các công ty đa quốc gia chào bán trọn gói thuốc trừ sâu và thực vật biến đổi gen [26].

Năm 2011, các nhà khoa học Trung Quốc đã tạo ra được bò sữa biến đổi gen với các gen như người để tạo ra được sữa như ở người [66]. Họ tuyên bố rằng những con bò này không khác so với bò bình thường không được biến đổi gen. Điều này được cho là có lợi ích tiềm tàng đối với những người mẹ không có thể tạo ra sữa nhưng không muốn sử dụng sữa tổng hợp. Cùng năm 2011, kết quả tương tự cũng nhận được ở các nhà khoa học ở Arhentina và ở New Zealand năm 2012 [29].

### **Sử dụng làm thuốc chữa bệnh**

Hóa chất trong thuốc lá gây hại cho sức khỏe, nhưng cây thuốc lá biến đổi gen có thể cung cấp loại kháng sinh chống virus gây bệnh dại. Chi phí rất lớn để sản xuất các loại kháng sinh chữa bệnh dại tại các nước đang phát triển nên đôi khi ngay cả người giàu cũng không thể tiếp cận những biện pháp điều trị bệnh dại tiên tiến nhất. Vì vậy, giảm chi phí sản xuất kháng sinh chống bệnh dại để nhiều người có thể tiếp cận những phương pháp điều trị tiên tiến là giải pháp tối ưu và lâu dài đối với các nước nghèo. Để làm được điều này, các nhà khoa học Anh đã gây đột biến gen của cây thuốc lá để chúng sản xuất một loại kháng sinh trong lá. Loại kháng sinh này, được tạo nên bởi một số loại đường và protein, có khả năng ngăn chặn sự di chuyển của virus dại tới hệ thần kinh của người. Thậm chí nó còn ngăn cản virus tiếp xúc với những dây thần kinh xung quanh vết cắn của động vật nhiễm bệnh dại.

### **Chẩn đoán bệnh về gen ở con người**

Chẩn đoán bệnh về gen sử dụng các virus biến đổi gen để đưa những gen có thể điều trị được bệnh của con người. Mặc dù chẩn đoán bệnh về gen còn tương đối mới, nhưng đã đạt được một số kết quả. Việc tiến hành điều trị những rối loạn về gen như thiếu khả năng miễn dịch phối hợp trầm trọng và các liệu pháp được phát triển để chữa các bệnh nan y khác, thí dụ chứng xơ nang, thiếu máu di truyền, bệnh parkinson và bệnh teo cơ [18, 20, 39, 50]. Chẩn

đoán bệnh về gen nhắm tới các tế bào sinh dưỡng, được gọi là “Chẩn đoán bệnh về gen ở dạng phôi thai” và còn đang gây nhiều tranh cãi và dường như không chắc sẽ được phát triển trong tương lai gần.

### **Sử dụng cho nghiên cứu khoa học**

Động vật biến đổi gen phục vụ nghiên cứu những ảnh hưởng của sự thay đổi gen ở loài ruồi *Drosophila melanogaster* bởi vì chúng có vòng đời ngắn, có hệ gen tương đối đơn giản có thể so sánh với những loài động vật không xương sống [74]. Người ta đã thống kê hàng năm có từ 50-100 triệu người trên thế giới nhiễm dịch sốt xuất huyết, trong đó mỗi năm có tới 40.000 người bị chết [44]. Năm 2010, muỗi kháng được bệnh sốt rét đã được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm [13, 20, 70]. Con đực ở loài muỗi biến đổi gen này có chứa một gen gây chết được phát triển để chống lại tốc độ lan bệnh sốt xuất huyết do loài muỗi vằn *Aedes aegypti* gây ra [71].

Đến nay, người ta mới thử tạo ra cá biến đổi gen để tiến hành nghiên cứu di truyền học và sự phát triển của chúng. Có hai loài cá nhỏ được biến đổi gen là cá sọc và cá chọi, cả hai loài này có lớp da trong suốt và phát triển nhanh, phôi một tế bào của chúng dễ quan sát và vi phẫu với kỹ thuật DNA [24]. Mặc dù không phải nguyên gốc được phát triển để buôn bán làm cảnh, chúng chỉ là loài động vật được biến đổi gen đầu tiên như loài vật nuôi, nhưng khi được đưa ra thị trường năm 2003 liền bị cấm ở California (Hoa Kỳ) [16].

Đến nay, việc sử dụng hormone sinh trưởng trong các cơ sở công nghiệp nuôi cá hồi được phát triển ít nhiều đã là áp lực cho cơ sở nuôi cá hồi hoang dã, bởi vì kỹ thuật sử dụng hormone dẫn đến sự tăng đột ngột các loài cá như cá hồi đỏ [59], cá hồi thông thường [15] và cá điêu hồng [52]. Còn hãng công nghệ sinh học thông báo rằng, cá hồi biến đổi gen phát triển nhanh chỉ bằng nửa thời gian so với cá hồi bình thường, kích thước cơ thể lại tăng gấp 2 lần, loài cá hồi này đang nộp đơn xin được đưa ra thị trường ở Hoa Kỳ, nhưng cho đến năm 2012 đơn này chưa được chấp thuận [1].

Một số cơ sở nghiên cứu khoa học trên thế giới phát triển loài cá sọc biến đổi gen (có các



sọc màu đỏ, xanh lá cây, vàng cam, xanh da trời và đỏ tím) với mục đích theo dõi ô nhiễm nước qua sự thay đổi màu sắc của chúng phụ thuộc vào các chất gây ô nhiễm và được sử dụng như một loại cảm biến [9, 41, 43, 75].

#### **Những quan điểm ủng hộ sinh vật biến đổi gen**

Hiện nay, những người ủng hộ nhiệt tình việc sử dụng sinh vật biến đổi gen đều dựa vào những lý lẽ cho rằng: có thể sản xuất được hạt giống chống lại những điều kiện khắc nghiệt của môi trường; tạo ra thực phẩm chủ yếu giàu dinh dưỡng hơn; tạo ra các động vật nuôi có năng suất hơn; tạo ra nhiều thực phẩm trên diện tích nuôi trồng nhỏ hơn và ở đất nghèo dinh dưỡng; giảm được nhu cầu sử dụng hóa chất; thực phẩm được bảo quản lâu hơn; có thể tạo ra vacxin hoặc dễ dàng hơn trong việc xác định những căn bệnh bằng sử dụng dấu hiệu của gen hoặc xác định sớm các gen dị tật.

Lý lẽ duy nhất để ủng hộ cho việc sử dụng lúa mì biến đổi gen là sự cần thiết nuôi sống nhiều người đang bị đói ăn trên thế giới [21], người ta cho rằng chỉ có phương pháp chuyển gen mới có thể tin chắc phát triển nhanh những dòng lúa mì đủ có năng suất thích hợp duy trì được dân số trái đất.

Những gen chịu trách nhiệm với tuổi thọ của lúa mì có thể đảo ngược được sử dụng bằng các cách chuyển gen tạo ra lúa mì với rễ mọc tự nhiên, sản lượng hạt tốt và có thể phát triển quanh năm [8]. Ngoài việc năng suất cây biến đổi gen tăng lên, thực nghiệm tiếp theo về cây biến đổi gen đang hướng đến thay đổi lúa mì đảm bảo nhiều dinh dưỡng hơn [4]. Những cố gắng tăng giá trị dinh dưỡng của lúa mì tập trung vào việc bổ sung các axit amin, các vitamin và khoáng chất và các dầu đặc biệt [77].

Nhằm hấp dẫn người tiêu dùng, những kỹ thuật chuyển gen cố gắng tăng hàm lượng gluten để sử dụng trong các sản phẩm bánh mì [27, 36, 63] và giảm ảnh hưởng gây dị ứng [35]. Những phương pháp biến đổi gen thậm chí còn được sử dụng để làm tăng sức khỏe bằng việc nâng cao lignin trong lúa mì được cho là có các đặc tính kháng ung thư.

Nhằm hấp dẫn các nhà môi trường, những kỹ thuật chuyển gen đã cố gắng chứng minh là

có được sự chính xác hơn trong phương pháp mà các gen được lựa chọn tương phản với những kỹ thuật đột biến bằng việc sử dụng tia phóng xạ hoặc hóa chất có thể trải qua những thay đổi về gen không mong muốn và không kiểm soát cho thế hệ con cháu (mặc dù những biện pháp này vẫn được sử dụng rộng rãi và được chấp nhận trong canh tác hơn phương pháp biến đổi gen).

#### **Những quan điểm phản đối sinh vật biến đổi gen**

Những người phản đối việc sử dụng sinh vật biến đổi gen lại đưa ra những lý lẽ cho rằng: gen có thể chuyển từ loài này sang loài gần gũi khác (từ cây kháng cỏ dại sang cỏ dại) và làm tăng tính kháng của chính cỏ dại; gen được chuyển có thể làm tăng tính đột biến có hại khó lường trước; những gen lặn có thể xuất hiện ngẫu nhiên, còn gen hoạt hóa biến mất có thể tạo ra những hiệu ứng nhất định khi gen lặn xuất hiện bởi các tác nhân kích thích làm cho chúng cùng hoạt động, những gen mới có thể thay đổi các kiểu tập tính vốn có trong các chức năng tự nhiên; những cây trồng biến đổi gen có thể thay thế các giống cây trồng truyền thống hoặc cạnh tranh với thực vật tự nhiên và thay thế chúng bằng phiên bản biến đổi gen; các cây trồng biến đổi gen có tính kháng với loài sâu hại có thể có hại đối với các loài côn trùng có ích khác (thiên địch của sâu hại) hoặc cho loài thụ phấn cho cây trồng; những gen dị tật có thể được chuyển giữa gen thực vật và động vật; sinh vật biến đổi gen được chứng minh an toàn cho động vật nhưng có thể đảo lộn chuỗi dinh dưỡng của người; những gen đánh dấu mang lại sức đề kháng với kháng sinh cũng có thể làm tăng sự chống chịu kháng sinh ngoài ý muốn và cuối cùng các công ty đa quốc gia có thể tăng sự độc quyền trong kiểm soát hạt giống và sản phẩm lương thực.

Những ý kiến phản đối việc sử dụng lúa mì biến đổi gen cho rằng loài người đối mặt với nguy cơ thiếu lương thực là do việc khai thác không bền vững hệ sinh thái, ngay cả việc sử dụng sinh vật biến đổi gen cũng không giải quyết được những vấn đề khác của loài người như bùng nổ dân số, sự can thiệp vào nông nghiệp quá mức, thiếu năng lượng. Vì vậy, điều cần không phải sinh vật biến đổi gen mà là

những phương pháp nông nghiệp hiện đại [64]. Hơn nữa, sử dụng lúa mì biến đổi gen có thể đưa những thay đổi DNA vào người mà chưa có thể dự báo trước được [56]. Tạo ra những thay đổi nhanh hơn nhiều có thể không cho phép con người có thời gian tiến hóa cùng với thực vật.

Việc trồng lúa mì biến đổi gen ở phạm vi rộng sẽ tạo ra hiện tượng độc canh, điều này làm đảo lộn các sinh cảnh và hệ sinh thái và làm giảm đa dạng sinh học. Lý do ở đây là các loài sinh vật khác không thể thích nghi nhanh với việc sử dụng ngay cây biến đổi gen làm thức ăn được [58].

Kịch bản khác trong việc sử dụng cây trồng biến đổi gen chống chịu với bệnh hoặc thuốc trừ cỏ sẽ tạo ra siêu cỏ dại mà khi đó không có biện pháp nào để phòng chống chúng [44], hoặc cây biến đổi gen có thể truyền DNA cho các loài hoang dã như các loài côn trùng khó kiểm soát [40].

Người dân ở một số nước đang lo lắng về việc chính phủ nhiều nước hoãn thu mua lúa mì biến đổi gen khi họ đã làm ra [6], trong khi họ hoàn toàn phụ thuộc vào nhà cung cấp hạt giống cây biến đổi gen, vì lý do bản quyền, họ không còn khả năng tạo ra và giữ lại được giống từ chính cây do họ trồng để dùng cho những năm tiếp theo [73]. Đó là trường hợp ở Thái Lan vào năm 1999, các nhà khoa học thông báo họ đã phát hiện được lúa mì biến đổi gen đến từ Hoa Kỳ mặc dù lúa mì biến đổi gen chưa từng được chấp nhận cho bán mà chỉ được trồng trong các ô thí nghiệm nhưng không ai giải thích được tại sao lúa mì biến đổi gen lại có trong nguồn thức ăn [23].

Những ý kiến phản đối cây trồng biến đổi gen không chỉ giới hạn trong một quốc gia và tồn tại trong cộng đồng các nước phát triển, bằng chứng là từ năm 2003 đến 2012, ở các quốc gia thuộc EU lần lượt đã có 8 Hội thảo quốc tế về những vùng không sinh vật biến đổi gen (GE/GMO free regions). Đại biểu tham gia các hội thảo có những quan điểm: ủng hộ hành động thực tiễn và chiến lược của các tổ chức xã hội khuyến khích sản xuất nông nghiệp và thực phẩm truyền thống không cần biến đổi gen và phản đối sức ép buộc chấp nhận biến đổi gen trong nông nghiệp; kêu gọi các tổ chức ở châu

Âu bảo vệ nguồn giống hữu cơ và cổ truyền khỏi bị nhiễm sinh vật biến đổi gen để thiết lập những vùng không sinh vật biến đổi gen; biến đổi gen hay không biến đổi gen? quyền và cơ hội của việc tự định đoạt trong khu vực; thực vật cho tương lai-cách nhìn nhận khác nhau của kinh tế sinh học và những thách thức phía trước; ủng hộ vùng không có sinh vật biến đổi gen như những vấn đề nóng, tương tự như những tác động của năng lượng nông nghiệp đến nông nghiệp bền vững; ủng hộ đa dạng nông nghiệp không có GMO; các vùng không sinh vật biến đổi gen; ủng hộ quan điểm “Thực phẩm và Dân chủ” trong việc lựa chọn một hình thái nông nghiệp gắn với tự nhiên không có sự can thiệp; giải quyết những vấn đề còn tranh cãi với Tổ chức An toàn Thực phẩm châu Âu.

### **Những quan điểm về khả năng xuất hiện rủi ro và nguy cơ việc sử dụng sinh vật biến đổi gen hiện nay và việc đánh giá nguy cơ của chúng**

Hiện nay, có thể thấy được khá rõ hai quan điểm khác nhau rõ rệt trong cách ứng xử với những sinh vật biến đổi gen và việc sử dụng nó. Trong nhiều tài liệu, đặc biệt ở các nước có công nghệ sinh học phát triển như Hoa Kỳ và một số nước thuộc EU, mặc dù đây là những nước tạo ra được những sinh vật biến đổi gen mang tính thương mại toàn cầu, nhưng những quan điểm về việc cần phải đánh giá toàn diện nguy cơ tiềm ẩn và mức độ rủi ro của GMO thường được đưa ra thảo luận một cách công khai và thẳng thắn, đặc biệt những nguy cơ mà GMO có thể trực tiếp hoặc gián tiếp gây ra cho người và vật nuôi, cho môi trường, giảm đa dạng sinh học, gây tổn hại cho ngành kinh tế khác.... Những quan điểm này thường được số đông ủng hộ nhiều khi đi ngược lại lợi ích của những công ty tạo ra cây trồng hoặc thực phẩm biến đổi gen.

Còn ở những quốc gia chậm phát triển hoặc đang phát triển, do sức ép về tăng dân số, cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên, nhu cầu về lương thực và thực phẩm là một vấn đề cấp thiết và luôn được ưu tiên hơn so với những vấn đề về môi trường, năng lượng và sức khỏe con người. Cũng chính vì lý do này, ở những quốc gia nghèo, người ta có thể không quan tâm hoặc

hiều khi dễ dàng chấp nhận nguy cơ tiềm ẩn hoặc rủi ro của những sinh vật biến đổi gen mà theo họ xảy ra chậm hơn so với việc thiếu lương thực và thực phẩm đang xảy ra hàng ngày (!). Chính vì vậy, việc đánh giá nguy cơ rủi ro của GMO chỉ được tiến hành sau khi được cảnh báo hoặc sau khi đã đưa vào sử dụng rộng rãi.

Hiện nay, còn có rất ít kinh nghiệm về sản xuất và tiêu thụ GMO ở phạm vi lớn, việc đề xướng thương mại hóa trước tiên cây trồng biến đổi gen đang tập trung vào những tiến bộ giả định, đặc biệt trong bối cảnh về tình trạng thiếu trầm trọng dinh dưỡng toàn cầu [7]. Những ý kiến chống đối lại chưa có được cơ sở, chưa chắc chắn về mối nguy hại tiềm tàng cho sức khỏe của cộng đồng và môi trường, còn nếu kháng kháng nguyên tắc cảnh báo có thể chỉ mang tính chất cầu khẩn [26, 55]. Nhận thức về lợi ích và rủi ro cũng như nguy cơ tiềm ẩn của sinh vật chuyển gen, cả hai phía (ủng hộ và phản đối) còn tranh cãi nhau nhằm thu hút sự chú ý của các nhà chính trị, các chuyên gia, người buôn bán và khách hàng.

Chưa có tài liệu nào đề cập đến những rủi ro của cây trồng biến đổi gen được trồng ở Việt Nam [37], nếu có cũng mới chỉ là một số ít dẫn chứng hoặc những nhận định về khả năng có thể xảy ra về nguy cơ trong việc phát tán gen tạo ra loài cỏ dại mới (cải dầu và cải hoang dã, lúa biến đổi gen); xuất hiện nòi sâu hại kháng Bt; thay đổi cấu trúc quần xã chân khớp do thiếu hụt thiên địch chuyên tính của sâu hại chủ đích hoặc gia tăng sâu hại không chủ đích, giảm số lượng các loài bắt mồi (bông biến đổi gen Bt) so với bông bình thường; gen Bt đối với ong mật, loài thụ phấn, tằm; với sinh vật trong đất (độc tố Bt do cây có biến đổi gen Bt tiết vào đất).

#### **Rủi ro từ những thay đổi trong sinh vật chuyển gen và sản phẩm của chúng**

Trong thời gian dài khi hócmon tăng trưởng bò (BGH) bằng kỹ thuật gen được tiêm cho những con bò để tăng sản lượng sữa, những nhà sản xuất tuyên bố là việc này giống hệt với bò tự nhiên. Sau đó một nghiên cứu độc lập cho thấy rằng epsilon-N-acetyllysine đã được thay thế cho lysine trong hócmon được truyền [67]. Những thay thế các aminoacid có thể gây những hậu quả không lường trước được đối với cấu

trúc và chức năng của các protein. Hiện nay, những kết luận đã được công bố cho rằng sữa từ những con bò được xử lý bằng hócmon BGH có thể góp phần cho rủi ro ung thư tuyến vú do tăng nồng độ IGF-1 trong sữa [22, 25, 47].

Một thí dụ nữa về sự khác biệt giữa thuốc lá biến đổi gen tạo ra axit gamma-linolenic, thay vì cây thuốc lá chủ yếu tạo ra chất độc là axit octadecatetraenic, còn thuốc lá thông thường không có chứa chất này [54]. Khi nắm men được biến đổi gen để thu được quá trình lên men tăng lên, người ta nhận thấy ngoài mong đợi là methyl-glyoxal chuyển hóa tích lũy trong độc tố và tập trung gen đột biến [28].

Khi một gen từ một loại quả hạch Braxin được cấy vào những cây đậu tương, người ta ghi nhận được những phản ứng dị ứng gây ra mạnh ở những người chưa bao giờ gặp bất cứ vấn đề với các sản phẩm đậu tương, còn gen được cấy vào không cung cấp thông tin gì về gen dị ứng đã biết [45].

Khi vi khuẩn *Bacillus amyloliquefaciens* được sử dụng biến đổi gen để tạo được mức độ tăng amino axit L-tryptophan, mà amino axit này được sử dụng rộng rãi trong thuốc như một thực phẩm bổ sung dinh dưỡng. Trong những thuốc đó, lượng nhỏ của một loại độc tính, đó là phân tử có liên quan đến tryptophan đã được xác định [60]. Liệu điều này có phải là nguyên nhân của hội chứng đau cơ eosinophilia (EMS) đã gây ra cho 1.500 trường hợp có dấu hiệu đau thần kinh kinh niên chưa bao giờ được làm rõ, lí do vì nguồn gốc biến đổi gen từ vi khuẩn không sẵn có để điều tra [3].

#### **Những tác động về môi trường**

Các nhà khoa học từ Viện nghiên cứu cây trồng Xcôtlen ở Dundee đã chứng minh ảnh hưởng sinh thái trực tiếp của khoai tây biến đổi gen. Khoai tây biểu hiện gen lecthin được cấy vào để ngăn sự gây hại của rệp muội, trên khoai tây, loài bò rùa ăn rệp hại ở giống khoai tây chứa lecthin kéo dài thời gian sống và khả năng sinh sản giảm đáng kể. Tương tự, các nhà nghiên cứu ở Trung tâm Hoàng gia Thụy Sĩ nghiên cứu Sinh thái học nông nghiệp ở Zurich đã chứng minh thiệt hại nặng đối với một loài côn trùng có ích, thuộc nhóm cánh lưới ăn rệp

muội, bị ảnh hưởng bởi độc tính Bt có trong ngô biến đổi gen [69]. Đây hoàn toàn là một vấn đề nông nghiệp toàn cầu khi biến mất các loài kẻ thù tự nhiên của loài hại cây trồng, quá trình này xảy ra nhanh sẽ là một bi kịch.

Những thí nghiệm ở Đan Mạch và Xcốtlen đã chỉ ra rằng một loài cải dầu biến đổi gen có thể lan truyền gen được cấy qua thụ phấn chéo với cây cải dầu hoang dại [42]. Trong khi đó, những thí nghiệm ở Pháp đã chứng minh việc chuyển gen chống chịu từ cải dầu qua thụ phấn chéo với củ cải [10]. Những thí dụ tương tự với tốc độ chuyển gen với khoảng cách xa đã được chứng minh ở các loài thực vật biến đổi gen khác. Trên cơ sở này, ở các nước thuộc EU, các nông trại cây trồng hữu cơ gần với vùng trồng cây biến đổi gen đã có những hành động hợp pháp bước đầu khi những sản phẩm dán nhãn “hữu cơ” của họ có thể bị thụ hẹp.

Hiện tượng thụ phấn giữa thực vật biến đổi gen và thụ phấn chéo với thực vật không biến đổi gen đã ngày càng tăng lên [5]. Thí dụ điển hình ở cây cải dầu *Arabidopsis thaliana*, bởi vì gen CSR-1 được cấy ghép vào những cây khác nhau như một cây được lựa chọn biến đổi thay thế những gen chống chịu với kháng sinh.

Cây bông biến đổi gen với các gen kháng được chất trừ cỏ đã chứng minh hai kiểu trực trặc, một số trường hợp cây bị rụng quả nang, ở một số cây không có biểu hiện gen kháng, những cây này bị chết khi phun thuốc trừ cỏ dại, trong khi những nhà cung cấp giống cây biến đổi gen lại cho rằng đó là do điều kiện khí hậu khắc nghiệt [19].

#### **Nguy cơ tiềm ẩn đối với suy giảm đa dạng sinh học (động vật, thực vật khác)**

Có một thực tế không thể phủ nhận, khi chấp nhận cây trồng biến đổi gen, trong các hệ sinh thái nông nghiệp, diện tích cây trồng đơn canh tăng lên, số lượng các loài thực vật giảm đi kéo theo sự giảm số lượng của các loài động vật. Chính những cây trồng biến đổi gen làm tăng tính thuần khiết về di truyền và làm tăng sự độc canh cây trồng trong một phạm vi rộng, những cây trồng này góp phần cho sự suy giảm về đa dạng sinh học và làm tăng tính chất dễ bị tổn thương của cây trồng đối với biến đổi khí hậu, sâu bệnh hại.

Đa dạng sinh học là tổng cộng những sinh vật sống từ vi sinh vật, thực vật và động vật ở cả ba cấp độ đa dạng gen, đa dạng loài và đa dạng hệ sinh thái. Kết quả điều tra đa dạng sinh học đã chỉ ra rằng, sự đa dạng loài tập trung cao ở những vùng nóng ẩm gần về phía xích đạo. Rõ ràng, sự đa dạng của thảm thực vật đã kéo theo các loài động vật khác sử dụng thực vật làm thức ăn, điều này cũng dẫn đến sự đa dạng của các loài sử dụng các loài động vật ăn thực vật. Như vậy, khi cây trồng biến đổi gen tạo ra một hệ sinh thái hoặc sinh quần thuần khiết với cây trồng biến đổi gen như ở trên sẽ không thể tạo ra được một hệ sinh thái đa dạng cũng như đa dạng về loài.

Ở một số nước phát triển, sau khi đưa một số cây trồng biến đổi gen vào sản xuất như ngô, cà chua, khoai tây, bông và thuốc lá, một nỗi lo lắng chưa được giải thích thỏa đáng cho những người nuôi ong mật ở đây là liệu từ mật và phấn hoa của những cây trồng biến đổi gen nói trên được ong đem về có gây hại cho chính đàn ong cũng như sức khỏe của con người sử dụng sản phẩm từ mật và phấn hoa này. Nhiều ý kiến cho đây hoàn toàn có thể được xem như một nguy cơ tiềm ẩn chưa được đánh giá về mức độ suy giảm trong quần thể ong mật ở những vùng có cây trồng biến đổi gen [79, 80, 81, 82].

Điều này hoàn toàn có thể xảy ra đối với ong mật khi bị nhiễm bệnh vi bào tử nosema, nhưng nếu ăn phấn hoa của cây trồng biến đổi gen sẽ giảm thể đàn nhanh hơn so với những đàn ong mật ăn phấn hoa của ngô thông thường. Một số ý kiến cho rằng mặc dù chưa thể khẳng định tác dụng gây chết trực tiếp của Bt có trong phấn hoa ngô biến đổi gen đối với ong mật, nhưng đã chỉ ra được sự xuất hiện cao hơn của vi bào tử nosema có liên quan đến áp lực khi cùng tồn tại với Bt.

Hiện nay còn một nghịch lý giữa tiến bộ khoa học và thực tiễn, đó là những cây trồng biến đổi gen được tạo ra do tiến bộ của khoa học công nghệ nhưng có thể vì một lý do nhạy cảm nào đó lại không công bố những kết quả nghiên cứu về rủi ro của những cây trồng biến đổi gen [83].

#### **Nguy cơ tiềm ẩn cho sinh kế hoặc một ngành kinh tế khác**

Ngay cả phần hoa có trong mật ong và phần hoa từ cây trồng biến đổi gen chưa được đánh giá về mức độ rủi ro liệu có thể xếp ngang hàng với thực phẩm dinh dưỡng bổ sung nguyên chất. Vì vậy, sản phẩm này chưa được chấp thuận thay thế trên thị trường. Lý do ở chỗ nguy cơ của việc chuyển gen theo chiều ngang từ phần hoa lẫn vi khuẩn axit lactic trong ruột ong mật vẫn chưa được nghiên cứu.

Sự lo lắng của những người nuôi ong đều có cơ sở khoa học, bởi vì trong tự nhiên, phạm vi kiếm ăn của ong mật thường từ 3-5 km, chính vì vậy, mặc dù một số cây trồng chuyển gen đã được thông qua bằng những qui định chính thức của EU, việc đánh giá nguy cơ và những rủi ro của các sản phẩm phụ khác nhau từ cây trồng chuyển gen như mật và phần hoa vẫn chưa được thông qua. Hậu quả là trong hoặc gần vùng trồng cây biến đổi gen, sản phẩm mật và phần hoa có nguy cơ mất thị trường. Một bằng chứng khá rõ về rủi ro từ cây trồng chuyển gen ở châu Âu là những người nuôi ong ở gần vùng có cây trồng biến đổi gen không bán được hoặc gặp khó khăn trong việc trao đổi buôn bán các sản phẩm từ mật và phần hoa.

Cần phải xét đến những nguy cơ của cây trồng biến đổi gen cho một ngành kinh tế khác, nguy cơ sẽ lớn hơn khi ngành kinh tế này từ cây trồng hoặc vật nuôi truyền thống có sản phẩm xuất khẩu chủ yếu của một quốc gia. Vì vậy, hiện nay ngô biến đổi gen MON 810 của hãng Monsanto chưa có được giấy phép đưa ra bán trên thị trường thực phẩm ở châu Âu. Kết luận về sự an toàn của cây trồng biến đổi gen mới chỉ dựa vào kết quả thí nghiệm phần hoa của những cây này không hấp dẫn côn trùng hơn cây tự nhiên (hiện tại, ở Cộng hòa liên bang Đức, hãng Monsanto đã bị cấm thử nghiệm ngô biến đổi gen của họ). Chính vì vậy, hiện nay ở châu Âu, để đưa một loại cây trồng biến đổi gen ra thị trường, những qui định mới được đưa ra phải có bằng chứng khẳng định được sự an toàn của các sản phẩm của ong mật từ vùng trồng ngô biến đổi gen, nếu không những người nuôi ong có thể yêu cầu hãng sản xuất bồi thường thiệt hại cho họ [85].

Nguy cơ tiềm ẩn đến sức khỏe con người có thể kể đến việc sử dụng và phun glufosinate ảnh

hưởng sức khỏe nghiêm trọng và kinh niên; từ việc trồng và tiêu thụ lúa LLRICE601 biến đổi gen dị ứng; bệnh và cái chết của động vật được kiểm nghiệm với thực phẩm biến đổi gen. Khi gen của vi khuẩn *Baccillus thuringiensis* (Bt) được đưa vào cây trồng biến đổi gen nhằm tạo ra cây kháng lại các loài sâu hại thì liệu gen này qua thực phẩm từ cây trồng biến đổi gen vào cơ thể của người và vật nuôi có khả năng kháng lại các chất kháng sinh, hậu quả là không sử dụng được kháng sinh cho những bệnh mắc phải ở người và động vật.

Sự ô nhiễm di truyền của các giống lúa địa phương bởi LLRICE601 ở Hoa Kỳ, từ cuối năm 2007, LLRICE601 bị phát hiện trong lúa và sản phẩm gạo ở 32 quốc gia. Nông dân ở Hoa Kỳ đã mất hàng triệu đô la do sự giảm mạnh về giá, lệnh cấm gạo hạt dài của Hoa Kỳ và mất thị trường. Nông dân ở Arkansas không có khả năng tìm đủ hạt giống không bị ô nhiễm di truyền. Thu hoạch thấp hơn, những tổn thất do người cung cấp và người bán lẻ thực phẩm đó là chưa kể lãng phí nguồn vốn của công chúng cho việc khảo sát, kiểm tra, kiểm soát, thu hồi, loại bỏ, kiện tụng vv...

#### **Về những nguồn cung cấp cây trồng biến đổi gen hiện nay**

Hiện nay, có một sự trùng lặp rất đáng quan tâm, đó là cả 5 công ty lớn cung cấp giống cây trồng biến đổi gen đều là những nhà sản xuất thuốc hóa học có danh tiếng hoặc ít nhất trong quá khứ, mỗi công ty cũng đã để lại những hậu quả tai hại không được kiểm soát của những hóa chất độc dưới thương hiệu của họ.

Bắt đầu từ Monsanto, công ty sản xuất hạt giống lớn nhất thế giới cũng là công ty thuốc trừ sâu lớn thứ 4 thế giới. Monsanto chiếm 25% thị trường hạt giống độc quyền và 10% thị trường thuốc trừ sâu. Đây là nhà sản xuất chất DDT (1944), Agent Orange, kích thích tố tăng trưởng giống bò tái tổ hợp DNA, đường hóa học và thuốc trừ cỏ Roundup (glyphosate). Trong số đó Agent Orange của Monsanto đã được sử dụng trong chiến tranh Việt Nam, với 1.000x chất dioxin đậm đặc hơn các dạng hợp chất khác mà hậu quả của nó cả thế giới đều đã biết.

Tiếp theo là hãng Syngenta, nhà cung cấp thuốc trừ cỏ Atrazine, một chất có thể làm rối

loạn nội tiết các loài động vật lưỡng cư. Còn hãng danh tiếng Bayer, công ty nông dược lớn thứ 2 thế giới và là công ty hạt giống đứng thứ 7 thế giới. Những hóa chất của công ty này sản xuất cần quan tâm như Endosulfan, Methyl parathion và đặc biệt khí độc Sarine có thể gây chết hàng loạt trong quá khứ, còn Endosulfan có thể gây ô nhiễm toàn cầu liên quan đến sự tổn hại lâu dài. Ngoài ra, hãng Bayer còn sản xuất và bán Imidacloprid và Clothianidin, được sử dụng rộng rãi như thuốc diệt côn trùng, thuốc trừ sâu thuộc nhóm Neonicotinoids gây hại cho loài ong. Hãng này đã tạo ra lúa biến đổi gen LLRICE601 để kháng với thuốc trừ cỏ Glufosinate-ammonium (Bayer là nhà sản xuất lớn loại thuốc cỏ này), nhưng chất này lại có thể gây tác hại về thần kinh và sinh sản và không có thuốc giải độc cho Glufosinate-ammonium.

Còn hãng BASF, một công ty hóa chất lớn nhất thế giới và công ty hóa chất nông nghiệp thứ 3 thế giới, BASF có quan hệ đối tác với công ty giống lớn nhất thế giới TNCs. Những hóa chất độc của công ty này đã được sử dụng trong chiến tranh có thể kể đến như Ammonium, Chromium. Công ty này cung cấp cây trồng Clearfield, được sản xuất bởi BASF gồm lúa gạo, ngô, lúa mì, hướng dương, cây hạt cải dầu và được trồng ở nhiều nước. Cây trồng Clearfield chống chịu thuốc trừ cỏ Imidazolinones được bán dưới thương hiệu BASF. Nguy hiểm của thuốc trừ cỏ imidazolinones ở chỗ nó tồn đọng lâu trong nước, làm tổn thương mắt nghiêm trọng và gây tổn thương não.

Hai công ty còn lại cũng cần được lưu ý là công ty hóa chất DOW và DUPONT. Vụ nổ nhà máy thuốc trừ sâu ở Bhopal (Ấn Độ) đã gây hậu quả nguy hiểm do việc tràn hóa chất, còn thuốc diệt cỏ Bromacil và Diuron của DUPONT được sử dụng trong trang trại dứa ở Costa Rica đã làm ô nhiễm nặng nguồn nước uống ở vùng nông thôn.

Mặc dù hỗ trợ cho hoạt động của công ty trên là những tổ chức hợp pháp như Ngân hàng Thế giới (WB), Tổ chức Thương mại toàn cầu (WTO), Tổ chức Tiền tệ quốc tế (IMF), Viện nghiên cứu lúa Quốc tế (IRRI) và tổ chức Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID). Tuy nhiên,

chúng ta có thể mua hóa chất và giống cây trồng biến đổi gen được bán dưới các thương hiệu của các công ty hóa chất nói trên nhưng chưa rõ trên thế giới đã có bao nhiêu phần trăm người tiêu dùng đã mua lương thực, thực phẩm và thuốc chữa bệnh dưới thương hiệu của các công ty này.

## THẢO LUẬN

Khi con người tạo ra được những sinh vật biến đổi gen (GMO), mặc dù chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá về rủi ro và mối nguy hiểm do chúng gây ra nhưng các nhà khoa học có tư tưởng phê phán đều khẳng định việc còn thiếu những bằng chứng về rủi ro của GMO không phải là bằng chứng về mức độ an toàn của chúng [1].

Khi tìm hiểu giá trị và những đặc tính tốt của sinh vật biến đổi gen, rất ít người quan tâm đến rủi ro hoặc mức độ nguy hại mà chúng có thể đem đến cho con người, cả những rủi ro có thể nhận dạng được và những rủi ro tiềm ẩn chưa xuất hiện. Quan điểm này thường gặp ở những nước nghèo và chậm phát triển như ở trên đã đề cập.

Trước hết, sinh vật biến đổi gen đều là những sinh vật sống, được sản xuất hàng loạt như một loại hàng hóa, chúng chắc chắn sẽ làm phong phú cho đa dạng sinh học, có thể xếp GMO thuộc đa dạng gen. Về tương lai lâu dài, trong quá trình phát triển, GMO sẽ có sự thích nghi với môi trường mới, chúng hoàn toàn có khả năng lai tạo tự nhiên, có thể do sự biến đổi các yếu tố môi trường, những sinh vật biến đổi gen sẽ có những thích nghi với những điều kiện mới để tồn tại và phát triển.

Với một cây trồng biến đổi gen (GM crops) rất có hiệu quả trong việc kháng lại các loài dịch hại cũng như thuốc trừ cỏ. Về lý thuyết, điều này rất có lợi cho các nhà trồng trọt, loài cây trồng biến đổi gen này đang được chào đón. Tuy nhiên, để có thể thích nghi với điều kiện mới, những loài sâu hại đích (loài hại vẫn sử dụng cây trồng này trước khi có sự xuất hiện cây trồng biến đổi gen) và theo quy luật của chọn lọc tự nhiên, các loài côn trùng hại sẽ có phương thức sống mới bằng cách lựa chọn loài cây khác làm thức ăn mà không phải cây trồng biến đổi gen. Kết quả cuối cùng, hoặc chúng sẽ

hình thành nhanh các biotype mới hoặc chúng sẽ trở thành loài hại chủ đích trên những cây trồng gần gũi khác, gặp điều kiện thuận lợi, chúng có thể gây hại trầm trọng hơn. Trong điều kiện sử dụng gen kháng hoặc phun quá mức thuốc trừ sâu hóa học, đã thúc đẩy việc hình thành nhanh các biotype ở rầy nâu hại lúa, ở các loài bọ phấn *Bemisia*; hoặc tăng khả năng các loài côn trùng hại cây cỏ dại (đã bị thuốc trừ cỏ tiêu diệt) chuyển sang gây hại cây trồng khi mất cây cỏ dại này làm thức ăn.

Khi có loài cây trồng kháng được thuốc trừ cỏ, người sản xuất có thể sẽ thoải mái hơn trong việc sử dụng các loại thuốc trừ cỏ để phòng chống cỏ dại trên đồng ruộng của họ. Còn rất ít nghiên cứu chỉ rõ mức độ ô nhiễm đất hay nước ngầm ở những vùng mà thuốc trừ cỏ được sử dụng với lượng không được kiểm soát. Cuối cùng, lợi ích kép vẫn thuộc về các công ty vừa sản xuất cây trồng biến đổi gen vừa cung cấp thuốc trừ cỏ dại, còn trong trường hợp có hai công ty độc lập nhau giữa sản xuất GM crops và thuốc trừ cỏ, chắc chắn họ sẽ hợp tác chặt chẽ để cùng hưởng lợi do GM crops đem lại.

Đến nay chưa có bằng chứng rõ ràng về khả năng của các loài động vật và thực vật biến đổi gen có thể sản sinh ra được thế hệ con cháu hay hạt giống hay chưa, và điều này sẽ đem lại lợi thế tuyệt đối hoặc sự độc quyền cho các công ty tạo ra cây trồng biến đổi gen, làm mất đi dự lựa chọn của người trồng trọt và chăn nuôi tự tạo ra loài vật nuôi và cây trồng truyền thống của mình. Như vậy, mỗi sinh vật biến đổi gen được tạo ra sẽ có khả năng thúc đẩy nhanh hơn sự mất đi sự đa dạng sinh học trong tự nhiên.

Nếu như tạo ra được các loài ong mật biến đổi gen có năng suất mật cao, với khả năng bay xa và có tần suất hoạt động mạnh dường như sẽ hấp dẫn những người nuôi ong. Tuy nhiên, khi tần suất hoạt động mạnh, ong mật có thể sục sạo và tàn phá không thương tiếc những cánh đồng hoa, những vườn cây ăn quả và nhiều loài thực vật có hoa lưỡng tính. Bài học về hiệu quả ngược do việc thả tràn ngập ong mật để thụ phấn cho cây trồng cũng đã được khẳng định [17].

Ở một số nước phát triển, sau khi đưa một số cây trồng biến đổi gen vào sản xuất như ngô, cà chua, khoai tây, bông và thuốc lá, một nỗi lo

lắng chưa được giải thích thỏa đáng cho những người nuôi ong mật ở đây là liệu mật và phấn hoa từ những cây trồng biến đổi gen nói trên được ong mật lấy về có gây hại cho đàn ong cũng như sức khỏe của con người sử dụng sản phẩm từ mật và phấn hoa này. Đây cũng có thể được xem như một nguy cơ chưa được đánh giá khi chưa có những nghiên cứu nghiêm túc.

Tạo ra sản phẩm, chào bán hàng và tiêu thụ thực phẩm biến đổi gen còn gây nhiều tranh cãi. Việc gắn nhãn cho thực phẩm biến đổi gen ở EU vấp phải những tranh cãi nghiêm túc xoay quanh mối quan tâm và quan điểm của mỗi quốc gia thành viên. Vương quốc Anh, Áo, Luxembourg, Pháp và Hy Lạp đưa ra quy định tạm ngừng sử dụng thực vật biến đổi gen, còn Hội đồng tư vấn môi trường của Nghị viện châu Âu kêu gọi một qui định tạm ngừng có hạn chế. Những nhà trồng trọt cây trồng hữu cơ ở một số nước trong EU đã kiện một số tổ chức nhà nước và thương mại với lý do những đánh giá rủi ro của cây trồng biến đổi gen dựa trên cơ sở khoa học không loại trừ khả năng thụ phấn chéo của các cây trồng biến đổi gen. Còn ở Hoa Kỳ, sự thương mại hóa thực vật biến đổi gen gặp ít sự phản đối từ phía chính phủ hoặc người tiêu dùng, còn ở các nước bán đảo Scandinavia hầu như không có sự phản đối của công chúng [76].

Đến nay, mặc dù những cây trồng biến đổi gen đã được thông qua bằng những nghị định chính thức của EU, nhưng việc đánh giá rủi ro của các sản phẩm phụ khác nhau từ cây trồng biến đổi gen như mật và phấn hoa lại chưa được thông qua. Phấn hoa có trong mật ong và phấn hoa nguyên chất được coi như thực phẩm dinh dưỡng bổ sung chưa từng được đánh giá rủi ro, vì vậy, chưa được chấp thuận thay thế trên thị trường. Hơn nữa, nguy cơ của việc biến đổi gen theo chiều ngang từ phấn hoa lẫn vi khuẩn axit lactic trong ruột ong mật vẫn chưa được xét đến.

Nếu như chưa sử dụng protein trực tiếp từ động vật biến đổi gen thì không có bằng chứng về tác hại và những rủi ro mà chúng đem lại, nhưng ít ra chúng ta đang hướng đến việc sử dụng một cách gián tiếp các nguồn thức ăn và thực phẩm (sữa, thịt, cá, mật ong, vitamin và các loại thực-dược phẩm khác). Đây là các loại thực phẩm từ các loài động vật hoặc sản phẩm

của chúng được dinh dưỡng thực vật biến đổi gen. Tuy nhiên, chưa có bằng chứng nào khẳng định được sự vô hại của những sản phẩm này, hoặc rủi ro vẫn còn dưới dạng tiềm ẩn như những khuyết tật bẩm sinh mà hiện nay con người chưa hoặc rất khó giám sát được.

Khi đưa ra một nghị định chấp thuận sản xuất lớn bất cứ một loại sinh vật biến đổi gen nào, nếu không có những quy định bổ sung về đánh giá tác động của các sản phẩm phụ từ chúng, mọi nguy cơ do sinh vật biến đổi gen gây ra đều hoàn toàn là có thực. Thí dụ để nhập con giống hay hạt giống cây trồng biến đổi gen từ nơi khác đến đã tiến hành đánh giá nguy cơ những loài dịch hại có khả năng di theo loại hàng hóa đặc biệt (con/hạt giống) này hay không (?); hay việc nuôi trồng cây biến đổi gen có làm giảm diện tích cây trồng truyền thống và tự nhiên khác đến mức dẫn tới giảm diện tích nuôi thả ong hoặc khi chưa có nghiên cứu nghiêm túc và kết luận về ảnh hưởng trực tiếp của cây trồng biến đổi gen qua mật và phấn hoa. Về khía cạnh này hầu như chưa có nghiên cứu liên tục nào về ảnh hưởng trực tiếp từ thực phẩm từ sinh vật biến đổi gen, vì vậy, chưa có một tổ chức hoặc cá nhân nào có thể khẳng định chắc chắn và bảo đảm tuyệt đối về mức độ an toàn của các sản phẩm phụ do cây trồng biến đổi gen đem lại như đã đề cập ở trên.

### MỘT SỐ NHẬN XÉT

Những thông tin trong bài viết này đều dựa theo các tài liệu tham khảo đã được công bố, qua hệ thống từ khóa, độc giả có thể biết thêm nhiều hơn về sinh vật biến đổi gen (GMO). Tuy nhiên, có thể tin chắc rằng, những thông tin về số lượng chủng loại GMO, bản chất hoặc lợi ích của chúng thường gặp nhiều hơn những thông tin về đánh giá nguy cơ hoặc ghi nhận những rủi ro của chúng.

Ở đây, cần nhắc lại việc thiếu hoặc chưa có bằng chứng về rủi ro của sinh vật biến đổi gen không phải là bằng chứng cho sự an toàn của chúng. Có thể còn nhiều người chưa tin có nguy cơ hoặc rủi ro từ GMO, nhưng cũng cần phải nhận ra rằng nguy cơ là chính đáng và khách quan. Về sự an toàn của GMO, cần có những phương pháp thử nghiệm chính xác (cũng chính xác và chi tiết như phương pháp tạo ra chúng)

và cần được đảm bảo bằng những hợp đồng bảo hiểm thận trọng khi xảy ra rủi ro mà chúng ta vẫn chưa biết thế nào là vừa và đủ.

Thực tế, việc tạo ra những sinh vật biến đổi gen, cây trồng biến đổi gen (GM crops) hoặc thực phẩm từ GMO bằng phương pháp công nghệ gen chính xác và phức tạp đã bổ sung cho kho từ vựng những từ được ưu ái trong đời sống hiện nay, hy vọng điều này sẽ không làm xuất hiện những khái niệm hay thuật ngữ mới để chỉ nguy cơ và rủi ro cho con người, vật nuôi và môi trường hoặc làm suy giảm đa dạng sinh học mà chúng ta sẽ gặp và phải khắc phục.

Như vậy, khi bàn về mức độ an toàn của những GMO, cây trồng biến đổi gen hoặc thực phẩm từ sinh vật biến đổi gen, nếu chỉ dựa vào lí luận theo logic thông thường có thể sẽ đưa ra những nhận xét hoặc kết luận chủ quan hoặc cực đoan. Đơn giản là cho tới nay, chưa có phương pháp định lượng chuẩn xác trong nghiên cứu giám sát và đánh giá nguy cơ và những rủi ro của sinh vật biến đổi gen. Chính vì vậy, thử nghiệm về tác dụng phụ của sinh vật biến đổi gen mang tính chất thương mại không nên xem là công trình nghiên cứu khoa học thực thụ.

Nhằm đánh giá nguy cơ và rủi ro của sinh vật biến đổi gen để có đủ bằng chứng khoa học, ngoài những phương pháp nghiên cứu khách quan và chính xác, những số liệu khoa học khách quan và đầy đủ này cần phải được chia sẻ trước khi kết luận chúng sẵn sàng là thực phẩm cho con người sử dụng. Nếu không, người tiêu dùng sẽ luôn có sự phân biệt giữa thực phẩm không biến đổi gen (GMO-free food) với thực phẩm biến đổi gen (GMO food), cũng giống như việc phân biệt cây trồng hữu cơ (organic crops), thực phẩm sạch không có thuốc trừ sâu (pesticide-free food) với thực phẩm có sử dụng thuốc trừ sâu.

Nhìn chung, các sinh vật biến đổi gen (động vật và thực vật) đều tiềm ẩn những nguy hại chưa thể lường hết được đối với sức khỏe con người và hệ sinh thái, vì vậy, cần phải có đủ thời gian để nhận diện hết các mặt trái này. Cũng vì con người chưa từng có tiền lệ sử dụng thực phẩm từ GMO nên không một tổ chức, cá nhân nào có thể đảm bảo tính an toàn tuyệt đối của chúng. So với các loài động, thực vật truyền



thống thì sinh vật biến đổi gen khó kiểm soát hơn nhiều, mà nguyên nhân cơ bản nhất vẫn là vì con người tuy tạo ra chúng, nhưng lại chưa hiểu hết về chúng.

Những người ủng hộ thực phẩm từ sinh vật biến đổi gen cho rằng, đã đến lúc con người cần mạnh dạn hơn trong suy nghĩ về loại thực phẩm mới này. Vì chỉ can thiệp vào một số gen cụ thể, chẳng hạn như gen miễn dịch với bệnh sốt ở "lợn 26", hay gen tăng trưởng ở cá hồi Aquabounty, nên các động vật biến đổi gen vẫn giữ được gần như nguyên vẹn bộ gen di truyền gốc. Chỉ có xét nghiệm DNA toàn phần mới phân biệt được sự khác biệt rất nhỏ này, từ đó nhiều nghiên cứu đã cho rằng chúng là những thực phẩm an toàn.

Các động vật biến đổi gen nhìn chung có tính thân thiện với môi trường rất cao khi việc trồng trọt hoặc chăn nuôi chúng tốn ít hơn các tài nguyên thiên nhiên, như đất đai và nước ngọt. Lấy cá hồi biến đổi gen Aquabounty làm thí dụ, sự ra đời của chúng đã góp phần làm giảm số lượng cá bị đánh bắt trong tự nhiên, từ đó bảo vệ được tính đa dạng sinh học.

Giữa thực phẩm không biến đổi gen (GMO-free food) và thực phẩm từ sinh vật biến đổi gen (GMO food) chừng nào còn tồn tại hai luồng quan điểm tán thành và phản đối thì phán quyết cuối cùng chỉ khi đã thông nhất được hai quan điểm. Trong nhiều năm tới, có lẽ thực phẩm truyền thống không biến đổi gen vẫn chiếm ưu thế, bởi vì nguy cơ (risk) vẫn được hiểu như một khả năng có thể, còn rủi ro hoặc mối nguy hại (hazard) là hậu quả khi nguy cơ là có thực. Đánh giá nguy cơ cần được dựa trên những khả năng xảy ra rủi ro (hazard), phân tích hoặc đánh giá nguy cơ (risk) có liên quan đến những điều kiện chủ quan và khách quan làm tăng khả năng xảy ra rủi ro, và vì vậy, cần có các phương pháp chính xác nhằm dự báo và kiểm soát được rủi ro, khi đó tương lai của thực phẩm từ sinh vật biến đổi gen, việc chấp nhận hay từ chối chúng mới có câu trả lời cuối cùng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Andrew Pollack for the New York Times, 2012. An Entrepreneur Bankrolls a Genetically Engineered Salmon.
2. Anne Ingeborg Myhr, Terje Traavik, 2003. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 16: 227-247.
3. Australian Gen-Ethics Network, 1994. The troubled helix. Vol. 3, (ISBN 0-85802-115-3 08502-095-5).
4. Baur A., Reski R., Gorr G., 2005. Plant Biotech. J. 3: 331-340.
5. Bergelson J., Purrington C. B., Wichmann G, 1998. Promiscuity in transgenic plants. Nature, 395: 25.
6. Britt Erickson, 2009. For Chemical & Engineering News. FDA Approves Drug From Transgenic Goat Milk.
7. Brown L. R. (ed), 1997. State of the world. Worldwatch Institute, Washington. Norsk utgave: Jordens tilstand. H. Aschehoug & Co (W. Nygaard), Oslo.
8. Büttner-Mainik A. et al., 2011. Plant Biotechnology Journal, 9: 373-383.
9. Carvan M. J. et al., 2000. Transgenic zebrafish as sentinels for aquatic pollution. Ann N Y Acad Sci., 919: 133-47.
10. Chevre A. M., Eber F., Baranger A., Renard M., 1997. Gene flow from transgenic crops. Nature, 389: 924.
11. Cabot R. A., Kühholzer B., Chan A. W. S., Lai L., Park K.-W., Chong K.-Y., Schatten G., Murphy C. N. et al., 2001. Animal Biotechnology, 12(2): 205-214. doi:10.1081/ABIO-100108347.
12. Clive James, 2010. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA Brief No. 42. ISAAA: Ithaca, NY. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/>.
13. Corby-Harris V., Drexler A., Watkins De Jong L., Antonova Y., Pakpour N., Ziegler R., Ramberg F., Lewis E. E. et al., 2010. Vernick, Kenneth D.. ed. PLoS Pathogens, 6(7): e1001003. doi:10.1371/journal.ppat.1001003.
14. Cyranoski D., 2009. Nature, 459(7246): 492-492. doi:10.1038/459492a.
15. Devlin R. F. et al., 2001. Growth of

- domesticated transgenic fish. *Nature*, 409: 781-782.
16. Eric Hallerman Glofish, 2004. The First GM Animal Commercialized: Profits amid Controversy.
  17. Ernesto I. Badano, Carlos H. Vergara, 2011. *Agricultural and Forest Entomology*, 13(4): 365-372. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2011.00527.x.
  18. Foster K., Foster H., Dickson J. G., 2006. *Gene Ther.*, 13(24): 1677-85. doi:10.1038/sj.gt.3302877.
  19. Fox J. L., 1997. *Nature Biotechnol*, 15: 1233.
  20. Gallagher James, 2011. GM mosquitoes offer malaria hope BBC News, Health.
  21. Gasdaska J. R. et al., 2003. *BioProcessing Journal*, 49-56.
  22. Gebauer G., JŠger W., Lang N., 1998. *Anticancer Res*, 18(2A): 1191-1195.
  23. Guelph, 2010. *Enviropig*. Canada: <http://www.uoguelph.ca/enviropig/index.shtml/>.
  24. Hackett P. B., Ekker S. E., Essner J. J., 2004. *Fish Development and Genetics* (Z. Gong and V. Korzh, eds.) World Scientific, Inc., Chapter 16: 532-580.
  25. Hawkinson S. E., Willett W. C., Colditz G. A., Hunter D. J., Michaud D. S., Deroo B. et al., 1998. *Lancet*, 351: 1393-1396.
  26. Ho M. W., 1998. *Genetic Engineering: Dream or Nightmare?* Gateway Books, Bath, UK. ISBN 1-85860-051-0.
  27. Hogg Chris, 2006. Taiwan Breeds Green-Glowing Pigs BBC.
  28. Inose T. Murata K., 1995. *Int. J. Food Science Tech.*, 30: 141-146.
  29. Javed A., Wagner S., McCracken J., Wells D.N., Laible G., 2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi:10.1073/pnas.1210057109.
  30. Jackson D. A., Symons R. H., Berg P., 1972. *PNAS*, 69(10): 2904-2909.
  31. Jaenisch R., Mintz B., 1974. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 71(4): 1250-1254.
  32. James C., 1997. *Global status of transgenic plants in 1997*. ISAAA Briefs, 5. ISAAA, Ithaca, New York.
  33. Jefferson R. A., Kavanagh T. A., Bevan M. W., 1987. *EMBO journal*, 6(13): 3901-3907.
  34. Johnston S. A, Tang D. C., 1994. *Methods in Cell Biology*, 43 Pt A: 353-365.
  35. Kawarasaki T., Uchiyama K., Hirao A., Azuma S., Otake M., Shibata M., Tsuchiya S., Enosawa S. et al., 2009. *Journal of Biomedical Optics*, 14(5): 054017. doi:10.1117/1.3241985.
  36. Lai L., Park K. W., Cheong H. T., Holzer B., Samuel M., Bonk A., Im G. S., Rieke A. et al., 2002. *Molecular Reproduction and Development*, 62(3): 300-306. doi:10.1002/mrd.10146.
  37. Phạm Văn Lâm, 2012. *Côn trùng và động vật hại nông nghiệp Việt Nam*. Nxb. Nông nghiệp, 492-507.
  38. Lee L. Y., Gelvin S. B., 2008. *Plant Physiol.*, 146(2): 325-332.
  39. Lewitt P. A., Rezai A. R., Leehey M. A., Ojemann S. G., Flaherty A. W., Eskandar E. N., Kostyk S. K., Thomas K. et al., 2011. *The Lancet Neurology*, 10(4): 309-319. doi:10.1016/S1474-4422(11)70039-4.
  40. Louis-Marie Houdebine, 2009. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 32(2): 107-121.
  41. Mattingly C. J. et al., 2001. *Environ Health Perspect*, 109(8): 845-9.
  42. Mikkelsen T. R., Andersen B., JØrgensen R.B., 1996. *Nature*, 380: 31.
  43. Nebert D. W. et al., 2002. *Environmental Health Perspectives*, 110(1): A15.
  44. Nicholls H., 2011. *Swarm troopers: Mutant armies waging war in the wild* *The New Scientist*.
  45. Nordlee J. A., Taylor S. L., Townsend J. A., Thomas L. A., Bush R. K., 1996. *New Engl J. Med.*, 14: 688-728.
  46. Nosowitz Dan, 2011. *Suntory Creates Mythical Blue (Or, Um, Lavender-ish) Rose*

- Popular Science Lepidopteran-resistant transgenic plants (US Patent 6313378, Nov. 2001, Monsanto).
47. Outwater J. L., Nicholson A., Barnard N., 1997. *Med Hypotheses*, 48: 453-61.
  48. Panesar Pamit et al., 2010. *Enzymes in Food Processing: Fundamentals and Potential Applications*, Chapter 10, I K International Publishing House, ISBN 978-9380026336.
  49. Park F., 2007. *Physiol. Genomics*, 31(2): 159-173. doi:10.1152/physiolgenomics.00069.2007.
  50. Persons D. A., Nienhuis A. W., 2003. *Curr. Hematol. Rep.*, 2(4): 348-55.
  51. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2001. 98(21): 11931-11936.
  52. Rahman M. A. et al., 2001. Growth and nutritional trials on transgenic Nile tilapia containing an exogenous fish growth hormone gene. *Journal of Fish Biology*, 59(1): 62-78.
  53. Randall S. et al., 2008. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 25: 245-266.
  54. Reddy S. A., Thomas T. L., 1996. *Nature Biotechnol.*, 14: 639-42.
  55. Rissler J., Mellon M., 1996. *The ecological risks of engineered crops*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
  56. Sasaki E., Suemizu H., Shimada A., Hanazawa K., Oiwa R., Kamioka M., Tomioka I., Sotomaru Y. et al., 2009. *Nature*, 459(7246): 523-527. doi:10.1038/nature08090.
  57. Sathasivam K., Hobbs C., Mangiarini L. et al., 1999. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, 354(1386): 963-969. doi:10.1098/rstb.1999.0447.
  58. Schatten G., Mitalipov S., 2009. *Nature*, 459(7246): 515-516. doi:10.1038/459515a.
  59. Shao Jun Du et al., 1992. *Nature Biotechnology*, 10: 176-181.
  60. Sidransky H., Verney E., Cosgrove J.W., Latham P. S., Mayeno A. N., 1994. *Toxicol Appl. Pharmacol.*, 126: 108-13.
  61. Smith Nick, 2000. *Seeds of Opportunity: An Assessment of the Benefits, Safety, and Oversight of Plant Genomics and Agriculture Biotechnology*. For the One Hundred and Sixth Congress Second Session.
  62. Spencer L., Humphries J., Brantly M., 2005. *New England Journal of Medicine*, 352: 19.
  63. Staff, 2008. Fluorescent Chinese pig passes on trait to offspring AFP.
  64. Staff, 2012. *Biology of HIV* National Institute of Allergy and Infectious Diseases.
  65. Schatten G., Mitalipov S., 2009. *Nature*, 459(7246): 515-516. doi:10.1038/459515a.
  66. Stevenson Heidi, 2011. <http://www.gaia-health.com/articles401/000433-human-genes-cows-produce-human-milk.shtml/>.
  67. Violand B. N., Schlittler M. R., Lawson C. Q., Kane J. F., Siegel N. R., Smith C. E., Kolodziej E. W., Duffin K. L., 1994. *Protein Sci.*, 3: 1089-97.
  68. Walsh Gary, 2005. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 67(2): 151-159. doi:10.1007/s00253-004-1809-x.
  69. Williams N., 1998. *Science*, 281: 768-71.
  70. Windbichler N., Menichelli M., Papathanos P. A., Thyme S. B., Li H., Ulge, U. Y., Hovde B. T., Baker D. et al., 2011. *Nature*, 473(7346): 212-215. doi:10.1038/nature09937.
  71. Wise De Valdez M. R., Nimmo D., Betz J., Gong H.-F., James A. A., Alphey L., Black W. C., 2011. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(12): 4772. doi:10.1073/pnas.1019295108.
  72. [americanradioworks.publicradio.org/features/gmos\\_india/history.html](http://americanradioworks.publicradio.org/features/gmos_india/history.html).
  73. Canada. *Enviro-pig-Environmental Benefits | University of Guelph*. [Uoguelph.ca](http://Uoguelph.ca).
  74. *First Transgenic Mice and Fruit Flies*.
  75. *National University of Singapore Enterprise webpage*.
  76. *Phys. Org website*, 2005. Plant gene replacement results in the world's only blue rose.
  77. *Protalix website - technology platform*.

78. Zebra Fish as Pollution Indicators.
79. [http://www.gmwatch.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11573:gm-industrys-strong-arm-tactics-with-researchers-nature-biotechnology](http://www.gmwatch.org/index.php?option=com_content&view=article&id=11573:gm-industrys-strong-arm-tactics-with-researchers-nature-biotechnology).
80. <http://www.gmwatch.org/latest-listing/1-news-items/11406-seedy-research-restriction-global-food-security>.
81. <http://www.gmwatch.org/component/content/article/11311-scientific-american-condemns-restrictions-on-gm-research>.
82. [http://www.gmwatch.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11556:letting-science-do-its-job](http://www.gmwatch.org/index.php?option=com_content&view=article&id=11556:letting-science-do-its-job)).
83. <http://www.mol-ecol.uni-halle.de/staff/kaatz-hh/>.
84. [http://www.testbiotech.org/sites/default/files/risk-reloaded\\_engl.pdf](http://www.testbiotech.org/sites/default/files/risk-reloaded_engl.pdf).
85. <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,14843153,00.html>.
86. <http://www.agf.gov.bc.ca/pesticides/infosheets/bt.pdf>

## **NOTES ON GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS, PERCEPTION OF THEIR BENEFITS, RISKS AND POTENTIAL HAZARDS**

**Khuat Dang Long**

Institute of Ecology & Biological Resources, VAST

### **SUMMARY**

Today, modern biotechnology refers usually the use of genes, and the process of genetic modification is emerging and advancing throughout the world that created genetically modified organisms (GMOs), including GM crops or GM foods, based on the pros and cons of GM organisms came up with the controversial points, this paper discussed about why it is no wonder that genetically modified foods are surrounded by public debate and concern.

Arguments for the use of GMOs were often based on their preeminent characteristics that are beneficial to human. On the contrary, with this technology being so new, long term studies have not been conducted to confirm that this process is in fact safe, the arguments against GMOs were that genes may jump from one species to another, one of the greatest concerns is the long-term health affects that genetically modified foods will have on human health.

Since gene technology introduces new, exotic genes, their location within the recipient cell DNA is unpredictable and with no possibility of targeting. This may result in unpredictable effects on the metabolism, physiology and biochemistry of the recipient, transgenic organism, effects not detected with traditional methods of control. When production, marketing and consumption of GM food are highly controversial, weighing the benefits and risks associated with emerging GM foods will be necessary to understand the degree to which society embraces or rejects genetically modified foods in the future.

*Keywords:* GMO, GE/GM crops, GM plants, GM foods, benefits, biodiversity, hazards, risks.

*Ngày nhận bài: 18-4-2013*