

Giới thiệu

Ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại trong sản xuất lương thực có tiềm năng nâng cao năng suất nông nghiệp, mang lại những đặc tính tốt cho các sản phẩm lương thực có nguồn gốc từ động vật và thực vật, đóng góp trực tiếp cho tăng cường sức khỏe con người và thúc đẩy phát triển. Trong một môi trường pháp lý và chính sách thuận lợi, công nghệ sinh học có nhiều tiềm năng tạo ra những giống cây trồng chịu được thời tiết khắc nghiệt, chống được các loại dịch bệnh và các loài gây hại; cần dùng ít hóa chất hơn; đồng thời cung cấp nhiều dinh dưỡng hơn cho con người và gia súc.

Tuy nhiên, việc sử dụng sinh vật biến đổi gen trong sản xuất lương thực và thực phẩm cũng liên quan đến những rủi ro tiềm ẩn đối với sức khỏe con người và môi trường. Nhiều gen được đưa vào sinh vật biến đổi gen là hoàn toàn mới trước đây không hề tồn tại trong cung ứng thực phẩm. Việc đánh giá những nguy cơ rủi ro tiềm ẩn liên quan đến sinh vật và thực phẩm biến đổi gen là điều cần thiết trước khi chúng lần đầu tiên được thương mại hóa.

Cục THÔNG TIN KH&CN QUỐC GIA biên soạn tổng quan mang tên: "***Công nghệ sinh học thực phẩm hiện đại: lợi ích và nguy cơ rủi ro tiềm tàng***" nhằm mục đích khẳng định tầm quan trọng của việc ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại trong sản xuất lương thực, đồng thời đề cập tới những rủi ro tiềm ẩn đối với sức khỏe con người và môi trường từ việc ứng dụng sinh vật biến đổi gen trong cung ứng thực phẩm. Dựa trên kết quả nghiên cứu đánh giá của Tổ chức Y tế thế giới, tài liệu đưa ra những hướng dẫn đánh giá tác động của sinh vật và thực phẩm biến đổi gen đối với sức khỏe con người và môi trường.

Trân trọng giới thiệu cùng độc giả!

CỤC THÔNG TIN KH&CN QUỐC GIA

I. HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG, TÁC ĐỘNG KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ TRIỂN VỌNG ỨNG DỤNG SINH VẬT BIẾN ĐỔI GEN TOÀN CẦU

1. Những khái niệm cơ bản

Sinh vật biến đổi gen (Genetically modified organisms - GMO) được xác định là những sinh vật (trừ con người) có vật liệu di truyền đã được biến đổi không theo cách tự nhiên như giao phối và/hoặc tái hợp tự nhiên. GMO được ứng dụng rộng rãi, chúng được sử dụng trong nghiên cứu y sinh, sản xuất các loại dược phẩm, y học thực nghiệm, và nông nghiệp. Việc sử dụng công nghệ di truyền trong sản xuất thực phẩm ngày càng được quan tâm do nhu cầu thực phẩm gia tăng cũng như yêu cầu nâng cao chất lượng. Bằng việc áp dụng công nghệ di truyền ở cây trồng và vật nuôi, có thể đạt được mục tiêu nhanh chóng hơn so với chọn lọc truyền thống.

GMO được sản xuất theo nhiều phương pháp khác nhau. Gen ngoại lai được chèn vào trong tế bào của một vi sinh vật, cây trồng hay động vật được gọi là gen chuyển (transgene). Gen này xâm nhập vào hệ gen (genome) của vật nhận được gọi là vật chuyển gen. Gen chuyển là những gen biểu hiện các tính trạng đã biết hoặc là những đột biến của gen đã biết. Trong hầu hết các trường hợp, gen đánh dấu cũng được sử dụng để nhận dạng sinh vật chuyển gen. Việc đưa gen chuyển vào tế bào được thực hiện bằng các phương pháp khác nhau như: (a) Tải nạp sử dụng thực khuẩn thể; (b) Chuyển gen bằng phương pháp vi tiêm giai đoạn tiền thân (Pronuclear microinjection); (c) Chuyển gen sử dụng virus và plasmid biến đổi gen; (d) Dùng phương pháp xung điện (electroporation) để đạt được độ thấm của màng tế bào cao hơn.

Khái niệm thực phẩm biến đổi gen (GM) được sử dụng chung để chỉ các loại cây trồng được nhân giống để phục vụ tiêu thụ ở người và động vật, sử dụng những kỹ thuật sinh học phân tử mới nhất. Các loại cây này đã được biến đổi trong phòng thí nghiệm để làm tăng các tính trạng mong muốn như tăng sức đề kháng đối với thuốc diệt cỏ hay tăng hàm lượng dinh dưỡng. Kỹ thuật di truyền có thể tạo ra các giống cây với tính trạng mong muốn rất nhanh và với độ chính xác cao. Ví dụ, các nhà di truyền học có thể phân lập một gen liên quan đến khả năng chịu hạn và chèn gen đó vào một cây khác. Loại cây mới được biến đổi gen này sẽ có tính kháng hạn rất tốt. Bằng kỹ thuật di truyền không chỉ có thể chuyển gen từ một cây này sang cây khác mà thậm chí gen từ các loài không phải là thực vật cũng có thể được sử dụng. Ví dụ điển hình là việc sử dụng gen *Bacillus thuringiensis* (B.t.) trong ngô và các loại cây khác. B.t. là một loại vi khuẩn xuất hiện tự nhiên có khả năng sản sinh ra protein tinh thể gây tê liệt ấu trùng của côn trùng. Gen B.t. mã hóa protein tinh thể được chuyển vào cây ngô tạo ra giống ngô có khả năng sản sinh thuốc trừ sâu riêng để chống côn trùng.

Thực phẩm được sản xuất bằng công nghệ sinh học hiện đại bao gồm các loại sau:

- 1/ Thực phẩm bao gồm hoặc có chứa các sinh vật sống/có thể tồn tại, như ngô;
- 2/ Thực phẩm có nguồn gốc hay có chứa các thành phần có nguồn gốc từ GMO, như bột mì, sản phẩm protein thực phẩm, hay dầu ăn từ đỗ tương GM;
- 3/ Thực phẩm có chứa các thành phần hay phụ gia được sản xuất bằng vi sinh vật biến đổi gen (GMM), như phẩm màu, vitamin và các axit amin thiết yếu;
- 4/ Thực phẩm có chứa các thành phần được chế biến bằng enzyme được sản xuất

bằng GMM, ví dụ như xi-rô ngô hàm lượng fructoza cao sản xuất từ tinh bột sử dụng enzyme glucose isomerase (sản phẩm GMM).

Theo Ủy ban tiêu chuẩn thực phẩm quốc tế (CAC 2001), công nghệ sinh học hiện đại được xác định là các ứng dụng của: (i) kỹ thuật axit nucleic trong ống nghiệm, bao gồm cả tái tổ hợp axit deoxyribonucleic (ADN) và tiêm trực tiếp axit nucleic vào các tế bào hay các cơ quan tế bào, hoặc (ii) hợp nhất các tế bào khác họ, khắc phục khó khăn trong sinh sản hoặc tái tổ hợp sinh lý tự nhiên và không phải là các kỹ thuật sử dụng trong chọn và gây giống truyền thống.

Trong tài liệu này chú trọng đến ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại đối với các sinh vật sử dụng để sản xuất thực phẩm. Ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại trong sản xuất thực phẩm mang lại các cơ hội và cả những thách thức mới đối với sức khỏe và phát triển. Công nghệ tái tổ hợp gen là công nghệ sinh học hiện đại phổ biến nhất cho phép biến đổi về mặt di truyền (GM) cây trồng, vật nuôi và vi sinh vật với các tính trạng mới lạ vượt xa hơn những gì mà các công nghệ chọn và nhân giống truyền thống có thể thực hiện được. Điều đã được thừa nhận là các kỹ thuật như sinh sản vô tính, cấy mô và chọn giống nhờ chỉ thị phân tử thường được coi là nghiên cứu công nghệ sinh học hiện đại, cộng thêm với biến đổi gen.

Việc đưa thêm vào các đặc tính mới có tiềm năng dẫn đến năng suất nông nghiệp gia tăng, hay nâng cao chất lượng và các đặc tính dinh dưỡng và chế biến, điều đó có thể đóng góp trực tiếp cho việc tăng cường sức khỏe con người và phát triển. Theo khía cạnh sức khỏe, ở đây còn có những ích lợi gián tiếp như giảm sử dụng hóa chất trong nông nghiệp và thu nhập nông nghiệp gia tăng, canh tác bền vững và an ninh lương thực, đặc biệt là ở các nước đang phát triển.

Tuy nhiên, các tính trạng mới trong sinh vật biến đổi gen (GMO) cũng mang những nguy cơ rủi ro trực tiếp đối với sức khỏe con người và môi trường. Nhiều, nhưng không phải tất cả, các gen và tính trạng sử dụng trong GMO nông nghiệp là mới lạ và không có tiền sử sử dụng thực phẩm an toàn. Nhiều quốc gia đã ban hành những hướng dẫn và quy định bắt buộc thực hiện đánh giá rủi ro trước khi đưa ra thị trường đối với thực phẩm biến đổi gen. Ở cấp quốc tế, các hiệp định và tiêu chuẩn đã được xây dựng để đáp ứng mối quan tâm này.

GMO cũng có thể ảnh hưởng gián tiếp đến sức khỏe con người thông qua các tác động có hại đến môi trường, hay thông qua các tác động bất lợi đến các yếu tố kinh tế (bao gồm cả thương mại), xã hội và đạo đức.

Các tác động này cần được đánh giá trong mối tương quan đến những lợi ích và rủi ro có thể phát sinh từ thực phẩm không biến đổi gen. Ví dụ, các loại cây trồng mới được nhân giống theo phương pháp truyền thống cũng có thể có những tác động vừa tích cực và tiêu cực đến sức khỏe con người và môi trường.

Những đánh giá đối lập và chứng minh không đầy đủ về lợi ích, rủi ro và hạn chế của sinh vật và thực phẩm biến đổi gen của các tổ chức khoa học, thương mại, người tiêu dùng và công chúng đã dẫn đến những bàn cãi quốc gia và quốc tế liên quan đến sử dụng an toàn trong sản xuất thực phẩm và giải phóng an toàn vào môi trường. Ví dụ điển hình là cuộc tranh luận về viện trợ lương thực có chứa vật liệu GM cung cấp cho các nước thuộc miền Nam châu Phi vào năm 2002, sau khi 13 triệu người phải đối mặt

với nạn đói do mùa màng thất bát. Cuộc tranh luận quốc tế này đã làm nổi bật nhiều vấn đề quan trọng, như sức khỏe, an toàn, phát triển, sở hữu và thương mại quốc tế đối với GMO.

Những tranh cãi như vậy không chỉ nhấn mạnh đến một phạm vi rộng các quan điểm bên trong và giữa các nước, mà còn nêu bật đến tính đa dạng hiện tại về khuôn khổ luật pháp và các nguyên tắc đánh giá lợi ích và rủi ro của GMO. Do thiếu một sự đồng thuận như vậy, nên Đại hội đồng y tế thế giới năm 2000 đã thông qua giải pháp WHA53.15 (WHO 2000), theo đó WHO sẽ đẩy mạnh năng lực của mình để hỗ trợ các nước thành viên thiết lập cơ sở khoa học cho những quyết định về sinh vật thực phẩm biến đổi gen và để đảm bảo tính minh bạch, xuất sắc và độc lập về quan điểm.

2. Sử dụng thương mại thực phẩm biến đổi gen toàn cầu

Cây trồng biến đổi gen

Nhân giống cây trồng và áp dụng cây trồng GM trong sản xuất thực phẩm

Nhân giống thông thường, đặc biệt là ở cây trồng, vật nuôi và cá, chú trọng chủ yếu đến gia tăng năng suất, tăng sức đề kháng bệnh tật và sâu hại, nâng cao chất lượng liên quan đến dinh dưỡng và chế biến thực phẩm. Những tiến bộ trong các phương pháp di truyền và sinh học tế bào trong những năm 1960 đã đóng góp vào cuộc “cách mạng xanh” qua đó đã làm tăng đáng kể các giống cây lương thực chính có các đặc tính cho năng suất cao hơn và có sức đề kháng với bệnh tật và sâu hại tại một số các nước phát triển và đang phát triển. Động cơ then chốt của cuộc cách mạng xanh là nâng cao tiềm năng cung cấp đủ lương thực cho tất cả mọi người.

Tuy nhiên, việc tăng cường và mở rộng nông nghiệp thông qua các phương pháp và hệ thống nông nghiệp này cũng dẫn đến các nguy cơ mới đối với sức khỏe và môi trường, ví dụ như gia tăng sử dụng các hóa chất nông nghiệp và thâm canh dẫn đến xói mòn đất.

Sự phát triển sinh học tế bào từ những năm 1970 và 1980 đã mở ra nhiều phương pháp trực tiếp để phân tích trình tự gen và cho phép xác định gen đánh dấu (đánh dấu di truyền) về tính trạng mong muốn. Những phương pháp chọn giống nhờ chỉ thị phân tử như vậy là cơ sở của một số chiến lược chọn giống thông thường hiện nay.

Theo tổng kết của ISAAA (Tổ chức quốc tế về tiếp thu các ứng dụng GM trong nông nghiệp), cây trồng GM (còn gọi là cây trồng công nghệ sinh học) gia tăng trong năm 2013 và cũng là năm thứ 18 liên tiếp các loại cây trồng công nghệ sinh học được thương mại hóa thành công. Cây trồng GM đầu tiên được đưa ra canh tác đại trà vào năm 1996. Diện tích các loại cây trồng GM tăng liên tục hàng năm, từ 1996 đến 2013, với 12 năm có tốc độ tăng trưởng đạt hai con số, phản ánh sự tin tưởng của hàng triệu nông dân trên toàn thế giới, cả ở các nước đang phát triển và nước công nghiệp. Đáng chú ý, kể từ khi đưa vào canh tác lần đầu vào năm 1996, tổng diện tích canh tác lũy kế đến nay đã đạt hơn 1,6 tỷ ha, cao hơn 150% tổng diện tích đất của Trung Quốc hay Hoa Kỳ.

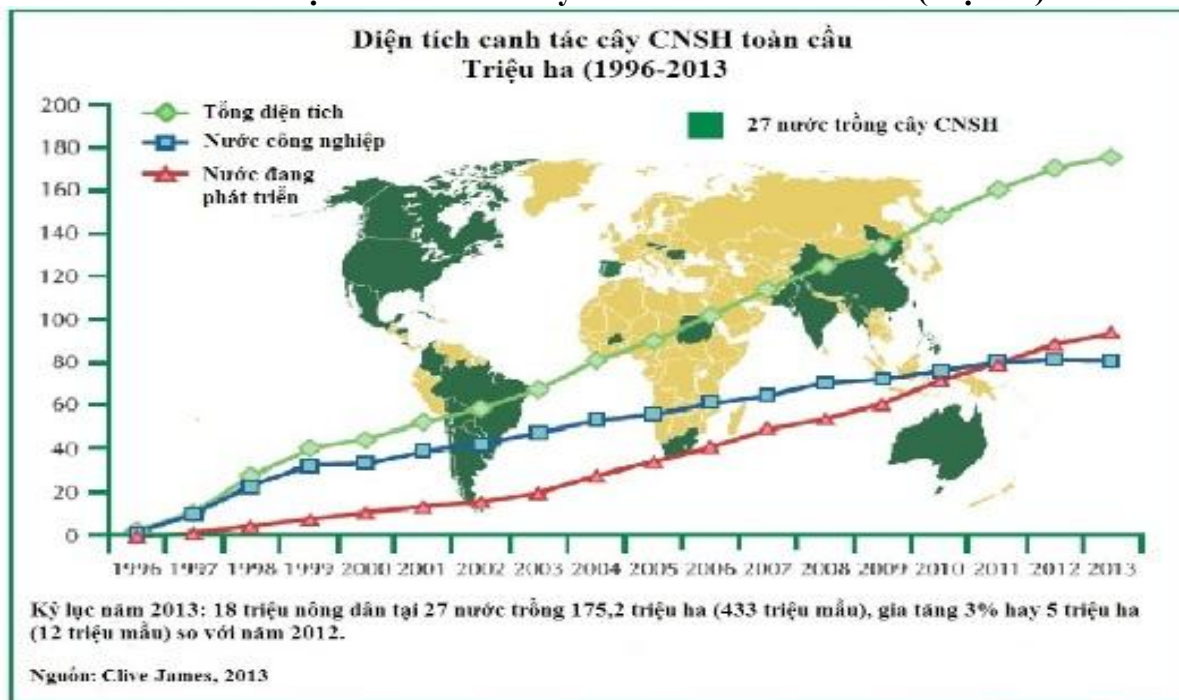
Diện tích cây trồng GM tăng hơn 100 lần từ 1,7 triệu ha vào năm 1996 lên trên 175 triệu ha vào năm 2013. Đưa cây trồng GM trở thành cây trồng được ứng dụng nhanh nhất trong thời gian gần đây. Trong năm 2013, diện tích cây trồng GM đã tăng 5 triệu

ha với tốc độ tăng hàng năm là 3%. Điều quan trọng là tỷ lệ gia tăng diện tích hàng năm khiêm tốn hơn và tiếp tục không đổi được dự đoán trong vài năm tới, do tỷ lệ ứng dụng đối với các loại cây trồng GM chính đã đạt mức tối đa (từ 90% đến 100%), dẫn đến diện tích canh tác ít có hoặc không có cơ hội mở rộng.

Vào thời điểm năm 2013, có 27 nước trên thế giới canh tác cây trồng GM. Trong số này có 19 nước đang phát triển và 8 nước công nghiệp. Trong số 10 nước dẫn đầu về trồng cây GM, có 8 quốc gia đang phát triển với diện tích canh tác của mỗi nước lớn hơn 1 triệu ha, tạo nên một nền tảng toàn cầu cho sự tăng trưởng liên tục và đa dạng trong tương lai. Hơn một nửa dân số thế giới, 60% hay gần 4 tỷ người sống tại 27 quốc gia có trồng cây GM.

Lần đầu tiên vào năm 2013, Bangladesh đã phê chuẩn một loại cây trồng GM (cây cà tím Bt), trong khi ở Ai Cập việc canh tác vẫn còn phải chờ Chính phủ xem xét. Sự chấp thuận của Bangladesh có ý nghĩa quan trọng, được coi như một mô hình mẫu đối với các nước nghèo nhỏ khác. Trong khi đó những cố gắng để đạt được sự chấp thuận thương mại hóa cây cà tím Bt ở Ấn Độ và Philippines đang gặp bế tắc. Đáng chú ý là hai nước đang phát triển khác, Panama và Indônêxia, cũng đã phê chuẩn cây trồng GM vào năm 2013 và cho phép thương mại hóa vào năm 2014.

Hình 1: Diện tích canh tác cây GM toàn cầu 1996-2013 (triệu ha)



Năm 2013 đã xác lập mức kỷ lục với 18 triệu nông dân trồng cây công nghệ sinh học, tăng 0,7 triệu người so với năm 2012, trên 90% trong số đó, tức là hơn 16,5 triệu là các chủ trang trại nhỏ, nghèo tài nguyên thuộc các nước đang phát triển. Ở Trung Quốc có 7,5 triệu hộ nông dân nhỏ và 7,3 triệu ở Ấn Độ được hưởng lợi từ cây trồng GM. Dữ liệu kinh tế gần đây nhất cho thấy, trong giai đoạn từ 1996 đến 2012, nông

dân Trung Quốc đã được hưởng lợi 15,3 tỷ USD và ở Ấn Độ là 14,6 tỷ USD. Ngoài lợi ích kinh tế, người nông dân còn được hưởng lợi to lớn từ việc giảm đến 50% sử dụng thuốc trừ sâu, qua đó giảm sự tiếp xúc của nông dân với thuốc trừ sâu và điều đó đóng góp một phần quan trọng vào bền vững môi trường và chất lượng cuộc sống tốt hơn.

Năm 2013 là năm thứ hai liên tiếp, diện tích canh tác cây trồng GM tại các nước đang phát triển lớn hơn so với các nước công nghiệp. Diện tích trồng cây GM tính gộp ở các nước đang phát triển thuộc Mỹ Latinh, châu Á và châu Phi gia tăng nhanh hơn, chiếm khoảng 54% diện tích trồng cây GM trên toàn cầu (94 triệu ha) trong khi diện tích trồng của các nước công nghiệp là 46% (81 triệu ha). Xu thế này được cho là vẫn sẽ tiếp diễn. Điều này trái ngược với dự đoán của các nhà phân tích trước khi diễn ra thương mại hóa công nghệ vào năm 1996, sớm cho rằng cây trồng GM chỉ để dành cho các nước công nghiệp và sẽ không bao giờ được các nước đang phát triển chấp nhận và thông qua, đặc biệt là các trang trại nghèo nhỏ. Trên thực tế, hợp tác công-tư thành công đã được tạo lập tại một số quốc gia bao gồm Braxin, Bangladesh và Ấn Độ.

Trong giai đoạn 1996-2012 lợi ích kinh tế tích lũy tại các nước công nghiệp đạt 59 tỷ USD so với 57,9 tỷ USD cho các nước đang phát triển. Riêng năm 2012, các nước đang phát triển chiếm một tỷ trọng thấp hơn, 45,9% tương đương 8,6 tỷ USD trong tổng lợi ích kinh tế 18,7 tỷ USD, các nước công nghiệp chiếm 10,1 tỷ USD (Brookes và Barfoot, 2014).

Đặc tính "kết hợp" (stacked traits) tiếp tục là đặc điểm quan trọng và ngày càng tăng của cây trồng GM. Trong năm 2013, có 13 nước trồng cây GM nhiều hơn hai tính trạng, trong số đó có 10 nước đang phát triển. Năm 2013, khoảng 47 triệu ha (27% trong tổng số 175 triệu ha) trồng cây GM mang nhiều tính trạng kết hợp, tăng từ 43,7 triệu ha (26% trong tổng số 170 triệu ha) vào năm 2012, xu thế gia tăng tính trạng kết hợp này được cho là vẫn tiếp diễn.

Bảng 1: Diện tích cây trồng GM toàn cầu năm 2013 (triệu ha)

Thứ hạng	Tên nước	Diện tích (triệu ha)	Cây trồng GM
1	Hoa Kỳ	70,1	Ngô, đậu tương, bông, cây cải dầu, củ cải đường, cỏ linh lăng, đu đủ, cây bí
2	Braxin	40,3	Đậu tương, ngô, bông
3	Achentina	24,4	Đậu tương, ngô, bông
4	Ấn Độ	11,0	Bông
5	Canada	10,8	Cây cải dầu, ngô, đậu tương, củ cải đường
6	Trung Quốc	4,2	Bông, đu đủ, cây dương, cà chua, ớt ngọt
7	Paraguay	3,6	Đậu tương, ngô, bông
8	Nam Phi	2,9	Ngô, đậu tương, bông
9	Pakistan	2,8	Bông

10	Uruguay	1,5	Đậu tương, ngô
11	Bolivia	1,0	Đậu tương
12	Philippin	0,8	Ngô
13	Úc	0,6	Bông, cây cải dầu
14	Burkina Faso	0,5	Bông
15	Mianma	0,3	Bông
16	Tây Ban Nha	0,1	Ngô
17	Mêhico	0,1	Bông, đậu tương
18	Colombia	0,1	Bông, đậu tương
19	Sudan	0,1	Bông
20	Chilê	<0,1	Ngô, đậu tương, cây cải dầu
21	Honduras	<0,1	Ngô
22	Bồ Đào Nha	<0,1	Ngô
23	Cuba	<0,1	Ngô
24	CH Sec	<0,1	Ngô
25	Costa Rica	<0,1	Bông, đậu tương
26	Romania	<0,1	Ngô
27	Slovakia	<0,1	Ngô
	Tổng	175,2	

Nguồn: Clive James, 2013.

5 nước đang phát triển dẫn đầu về cây trồng GM nằm ở ba châu lục: Braxin và Aentina thuộc Mỹ Latinh, Ấn Độ và Trung Quốc thuộc châu Á, và Nam Phi có tổng diện tích cây trồng GM là 82,7 triệu ha (chiếm 47% diện tích toàn cầu) và các quốc gia này cũng chiếm gần 41% dân số thế giới (7 tỷ người) có thể lên đến 10,1 tỷ vào năm 2100.

Hoa Kỳ tiếp tục là nước canh tác cây trồng GM dẫn đầu toàn cầu với 70,1 triệu ha (chiếm 40% tổng toàn cầu), với tỷ lệ áp dụng bình quân 90% trên tất cả các loại cây trồng GM chủ yếu. Quan trọng hơn, ngô chịu hạn công nghệ sinh học đầu tiên đã được 2.000 nông dân Hoa Kỳ trồng trên 50.000 ha.

Braxin đứng thứ hai sau Hoa Kỳ về diện tích cây trồng GM với 40,3 triệu ha (tăng từ 36,6 triệu ha năm 2012) và nổi lên như một quốc gia dẫn đầu toàn cầu về cây trồng GM. Năm 2013 là năm thứ năm liên tiếp, Braxin là động lực tăng trưởng toàn cầu, diện tích trồng cây trồng GM tăng nhiều hơn bất kỳ quốc gia nào khác - đạt mức tăng kỷ lục 3,7 triệu ha, tăng 10% so với năm 2012. Braxin cũng trồng đậu tương tổng hợp HT/IR (chịu thuốc diệt cỏ/kháng sâu bệnh) trên diện tích kỷ lục ban đầu 2,2 triệu ha, và cũng là nơi mà đậu GM kháng vi rút được phát triển đang sẵn sàng để đưa vào canh tác. Aentina giữ vị trí thứ ba với 24,4 triệu ha. Ấn Độ, thay vị trí thứ 4 của Canada với diện tích kỷ lục 11 triệu ha bông Bt, tỷ lệ áp dụng 95%. Canada đứng thứ năm với 10,8 triệu ha diện tích trồng cây GM vào năm 2013, giảm từ 11,6 triệu ha vào năm

2012, tỷ lệ áp dụng vẫn duy trì ở mức cao 96%. Năm 2013, mỗi quốc gia trong số 5 quốc gia đứng đầu có diện tích trồng đều trên 10 triệu ha, tạo nền tảng rộng và vững chắc cho sự phát triển trong tương lai.

Châu Phi tiếp tục đạt được tiến bộ với Nam Phi đang được hưởng lợi từ cây trồng GM trong hơn một thập kỷ. Cả Burkina Faso và Sudan đều tăng diện tích trồng bông Bt với con số tương ứng là 50% và 300% trong năm 2013. Bảy quốc gia (Cameroon, Ai Cập, Ghana, Kenya, Malawi, Nigeria và Uganda) đã tiến hành trồng thử nghiệm thực địa, bước cuối cùng trước khi cho phép đưa ra thương mại hóa. Quan trọng hơn, WEMA - *Dự án cải tiến ngô sử dụng nước hiệu quả ở châu Phi* đã được lên kế hoạch để cung cấp ngô công nghệ sinh học chịu hạn đầu tiên cho châu Phi vào năm 2017. Việc thiếu các hệ thống quản lý thích hợp, dựa trên cơ sở khoa học và tiết kiệm chi phí, thời gian tiếp tục là trở ngại chính cho việc đưa cây CNSH vào áp dụng.

EU có diện tích canh tác kỷ lục là 148.013 ha ngô Bt GM, tăng 15% so với năm 2012, chủ yếu tập trung tại 5 quốc gia. Tây Ban Nha dẫn đầu EU với diện tích trồng ngô đạt 136.962 ha, tăng 18% so với năm 2012. Bồ Đào Nha thấp hơn khoảng 1.000 ha do thiếu hạt giống, Romania vẫn giữ nguyên mức năm 2012. Các nước khác, Séc và Slovakia trồng cây GM ít hơn và diện tích canh tác còn nhỏ một phần là do EU yêu cầu các thủ tục rườm rà quá mức.

Vật nuôi và cá

Cá. Để sản xuất thực phẩm, việc ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại trong chăn nuôi gồm có hai lĩnh vực chính, đó là: chăn nuôi gia súc và dinh dưỡng con người. Nhiều ứng dụng vẫn còn đang ở giai đoạn NC&PT ban đầu.

Theo dự báo nhu cầu tiêu thụ cá có xu hướng gia tăng, điều đó chỉ ra rằng cá GM có thể trở nên có ý nghĩa quan trọng ở cả các nước đang phát triển và nước phát triển. Cá hồi Đại Tây Dương khả năng sinh trưởng nâng cao có chứa một gen hormone tăng trưởng từ cá hồi Si-nuc có thể là động vật biến đổi gen đầu tiên được đưa ra thị trường thực phẩm (FAO/WHO 2003). Loại cá này có thời gian tăng trưởng nhanh hơn 3-5 lần so với cá không chuyển gen, vì thế có thể làm giảm được thời gian sản xuất và tăng độ khả dụng của thực phẩm. Có ít nhất tám loài cá nuôi khác đã được biến đổi gen để nâng cao khả năng sinh trưởng. Các loài cá khác có chứa gen hormone sinh trưởng đang được áp dụng thử nghiệm gồm có: cá chạch cỏ, cá hồi vân, cá rô phi và cá da trơn (PIFB/FDA 2003). Trong tất cả các trường hợp, các gen hormone sinh trưởng đều có nguồn gốc xuất xứ từ cá.

Để giải quyết một số vấn đề thực tế trong nuôi trồng thủy sản, các nỗ lực nghiên cứu đang tìm cách nâng cao khả năng kháng bệnh thông qua các cách như nuôi cá hồi Đại Tây Dương với Lysozyme cDNA (một dạng ADN tạo ra trong phòng thí nghiệm sử dụng enzyme) của cá hồi vân. Lysozyme có đặc tính kháng khuẩn chống lại các mầm gây bệnh ở cá như Vibrio, Aeromonas và Yersinia. Một loại protein kháng khuẩn khác (silkworm cecropin) đang được nghiên cứu ở cá da trơn (Dunham et al. 2002). Kết quả nghiên cứu sẽ giúp cải thiện sức đề kháng của cá da trơn với các bệnh như nhiễm trùng huyết đường ruột.

Việc nuôi các loài cá ăn thịt, chẳng hạn như cá hồi và cá hồi vân, đã dẫn đến đánh bắt quá mức loại cá mồi như lươn cát và cá trứng. Để giải quyết vấn đề này, các

nghiên cứu đang xem xét khả năng biến đổi sự trao đổi chất của các loài này bằng cách cải tiến khả năng hóa carbohydrate của chúng, điều này cho phép chuyển đổi sang chế độ ăn thực vật.

Việc thiếu khả năng chịu lạnh ở các loài sống trong môi trường nước ấm, như cá chép và cá rô phi, có thể dẫn đến những tổn thất vật nuôi đáng kể trong mùa đông. Hướng nghiên cứu về lĩnh vực này là nhằm làm thay đổi thể cấu tạo phân tử của chất béo, qua đó làm tăng tính lỏng của màng. Để mở rộng quy mô nuôi cá, người ta chuyển một gen chống lạnh từ một loài cá sang loài quan tâm. Mặc dù các giống cá hồi Đại Tây Dương kháng lạnh hiện đã được sản xuất, nhưng hàm lượng protein chống lạnh trong cá hồi vẫn không đủ để có thể tác động đáng kể đến điểm kết đông của máu (Fletcher et al. 2002).

Các vấn đề liên quan đến nhận dạng nguy cơ và đánh giá rủi ro nảy sinh do lưu hành cá GM hiện vẫn đang được giải quyết (FAO/WHO 2003a). Một trong những khía cạnh này liên quan đến việc nuôi cá GM vô sinh để giảm thiểu rủi ro môi trường do khả năng giải phóng vào quần thể hoang dã.

Gia súc và gia cầm. Thực phẩm có nguồn gốc từ gia súc, gia cầm vẫn chưa đạt đến giai đoạn sử dụng thương mại. Một số gen mới thúc đẩy tăng trưởng đã được áp dụng cho lợn, cũng có ảnh hưởng đến chất lượng thịt, có nghĩa là thịt nhiều nạc và mềm hơn (FAO/WHO 2003). Nghiên cứu này đã được xúc tiến hơn một thập kỷ, nhưng do một số tác động hình thái và sinh lý phát triển ở lợn, nên vẫn chưa được thương mại hóa.

Nhiều biến tính đối với sữa đang được kiến nghị, hoặc là bổ sung thêm các protein mới vào sữa hoặc điều khiển protein nội sinh (PIFB 2002). Gần đây, các nhà nghiên cứu Niu Zilân đã phát triển giống bò sữa GM để sản xuất các sản phẩm sữa với hàm lượng protein casein gia tăng. Sử dụng các loại sữa giàu protein như vậy sẽ làm tăng chất lượng của phomat. Các nghiên cứu khác triển khai theo hướng làm giảm hàm lượng lactoza trong sữa với mục đích để cho những người không dung nạp được sữa cũng có thể dùng các sản phẩm sữa.

Các ứng dụng biến đổi gen khác trong sản xuất chăn nuôi đang ở giai đoạn NC&PT ban đầu gồm có: nâng cao sức đề kháng bệnh tật, tăng tỷ lệ sinh sản ở cừu, thay đổi tỷ lệ giới tính trong gia cầm, tăng sản lượng trứng gia cầm bằng cách tạo ra hai buồng trứng hoạt động, và nâng cao sự chuyển hóa thức ăn ở lợn môi trường (enviropig - lợn thân thiện môi trường ít bài tiết phốt pho). Phần lớn các nghiên cứu theo hướng này vẫn còn ở giai đoạn nghiên cứu lý thuyết vì vậy khó có thể dự đoán khoảng thời gian tiến tới thương mại hóa sản phẩm.

Vi sinh vật. Hiện tại, chưa có sản phẩm thương mại được biết có chứa các vi sinh vật biến đổi gen (GMM) bán trên thị trường. Ở Vương quốc Anh, men GM để sản xuất bia đã được phê chuẩn từ năm 1993, nhưng sản phẩm không được dùng cho thương mại hóa (NCBE 2005). Các vi sinh vật khác được sử dụng trong thực phẩm (hiện đang ở giai đoạn NC&PT) bao gồm lên men chủng khởi động cho các loại thực phẩm khác nhau (bánh mì và rượu bia), và vi khuẩn axit lactic trong phô mát. Một hướng NC&PT khác nhằm mục đích giảm thiểu sự lây nhiễm do các vi sinh vật gây bệnh và nâng cao giá trị dinh dưỡng và hương vị.

Nhiều nỗ lực đã được thực hiện nhằm thay đổi về mặt di truyền loài vi sinh vật đa

cổ để bảo vệ gia súc khỏi các thành phần thức ăn độc hại. Các vi sinh vật cải tiến bằng công nghệ sinh học hiện đại cũng đang được phát triển trong lĩnh vực chế phẩm sinh học, đó là các vi sinh vật sống, khi tiêu thụ với một số lượng thích hợp như một phần thực phẩm, mang lại lợi ích sức khỏe cho vật chủ (FAO/WHO 2001).

Thành phần thực phẩm, hỗ trợ chế biến, thực phẩm chức năng và hóa chất dùng trong thú y có nguồn gốc từ vi sinh vật biến đổi gen. Nhiều enzyme được sử dụng để hỗ trợ chế biến trong sản xuất thực phẩm và thức ăn gia súc có nguồn gốc từ sử dụng các GMM. Điều này có nghĩa là các vi sinh vật GM không hoạt hóa, phân hủy hay loại bỏ ra khỏi sản phẩm cuối cùng. Men, nấm và vi khuẩn GM đã được sử dụng thương mại cho mục đích này từ hơn một thập kỷ nay. Các ví dụ bao gồm: α -amylase để sản xuất bánh mì, glucose isomerase để sản xuất fructoza, và chymosin dùng trong sản xuất phô mát. Hầu hết các vi sinh vật GM dùng trong chế biến thực phẩm đều là những dẫn xuất của các vi sinh vật đã được sử dụng trong công nghệ sinh học thực phẩm thông thường.

Vi sinh vật GM cũng được cho phép ở một số nước để sản xuất các chất dinh dưỡng vi lượng, như các vitamin và acid amin được sử dụng cho thực phẩm hoặc thực phẩm chức năng. Một ví dụ khác là việc sản xuất các carotene (sử dụng làm phụ gia, phẩm màu, thực phẩm chức năng) trong các hệ thống vi khuẩn biến đổi gen. Trong tương lai, đường chuyển hóa hoàn toàn có thể được tích hợp vào các vi sinh vật biến đổi gen, cho phép chúng sản sinh ra các hợp chất mới.

Đối với ngành chăn nuôi, các sản phẩm thú y như hormone tăng trưởng somatropin được sử dụng để làm tăng sản lượng sữa, sản phẩm này đã được phát triển bằng kỹ thuật di truyền. Hormone tăng trưởng somatropin đã có mặt trên thị trường một số nước được hơn một thập kỷ.

Kỹ thuật protein nhằm mục đích biến đổi di truyền chuỗi axit amin cấu tạo nên enzym. Cho đến nay, kỹ thuật protein chưa được sử dụng rộng rãi trong sản xuất enzyme. NC&PT trong lĩnh vực này nhằm mục đích thay đổi các đặc tính enzyme, ví dụ như nâng cao nhiệt độ hay tính ổn định pH. Xử lý enzyme thường thay thế cho các phản ứng hóa học hiện tại. Trong nhiều trường hợp, kết quả dẫn đến giảm tiêu thụ năng lượng và lượng hóa chất thải.

3. Tác động kinh tế - xã hội của công nghệ biến đổi gen

Theo số liệu tổng kết của ISAAA cho giai đoạn từ năm 1996 đến năm 2012, công nghệ sinh học hiện đại góp phần bảo đảm an ninh lương thực, phát triển bền vững và bảo vệ môi trường, chống biến đổi khí hậu với những số liệu cụ thể như: tăng sản lượng cây trồng với trị giá 116,9 tỷ USD; tạo một môi trường tốt hơn, bằng cách tiết kiệm 497 triệu kg (thành phần hoạt chất) thuốc trừ sâu; riêng năm 2012 đã giảm 26,7 tỷ kg lượng khí thải CO₂, tương đương với việc bớt đi 11,8 triệu xe ô tô lăn trên đường trong một năm; bảo tồn đa dạng sinh học trong giai đoạn 1996-2012 bằng cách tiết kiệm 123 triệu ha đất; giúp xóa đói giảm nghèo cho trên 16,5 triệu gia đình trang trại nhỏ, với tổng số trên 65 triệu người thuộc loại nghèo nhất trên thế giới. Cây trồng GM có thể đóng góp cho một chiến lược "thâm canh bền vững" được nhiều viện hàn lâm khoa học trên thế giới ủng hộ, điều này cho phép tăng năng suất và sản lượng trên diện

tích canh tác toàn cầu hiện nay là 1,5 tỷ ha, qua đó có thể bảo vệ được rừng và đa dạng sinh học.

Công nghệ gen đã có những đóng góp quan trọng cho thu nhập nông nghiệp nhờ nâng cao năng suất và hiệu suất (Bảng 2). Kể từ năm 1996, cây trồng GM đã làm tăng đáng kể sản lượng ngô, bông, cây cải dầu và đậu tương toàn cầu. Ứng dụng công nghệ kháng sâu (GM IR) trong các giống ngô và bông đóng góp đến 97,3% và 99,4% vào sản lượng gia tăng toàn cầu. Tác động tích cực đến sản lượng từ việc sử dụng công nghệ sinh học hiện đại được ghi nhận ở tất cả các nước sử dụng (ngoại trừ giống bông GM IR ở Úc) nếu so với sản lượng trung bình đạt được bằng công nghệ canh tác thông thường (như áp dụng thuốc trừ sâu và xử lý hạt giống). Tác động đến sản lượng nông nghiệp tính trung bình trên toàn bộ diện tích đất canh tác cây trồng GM mang hai tính trạng này trong giai đoạn 16 năm kể từ năm 1996 tương ứng đối với ngô là +10,1% và +15,8% đối với cây bông.

Tác động chủ yếu của công nghệ biến đổi gen kháng thuốc diệt cỏ (GM HT) đó là mang lại biện pháp kiểm soát cỏ dại hiệu quả chi phí và dễ dàng hơn, qua đó thúc đẩy năng suất cao hơn tại một số nước. Yếu tố chủ yếu thúc đẩy gia tăng sản lượng nông nghiệp từ công nghệ này đó là việc tạo thuận lợi cho các hệ thống sản xuất không cày xới, rút ngắn chu kỳ sản xuất và cho phép nông dân có thể trồng đậu tương ngay sau vụ lúa mì trong cùng một mùa.

Tính riêng năm 2011, lợi ích trực tiếp đối với thu nhập nông nghiệp toàn cầu từ cây trồng GM đạt 19,8 tỷ USD. Số liệu này tương đương với việc tăng thêm 6,3% giá trị sản lượng toàn cầu của bốn loại cây trồng chính gồm đậu tương, ngô, cải dầu và bông. Từ năm 1996, thu nhập nông nghiệp đã tăng 98,2 tỷ USD.

Canh tác ngô có được lợi ích lớn nhất từ công nghệ sinh học hiện đại, chủ yếu do tăng năng suất. Thu nhập gia tăng 7,1 tỷ USD nhờ giống ngô GM kháng sâu bệnh (GM IR) tương đương với việc tăng thêm 6,8% giá trị trồng trọt ở các nước trồng cây biến đổi gen, hay tăng thêm 3,3% tổng trị giá 214 tỷ USD sản lượng ngô toàn cầu trong năm 2011. Tính lũy kể từ năm 1996, công nghệ GM IR đã đóng góp 25,8 tỷ USD thu nhập cho nông dân trồng ngô toàn cầu.

Những lợi ích đáng kể cũng đạt được trong lĩnh vực trồng bông nhờ vào sự kết hợp giữa sản lượng tăng và chi phí thấp. Trong năm 2011, thu nhập từ trồng bông ở các nước phê chuẩn cây trồng GM tăng 6,73 tỷ USD, và kể từ năm 1996 khu vực này đã được hưởng lợi là 32,5 tỷ USD. Thu nhập gia tăng trong năm 2011 góp phần tăng thêm 15% giá trị sản lượng bông tại các nước này, hay đóng góp 11,6% cho tổng trị giá 56 tỷ USD sản lượng bông toàn cầu. Đây là đóng góp đáng kể vào giá trị gia tăng của hai công nghệ hạt giống bông mới.

Gia tăng thu nhập nông nghiệp còn xuất phát từ hai lĩnh vực cây trồng GM khác là đậu tương và cải dầu. Công nghệ GM HT trong canh tác đậu tương đã làm tăng thu nhập nông nghiệp thêm 3,89 tỷ USD trong năm 2011, và kể từ năm 1996 thu nhập nông nghiệp đã tăng hơn 32,2 tỷ USD nhờ công nghệ này. Trong lĩnh vực trồng cây cải dầu (chủ yếu ở khu vực Bắc Mỹ) thu nhập nông nghiệp tăng thêm 3,1 tỷ USD trong giai đoạn 1996-2011.

Số liệu thống kê cho thấy trong năm 2011, nông dân thuộc các nước đang phát triển

được hưởng 51,2% trong tổng lợi ích thu nhập nông nghiệp mà công nghệ sinh học hiện đại mang lại. Phần lớn số thu nhập nông dân các nước đang phát triển đạt được xuất phát từ trồng bông GM IR và đậu tương GM HT. Trong vòng hơn 16 năm, 1996-2011, thu nhập nông nghiệp lũy tích do nông dân tại các nước đang phát triển đạt được chiếm 50,5% (49,63 tỷ USD).

Đối với nông dân ở các nước đang phát triển tổng chi phí chiếm 14% tổng lợi ích công nghệ, trong khi đối với nông dân tại các nước phát triển chi phí chiếm 28% tổng lợi ích công nghệ. Bảng 2 dưới đây cho thấy những ích lợi thu nhập nông nghiệp toàn cầu từ cây trồng GM trong giai đoạn 1996-2011:

Bảng 2: Tổng thu nhập nông nghiệp toàn cầu từ cây trồng biến đổi gen giai đoạn 1996-2011 (đơn vị triệu USD)

Giống cây	Gia tăng thu nhập nông nghiệp 2011	Gia tăng thu nhập nông nghiệp 1996-2011	Lợi ích thu nhập nông nghiệp năm 2011 tính theo % tổng giá trị sản lượng các loại cây trồng GM tại các nước phê chuẩn	Lợi ích thu nhập nông nghiệp năm 2011 tính theo % tổng trị giá sản lượng cây trồng toàn cầu
Đậu tương GM kháng thuốc diệt cỏ	3.879,2	32.211,9	3,8	3,2
Ngô GM kháng thuốc diệt cỏ	1.540,2	4.212,2	1,5	0,7
Bông GM kháng thuốc diệt cỏ	166,9	1.224,1	0,4	0,3
Canola GM kháng thuốc diệt cỏ	433,2	3.131,4	1,4	1,2
Ngô GM kháng sâu hại	7.104,9	25.762,0	6,8	3,3
Bông GM kháng sâu hại	6.559,6	31.263,2	14,7	11,6
Các loại khác	83,3	412,0		
Tổng số	19.767,3	98.216,8	6,3	5,9

Ghi chú: Các loại cây khác: Đậu đũa và bí kháng virus và củ cải đường kháng thuốc diệt cỏ. Tổng trị giá chỉ liên quan đến 4 loại cây chính gồm đậu tương, ngô, bông và canola.

Nguồn: "GM Crop impact: 1996-2011" PG Economics Ltd, 2013.

Bảng 3: Lợi ích thu nhập nông nghiệp từ cây trồng GM năm 2011: các nước đang phát triển so với các nước phát triển (đơn vị: triệu USD)

	Các nước phát triển	Các nước đang phát triển
Đậu tương GM HT	1.794,2	2.085,0
Ngô GM IR	5.710,4	1.394,5
Ngô GM HT	897,1	643,1

Bông GM IR	650,7	5.908,9
Bông GM HT	80,7	86,2
Hạt cải dầu GM HT	433,2	0
Đu đủ và bí GM kháng virus và củ cải đường GM HT	83,3	0
Tổng số	9.649,6	10.117,7

Ghi chú: các nước đang phát triển gồm tất cả các nước thuộc Nam Mỹ, Mehico, Honduras, Burkina Faso, Trung Quốc, Ấn Độ, Philipin và Nam Phi.

Nguồn: "GM Crop impact: 1996-2011" PG Economics Ltd, 2013.

4. Phê chuẩn cây trồng GM toàn cầu

Kể từ năm 1994 đến ngày 30/11/2013, tổng số có 36 nước (35+EU28) đã phê chuẩn sử dụng cây trồng biến đổi gen làm thực phẩm và/hoặc sử dụng làm thức ăn gia súc, canh tác hay đưa vào môi trường. Tại 36 quốc gia này, tổng số có 2833 phê chuẩn liên quan đến 27 loài cây trồng GM và 336 sự kiện chuyển gen đã được các cấp có thẩm quyền phê chuẩn, trong số đó có 1321 phê chuẩn sử dụng thực phẩm (sử dụng trực tiếp hoặc chế biến), 918 phê chuẩn cho sử dụng trong thức ăn gia súc và 599 phê chuẩn trồng hoặc đưa ra môi trường. Nhật Bản có số lượng phê chuẩn lớn nhất (198), tiếp theo là Hoa Kỳ (165 không bao gồm các sự kiện chuyển gen tổ hợp), Canada (146), Mehico (131), Hàn Quốc (103), Úc (93), Niu Zilan (83), EU (71 tính cả các phê chuẩn đã hết thời hạn hoặc trong quá trình tái hiệu lực), Philippin (68), Đài Loan (65), Colombia (59), Trung Quốc (55) và Nam Phi (52). Ngô có số phê chuẩn sự kiện chuyển gen lớn nhất (130 sự kiện tại 27 nước), tiếp theo là bông (49 sự kiện tại 22 nước), cà chua (31 sự kiện tại 10 nước), cây cải dầu (30 sự kiện ở 12 nước) và đỗ tương (27 sự kiện ở 26 nước). Những sự kiện chuyển gen nhận được phê chuẩn nhiều nhất là giống đậu tương kháng thuốc diệt cỏ GTS-40-3-2 (51 phê chuẩn tại 24 nước + EU28), tiếp theo là giống ngô kháng sâu bệnh MON810 (49 phê chuẩn tại 23 nước + EU28) và giống ngô kháng thuốc diệt cỏ NK603 (49 phê chuẩn tại 22 nước + EU28), ngô kháng sâu bệnh Bt11 (45 phê chuẩn tại 21 nước + EU28), ngô kháng sâu bệnh TC1507 (45 phê chuẩn tại 20 nước + EU28), ngô kháng thuốc diệt cỏ GA21 (41 phê chuẩn tại 19 quốc gia + EU28), đậu tương kháng thuốc diệt cỏ A2704-12 (37 phê chuẩn tại 19 nước + EU28), ngô kháng sâu bệnh MON89034 (36 phê chuẩn tại 19 nước + EU28), bông kháng sâu bệnh MON531 (36 phê chuẩn tại 17 nước + EU28), ngô kháng thuốc diệt cỏ và chống sâu bệnh MON88017 (35 phê chuẩn tại 19 nước + EU28), và bông kháng sâu bệnh MON1445 (34 phê chuẩn tại 15 nước + EU28).

Năm 2013, tổng trị giá hạt giống GM toàn cầu đạt xấp xỉ 15,6 tỷ USD. Một công trình nghiên cứu vào năm 2011 ước tính rằng tổng chi phí phát minh, phát triển và cấp phép một giống/tính trạng cây trồng GM mới mất khoảng 135 triệu USD. Năm 2013, trị giá thị trường toàn cầu của cây trồng biến đổi gen theo ước tính của Cropnosis là 15,6 tỷ USD (tăng từ 14,6 tỷ USD năm 2012); chiếm 22% tổng trị giá 71,5 tỷ USD thị trường bảo hộ giống cây trồng toàn cầu, và 35% trị giá 45 tỷ USD thị trường hạt giống thương mại. Tổng thu nhập ước tính toàn cầu của sản phẩm thương mại cuối cùng tại điểm sản xuất (hạt và sản phẩm thu hoạch) cao hơn gấp 10 lần so với tổng trị giá hạt

giống GM.

5. Triển vọng tương lai về sinh vật biến đổi gen toàn cầu

Năm 2013, tỷ lệ tăng trưởng tiếp tục duy trì ở mức ổn định đối với các loại cây trồng công nghệ sinh học chủ yếu ở các nước công nghiệp và các thị trường cây trồng GM trưởng thành thuộc các nước đang phát triển, nơi có tỷ lệ áp dụng đã đạt đến mức tối đa ~ 90%. Cây trồng GM đã tăng trưởng mạnh tại các thị trường còn chưa trưởng thành thuộc các nước đang phát triển, chẳng hạn như Burkina Faso (tăng trưởng hơn 50% trong năm 2013) và Sudan (tăng trưởng hơn 300% vào năm 2013), đặc biệt Braxin trải qua năm thứ năm liên tiếp tăng trưởng với 3,7 triệu ha diện tích gia tăng, tương đương với tỷ lệ gia tăng 10% từ năm 2012 đến 2013.

Trong cộng đồng khoa học liên quan đến công nghệ sinh học, một quan điểm lạc quan và thận trọng cho rằng cây trồng công nghệ sinh học, bao gồm cả cây trồng chủ yếu và cây trồng ít được quan tâm (orphan crops), sẽ ngày càng được xã hội chấp nhận, đặc biệt là các nước đang phát triển, nơi mà việc đáp ứng lương thực cho nhân dân là nhiệm vụ cấp bách, khi mà dân số toàn cầu, phần lớn tập trung ở các nước phương Nam, sẽ vượt quá 10 tỷ vào đầu thế kỷ 22 - năm 2100. Chúng ta không thể nuôi sống thế giới tương lai bằng công nghệ hiện tại.

Trong khi gạo là cây lương thực quan trọng nhất ở Trung Quốc, thì ngô lại là cây trồng làm thức ăn gia súc quan trọng nhất. Hơn 35 triệu ha ngô được trồng ở Trung Quốc, ước tính có khoảng 100 triệu hộ gia đình tại đây trồng ngô (nếu tính mỗi gia đình có 4 người, điều đó có nghĩa là khoảng 400 triệu người được hưởng lợi tiềm năng). Ngô chuyển gen phytase, làm tăng sự hấp thu phosphate ở động vật được báo cáo là đã góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất thịt, đây là một nhu cầu mới, quan trọng và ngày càng gia tăng do Trung Quốc đang trở nên giàu có hơn và cũng tiêu thụ thịt nhiều hơn dẫn đến yêu cầu nhập khẩu ngô tón kém hơn. Trung Quốc nuôi 500 triệu con lợn (chiếm gần 50% số lợn nuôi toàn cầu), 13 tỷ gà, vịt và gia cầm khác, cho thấy nhu cầu thức ăn gia súc là rất lớn. Trước nhu cầu ngô gia tăng và nhập khẩu gia tăng, cây ngô chuyển gen - với vai trò là một loại cây để làm thức ăn gia súc - có thể trở thành cây trồng GM đầu tiên được thương mại hóa tại Trung Quốc và điều này phù hợp với thời đại ưa chuộng chất xơ, để làm thức ăn gia súc và thực phẩm. Một nhóm gồm hơn 60 nhà khoa học đầu ngành Trung Quốc mới đây đã tiến hành xem xét lại tầm quan trọng chiến lược của việc thương mại cây trồng GM đối với đất nước này và cả về cam kết đảm bảo khảo nghiệm an toàn các sản phẩm trước khi bắt đầu triển khai. Ngô chuyển gen phytase đã được phê chuẩn về độ an toàn sinh học tại Trung Quốc vào ngày 27/11/2009. Các nước sản xuất ngô khác thuộc châu Á, trong đó có Ấn Độ và Việt Nam đã tiến hành khảo nghiệm trên đồng giống ngô HT/Bt và có khả năng cho phép thương mại hóa trong tương lai gần, có thể là vào năm 2015.

Một đối tượng quy định khác và cũng là một sản phẩm rất quan trọng đối với châu Á đó là Gạo Vàng (Golden Rice) sẽ được sẵn sàng để giới thiệu với nông dân vào năm 2016 tại Philippin. Bangladesh cũng đặt ưu tiên cao về sản phẩm này. Giống gạo vàng được phát triển để giải quyết vấn đề thiếu hụt vitamin A là nguyên nhân dẫn đến 2,5 triệu trẻ em tử vong mỗi năm và hơn 500.000 em có nguy cơ bị mù vĩnh viễn. Patrick

More đã phát biểu rằng việc chối bỏ cung cấp Gạo vàng cho trẻ em đang bị suy dinh dưỡng nặng không khác gì "tội ác chống lại loài người", ý nghĩa đạo đức của Gạo vàng là không thể bác bỏ.

Tại Hoa Kỳ, sự chấp nhận giống ngô GM chịu hạn ngày càng gia tăng và sự chuyển giao công nghệ này đến một số nước châu Phi sẽ có ý nghĩa quan trọng, cũng như sự thông qua giống đậu chuyển gen kháng virus được phát triển bởi EMBRAPA, Braxin và đã được lên kế hoạch triển khai vào năm 2015. Cây đậu tương đa tính trạng (stacked soybean) đã được phát triển vào năm 2013 và được cho là sẽ đạt tỷ lệ chấp thuận cao ở Braxin và một số nước láng giềng trong tương lai gần.

Tại châu Phi, có ba nước gồm Nam Phi, Burkina Faso và Sudan đã thương mại hóa thành công cây trồng GM và hy vọng là ngoài ra còn có bảy nước khác hiện đang tiến hành thử nghiệm trên đồng sẽ dần dần đưa vào thương mại hóa cây trồng chuyển gen. Các sản phẩm chú trọng nổi trội khác gồm có giống bông và ngô GM đã qua thử nghiệm và một đối tượng quy định pháp luật là giống ngô chịu hạn WEMA đã được lên kế hoạch vào năm 2017. Một trong số các loại cây chuyển gen ít được quan tâm khác (orphan crops) như cây đậu đũa kháng sâu hại có khả năng được áp dụng trong tương lai gần để mang lại lợi ích cho nông dân.

Mặc dù cây trồng công nghệ sinh học được coi là cần thiết như một thành phần (bao gồm cả các công cụ chỉnh sửa hệ gen phi chuyển gen như: enzyme xúc tác ZFN (Zinc Finger Nucleases) và TALENs (Transcription Activator-Like Effector Nucleases) nhằm làm tăng độ chính xác và tốc độ) trong chương trình cải tiến giống cây trồng, nhưng chúng không phải một phương thuốc đa năng. Việc tuân thủ các thực hành nông nghiệp tốt như luân canh và quản lý tính kháng cũng là điều cần thiết đối với cây trồng GM cũng như đối với cây trồng thông thường. Điều quan trọng cần ghi nhận là mức tăng hàng năm sẽ khiêm tốn hơn và tiếp tục ổn định là điều được dự báo trong vài năm tới. Đó là do tỷ lệ phê chuẩn đã đạt mức tối đa (hơn 90%) đối với các loại cây GM chính ở tại cả các nước công nghiệp lẫn nước đang phát triển, vì vậy còn rất ít chỗ để phát triển. Do ngày càng có nhiều nước phê chuẩn cây trồng GM, diện tích tiềm năng bình quân đối với mỗi loại cây trồng sẽ tăng lên (như cây mía - 25 triệu ha) và đặc biệt đối với cây trồng có diện tích trồng lớn hơn (như cây lúa 163 triệu ha, và lúa mì 217 triệu ha). Sự tăng trưởng về diện tích cũng sẽ được thúc đẩy bằng danh mục đầu tư các sản phẩm đang tăng lên từ cả khu vực nhà nước và tư nhân và các sự kiện chuyển gen sẽ ngày càng chú trọng vào các tính trạng chất lượng để nâng cao sức khỏe và thể chất.

II. THỰC PHẨM BIẾN ĐỔI GEN VÀ AN NINH LƯƠNG THỰC

1. Định nghĩa an ninh lương thực

Định nghĩa chính thức về an ninh lương thực đã được thông qua tại Hội nghị thượng đỉnh lương thực thế giới năm 1996 (FAO 1996) nêu rõ: “An ninh lương thực đạt được khi tất cả mọi người vào mọi thời điểm đều có thể tiếp cận đầy đủ về mặt vật chất và kinh tế với thực phẩm an toàn và bổ dưỡng để đáp ứng các nhu cầu ăn uống và sở thích ăn uống cho một cuộc sống tích cực và khỏe mạnh”.

Trong khuôn khổ phát triển bền vững, Hội nghị môi trường và phát triển của Liên

Hợp Quốc (UNCED) năm 1992 nêu rõ: “Mục tiêu quan trọng của an ninh lương thực là làm tăng mạnh sản xuất nông nghiệp một cách bền vững và cải thiện đáng kể quyền con người có đủ lương thực và các nguồn cung cấp lương thực phù hợp về mặt văn hóa”.

Giả định cơ bản về an ninh lương thực, đó là nhiều nước có phương tiện để đáp ứng lương thực, nhưng không thực hiện được do một loạt hạn chế. Trong khi xác định và khắc phục những hạn chế này, cần phải tìm ra các giải pháp bền vững để cải thiện và giảm tính biến động hàng năm trong sản xuất lương thực và mở đường cho việc tiếp cận lương thực trên qui mô lớn hơn.

Các nguyên nhân gây ra tình trạng khan hiếm lương thực thường liên quan đến mối tương tác phức tạp giữa các vấn đề kinh tế, xã hội, chính trị và kỹ thuật. Việc phân tích tương tác này nên xác định giải pháp tiềm năng và tìm cách tiếp cận tốt nhất cho một nhóm dân số nhất định (FAO1996). Đối với một số cộng đồng, khả năng sản xuất đủ lương thực là vấn đề khó khăn, trong khi đối với các cộng đồng khác lại là thiếu tiền để mua thực phẩm chọn lọc kỹ hơn.

Tình trạng an ninh lương thực bấp bênh và nghèo đói có quan hệ mật thiết với nhau. Cơ quan hợp tác quốc tế Thụy Điển (SIDA) định nghĩa nghèo là sự thiếu hụt 3 yếu tố (three-fold deficiency): thiếu an ninh, khả năng và cơ hội. Nghèo là nguyên nhân chính gây mất an ninh lương thực và đói cũng là nguyên nhân quan trọng của nghèo. Đói không chỉ về số lượng, mà còn liên quan đến suy dinh dưỡng. Mất an ninh lương thực và suy dinh dưỡng làm suy giảm khả năng phát triển các kỹ năng và giảm năng suất lao động của con người. Sự sụt giảm năng suất nông nghiệp gắn liền với nghèo đói ở nông thôn (FAO 1999). Tuy nhiên, mất an ninh lương thực là một thực tế mà những người dễ bị tổn thương trong mọi xã hội và mọi quốc gia phát triển và đang phát triển phải trải qua.

Tại các nước phát triển, vấn đề an ninh lương thực thường là sự phản ánh khả năng chi trả và khả năng tiếp cận thông qua các kênh thông thường. An ninh lương thực đối với người nghèo nông thôn tại các nước đang phát triển là sản xuất hoặc đảm bảo đủ lương thực cung cấp cho các hộ gia đình và khả năng duy trì sản lượng hàng năm. Trong các trường hợp, nghèo liên quan đến thu nhập của hộ gia đình, thì việc cải thiện an ninh lương thực bằng cách đảm bảo cơ hội tiếp cận lương thực hoặc tăng sức mua của một gia đình là cần thiết. Cung cấp cho các cộng đồng nghèo những kỹ năng cải thiện các điều kiện một cách bền vững về kinh tế và sinh thái mở ra cơ hội để giảm nghèo ở qui mô canh tác tự cung tự cấp và trên qui mô lớn hơn bằng cách tác động đến sự phát triển kinh tế của quốc gia.

2. Những thách thức đối với an ninh lương thực

Tại các nước đang phát triển, 800 triệu người bị suy dinh dưỡng, trong đó số người sống dưới 1 USD/ngày chiếm tỷ lệ lớn, mặc dù giá lương thực thế giới giảm hơn 50% trong 20 năm qua. Sản lượng lương thực toàn cầu đã tăng vọt, mang đến cho người tiêu dùng các thực phẩm đa dạng.

Mặc dù sự giảm giá lương thực ở các nước phát triển đã mang lại lợi ích cho người nghèo, là những người phải chi phần lớn thu nhập của mình vào thực phẩm, nhưng xu hướng này không tác động nhiều đến đa số các nước trong thế giới đang phát triển, châu Phi

cận Sahara cho thấy bức tranh ảm đạm nhất. Do giá giảm mạnh trong lĩnh vực hàng hóa này, mà ngũ cốc đã trở thành thực phẩm chính trong chế độ ăn của người nghèo. Trong khi sự gia tăng sản lượng các cây ngũ cốc chủ lực (gạo, lúa mì và ngô) nghĩa là lượng calo lấy từ thực phẩm nhiều hơn, nhưng tình trạng suy dinh dưỡng do thiếu vi chất vẫn là vấn đề nghiêm trọng.

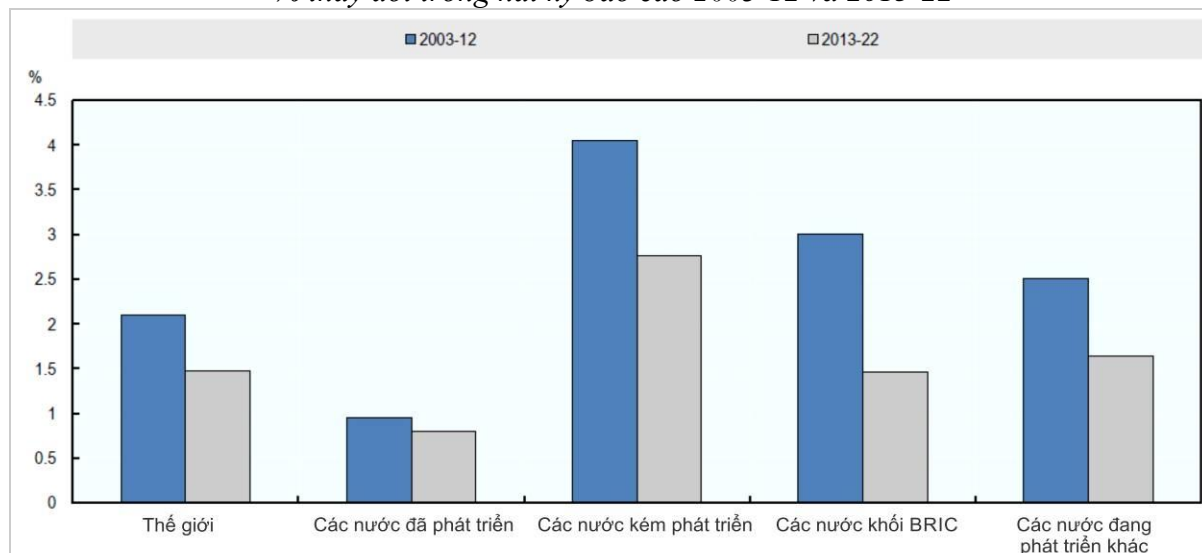
Các phân tích theo khu vực mô tả châu Phi cận Sahara là khu vực duy nhất có cả số lượng và tỷ lệ trẻ em suy dinh dưỡng tăng liên tục trong 3 thập kỷ qua. Mặc dù tỷ lệ suy dinh dưỡng ở Nam Á cũng rất cao.

Dân số thế giới dự báo sẽ đạt 8 tỷ người vào năm 2025 và ước tính hầu hết sự gia tăng sẽ diễn ra ở các nước đang phát triển. Cung cấp lương thực và nhà ở cho thêm 2 tỷ người nữa sẽ gây áp lực lớn đến đất, nước, năng lượng và các dạng tài nguyên khác.

Các dự báo đến năm 2020 cho thấy khả năng sẵn sàng lương thực bình quân đầu người trên toàn thế giới sẽ tăng gần 7%, nghĩa là đạt 2900 calo/người/ngày (Ngân hàng thế giới 2003). Tuy vậy, tính sẵn sàng lương thực trung bình đối với người dân ở châu Phi cận Sahara là 2.300 calo, chỉ cao hơn lượng calo tối thiểu được khuyến cáo cho một cuộc sống năng động và hữu ích.

Về sản lượng nông nghiệp, các ước tính sơ bộ trên thế giới năm 2013 cho thấy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp vẫn ở mức thấp, sản lượng dự kiến trên đầu người là 0,5%/năm. Tốc độ tăng trưởng hàng năm cũng thể hiện xu hướng năng suất giảm, đặc biệt tại các khu vực gồm các nước đang phát triển. Sự gia tăng sản lượng nông nghiệp ở châu Á đã giảm một cách có hệ thống trong 5 năm qua, châu Phi cận Sahara có tốc độ tăng trưởng thấp hơn mức trung bình.

Hình 2. Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm về sản lượng nông sản giảm % thay đổi trong hai kỳ báo cáo 2003-12 và 2013-22



Nguồn: OECD và Ban thư ký Tổ chức FAO

Năng suất nông nghiệp có ý nghĩa quan trọng đối với an ninh lương thực, trong đó nó có tác động đến các nguồn cung, giá lương thực cũng như thu nhập và sức mua của nông dân. Cải thiện an ninh lương thực ở cấp quốc gia đòi hỏi sự gia tăng tính sẵn có

lượng thực thông qua tăng sản lượng nông nghiệp hoặc tăng cường nhập khẩu lương thực. Để tăng sản xuất nội địa và duy trì nguồn cung cấp lương thực đầy đủ, các nước mất an ninh lương thực thường phụ thuộc vào nhập khẩu và viện trợ lương thực. Kim ngạch xuất khẩu thường thấp và không đủ cung cấp ngoại hối để hỗ trợ nhập khẩu. Do đó, về lâu dài, nhập khẩu lương thực là không bền vững.

Trước đây, sản xuất lương thực ở các nước đang phát triển tăng có thể là do canh tác nhiều đất hơn là triển khai các phương thức canh tác cải tiến hoặc áp dụng các công nghệ mới. Về bản chất, nông nghiệp đe dọa các hệ sinh thái khác, tình trạng này có thể trầm trọng hơn do canh tác và chăn thả quá mức, phá rừng và các phương thức tưới tiêu có hại. Tuy nhiên, nhu cầu lương thực ở châu Á, châu Âu và Bắc Phi gia tăng cần được đáp ứng bằng cách tăng sản lượng lương thực vì hầu hết diện tích đất tại các khu vực này đã được sử dụng cho nông nghiệp. Khả năng mở rộng đất nông nghiệp chỉ có ở châu Mỹ Latinh và châu Phi cận Sahara, nơi phần lớn diện tích đất còn lại khó canh tác. Vì vậy, sự gia tăng sản xuất lương thực cần thiết để nuôi sống dân số thế giới đang gia tăng chỉ có thể được đáp ứng bằng cách tăng sản lượng lương thực trên mỗi hecta.

Nhận thức phạm vi suy thoái môi trường chủ yếu do các hoạt động của con người gây ra, các thỏa ước đa phương ra đời từ Hội nghị UNCED năm 1992 nhằm giải quyết tình hình an ninh lương thực bị tổn thương trên qui mô toàn cầu. Một trong những thỏa ước này là Công ước chống sa mạc hóa của Liên Hợp Quốc. Thỏa ước này thúc đẩy việc thực hiện các phương thức nhằm khắc phục tình trạng sa mạc hóa cho sử dụng đất bền vững và an ninh lương thực.

Khi các nước phát triển giàu có hơn có xu hướng sản xuất nhiều lương thực, một số người cho rằng việc tái phân phối số lương thực dư thừa có thể nuôi dưỡng dân số gia tăng của các nước đang phát triển. Tuy nhiên, hành động này đòi hỏi những thay đổi về chính sách sẽ không thể thực hiện trên qui mô toàn cầu. Do đó, tỷ lệ lớn nhu cầu lương thực của các nước đang phát triển sẽ được đáp ứng bằng các hệ thống nông nghiệp nội địa. Việc khởi động một nguồn cung cấp lương thực nhất quán và bền vững sẽ đòi hỏi phải kiểm tra kỹ lưỡng các qui trình sản xuất và cơ sở hạ tầng hỗ trợ.

Tìm kiếm các giải pháp cho sự suy giảm sản lượng cây trồng đòi hỏi nỗ lực cải thiện các yếu tố mà ngành nông nghiệp phụ thuộc, như đất, nước và đa dạng sinh học. Việc chuyển đổi các hệ thống nông nghiệp của nông dân bằng cách đưa các công nghệ tích hợp các qui trình nông nghiệp-sinh thái vào sản xuất lương thực, đồng thời giảm thiểu các ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường, là chìa khóa cho nông nghiệp bền vững. Ngoài ra, tăng sản lượng cây trồng cần được đạt được nhờ sử dụng các công nghệ chi phí thấp sẵn có ở địa phương và đầu vào tối thiểu không gây hại đến môi trường.

Năng suất lương thực toàn cầu đang trải qua quá trình chuyển đổi nhanh là kết quả của tiến bộ công nghệ trong các lĩnh vực truyền thông, thông tin, vận tải và công nghệ sinh học hiện đại. Nhìn chung, các công nghệ có xu hướng được phát triển để đáp ứng các áp lực thị trường chứ không đáp ứng nhu cầu của người nghèo không có sức mua. Do nông nghiệp là một hoạt động kinh tế chủ yếu của các cộng đồng nông thôn, do đó, việc tối ưu hóa mức sản xuất sẽ tạo việc làm và thu nhập, làm tăng sự giàu có và hạnh phúc của cộng đồng. Cải thiện sản xuất nông nghiệp ở các nước đang phát triển là cơ

sở để giảm nghèo và tăng cường an ninh lương thực.

Đầu tư tăng năng suất nông nghiệp có thể được thực hiện thông qua việc đưa vào các công nghệ cao như hạt giống chất lượng tốt, hệ thống luân canh cây trồng. Tuy nhiên, việc áp dụng các công nghệ nông nghiệp trước đây đã dẫn đến sự xuất hiện nhiều chủng sâu bệnh độc hại, mầm bệnh và cỏ dại, suy thoái đất và mất đa dạng sinh học. Đặc biệt, Cuộc cách mạng xanh đã tập trung vào lúa mì và gạo, mà không chú ý nhiều đến các cây trồng chủ lực như lúa miến, sắn hoặc kê. Ngoài ra, hạt giống và phân bón cần để phát triển các giống cây cho sản lượng cao có giá đắt đỏ, vì thế không phải mọi người đều được tiếp cận.

Tái khẳng định sự ủng hộ các nguyên tắc đã được nhất trí tại UNCED, Mục tiêu phát triển thiên nhiên kỷ của LHQ đã đề ra một lộ trình bảo vệ môi trường. Việc theo đuổi các mục tiêu giới hạn về thời gian là đạo đức phát triển mới đòi hỏi tính bền vững trong khuôn khổ tiến bộ được đo lường bằng các hành động hài hòa giữa các yếu tố kinh tế và sinh thái của sản xuất lương thực vì lợi ích của các thế hệ hiện tại và tương lai. Mở rộng nhận thức về nông nghiệp, nông nghiệp bền vững được định nghĩa như sau:

- thân thiện với môi trường, bảo tồn tài nguyên và duy trì tiềm lực sản xuất;
- sinh lợi cho người nông dân và hoạt động trên cơ sở lâu dài;
- cung cấp lương thực có chất lượng và đủ cho tất cả mọi người;
- được xã hội chấp nhận;
- công bằng xã hội giữa các nước và trong mỗi nước.

Một hệ thống lương thực an toàn là hệ thống, trong đó tài nguyên sinh thái mà sản xuất lương thực phụ thuộc vào, cho phép sử dụng liên tục tài nguyên này nhưng gây thiệt hại nhỏ nhất đến các thế hệ hiện tại và tương lai. Mặt khác, an ninh lương thực và nông nghiệp bền vững có liên kết với nhau và đều là trung tâm của khái niệm phát triển bền vững.

Chương trình chống nạn đói của FAO đã báo cáo, tăng đầu tư cho nông nghiệp và phát triển nông thôn có thể giảm nạn đói. Để giảm một nửa số người bị đói vào năm 2015, ước tính sẽ phải dành kinh phí 24 tỷ USD cho nghiên cứu nông nghiệp, hỗ trợ lương thực khẩn cấp và cải thiện cơ sở hạ tầng nông thôn. Trái lại, với tốc độ tiến bộ như hiện nay, số người không được đảm bảo lương thực sẽ chỉ giảm 24%.

Những vấn đề về sản xuất lương thực mà nông dân phải trải qua, không giống nhau giữa các nước và cộng đồng và cần có các giải pháp công nghệ cho những trường hợp đó, nghĩa là một giải pháp sẽ không phù hợp cho tất cả mọi nơi. Tiềm năng của một số công nghệ đã được chứng minh ở nhiều khu vực trên thế giới, ví dụ, các chương trình cải thiện nông nghiệp-sinh thái liên quan đến:

- Khai thác và bảo tồn nước hiệu quả hơn, thậm chí trong các môi trường được cấp nước mưa.
- Giảm xói mòn đất bằng cách áp dụng kỹ thuật canh tác không cày bừa kết hợp sử dụng phân xanh và thuốc diệt cỏ như ở Argentina và Braxin
- Kiểm soát sâu hại và cỏ dại không dùng thuốc trừ sâu hoặc thuốc diệt cỏ, ví dụ Bangladesh và Kenya đã thử nghiệm và thực hiện thành công.

Thực vậy, các chương trình này hiện được chấp nhận trên diện rộng như hạt nhân

của nông nghiệp bền vững. Các cộng đồng tham gia vào những dự án này, có thể chuyển đổi sản xuất lương thực thông qua việc sử dụng các chiến lược quản lý tài nguyên tập trung vào cải tạo đất bằng cách trồng cây họ đậu và áp dụng nông-lâm nghiệp, canh tác không cày bừa và phân xanh. Các dự án này cùng với dự án khác đã chứng tỏ tính bền vững của bất cứ phương thức và điều kiện canh tác nào, theo đó, sản xuất có thể được duy trì ở mức hợp lý, không thể dự báo với độ chắc chắn tuyệt đối. Một số vùng sẽ có khả năng chuyển giao các công nghệ sản lượng cao với các cấp độ thành công khác nhau. Sự tiếp thu các hệ thống sản xuất mới đã được chứng minh thành công trong các chương trình có sự tham gia của toàn thể cộng đồng, mà không đưa vào các nhóm nông dân tách biệt.

Chỉ riêng nghiên cứu và công nghệ sẽ không đủ để thúc đẩy sự phát triển của ngành nông nghiệp. Hạ tầng không phù hợp và các thị trường hoạt động kém có xu hướng làm trầm trọng vấn đề mất an ninh lương thực. Chi phí tiếp thị nông sản quá cao cản trở nông dân qui mô nhỏ, vì sự tách biệt của họ cản trở liên kết giữa các hoạt động nông nghiệp và phi nông nghiệp giữa các làng xã lân cận và giữa khu vực nông thôn và thành thị. Xây dựng đường sá ở các vùng nông thôn là cần thiết để thúc đẩy tăng trưởng, thương mại và trao đổi các sản phẩm nông nghiệp và phi nông nghiệp trong các cộng đồng nông thôn, thậm chí điều đó có thể đủ nuôi sống bản thân họ. Ví dụ, đầu tư của chính phủ cho các dự án thủy lợi, kho lưu trữ và phương tiện vận tải, đường giao thông kết nối các ngôi làng với những thị trường lớn ở các vùng nông thôn Trung Quốc và Ấn Độ đã tác động mạnh đến việc làm, năng suất và cuối cùng cung cấp các cơ hội giảm nghèo tại các vùng bị ảnh hưởng. Theo UNDP, ngưỡng cơ bản về đường giao thông, điện, cảng và truyền thông cần đạt được để duy trì tăng trưởng.

3. Vai trò của công nghệ sinh học hiện đại

Công ước Đa dạng sinh học chỉ ra rằng, việc sử dụng và ứng dụng công nghệ là phương tiện để đạt được các mục tiêu bảo tồn và sử dụng bền vững, trong đó công nghệ sinh học được coi như một quy chiếu đặc biệt.

Từ góc độ kỹ thuật, công nghệ sinh học hiện đại được xem là có một số sản phẩm giải quyết những vấn đề an ninh lương thực nhất định của các nước đang phát triển. Công nghệ sinh học mở ra triển vọng về một hệ thống nông nghiệp phụ thuộc vào các qui trình sinh học nhiều hơn các ứng dụng hóa học. Tiềm năng sử dụng công nghệ sinh học hiện đại trong nông nghiệp bao gồm: tăng sản lượng đồng thời giảm đầu vào phân bón, thuốc diệt cỏ và thuốc trừ sâu; tăng khả năng chịu hạn hoặc chịu mặn cho cây trồng; tăng thời hạn sử dụng; giảm tổn thất sau thu hoạch; tăng hàm lượng dinh dưỡng của sản phẩm; và cung cấp vắc xin. Tính sẵn có của các sản phẩm này không chỉ có vai trò quan trọng trong giảm đói và tăng cường an ninh lương thực, mà còn có tiềm năng giải quyết một số vấn đề sức khỏe của thế giới đang phát triển.

Việc đạt được những cải tiến về sản lượng cây trồng như mong đợi tại các nước đang phát triển có thể giúp xóa nghèo: trực tiếp bằng cách tăng thu nhập của hộ nông dân nhỏ áp dụng các công nghệ này; và gián tiếp thông qua mức độ lan tỏa, bằng chứng là giảm giá thuốc diệt cỏ và thuốc trừ sâu. Toàn bộ lợi ích gián tiếp có xu hướng tác động đến cả những người áp dụng công nghệ và người không áp dụng công nghệ,

người nghèo ở nông thôn và đô thị.

Thật vậy, một số nước đang phát triển đã xác định các lĩnh vực ưu tiên như khả năng chịu kim loại kiềm thổ, hạn hán và độ mặn của đất, khả năng kháng bệnh, sản lượng cây trồng và cây trồng tăng cường dinh dưỡng. Việc áp dụng các công nghệ được thiết kế để kéo dài thời hạn sử dụng, có giá trị giúp giảm tổn thất sau thu hoạch cho các cây trồng quan trọng trong vùng. Các cây trồng đầu tiên được lựa chọn phát triển là các cây tuy đóng vai trò quan trọng nhưng ít được quan tâm (orphan crops) như sắn, khoai lang, kê, lúa miến và khoai mỡ (yam). Các công ty đa quốc gia không chú trọng phát triển các cây trồng này. Mà họ chỉ đầu tư cho các cây thích trồng thương mại mang lại lợi nhuận cao. Chiến lược này nhằm vào các nông dân giàu có ở các nước vùng ôn đới có khả năng tài chính và truyền thống ủng hộ các sản phẩm giống mới. Tuy nhiên, đây là tiềm năng cho các công ty đa quốc gia phát triển các cây trồng phổ biến tại các nước đang phát triển. Chi phí đầu tư thấp và các thị trường tiềm năng khá lớn.

Mặc dù một số viện nghiên cứu công tại các nước đang phát triển có định hướng nhằm vào ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại, nhưng rất ít viện nghiên cứu được hỗ trợ bởi chính sách của chính phủ và theo một chương trình xác định. Tuy nhiên, chính phủ một số nước khác lại tin rằng các nguy cơ (an ninh, môi trường và/hoặc kinh tế) liên quan đến công nghệ sinh học hiện đại lớn hơn lợi ích.

Hiện nay, nhiều triển vọng của công nghệ sinh học hiện đại có thể tác động đến an ninh lương thực, không được thừa nhận ở hầu hết các nước đang phát triển. Trên thực tế, sự tiếp nhận công nghệ sinh học hiện đại khá thấp là do một số yếu tố liên quan đến các vấn đề an ninh lương thực. Một phần nguyên nhân có thể là do thể hệ cây trồng CNSH thương mại đầu tiên được biến đổi các gen đơn để đưa vào các đặc tính nông học với những tính trạng để kiểm soát sâu hại và cỏ dại, và không có các đặc tính kết hợp để làm thay đổi khả năng sinh trưởng của cây trồng trong những điều kiện khắc nghiệt. Thứ hai, các công nghệ do các công ty tại các nước công nghiệp phát triển bằng khoản đầu tư thấp hoặc không trực tiếp nhằm vào các nước đang phát triển nên thu được lợi ích kinh tế nhỏ bé. Thứ ba, nhiều nước đang phát triển không có khuôn khổ pháp lý cần thiết về an toàn sinh học để đưa ra qui định đối với các sản phẩm công nghệ sinh học hiện đại. Ví dụ, phải mất hơn 2 năm để các cơ quan quản lý Kenya thông qua khảo nghiệm thực địa giống khoai lang kháng virus vì không có năng lực khoa học để đánh giá sản phẩm. Đáng lưu ý là những chậm chễ như vậy trong quá trình phê chuẩn vẫn còn được quan sát thấy ở các nước phát triển, đặc biệt là trong xúc tiến qui định đánh giá quốc gia.

Tuy nhiên, xu hướng này thay đổi nhanh chóng vì một số nước đang phát triển đã thông qua hoặc phát triển các công nghệ sinh học hay cơ sở hạ tầng pháp lý thích hợp. Một báo cáo của cơ quan nghiên cứu nông nghiệp quốc tế nêu rõ, hơn 40 cây trồng là trọng tâm của các chương trình nghiên cứu trong khu vực công của 15 nước đang phát triển liên quan đến những đặc trưng kháng bệnh ở lúa, khoai tây, ngô, đậu tương, đu đủ, mía, cỏ linh lăng và chuối. Ví dụ, Cơ quan nghiên cứu nông nghiệp Braxin đã tập trung nghiên cứu khả năng kháng bệnh của các cây trồng biến đổi gen như đậu tương, đu đủ và khoai tây. Chương trình nghiên cứu tại Đại học Cape Town (Nam Phi) chú

trọng phát triển các cây trồng kháng virus và hút ẩm. Gần đây, Đại học Cape Town đã tạo bước đột phá trong nghiên cứu khả năng kháng virus của ngô. Ở Thái Lan, Trung tâm kỹ thuật di truyền và công nghệ sinh học quốc gia đã hỗ trợ nghiên cứu khả năng kháng bệnh của cây lúa, hạt tiêu và đậu đũa.

Mặc dù các cây trồng biến đổi gen không được tạo ra để giải quyết các vấn đề riêng của các nước đang phát triển, nhưng việc chấp nhận cây trồng biến đổi gen chứng tỏ chúng có liên quan đến một số nước đang phát triển, ví dụ, trồng đậu tương kháng thuốc diệt cỏ ở Argentina và bông Bt là cây trồng chủ đạo của nông dân nghèo tài nguyên ở Trung Quốc và Nam Phi.

Thông tin về chi phí kinh tế liên quan đến việc NC&PT các sản phẩm của công nghệ sinh học hiện đại hoặc thông tin về tác động của việc đưa vào các sản phẩm này đến chi phí sản xuất còn ít. Phân tích sâu chi phí và lợi ích kinh tế-xã hội trước mắt và lâu dài là cần thiết.

Quaim và Zilberman (2003) báo cáo về việc nông dân Argentina chấp nhận đậu tương kháng thuốc diệt cỏ đã làm giảm chi phí sản xuất mỗi ha thông qua giảm một số ứng dụng thuốc diệt cỏ, qua đó, tăng 10% năng suất các yếu tố tổng hợp (TFP).

Tính trung bình, nông dân trồng bông Bt ở Trung Quốc đã giảm 70% tỷ lệ phun thuốc trừ sâu cho sâu đục thân ở châu Á, chi phí sản xuất trung bình 1kg bông thấp hơn 28% so với nông dân không trồng bông Bt. Những lợi ích này đã tác động không nhỏ đến tình hình nông nghiệp, môi trường, y tế và kinh tế của xấp xỉ 5 triệu nông dân nghèo tài nguyên ở 8 tỉnh của Trung Quốc. Tương tự như vậy, các thử nghiệm trên qui mô trang trại tại quốc gia này với lúa biến đổi gen chứa các gen kháng ấu trùng của côn trùng phá hoại cây lúa đã cho thấy tỷ lệ sử dụng thuốc trừ sâu ít hơn 80% và sản lượng tăng 6-9%. Ngoài ra, nông dân trồng các giống biến đổi gen ít bị mắc bệnh do thuốc trừ sâu gây ra hơn so với nông dân trồng các giống cũ.

Nghiên cứu trong 2 năm về tác động kinh tế của việc người nông dân ở Makhathini Flats, tỉnh Kwa-Zulu Natal, Nam Phi sử dụng bông Bt cho thấy, nông dân không chỉ làm tăng sản lượng, mà các khoản tiết kiệm từ việc giảm ứng dụng hóa chất còn cao hơn chi phí hạt giống. Từ năm 1997-2001, số nông dân trồng bông ở Nam Phi chấp nhận trồng bông Bt đã tăng 16 lần.

Một số nghiên cứu kinh tế nông học đã được đặt hàng kể từ khi áp dụng giống bắt nguồn từ công nghệ sinh học hiện đại ở Hoa Kỳ. Một báo cáo chỉ ra sự gia tăng sản lượng cao nhất với giống ngô kháng sâu hại, trong khi giảm chi phí đầu vào nhiều nhất ở đậu tương kháng thuốc diệt cỏ. Những lợi ích kinh tế liên quan đến trồng ngô Bt của nông dân ở Hoa Kỳ chủ yếu là kết quả của nhu cầu giảm thuốc trừ sâu. Lợi ích tài chính đạt được sau khi đã trừ đi chi phí hạt giống mà nông dân phải trả.

Mặc dù bằng chứng cho thấy cây trồng biến đổi gen có thể dẫn đến những lợi ích lớn về năng suất và sức khỏe, nhưng không phải là một “phép màu” để giải quyết mọi vấn đề trong nông nghiệp. Công nghệ sinh học hiện đại cần được ứng dụng để bổ sung và mở rộng phạm vi của các phương pháp thông thường. Việc tập trung vào công nghệ sinh học hiện đại được cho là sẽ thu hẹp chương trình nghiên cứu của nhiều nước và tước mất cơ hội nghiên cứu các giải pháp có thể được tự do thông qua, thích ứng và trao đổi. Ví dụ, với nguyên nhân năng suất nông nghiệp giảm có thể là do độ phì nhiêu

của đất nghèo nàn, các công nghệ hiện nay không cung cấp bất cứ giải pháp nào để khắc phục. Mặt khác, gần một nửa diện tích đất nhiệt đới có khả năng canh tác là đất có tính axit, do lượng nhôm trong đất quá dư thừa gây ra. Sản xuất cây trồng biến đổi gen kháng nhôm sẽ cho phép canh tác trên hàng triệu ha đất có tính axit ở vùng nhiệt đới châu Á và châu Mỹ Latinh. Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng kỹ thuật nhân giống thông thường vẫn được sử dụng phổ biến nhất để gia tăng sản lượng và phát triển các cây trồng có sức đề kháng với bệnh tật, côn trùng và những căng thẳng phi sinh học. Hơn nữa, kỹ thuật nhân giống thông thường cũng đóng góp số lượng lớn giống cây trồng mới được phổ biến sử dụng. Tuy nhiên, cùng với sự gia tăng dân số thế giới như dự báo trong 25 năm tới, sản lượng ngũ cốc sẽ phải tăng 26 triệu tấn/năm. Ngoài các phương pháp nhân giống truyền thống, sẽ cần phải áp dụng các kỹ thuật khác để đạt mức tăng sản lượng theo yêu cầu và sự ổn định sản lượng gạo và các loại ngũ cốc khác.

Các nước đang phát triển có nguồn tài chính và nhân lực hạn chế cần phải tìm sự cân bằng phù hợp cho đầu tư vào các chương trình nghiên cứu công nghệ sinh học truyền thống và hiện đại. Mặc dù liên kết với khu vực tư nhân có thể góp phần vào việc nghiên cứu các công nghệ mới, nhưng khu vực công cần tập trung vào các giống cây trồng và những tính trạng mà khu vực tư nhân không sẵn sàng hoặc không thể đầu tư. Phạm vi ưu tiên cho công nghệ sinh học hiện đại nhiều hơn so với các phương pháp nghiên cứu khác, cần được liên kết với những ưu tiên và mục tiêu của nền nông nghiệp của một quốc gia cũng như với những lo ngại môi trường.

Cuối cùng, cần có đầu tư cho những can thiệp hỗ trợ quản lý hiệu quả, phát triển hạ tầng nông thôn và tiếp cận thị trường trước khi bất kỳ triển vọng của công nghệ sinh học hiện đại có thể được thừa nhận. Nhìn chung, các chính sách kích thích tăng trưởng kinh tế và giảm nghèo mục tiêu, có thể ảnh hưởng lớn đến sức khỏe và hạnh phúc của người dân.

4. Hiện trạng nghiên cứu và phát triển công nghệ sinh học trong nông nghiệp

Nghiên cứu là một phần quan trọng của bất kỳ nỗ lực nào nhằm cải thiện sản xuất lương thực và giảm nghèo. Trên toàn cầu, hầu hết hoạt động NC&PT được thực hiện trong khu vực công, qua đó, phục vụ lợi ích của các nước đang phát triển. Nghiên cứu công tại các nước phát triển và châu Mỹ Latinh chủ yếu do các viện nghiên cứu của chính phủ và các trường đại học tiến hành, hầu hết nghiên cứu nông nghiệp ở châu Phi do các viện nghiên cứu công đảm nhiệm, bao gồm NC&PT, chuyển giao công nghệ và phổ biến các giống cây trồng cải tiến. Nhìn chung, các viện nghiên cứu nông nghiệp quốc tế đóng vai trò các nhà cung cấp nghiên cứu và phát triển công nghệ thứ hai cho các nước đang phát triển. Các viện nghiên cứu công thường nghiên cứu và cải tiến các giống cây trồng ít được quan tâm, chủ yếu phát không cho nông dân nghèo hoặc bán với giá gốc.

Nhìn chung, các viện nghiên cứu được xem là nhà sản xuất tri thức, mang lại lợi ích và bảo vệ công chúng. Ngoài ra, các viện nghiên cứu quốc gia và quốc tế tập trung giải quyết các vấn đề nông nghiệp của nông dân nghèo tại các nước đang phát triển, chẳng hạn như tăng năng suất thông qua sử dụng đa dạng các kỹ thuật trong đó có công nghệ

sinh học hiện đại. Trên thực tế, các viện nghiên cứu công hiện đang gặp phải tác động của toàn cầu hóa và buộc phải cạnh tranh để tồn tại.

Trong môi trường hiện nay, sự can thiệp của chính phủ vào NC&PT trên toàn thế giới đã thu hẹp, điều này cản trở mức độ đổi mới của hàng hóa công. Thực tế, các viện nghiên cứu ở nhiều nước đang phát triển được trang bị nghèo nàn, thường bỏ hẹp các thí nghiệm ở nghiên cứu truyền thống và lỗi thời. Vai trò giám sát của các viện nghiên cứu công được cho là tác động lớn đến việc áp dụng công nghệ sinh học hiện đại dưới góc độ giới thiệu các sản phẩm liên quan cho những người cần nhất.

Hầu hết các khảo nghiệm thực địa ở Liên minh châu Âu và Hoa Kỳ đều do các công ty tư nhân thực hiện. Một phân tích dữ liệu thử nghiệm thực địa ở Hoa Kỳ cho thấy 3 cây trồng (ngô, khoai tây và đậu tương) chiếm 64% tổng số khảo nghiệm, trong đó 69% thể hiện các đặc điểm kháng thuốc diệt cỏ và kháng sâu hại. Trong các thử nghiệm thực hiện tại EU, 67% thử nghiệm liên quan đến ngô, củ cải đường và hạt cải dầu và 71% các loại gen mới mang các đặc điểm kháng thuốc diệt cỏ và kháng sâu hại. Gần 1% tổng số khảo nghiệm ở EU và Hoa Kỳ được dành cho các giống cây trồng ở vùng khí hậu nhiệt đới và cận nhiệt đới, một nửa số thử nghiệm đó do khu vực công thực hiện.

Hầu hết nghiên cứu của khu vực công về công nghệ sinh học hiện đại tại các nước đang phát triển (ngoại trừ Trung Quốc) vẫn trong giai đoạn phòng thí nghiệm, không có cây trồng nào được phát triển thành các sản phẩm thương mại trên thị trường. Mặt khác, đến nay, Trung Quốc đã phê chuẩn khảo nghiệm thực địa hơn 500 sinh vật biến đổi gen (GMO) và cho phép thương mại hóa 50 sản phẩm, trong đó có cà chua thời hạn bảo quản dài, ớt chuông kháng virus và các loại vắc xin sử dụng cho động vật.

Những yếu tố hạn chế sự tiến trình dẫn đến thương mại hóa những kết quả nghiên cứu gồm: thiếu nguồn lực để đáp ứng chi phí cao của những ràng buộc pháp lý; thiếu dự báo, qui hoạch và thiếu độ nhạy bén trong kinh doanh để cho phép chuyển đổi từ nghiên cứu sang sản phẩm thương mại; và thiếu năng lực thương lượng các đăng ký sáng chế. Ngoài ra, những phát triển trong công nghệ sinh học hiện đại được thực hiện độc lập với những mục tiêu nông nghiệp bền vững và ưu tiên của các nước đang phát triển. Hơn nữa, việc đánh giá nhu cầu về công nghệ đặc thù thường không được thực hiện trước khi một dự án nghiên cứu bắt đầu. Tuy nhiên, thường có tranh luận về việc thương mại hóa một số sản phẩm sẽ khuyến khích độc canh cây trồng khi nghiên cứu nông nghiệp quốc gia tập trung vào một số cây trồng, trong khi đó các cộng đồng nông thôn có xu hướng trồng đa dạng cây trồng và giống cây trồng.

Các trung tâm nghiên cứu nông nghiệp quốc tế chú trọng vào sản xuất và bảo vệ cây trồng (chiếm 78%), sản xuất nguyên liệu và y tế (21%) và chế biến thực phẩm (1%). Về các cây giống lương thực, nghiên cứu xem ra được phân bố đều cho ngũ cốc, cây có củ và rau. Tuy nhiên, nghiên cứu về các cây ngũ cốc tập trung vào lúa gạo nhiều hơn ngô và lúa miến.

Phần lớn các hoạt động nghiên cứu nông nghiệp của nhiều nước đang phát triển được tài trợ kinh phí. Các viện nghiên cứu quốc tế như Nhóm tư vấn nghiên cứu nông nghiệp quốc tế, phụ thuộc vào trợ cấp của Chính phủ và quyên góp từ các tổ chức từ thiện để tồn tại và đầu tư trong khu vực này thực tế đã giảm. Phần lớn quỹ chi cho các

viện nghiên cứu nông nghiệp quốc tế được sử dụng cho các hoạt động bao trùm số lượng cây trồng tương đối lớn. Các đối tượng được hưởng lợi từ sáng kiến này là số ít các nước có năng lực khoa học tương đối tiên tiến.

Trong thập niên 90, nhóm nước đang phát triển đã đầu tư cho nghiên cứu nông nghiệp nhiều hơn so với các nước phát triển, dù cho mức chi tiêu được phân phối không đều. Tại các nước công nghiệp hóa, đầu tư của khu vực tư nhân cho NC&PT cao hơn rất nhiều so với chi tiêu của chính phủ cho phát triển công nghệ. Nếu so sánh, đầu tư của khu vực tư nhân tại các nước đang phát triển chiếm khoảng 1% tổng chi tiêu toàn cầu trong khu vực này và các nước đang phát triển đầu tư gần 5% tổng chi tiêu của khu vực tư nhân cho công nghệ sinh học. Mặc dù ngành nông nghiệp tại các nước đang phát triển có qui mô lớn và quan trọng với nền kinh tế nội địa, nhưng chi tiêu cho nghiên cứu nông nghiệp không đáp ứng phạm vi hoạt động này. Ví dụ, 80% hàng hóa tiêu dùng ở châu Phi cận Sahara thu được từ sản xuất trong nước.

Quyền sở hữu trí tuệ

Quyền sở hữu trí tuệ liên quan đến nông nghiệp ngay từ đầu đã có tầm quan trọng đối với nghiên cứu tại các nước phát triển trong 20-30 năm qua. Đặc biệt, quyền sở hữu trí tuệ được sử dụng để bảo vệ và bảo tồn giá trị của các sản phẩm được tạo ra bằng các phương pháp thông thường, ví dụ đăng ký nhãn hiệu sản phẩm lương thực. Quyền sở hữu trí tuệ khuyến khích nhà sáng chế quảng cáo phát minh và tiết lộ tri thức mới, đồng thời giữ quyền bảo hộ phát minh từ các đối thủ cạnh tranh. Theo đó, việc phổ biến thông tin này được cho là kích thích những ý tưởng mới và các vòng đời mới và tiến bộ công nghệ nhiều hơn. Quyền sở hữu trí tuệ có khả năng bảo vệ trong thời gian hạn chế đối với các sản phẩm nghệ thuật, khoa học, công nghệ hoặc kinh tế và được bảo vệ bằng bản quyền, thương hiệu, sáng chế thiết kế, sáng chế tiện ích, sáng chế cây trồng, quyền lợi của người gây giống cây trồng và luật bí mật thương mại.

Sáng chế đóng vai trò khác nhau trong các công nghệ và lĩnh vực. Bảo vệ sáng chế công nghệ sinh học làm cho nó trở thành một công cụ chuyên giao công nghệ và đảm bảo các thị trường mới trong nền kinh tế toàn cầu.

Bảo vệ giống cây trồng (PVP) cung cấp khả năng bảo vệ thấp hơn sáng chế, trong đó thường trao cho nông dân quyền sử dụng hạt giống thu hoạch và bao gồm miễn trừ đối với sử dụng nghiên cứu. Dù có sự gia tăng độ sẵn có, nhưng các giống cây trồng mới tiếp tục không được tiếp cận hoặc không phù hợp với nông dân nghèo và tốc độ đổi mới phần lớn không thay đổi tại các nước có hệ thống bảo vệ giống cây trồng. Các nghiên cứu chứng minh, tại các nước thu nhập trung bình, những đối tượng được hưởng lợi chính là chủ trang trại thương mại và ngành công nghiệp hạt giống.

Bảo vệ giống cây trồng được xem là một hệ thống bảo vệ những tiến bộ nhỏ trong nhân giống cây trồng, trong khi hệ thống sáng chế lại bảo vệ những đột phá lớn về thành tựu công nghệ. Việc bảo vệ sáng chế cho các sản phẩm của công nghệ sinh học hiện đại quan trọng vì các sản phẩm này có chi phí phát triển đắt đỏ và dễ bị sao chép. Dù vậy, các nước đang phát triển có năng lực hạn chế để đổi mới trong các lĩnh vực như công nghệ sinh học hiện đại và để thực thi quyền sở hữu trí tuệ. Phần lớn các nước đang phát triển không xây dựng được hệ thống quyền sở hữu trí tuệ về giống cây trồng. Do đó, tình trạng này có thể ngăn cản đầu tư của khu vực tư nhân. Không đảm

bảo rằng có thể thu được phần nào lợi nhuận trên các sản phẩm biến đổi gen, do đó, các công ty đa quốc gia không chú ý nhiều đến những thách thức của các nước đang phát triển trừ phi được xem xét trong bối cảnh viện trợ phát triển hoặc thông qua hợp tác công-tư.

Sự gia tăng nhanh của các sáng chế chung (broad patent) được cho là cản trở năng lực nghiên cứu của các bên liên quan khác. Một số nước cấp sáng chế chung trao độc quyền cho những lĩnh vực nghiên cứu rộng, qua đó có khả năng đe dọa đến mục tiêu khác của quyền sở hữu trí tuệ, gọi là quyền phát triển dựa vào phát minh gốc. Các qui định về sáng chế hiện hành có tiềm năng hạn chế khả năng tiếp cận của các viện nghiên cứu công và nông dân nghèo tới những công nghệ này. Hơn nữa, việc tăng quyền sở hữu trí tuệ được cho là hạn chế dòng lưu thông chất phôi và ngăn chặn sự phát triển các giống cây trồng mới.

Trong thập niên 90, để có một đăng ký sáng chế (không gồm chi phí nộp hồ sơ dao động từ 355 - 4.771 USD giữa các nước) ở Hoa Kỳ phải mất 20.000 USD, gấp 2 lần mức của EU. Nhìn chung, bảo vệ giống cây trồng mất chi phí thấp hơn, chỉ bằng 1/10 giá sáng chế. Ngoài ra, việc chuẩn bị hồ sơ an toàn thực phẩm đối với một sản phẩm có nguồn gốc công nghệ sinh học hiện đại ước tính chi phí khoảng 1 triệu USD. Các ước tính này không thể sánh với chi phí pháp lý (regulatory cost) tại các nước đang phát triển. Mặc dù thực tế chi phí thấp hơn số trích dẫn nêu trên, nhưng chi phí pháp lý tại các nước đang phát triển không khuyến khích thương mại hóa các sản phẩm của công nghệ sinh học hiện đại được phát triển bởi các viện nghiên cứu. Trong hầu hết trường hợp, chi phí pháp lý vượt xa chi phí nghiên cứu.

Nhiều nước đang phát triển không có nguồn lực tương xứng với đầu tư của khu vực tư nhân vào công nghệ sinh học hiện đại. Trong lĩnh vực công nghệ mới này, các viện nghiên cứu công cũng cần nguồn lực để đạt được quyền sở hữu trí tuệ giúp bù đắp và tăng lợi ích công. Mặt khác, sự tham gia của các viện nghiên cứu công vào NC&PT có thể bị cản trở do thiếu kinh phí. Nếu các viện nghiên cứu công muốn sử dụng các kỹ thuật của công nghệ sinh học hiện đại, thì việc sử dụng quyền sở hữu trí tuệ làm khuôn khổ thúc đẩy chuyển giao công nghệ cần được nhấn mạnh hơn là coi đó như một hệ thống để tạo thu nhập. Tuy nhiên, quyền sở hữu trí tuệ đóng vai trò chính trong việc làm sáng tỏ các cơ chế để tiếp cận công nghệ và xác định các khía cạnh sản phẩm đầu ra (downstream aspect) của việc sử dụng và khai thác tài nguyên di truyền.

Có nhiều cách để giúp các viện nghiên cứu công và công ty nhỏ tại các nước đang phát triển có thể tiếp cận với các nguồn gen và các công nghệ tạo khả năng đã được cấp bằng sáng chế và khắc phục những trở ngại nghiên cứu hiện tại. Ví dụ như thu hút sự thiện chí của các công ty đa quốc gia nhượng quyền sở hữu công nghệ của họ để cho phép các nhà nghiên cứu tại các nước đang phát triển sử dụng thông qua các chương trình trách nhiệm xã hội, như trong trường hợp giống “gạo vàng” chứa beta-caroten (tiền chất vitamin A), khoai lang kháng virus (ở Kenya) và giống khoai tây phi thương mại kháng virus ở Mê-xi-cô.

Ngoài ra, còn có những đề xuất rằng việc thiết kế lại luật sáng chế để thu hẹp loại hình và phạm vi bảo hộ sáng chế cần làm sao cho có nhiều công nghệ hơn có thể đến được với các viện nghiên cứu công. Việc áp dụng tiêu chuẩn chặt chẽ hơn để bác bỏ

đơn đăng ký của các phát minh được cho là "hiền nhiên" thì cũng sẽ ngăn cản việc đăng ký các phát minh nhỏ. Ngoài ra, nếu luật yêu cầu một phát minh phải thực sự hữu ích về lý thuyết cũng sẽ làm giảm số đăng ký sáng chế đệ trình. Hiện nay, một số nước cho phép đăng ký sáng chế đối với những khái niệm trừu tượng, điều đó có tiềm năng bảo vệ các lĩnh vực nghiên cứu rộng và vì vậy gây cản trở đối mới cho những đối tượng khác.

Một phương án khác đối với các nước đang phát triển là thiết lập quan hệ hợp tác giữa các viện nghiên cứu, trường đại học và khu vực tư nhân. Mỗi hợp tác này có thể bị ảnh hưởng bởi trình độ chuyên môn và nguồn lực trong các viện nghiên cứu công. Một khi có nền tảng tri thức vững chắc, các đối tác công mới có thể phát triển công nghệ và chuyển giao cho địa phương các giống thích nghi. Những liên minh như vậy sẽ mang lợi ích cho cả các viện nghiên cứu công lẫn các công ty tư nhân; tạo cho họ cơ hội để cấp phép và phổ biến công nghệ.

Quan hệ hợp tác công-tư được biết đến nhiều nhất bao gồm các tổ chức như ISAAA, họ tiến hành đàm phán để tiếp cận các công nghệ của khu vực tư nhân nhằm cải tiến các cây trồng tự tiêu (subsistence crops) và/hoặc chuyển giao công nghệ và bí quyết.

Tổ chức phát triển công nghiệp Liên hiệp quốc (UNIDO) trong một báo cáo (Salazar et al. 2000) đã đề xuất 6 hoạt động dựa vào đầu tư của khu vực tư nhân và cho phép chuyển giao công nghệ sinh học, gồm:

- 1/ các chính sách tạo khả năng của chính phủ;
- 2/ tiếp cận đến những thông tin cập nhật xác thực;
- 3/ dịch vụ môi giới khu vực để đẩy mạnh hợp tác công-tư;
- 4/ dịch vụ đầu tư công nghệ sinh học trong vùng;
- 5/ dịch vụ ủy thác giữ (escrow service) sở hữu trí tuệ quốc tế;
- 6/ Xúc tiến chuyển hóa rủi ro (risk-shifting)

Mỗi đề xuất nêu trên có thể được thực hiện như một dự án riêng biệt hoặc kết hợp, tùy thuộc vào tình hình quốc gia và/hoặc khu vực.

Tiếp cận tài nguyên nguyên di truyền

Theo truyền thống, tài nguyên di truyền thực vật do các nước đang phát triển cung cấp miễn phí cho các ngân hàng gen trên toàn thế giới. Tài nguyên này không thuộc về một cá nhân cụ thể và thường được xem là di sản chung của nhân loại. Việc áp dụng công nghệ sinh học hiện đại vào các gen thuộc về nguồn tài nguyên di truyền quan trọng trong các cộng đồng nông thôn, làm nảy sinh mối lo ngại rằng các chủ trang trại nhỏ có thể là nơi xuất xứ cung cấp tài nguyên di truyền để cải tiến. Một khi tài nguyên di truyền thuộc sở hữu cá nhân, chúng có thể sẽ không đến được với những người đã từng bảo tồn chúng trong hàng thế kỷ. Một điều quan trọng không kém là khía cạnh tiếp cận của các nhà nghiên cứu tới nguồn tài nguyên di truyền để phát triển hơn nữa với điều kiện thừa nhận những đóng góp của nông dân vào việc bảo tồn và sử dụng bền vững nguồn tài nguyên đó.

Ở qui mô quốc tế, tầm quan trọng của quyền sở hữu quốc gia về tài nguyên di truyền đã được thừa nhận rộng rãi. Hiệp ước Quốc tế về Tài nguyên di truyền thực vật được thông qua tại Hội nghị của FAO năm 2001, cung cấp khung pháp lý để giải quyết

vấn đề về tài nguyên di truyền mà an ninh lương thực và nông nghiệp bền vững phụ thuộc vào. Hiệp ước đưa ra hướng dẫn bảo tồn và sử dụng bền vững tài nguyên di truyền thực vật cho lương thực và ngành nông nghiệp, chuẩn bị cho việc chia sẻ hợp lý và công bằng những lợi ích từ việc sử dụng chúng, hài hòa với các nguyên tắc của Công ước đa dạng sinh học, nhưng đưa vào khái niệm quyền của nông dân.

Trong các thảo luận về quyền của nông dân, những vấn đề chính được quan tâm xoay quanh việc chia sẻ lợi ích và đồng thuận dựa trên nguyên tắc tự nguyện (prior informed consent) và bảo vệ tri thức truyền thống khỏi sự "đánh cắp sinh học" (biopiracy). Nghĩa là việc tiếp cận với tài nguyên di truyền cần dựa vào các điều khoản được nhất trí giữa 2 bên để thúc đẩy việc sử dụng tài nguyên này và nhấn mạnh tầm quan trọng cần phát triển. Một số tổ chức thảo luận việc bảo vệ tri thức và văn hóa dân gian truyền thống (Tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới, WIPO, CBD, FAO, Tổ chức khoa học và giáo dục LHQ, UNESCO; Hội nghị thương mại và phát triển LHQ, UNCTAD).

Hiệp ước xây dựng một Hệ thống đa phương về tiếp cận và chia sẻ lợi ích (MLS) đối với các cây trồng chủ lực, nhấn mạnh đến sự phụ thuộc lẫn nhau của các nước về tài nguyên di truyền thực vật cho lương thực và nông nghiệp. Các nước đang phát triển giàu tài nguyên di truyền được khuyến khích đưa chất mầm nguyên sinh vào hệ thống này. Những người sử dụng vật liệu sẽ ký kết thỏa ước chuyển giao vật liệu, kết hợp các điều kiện tiếp cận và chia sẻ lợi ích thông qua quỹ được lập ra theo Hiệp ước. Đổi lại, những người sử dụng tài nguyên di truyền sẽ chia sẻ những lợi ích từ việc sử dụng và phát triển tài nguyên này bằng cách thông tin, chuyển giao công nghệ và xây dựng năng lực. Vật liệu ngoại vi (Ex situ) thu thập trước khi CBD có hiệu lực có nghĩa là không thuộc phạm vi của Công ước, do đó sẽ xử lý theo Hiệp ước. Đến nay, 35 thực phẩm và 29 cây trồng cấp nguyên liệu đã được nhập vào hệ thống.

Về nguyên tắc, tài nguyên di truyền được lưu giữ trong hệ thống này có giá trị đối với tất cả các nhà nghiên cứu quan tâm. Tính sẵn có trên quy mô rộng của chất mầm nguyên sinh có ảnh hưởng tích cực đến việc tiếp cận các công nghệ tiên tiến và tăng cường dinh dưỡng cho cây lương thực. Tài nguyên di truyền thu được từ MLS không được cấp bằng sáng chế, tuy nhiên việc một gen được tách từ loại vật liệu di truyền này có được bảo vệ hay không là điều còn chưa rõ ràng.

III. RỦI RO TIỀM ẨN CỦA SINH VẬT VÀ THỰC PHẨM BIẾN ĐỔI GEN ĐỐI VỚI SỨC KHỎE CON NGƯỜI VÀ MÔI TRƯỜNG

1. Lợi ích và rủi ro tiềm ẩn của thực phẩm biến đổi gen

Lợi ích của thực phẩm GM

- *Kháng sâu hại:* Người nông dân thường sử dụng hàng tấn hóa chất trừ sâu mỗi năm. Người tiêu dùng không mong muốn tiêu thụ thực phẩm đã qua xử lý bằng thuốc trừ sâu do những độc hại tiềm tàng đối với sức khỏe, và chất thải nông nghiệp phát sinh từ việc sử dụng quá mức thuốc trừ sâu và phân bón có thể gây ô nhiễm nguồn nước và gây ảnh hưởng đến môi trường. Thực phẩm GM gia tăng như ngô B.t. có thể giúp loại trừ việc sử dụng thuốc trừ sâu hóa chất và

làm giảm chi phí đưa cây trồng đến thị trường.

- *Kháng thuốc diệt cỏ*: Cây trồng biến đổi gen có khả năng kháng một loại thuốc diệt cỏ mạnh có thể giúp làm giảm sự tổn hại môi trường bằng cách làm giảm lượng thuốc diệt cỏ cần thiết. Ví dụ, hãng Monsanto đã tạo ra các giống đậu tương biến đổi gen không bị ảnh hưởng bởi sản phẩm thuốc diệt cỏ Roundup cũng của hãng này. Một công trình nghiên cứu thực hiện vào năm 2010 đã phát hiện ra rằng sự phơi nhiễm hợp chất Roundup với nồng độ thích hợp môi trường gây phá vỡ sự trao đổi chất ở loài *Leporinus obtusidens*. Trang trại trồng loại đậu tương này sẽ chỉ cần sử dụng một đợt thuốc diệt cỏ này thay vì phải sử dụng nhiều lần, làm giảm chi phí sản xuất và hạn chế mỗi nguy hiểm từ chất thải nông nghiệp.
- *Khả năng kháng bệnh*: có rất nhiều loại virus, nấm và vi khuẩn gây bệnh ở cây trồng. Các nhà thực vật học đang nghiên cứu để tạo nên các giống cây biến đổi gen có sức đề kháng những mầm bệnh này.
- *Khả năng chịu lạnh*: Một gen kháng lạnh từ loài cá sống ở nước lạnh được chuyển vào các loại cây trồng như thuốc lá và khoai tây. Với gen kháng lạnh này, cây trồng có thể chịu được nhiệt độ lạnh mà thông thường giống cây không biến đổi gen không thể chống chịu được.
- *Chịu hạn, chịu mặn*: dân số thế giới không ngừng tăng lên và đất đai ngày càng được sử dụng để xây nhà thay cho sản xuất lương thực, người nông dân sẽ cần đến những giống cây có thể trồng ở những nơi trước đây không phù hợp cho canh tác. Việc tạo ra các giống cây có thể chịu đựng được hạn hán kéo dài hay độ mặn cao trong đất và nước ngầm sẽ giúp nông dân có thể canh tác tại những nơi có điều kiện khắc nghiệt.
- *Dinh dưỡng*: Thiếu dinh dưỡng là tình trạng phổ biến ở các nước thuộc thế giới thứ ba là những nơi dân nghèo sống chỉ dựa vào một loại cây trồng ví dụ như cây lúa để làm lương thực chính. Tuy nhiên, gạo không chứa đủ tất cả các chất dinh dưỡng cần thiết để phòng ngừa thiếu dinh dưỡng. Nếu cây lúa được biến đổi gen để chứa thêm các vitamin và khoáng chất bổ sung thì có thể loại trừ được tình trạng thiếu dinh dưỡng. Ví dụ, mù lòa do thiếu vitamin A là vấn đề phổ biến ở các nước thuộc thế giới thứ ba. Các nhà nghiên cứu thuộc Viện công nghệ Thụy Sĩ về thực vật học đã tạo ra giống lúa “vàng” có chứa hàm lượng beta-carotene (vitamin A) cao hơn bình thường. Hiện nay các nhà khoa học có kế hoạch phát triển giống lúa vàng có hàm lượng sắt gia tăng.
- *Dược phẩm*: Thuốc và vắc-xin có chi phí sản xuất cao và đôi khi yêu cầu các điều kiện bảo quản đặc biệt. Các nhà nghiên cứu hiện đang tiến hành phát triển loại vắc-xin ăn được có trong cà chua và khoai tây. Loại vắc-xin này dễ dàng vận chuyển, bảo quản và quản lý dễ dàng hơn nhiều so với vắc-xin tiêm truyền thống.
- *Trị liệu thực vật*: Các loại cây như cây dương đã được biến đổi gen để làm sạch ô nhiễm kim loại nặng trong đất bị ô nhiễm.

Động vật biến đổi gen và dinh dưỡng cho người

Những tiến bộ quan trọng trong sản xuất và tạo giống cây trồng chuyển gen đã khuyến khích các nghiên cứu ở động vật. Cũng giống như ở cây trồng, phương pháp vi tiêm (microinjection) và các kỹ thuật tương tự được sử dụng để đưa gen ngoại lai vào tế bào trứng được thụ tinh ở động vật. Khi trứng phát triển thành phôi nó được chuyển vào tử cung của vật nuôi để phát triển sinh vật chuyển gen. Sơ đồ quan hệ di truyền đối với gia súc, lợn và cừu làm sáng tỏ các vùng nhiễm sắc thể về các tính trạng quan trọng về mặt kinh tế sẽ đóng góp đáng kể cho chất lượng và khối lượng thịt. Công nghệ gen rất phát triển trong chăn nuôi giúp cải tiến các đặc điểm về chất lượng và trọng lượng. Công nghệ gen giúp nâng cao sản lượng, tiêu thụ dinh dưỡng cao hơn và cải thiện sức khỏe vật nuôi. Những tính trạng này có thể cải tiến trực tiếp bằng chuyển gen hay sử dụng hormon tăng trưởng, các vắc-xin, thuốc kháng sinh, chất kích thích miễn dịch và ADN chống dị ứng thông qua kỹ thuật di truyền. Chuyển gen được hy vọng có thể cải tiến được các tính trạng sinh trưởng ở động vật di truyền kém (hệ số di truyền thấp, h^2), ví dụ như số lợn con cai sữa trên mỗi con lợn nái. Theo thông báo cho biết đã sản xuất cây trồng chuyển gen có khả năng sản sinh vắc-xin để làm thức ăn gia súc. Việc chuyển gen kháng cho phép nhân giống vật nuôi có khả năng kháng bệnh. Phương pháp thiên động vật bằng miễn dịch, bằng cách dùng vắc-xin không gây đau ở con đực và làm giảm được sự hung hãn ở con cái do tác động của động dục, tác động tích cực đến tính trạng quan trọng về mặt kinh tế đó là thành phần thịt. Khả năng can thiệp bằng công nghệ sinh học là rất lớn, nhưng ứng dụng còn phụ thuộc vào các điều kiện kinh tế, xã hội và văn hóa. Kỹ thuật chuyển gen có thể cải thiện tính trạng năng suất thịt và chất lượng thịt. Tỷ lệ thịt nạc tăng; hương vị và liên kết nước tăng, giảm hàm lượng mỡ và cải thiện thành phần axit béo của thịt (tăng axit béo không bão hòa). Có thể cải thiện chất lượng sữa thông qua chuyển gen và trong hầu hết các trường hợp không gây hại cho động vật chuyển gen. Các protein được sử dụng trong ngành công nghiệp dược phẩm có nguồn gốc từ sữa động vật biến đổi gen, cũng giống như kháng tripsin ở cừu, hoạt hóa plasminogen ở dê và protein C ở lợn.

Sữa chuyển gen có thể sử dụng như : (a) Thực phẩm sử dụng rộng rãi; (b) Nguyên liệu thô cho các sản phẩm sữa; (c) Thực phẩm cho trẻ sơ sinh; (d) Nguồn hợp chất hoạt hóa sinh học cho ngành công nghiệp dược.

Ngay cả các hợp chất không phải là protein trong sữa mẹ, như oligosacarit cũng có giá trị tăng cao trong sữa của động vật chuyển gen. Tuyến vú sản sinh ra protein và lactoza sữa dưới tác động của hormon trong giai đoạn mang thai cuối và thời kỳ cho bú. Cazein và lactoglobulin chỉ được tổng hợp trong thời kỳ cho bú.

Gen từ các hợp chất nêu trên được sử dụng để sản xuất sữa chuyển gen, loại sữa này có thể dùng cho sản xuất pho mát và để thay thế sữa mẹ làm nguồn dinh dưỡng cho trẻ sơ sinh. Theo báo cáo, hormon tăng trưởng cho bò (somatotropin) đã được sử dụng rộng rãi trong chăn nuôi gia súc để làm tăng sản lượng sữa và thịt. Gen hormon tăng trưởng cho bò đã được mặc nhiên coi là một dự báo về khả năng sản xuất thịt lợn lý tưởng với hàm lượng chất béo thấp, thành phần axit béo phù hợp từ giống lợn chuyển gen.

Một số chỉ trích đối với thực phẩm GM

Thực phẩm GM liên quan đến ba lĩnh vực quan tâm: nguy hiểm môi trường, rủi ro sức khỏe môi trường, mối quan tâm kinh tế.

Nguy hiểm môi trường

- Tác hại không mong muốn đến các loài sinh vật khác: phấn hoa từ cây ngô Bt gây tỷ lệ tử vong ở sâu bướm vua (monarch butterfly). Sâu bướm vua ăn cây bông tai, mà không phải là ngô, và điều đáng lo ngại ở đây là nếu phấn hoa từ ngô Bt được thổi đi theo gió đến các cây bông tai ở các vùng lân cận, sâu bướm có thể ăn phấn hoa đó và bị chết. Chất độc Bt giết chết nhiều loài ấu trùng.
- Giảm hiệu quả của thuốc trừ sâu, giống như một số quần thể muỗi phát triển khả năng kháng thuốc trừ sâu DDT nay đã bị cấm, nhiều người lo ngại rằng côn trùng sẽ trở nên phát triển khả năng chống chịu với các giống cây Bt hay với các loại cây khác đã được biến đổi gen để sản sinh thuốc trừ sâu riêng.
- Việc chuyển gen sang các loài không phải là mục tiêu làm nảy sinh mối lo ngại rằng cây trồng được biến đổi để có khả năng dung nạp thuốc diệt cỏ và cỏ dại sẽ lai chéo với nhau, dẫn đến việc chuyển gen kháng thuốc diệt cỏ từ cây trồng biến đổi gen sang cỏ dại. Kết quả là hình thành loài "siêu cỏ dại" cũng có sức chống chịu thuốc diệt cỏ.

Rủi ro đối với sức khỏe con người

- Tính gây dị ứng. Nhiều trẻ em ở Hoa Kỳ và châu Âu đã phát triển bệnh dị ứng với lạc và các loại thực phẩm khác nguy hiểm đến tính mạng. Ở đây có một khả năng xảy ra, đó là việc đưa một gen vào cây trồng có thể tạo ra một chất gây dị ứng mới hay gây ra phản ứng dị ứng ở những người nhạy cảm. Đề xuất chuyển một gen từ quả hạch Braxin vào đậu tương đã bị cấm vì sợ rằng có thể gây ra những phản ứng dị ứng bất thường.
- Những ảnh hưởng chưa rõ ràng đến sức khỏe con người: Một công bố gần đây trên tạp chí Lancet đã xem xét ảnh hưởng của giống khoai tây GM đối với bộ máy tiêu hóa ở chuột. Điều đáng lo ngại là gen được đưa vào cây khoai tây là một lectin hoa tuyết trắng, một chất được biết là độc hại đối với động vật có vú.

Mối quan tâm kinh tế

Việc đưa thực phẩm GM ra thị trường là một quá trình lâu dài và tốn kém. Những người ủng hộ người tiêu dùng lo ngại rằng việc cấp bằng sáng chế các giống cây trồng mới này sẽ đẩy giá hạt giống tăng cao khiến các chủ trang trại nhỏ và các nước thuộc thế giới thứ ba sẽ không có đủ khả năng để mua hạt giống cây trồng GM. Thực thi quyền sở hữu trí tuệ cũng có thể khó khăn bởi do bất hòa mà người nông dân không tự nguyện trồng các giống cây biến đổi gen của Monsanto. Một cách để chống vi phạm bản quyền có thể là phải đưa "gen tự sát" vào cây trồng GM. Loại cây này sẽ chỉ có thể sử dụng cho một mùa sinh trưởng và chỉ cho hạt giống lép không nảy mầm. Nông dân sẽ phải mua hạt giống mới mỗi năm. Tuy nhiên đây sẽ là thảm họa tài chính đối với nông dân.

Những tác động rủi ro tiềm tàng đến sức khỏe con người

Nhiều nghiên cứu trên động vật chỉ ra những nguy cơ sức khỏe nghiêm trọng liên quan đến thực phẩm biến đổi gen, bao gồm vô sinh, các vấn đề về miễn dịch, già hóa nhanh, điều tiết insulin, và những thay đổi ở một số cơ quan chính và hệ tiêu hóa.

GMO vốn dĩ không an toàn

Có nhiều nguyên nhân giải thích tại sao cây trồng GM có khả năng dẫn đến những mối nguy hiểm tiềm tàng. Thứ nhất bản thân quy trình thao tác gen đã tạo nên những biến đổi không dự báo trước, bất kể gen nào được chuyển. Điều này tạo ra những đột biến tại chỗ và xung quanh vị trí chèn và ở các nơi khác. Ngành công nghệ sinh học luôn khẳng định rằng sự chuyển gen từ thực phẩm GM là không thể xảy ra; về sau này chỉ có nghiên cứu ở người về thực phẩm GM chứng minh rằng điều đó có xảy ra. Vật liệu di truyền trong đậu tương tạo cho nó khả năng chống chịu thuốc diệt cỏ đã được chuyển vào vi khuẩn đường ruột ở người và tiếp tục hoạt động chức năng. Điều đó có nghĩa là rất lâu sau khi chúng ta đã ngừng ăn một loại thực phẩm từ cây trồng GM, thì các protein GM ngoại lai vẫn có thể sản sinh bên trong ruột của chúng ta (Netherwood, 2004).

Chế độ ăn GM cho thấy những phản ứng độc hại trong bộ máy tiêu hóa

Loại cây trồng đầu tiên được đệ trình để được thông qua quá trình khảo cứu tự nguyện của FDA là cây cà chua FlavrSavr cho thấy bằng chứng độc hại. Trong số 20 con chuột cái thử nghiệm ăn loại cà chua GM này, có 7 con phát triển tổn thương dạ dày (57). Dạng tổn thương dạ dày liên quan đến cà chua này có thể dẫn đến xuất huyết gây nguy hiểm đến tính mạng, đặc biệt là ở người cao tuổi có sử dụng aspirin để phòng ngừa máu đông. Các nghiên cứu chỉ ra rằng bộ máy tiêu hóa, nơi tiếp xúc đầu tiên và lớn nhất với thức ăn có thể có những phản ứng khác nhau với các chất độc hại và cần là mục tiêu đầu tiên của đánh giá nguy cơ rủi ro của thực phẩm GM. Chuột được cho ăn khoai tây biến đổi gen để sản sinh độc tố Bt cho thấy tế bào bị tổn hại và phát triển các tế bào dị thường, cũng như gia tăng sản sinh tế bào ở vùng dưới của ruột non (ruột hồi) (Fares NH, El-Sayed AK, 1998). Chuột được cho ăn loại khoai tây biến đổi gen để sản sinh một loại thuốc trừ sâu khác (GNA lectin từ cây hoa giọt tuyết) cũng cho thấy có sự gia tăng phân chia tế bào ở thành dạ dày và ruột.

Chế độ ăn GM gây tổn hại gan

Chuột được cho ăn loại khoai tây sản sinh GNA lectin cho thấy có gan nhỏ hơn và gan bị teo một phần. Chuột được cho ăn giống ngô Mon 863 của hãng Monsanto đã được biến đổi gen để sản sinh độc tố Bt cho thấy bị tổn thương gan và có những chỉ định ngộ độc khác. Thỏ được nuôi bằng đậu tương GM cho thấy có sự biến đổi sản sinh enzyme trong gan cũng như hoạt động trao đổi chất cao hơn (John MB 2002). Chuột được cho ăn đỗ tương Roundup Ready cũng cho thấy có sự thay đổi cấu trúc trong gan (Irina Ermakova, 2004).

Động vật được nuôi bằng thức ăn chăn nuôi GM có các cơ quan bị tổn hại và tỷ lệ tử vong cao hơn

Các tế bào trong tuyến tụy của chuột được cho ăn đậu tương Roundup Ready cho

thấy có những thay đổi mạnh và sản sinh các enzym tiêu hóa ít hơn đáng kể; chuột được cho ăn một loại khoai tây GM có tuyến tụy to lên (Tudisco R, Lombardi P, 2006). Phân tích thận chỉ ra rằng, động vật được nuôi bằng thức ăn chăn nuôi GM có những tổn thương, bị nhiễm độc, biến đổi sản sinh enzym hoặc bị viêm nhiễm (Vecchio L, Cisterna B et al. 2004). Sản sinh enzym trong tim của chuột bị biến đổi do đậu tương GM và khoai tây GM là nguyên nhân dẫn đến phát triển chậm hơn trong não của chuột (Tudisco R, Lombardi P, 2006).

Vô sinh và tỷ lệ tử vong sơ sinh

Tinh hoàn ở cả chuột hoang dại và chuột nhà được nuôi bằng đậu tương Roundup Ready đều cho thấy có những thay đổi đáng kể. Ở chuột hoang dại, các cơ quan có màu xanh sẫm thay vì màu hồng. Ở chuột nhà, các tinh bào non cũng bị biến đổi. Phôi của chuột được nuôi bằng đậu tương GM cũng cho thấy có những thay đổi nhất thời trong chức năng ADN, so với phôi của chuột được nuôi bằng đậu tương thông thường (Prescott VE et al. 2005).

Cây trồng GM kích thích phản ứng miễn dịch và có thể gây dị ứng

Phản ứng dị ứng xảy ra khi hệ miễn dịch cảm nhận được một yếu tố có tính khác biệt, ngoại lai và mang tính tấn công và có phản ứng chống lại. Theo định nghĩa thì tất cả các loại thực phẩm GM đều có yếu tố ngoại lai và khác biệt. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, chúng có kích thích phản ứng. Khoai tây GM làm cho hệ miễn dịch của chuột phản ứng chậm hơn. Và đậu Hà Lan GM gây ra phản ứng viêm nhiễm ở chuột, điều đó chỉ ra rằng nó có thể gây ra các phản ứng dị ứng nguy hiểm đến tính mạng ở người. Ngoài protein kháng thuốc diệt cỏ, đậu tương GM còn chứa một loại protein lạ và không được mong đợi có thể phát sinh từ những thay đổi xảy ra trong quá trình thao tác gen. Các nhà khoa học phát hiện ra rằng loại protein mới này có thể liên kết với các kháng thể IgE, có thể gây kích thích các phản ứng dị ứng nguy hiểm. Nông dân canh tác hữu cơ thường hay phun các dung dịch có chứa vi khuẩn Bt tự nhiên, coi đó như một phương pháp kiểm soát côn trùng. Các độc tố tạo ra các lỗ thủng trong dạ dày của côn trùng và tiêu diệt chúng. Các nhà di truyền học đã lấy gen sản sinh độc tố của loại vi khuẩn này và chèn nó vào ADN của cây trồng để bản thân cây thực hiện công việc đó, chứ không phải là nông dân. Thực tế là chúng ta đang tiêu thụ loại thuốc trừ sâu độc hại đó trong thức ăn từ ngô Bt và dẫn đến hầu như không còn ngon miệng. Tuy nhiên các nghiên cứu xác minh rằng, độc tố Bt tự nhiên không bị tiêu hủy hoàn toàn trong quá trình tiêu hóa và có phản ứng với động vật có vú. Độc tố Bt sản sinh trong cây trồng GM khác xa so với độc tố Bt trong vi khuẩn tự nhiên được sử dụng trong canh tác hữu cơ, nông nghiệp và lâm nghiệp truyền thống. Loại cây biến đổi gen này được thiết kế để mang nhiều chất độc tố hơn các giống tự nhiên. Cũng giống như protein đậu nành biến đổi gen, protein Bt trong các giống ngô biến đổi gen có một đoạn trong chuỗi axit amin của nó giống với một chất gây dị ứng đã biết, đó là lòng đỏ trứng, loại protein này có sức kháng mạnh đối với sự nghiền nát trong quá trình tiêu hóa và tăng nhiệt. Nếu độc tố Bt gây dị ứng có nghĩa là sự chuyển gen gây ra hậu quả

ng nghiêm trọng. Nếu gen Bt chuyển vị trí đến vi khuẩn đường ruột của người, thì hệ vi sinh trong đường ruột của chúng ta có thể chuyển đổi thành nhà máy sản xuất thuốc trừ sâu sống, có thể sản xuất ra độc tố Bt bên trong chúng ta năm này qua năm khác (Romeis J, Dutton, Bigler F, 2004).

2. Đáng giá tác động của thực phẩm biến đổi gen đến sức khỏe con người và môi trường

2.1. Các nguyên tắc đánh giá an toàn thực phẩm GM

Việc giới thiệu của một gen chuyển vào một vật nhận không phải là một quá trình kiểm soát chính xác, và có thể dẫn đến một loạt các kết quả liên quan đến sự tích hợp, biểu hiện và sự ổn định của gen chuyển trong vật chủ (FAO/WHO 2003).

Khi các thực phẩm mới (giống cây trồng, giống vật nuôi, vi sinh vật) được phát triển bằng các phương pháp tạo giống truyền thống, các cấp có thẩm quyền quốc gia thường không yêu cầu đánh giá rủi ro về độ an toàn trước hoặc sau khi đưa ra thị trường, hay đánh giá thông qua các tiêu chuẩn quốc tế. Điều này trái ngược với các yêu cầu được áp dụng đối với sinh vật và các loại thực phẩm biến đổi gen.

Khái niệm đánh giá rủi ro của GMO đã được đưa ra thảo luận lần đầu tiên tại Hội nghị Asilomar năm 1975. Sự khám phá ra ADN tái tổ hợp đã làm dấy lên mối lo ngại trong cộng đồng các nhà nghiên cứu liên quan đến khả năng hình thành các virus tái tổ hợp và việc chúng thoát ra môi trường xung quanh có thể gây đe dọa đến sức khỏe cộng đồng. Mười bốn tháng sau khi một lệnh tạm dừng tự nguyện đối với nghiên cứu liên quan đến kỹ thuật ADN tái tổ hợp, những nguyên tắc chỉ đạo quy định về vật chất và sinh học, ngăn chặn các thí nghiệm rủi ro đã được soạn thảo và thống nhất.

Ủy ban Tiêu chuẩn thực phẩm quốc tế (Ủy ban Codex) đã thông qua các nguyên tắc chỉ đạo về đánh giá an toàn đối với thực phẩm GM với những văn bản sau:

- Các nguyên tắc phân tích rủi ro đối với thực phẩm có nguồn gốc từ công nghệ sinh học hiện đại;
- Nguyên tắc chỉ đạo về tiến hành đánh giá an toàn thực phẩm có nguồn gốc từ cây trồng ADN tái tổ hợp;
- Nguyên tắc chỉ đạo về tiến hành đánh giá an toàn thực phẩm được sản xuất có sử dụng các vi sinh vật có ADN tái tổ hợp.

Các nguyên tắc đánh giá an toàn của Ủy ban Codex đối với thực phẩm GM yêu cầu khảo sát về những khía cạnh:

- (a) Ảnh hưởng sức khỏe trực tiếp (độc tính)
- (b) Xu hướng gây dị ứng (tính chất gây dị ứng);
- (c) Các thành phần cụ thể với các đặc tính dinh dưỡng hay độc hại;
- (d) Tính ổn định của gen chèn (inserted gene);
- (e) Tác dụng dinh dưỡng liên quan đến biến đổi gen cụ thể;
- (f) Tác động không mong muốn, kết quả bất kỳ của sự chèn gen.

Những khả năng tác động trực tiếp đến sức khỏe con người của thực phẩm GM nói

chung cũng giống như các rủi ro đã được nhận dạng liên quan đến thực phẩm thông thường, ví dụ như bao gồm khả năng gây dị ứng và độc tính của các thành phần có trong thực phẩm, chất lượng dinh dưỡng và an toàn vi sinh của thực phẩm.

Nhiều trong số các vấn đề trên theo truyền thống không tiến hành đánh giá đối với thực phẩm thông thường; nhưng trong lĩnh vực độc tính của các thành phần trong thực phẩm thì ở đây có nhiều kinh nghiệm phong phú liên quan đến việc sử dụng thí nghiệm trên động vật để kiểm tra độc tính tiềm năng của các thành phần hóa học mục tiêu. Tuy nhiên, trái ngược với việc kiểm tra thành phần cụ thể, những khó khăn nội tại trong việc kiểm tra toàn bộ thực phẩm trên động vật thí nghiệm đã dẫn đến sự phát triển các phương pháp thay thế để đánh giá an toàn đối với thực phẩm biến đổi gen.

Các yếu tố xem xét khi đánh giá an toàn đối với thực phẩm GM bao gồm:

- Xác định gen cần quan tâm, bao gồm phân tích trình tự các vùng biên và số bản sao;
- Nguồn gen quan tâm
- Thành phần của GMO;
- Biểu hiện protein - sản phẩm của ADN mới;
- Độc tính tiềm tàng;
- Khả năng gây dị ứng;
- Các tác động thứ cấp có thể phát sinh từ biểu hiện gen hay sự đứt đoạn ADN chủ hoặc phá vỡ đường trao đổi chất, bao gồm thành phần các chất dinh dưỡng quan trọng, vi chất dinh dưỡng, chất phản dinh dưỡng, độc tố nội sinh, chất gây dị ứng và hoạt chất sinh lý.

2.2. Đánh giá tác động tiềm tàng không mong muốn của thực phẩm GM đối với sức khỏe con người

Những tác động không mong muốn, như hàm lượng chất phản dinh dưỡng hay sự cấu thành độc tố trong thực phẩm, đôi khi là đặc điểm biểu thị trong phương pháp nhân giống thông thường, ví dụ như nồng độ glycoalkaloid trong khoai tây. Các sinh vật có nguồn gốc từ phương pháp nhân giống thông thường, kể cả nuôi cấy mô, có thể có khả năng gia tăng tính bất ổn định di truyền và biểu sinh (những thay đổi gây ra do môi trường có ảnh hưởng đến sự biểu hiện gen không làm thay đổi trình tự ADN), chẳng hạn như hoạt tính của các phần tử di động và hiệu ứng gen im lặng (FAO/WHO 2003). Các hiệu ứng này có thể làm tăng khả năng của nhiều tác động tính trạng không mong muốn (ảnh hưởng đến hơn một kiểu hình tính trạng), ví dụ: biểu hiện tăng hoặc giảm của các thành phần hoặc những đột biến có thể xảy ra trong protein biểu hiện, cũng như sự lấn át gen (sự tương tác giữa gen chèn với các gen khác).

Nhiều lập luận cho rằng chèn gen ngẫu nhiên trong GMO có thể gây ra những bất ổn định về di truyền và kiểu hình, nhưng vẫn chưa có bằng chứng khoa học rõ ràng về những tác động như vậy. Một sự hiểu biết tốt hơn về tác động của các phần tử chuyển vị (hay yếu tố di động) đến hệ gen nhân chuẩn (eukaryotic genome) có thể làm sáng tỏ về chèn trình tự ngẫu nhiên.

Biểu hiện gen trong cây trồng thông thường và cây GM cũng có thể chịu ảnh hưởng môi trường. Các điều kiện môi trường như hạn hán hay nhiệt độ có thể kích thích một số gen; khiến cho các biểu hiện có thể tăng hoặc giảm. Việc đánh giá các tác động kết hợp tiềm tàng là cần thiết trong thực hiện đánh giá rủi ro từ sinh vật có nguồn gốc chồng gen (gene stacking), có nghĩa là những GMO có chứa những cấu trúc di truyền đa tính trạng (Andow et al. 2004). Quốc tế đã đi đến nhất trí rằng những thủ tục đánh giá sinh vật như vậy là điều nên tuân theo.

Tác động không mong muốn có thể được phân loại như các hiệu ứng chèn, tức là liên quan đến vị trí chèn của gen quan tâm, hoặc là những tác động thứ cấp, liên quan đến sự tương tác giữa các sản phẩm biểu hiện của gen chuyển (introduced gen) với các protein và các chất chuyển hóa nội sinh. Có một sự nhất trí chung rằng các cách tiếp cận mục tiêu, tức là đo lường các hợp chất đơn, là rất hữu ích và thích hợp để phát hiện các tác động như vậy, cũng giống như đã được thực hiện với các sản phẩm nhân giống thông thường. Để tăng cường và cải thiện việc nhận dạng và phân tích những tác động ngoài ý muốn, các phương pháp nhận diện đã được đề xuất. Cách tiếp cận không nhằm mục tiêu này cho phép phát hiện những tác dụng không mong muốn ở cấp mRNA (ARN thông tin), protein và chất chuyển hóa. Điều cần xem xét là những phương pháp nào một khi đã được xác nhận là sẽ hữu ích cho các mục đích đánh giá rủi ro thường xuyên.

Các nguyên tắc của Ủy ban Codex về Phân tích rủi ro của thực phẩm có nguồn gốc từ công nghệ sinh học hiện đại (CAC 2003) nhấn mạnh đến yêu cầu thiết lập những hậu quả của các biến thể chuẩn tự nhiên, những ảnh hưởng của các điều kiện phát triển và ảnh hưởng môi trường và các phương pháp diễn giải dữ liệu liên quan đến an toàn từ kỹ thuật nhận diện. Các phương pháp thích hợp để thực hiện đánh giá các tác động tiềm năng không mong muốn cần phải được đánh giá đối với từng trường hợp GMO cụ thể, trong đó việc đánh giá để nhằm mục đích xem xét các yếu tố độc hại và chất phản dinh dưỡng ngoài ý muốn thông qua sự phân tích các thành phần cận kề và đặc điểm GM.

2.3. Tác động từ chuyển gen ngang

Trao đổi di truyền tự nhiên được phát hiện thấy có xảy ra trong các môi trường khác nhau, ví dụ như trong thức ăn (Kharazmi 2003). Ngoài ra, nhiều tài liệu cũng đã chỉ ra rằng, ADN trong thức ăn sau khi tiêu hóa không phân hủy hoàn toàn và những đoạn nhỏ ADN từ thực phẩm GM có thể tìm thấy ở những vùng khác nhau trong bộ máy tiêu hóa dạ dày-ruột. Hậu quả là có thể sinh ra chuyển gen ngang (HGT-horizontal gene transfer) gây ảnh hưởng nghiêm trọng trong một số điều kiện sức khỏe con người, vì vậy tác động tiềm tàng của HGT cần phải là một phần trong đánh giá rủi ro của thực phẩm GM.

Các nhóm chuyên gia tư vấn thuộc FAO/WHO (FAO/WHO 2001) cũng đã thảo luận về những nguy cơ rủi ro tiềm năng của chuyển gen từ thực phẩm GM đối với các tế bào của động vật có vú hay vi khuẩn đường ruột. Các chuyên gia cho rằng nên thận

trọng khi đánh giá an toàn thực phẩm giả định rằng, các đoạn ADN vẫn còn đọng lại trong đường tiêu hóa của người và thể được hấp thụ bởi vi khuẩn đường ruột (microflora) hay bởi các tế bào xoma dọc theo đường ruột. Trong đánh giá an toàn thực phẩm cần tính đến một số các yếu tố các đặc tính cụ thể được mã hóa bởi các chuỗi ADN, đặc điểm của sinh vật nhận và các điều kiện chọn lọc trong môi trường nội tại của sinh vật nhận.

Cấu trúc ADN được sử dụng để làm thay đổi thành phần di truyền của sinh vật nhận cần được cân nhắc trong đánh giá, đặc biệt là khi gen hay chất hoạt hóa của gen (cytomegalovirus promoter) có nguồn gốc virus. Các trình tự không liên quan đến gen mục tiêu có thể được đưa vào như một phần của cấu trúc (FAO/WHO 2003). Việc đưa một cách không chủ ý các trình tự như vậy vào các tế bào thuộc dòng sinh dục (germline) của một động vật GM không chỉ có khả năng dẫn đến những tổn thương di truyền ngoài ý muốn, mà còn có thể góp phần tái tổ hợp một dòng virus truyền nhiễm mới. Một ví dụ điển hình đó là sự phát sinh dòng virus gây bệnh bạch cầu ở chuột có khả năng sao chép trong khi phát triển một vector có chứa gen globin.

Việc chuyển ngang vật chất di truyền tái tổ hợp sang các vi sinh vật cho thấy có sự ổn định nâng cao của ADN trong những điều kiện nhất định. Sự trao đổi ADN tự nhiên sang vi khuẩn có liên quan đến khả năng vi khuẩn hấp thụ ADN ngoại bào trong một trạng thái khả biến hay trong các sự kiện tái tổ hợp không hợp thức (de Vries and Wackernagel 2002). Xác suất xảy ra những sự kiện như vậy là rất thấp và còn phụ thuộc vào các gen, cấu trúc và sinh vật được bàn đến.

Các chuyên gia của FAO/WHO kết luận rằng chuyển gen ngang hiếm khi xảy ra nhưng không thể xem nhẹ, và hậu quả của sự chuyển gen này cần được cân nhắc trong đánh giá an toàn. Theo các chuyên gia khuyến cáo nên sử dụng ADN tái tổ hợp không chứa gen kháng kháng sinh (đặc biệt là các gen có thể can thiệp vào các liệu pháp ở người và động vật), hay bất cứ chuỗi (gen) nào có thể kích thích chuyển gen. Không khuyến khích sử dụng bất cứ trình tự ADN nào không cần thiết bao gồm cả các gen đánh dấu trong cấu trúc di truyền. Gen đánh dấu được sử dụng thường mã hóa khả năng kháng kháng sinh. Đánh giá rủi ro đối với các gen lựa chọn này cần chú trọng vào chuyển gen sang vi sinh vật cư trú trong đường tiêu hóa của người hay động vật. Khả năng xảy ra sự chuyển gen này là không thể loại trừ hoàn toàn, vì vậy đánh giá an toàn nên cân nhắc thông tin về vai trò của thuốc kháng sinh trong sử dụng y tế ở người và vật nuôi.

2.4. Phản ứng miễn dịch và dị ứng

Dị ứng hay quá mẫn cảm với thức ăn là những phản ứng bất lợi với thực phẩm được kích hoạt bởi hệ miễn dịch. Trong số các loại phản ứng khác nhau liên quan, tình trạng không dung nạp không có khả năng miễn dịch (non-immunological intolerance) đối với thức ăn và các phản ứng tác động đến các thành phần của hệ miễn dịch cần được phân biệt. Tình trạng trước có thể dẫn đến đầy hơi hay những phản ứng khó chịu khác, nhưng được cho là không liên quan đến hệ miễn dịch và được gọi là "không dung nạp

thực phẩm".

Phản ứng dị ứng với thực phẩm truyền thống đã được biết rõ. Các chất gây dị ứng thực phẩm chủ yếu là những protein có trong và có nguồn gốc từ trứng, cá, sữa, lạc, động vật có vỏ, bao gồm cả động vật giáp xác và động vật thân mềm (ví dụ như sò, trai và hào), đậu nành, hạt cây (ví dụ như hạnh nhân, quả hạch Braxin, hạt điều, hạt dẻ/hạt phỉ, hạt macadamia, quả hồ đào, hạt thông, quả hồ trăn và quả óc chó) và lúa mì. Trong khi các nhóm chất gây dị ứng đã được biết đến và các phương pháp thử nghiệm tiên tiến cũng đã phát triển, thực phẩm chế biến theo phương pháp truyền thống nói chung không được kiểm nghiệm chất dị ứng trước khi đưa ra thị trường.

Ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại trong cây trồng có khả năng làm cho thực phẩm kém an toàn hơn nếu các protein được đưa thêm vào chúng tỏ là nguyên nhân gây ra phản ứng dị ứng trong cung cấp thực phẩm. Một trường hợp nổi tiếng đó là việc chuyển gen mã hóa một chất dị ứng đã được xác định, đó là gen 2S-Albumin từ quả hạch Braxin sang một giống đậu tương trước đó được cho là an toàn. Khi các đặc tính gây dị ứng của đậu tương chuyển gen được thử nghiệm cho thấy huyết thanh của bệnh nhân dị ứng với quả hạch Braxin phản ứng chéo với đậu tương chuyển gen (Nordlee et al. 1996). Vì nguyên nhân này mà sản phẩm thương mại không được phép phổ biến.

Việc đưa vào một protein hoàn toàn mới trước đó chưa được phát hiện thấy trong chuỗi thức ăn đại diện cho một trường hợp khác. Trường hợp này để đánh giá an toàn là khó khăn hơn bởi vì chưa có xét nghiệm chính thức để xác định khả năng gây dị ứng của loại protein mới. Thủ tục đánh giá rủi ro để kiểm tra dị ứng thực phẩm gồm bốn phần: (1) đánh giá tính gây dị ứng (đối với thực phẩm hay các thành phần trong thực phẩm); (2) đánh giá phản ứng liều lượng (thành phần an toàn đối với chất gây dị ứng); (3) đánh giá phơi nhiễm (khả năng mọi người gặp phải chất gây dị ứng); và (4) bộ phận nhạy cảm (những người dễ bị dị ứng phản ứng với loại thực phẩm mới như thế nào).

Một đánh giá dị ứng gồm các phần như so sánh trình tự của gen chuyển (kể cả các vùng biên tại điểm chèn) với trình tự motif của protein gây dị ứng từ ngân hàng dữ liệu, đánh giá tính ổn định của các protein mới biểu hiện đối với tiêu hóa và các thử nghiệm động vật và miễn dịch.

Nếu không có đặc điểm tương tự về trình tự với các epitop (nhân tố quyết định kháng nguyên) protein gây dị ứng và độ ổn định thấp trong các điều kiện có tính axit hoặc protein phân giải, thì không loại trừ sự hiện diện của một chất gây dị ứng tiềm năng. Ở đây có những sự cố đã chứng tỏ mâu thuẫn với các quy luật chung, ví dụ như những biến đổi nhỏ trong trình tự protein quyết định tính gây dị ứng (Ferreira et al. 1996). Dự đoán về khả năng gây dị ứng sử dụng các motif trình tự protein được xác định từ một cơ sở dữ liệu chất gây dị ứng mới được coi là một chiến lược mới và có chất lượng cao để xác định chất gây dị ứng tiềm năng (Stadler 2003). Nhiều chuyên gia cho rằng việc sử dụng huyết thanh của những bệnh nhân nhạy cảm với nhiều loại

kích thích có ý nghĩa quan trọng đối với việc xét nghiệm khả năng gây dị ứng. Để nâng cao chất lượng đánh giá rủi ro của các chất gây dị ứng, có thể thông qua các nghiên cứu cơ chế của các mô hình động vật và các kỹ thuật di truyền.

Các chuyên gia y tế của FAO/WHO khuyến cáo không nên chuyển gen từ những thực phẩm được biết là có khả năng gây dị ứng, trừ khi sản phẩm protein của gen chuyển đã chứng tỏ là không gây dị ứng. Nguyên tắc này đã được nhiều cơ quan quản lý áp dụng khi đánh giá tính an toàn của thực phẩm GM. Cơ sở tế bào của phản ứng miễn dịch vẫn còn chưa được hiểu hoàn toàn, và một sự hiểu biết tốt hơn về mối tương tác của hệ miễn dịch và thực phẩm nói chung là cần thiết để giải mã xem liệu các loại thực phẩm GM cụ thể có thể tác động đến hệ miễn dịch ngoài khả năng gây dị ứng. Tác động của các phản ứng trung gian tế bào (không có sự tham gia của các kháng thể globulin miễn dịch E) đến những phản ứng quá mẫn cảm gây ra do thực phẩm là một vấn đề đang được nghiên cứu hiện nay (Walker-Smith 2003).

2.5. Đánh giá các khía cạnh an toàn của thực phẩm có nguồn gốc từ động vật GM

Động vật biến đổi gen chủ yếu được sản xuất cho các mục đích nghiên cứu y sinh. Cho đến nay, thực phẩm GM có nguồn gốc từ động vật GM vẫn chưa được giới thiệu trên các thị trường quốc tế, nhưng một số loài như cá được hy vọng sẽ được giới thiệu trong tương lai gần. Về nguyên tắc, việc đánh giá an toàn thực phẩm và thức ăn gia súc đối với động vật GM tuân theo những nguyên tắc đánh giá chung đối với sinh vật biến đổi gen. Tuy nhiên, những đặc trưng riêng của việc đưa các gen chuyển vào động vật thường sử dụng các cấu trúc virus để đưa vào dòng bào tử (germ-line) cần có sự xem xét riêng.

Đánh giá rủi ro của thực phẩm có nguồn gốc từ động vật biến đổi gen cần được tiến hành trên cơ sở từng trường hợp giống như các thực phẩm GM khác. Thủ tục bao gồm một đánh giá khả năng tái tổ hợp của các vector virus được sử dụng cho chuyển đổi với các virus hoang dã, đặc biệt là ở gia cầm khi tiêu hóa không hết có khả năng dẫn đến hấp thu qua đường ruột các protein đưa vào bằng đường uống, và một đánh giá biểu hiện peptide có thể có hoạt tính hormon (ví dụ như cá).

Tư vấn chuyên gia của FAO/WHO về đánh giá an toàn thực phẩm có nguồn gốc từ động vật GM, bao gồm cả cá đề cập đến bốn vấn đề an toàn thực phẩm then chốt sau:

Phân tích kiểu hình. Do quy mô của chúng và những hạn chế trong quá trình sinh sản, nói chung vẫn còn có rất ít căn cứ ban đầu để sàng lọc các động vật GM, điều đó có nghĩa là thông tin về phạm vi biến dị giữa các động vật có cùng biến đổi gen vẫn còn hạn chế. Điều này làm cho việc diễn giải những khác biệt trở nên khó khăn. Ngoài ra, sự lựa chọn các mô và sản phẩm ăn được để phân tích cần tiến hành đối với các loài động vật khác nhau. Trong các trường hợp đặc biệt, phân tích kiểu hình có thể thích hợp khi tiến hành sau chế biến hay đối với cá, thực hiện trong các giai đoạn hư hỏng. Ví dụ, các amin nguồn gốc sinh vật có hại có thể hình thành trong giai đoạn hư hỏng ở cá hồi, cá ngừ, cá trích và các loại cá khác. Tương tự, formaldehyde có thể sản sinh trong tôm thối, cá tuyết hỏng và nhiều loài khác.

Phân tích thành phần. Dữ liệu cơ bản về biến dị tự nhiên đối với các thành phần cá biệt trong các mô khác nhau là điều cần thiết. Các dữ liệu trong các cơ sở dữ liệu hiện có cần được đánh giá về chất lượng và giá trị sử dụng trong phân tích thành phần so sánh.

2.6. Các khía cạnh an toàn của thực phẩm có nguồn gốc hoặc được sản xuất bằng vi sinh vật GM

Sản xuất phụ gia thực phẩm hoặc chất hỗ trợ chế biến sử dụng vi sinh vật GM, trong đó vi sinh vật không phải là một phần thực phẩm đã trở thành một công nghệ quan trọng và ngày càng được chấp nhận, các sản phẩm như vậy có mặt trên thị trường đã đạt số lượng lớn. Kinh nghiệm tinh chế protein trong lĩnh vực y sinh cho thấy các thủ tục tinh chế theo tiêu chuẩn hóa có tầm quan trọng đối với độ an toàn của các sản phẩm này.

Việc đánh giá rủi ro liên quan đến thực phẩm sử dụng vi sinh vật GM chú trọng đến phân tích các cấu trúc di truyền (vector) sử dụng trong các vi sinh vật GM, khả năng gây bệnh của GMM, và các tác động có hại của một chuyển gen tiềm năng (xem xét phạm vi ảnh hưởng lớn hơn đối với chuyển gen (Salyers et al. 2004) và các cơ chế tham gia khác nhau).

Đối với vi sinh vật GM sử dụng trong thực phẩm (ví dụ như thực phẩm lên men hoặc các chế phẩm thực phẩm chức năng), việc đảm bảo đánh giá rủi ro cần chú trọng vào những ảnh hưởng của mỗi tương tác có thể xảy ra giữa vi sinh vật GM và các vi khuẩn đường ruột nội sinh và những tác động kích thích miễn dịch hoặc điều chỉnh miễn dịch tiềm năng của các vi sinh vật trong đường tiêu hóa (FAO / WHO 2001b).

Các yếu tố điều hòa nhỏ có nguồn gốc từ ADN virus thường được sử dụng để điều khiển sự biểu hiện gen chuyển trong các GMO. Các cấu trúc ADN của virus đôi khi được sử dụng như những gen chuyển nhằm thiết lập tính kháng chống sâu bệnh virus, do chúng biểu hiện protein virus có khả năng đề kháng virus trên thực vật. Một số các nhà khoa học chỉ ra rằng, mỗi tương tác tiềm năng của các cấu trúc virus GM với các virus hoang dã liên quan cần được coi là một phần của đánh giá rủi ro xác định khả năng tiến hóa của các chủng virus gây hại mới thông qua các cơ chế tái tổ hợp (Frischmuth and Stanley 2000).

Việc chèn các vectơ truyền nhiễm virus vào các gen chức năng quan trọng của người nhận là bệnh nhân trong lĩnh vực y sinh đã được thông báo, và trong khi những vector như vậy không được sử dụng thường xuyên trong sản xuất thực phẩm, bằng chứng này cho thấy sự hiểu biết còn hạn chế về các cơ chế điều khiển chèn cấu trúc di truyền.

Các khía cạnh an toàn của thực phẩm có nguồn gốc từ nông nghiệp- dược- sinh học (biopharming)

Tiềm năng sản sinh protein người trên động vật đã dẫn đến mối quan tâm lớn đến các cơ hội mới cải thiện sức khỏe con người, nhưng cũng dẫn đến những nỗ lực thiết lập các phương pháp đánh giá rủi ro thích hợp. Các khía cạnh an toàn sinh học của

nông nghiệp phân tử (hay nông nghiệp-dược phẩm) có thể chia thành hai nhóm chính: Khả năng lây lan gen chuyên; và những tác động bất lợi tiềm năng của protein biểu hiện đối với môi trường và người tiêu dùng (Mascia and Flavell 2004). Theo tư vấn chuyên gia, đánh giá rủi ro cần đảm bảo rằng các protein được thiết kế để sản xuất các sản phẩm dược, ví dụ như trong sữa động vật, không thể tìm được đường dẫn đến các bộ phận khác của cơ thể động vật, bởi điều đó có khả năng dẫn đến những tác động bất lợi.

2.7. Tác động tiềm năng của GMO đến sức khỏe con người thông qua các tác động môi trường

Nghiên cứu về các chỉ số sức khỏe môi trường chỉ ra rằng, các thực hành nông nghiệp khác nhau gây ra những tác động trực tiếp và gián tiếp đến sức khỏe con người và phát triển. Các tác hại có thể dưới nhiều hình thức - hoàn toàn có nguồn gốc tự nhiên, hay xuất phát từ các hoạt động và can thiệp của con người. Sự cần thiết phải đánh giá những tác động gián tiếp của việc sử dụng GMO trong sản xuất thực phẩm đang được nhiều nước chú trọng. Các tác hại sức khỏe môi trường tiềm năng từ sự giải phóng GMO vào môi trường đã được WHO và các cơ quan bảo vệ môi trường đề cập đến, trong đó ảnh hưởng sức khỏe được phân tích dưới dạng một chỉ số kết hợp về bền vững sinh thái và xã hội (WHO/EURO-ANPA 2000). Ví dụ việc sản xuất các hóa chất hay các enzym có chứa các vi sinh vật GM (hóa chất, dược phẩm và phụ gia thực phẩm) đã góp phần đáng kể làm giảm sử dụng năng lượng, giảm khối lượng các chất thải rắn và độc hại vào môi trường, qua đó góp phần tăng cường sức khỏe con người và phát triển.

Một ví dụ khác về các kết quả có lợi đối với con người/môi trường từ việc áp dụng cây trồng GM đó là việc làm giảm sử dụng thuốc trừ sâu, sự ô nhiễm môi trường và phơi nhiễm của người với thuốc trừ sâu trong một số lĩnh vực. Lợi ích này đặc biệt rõ ràng thông qua sử dụng giống bông Bt kháng thuốc trừ sâu, làm giảm sử dụng thuốc trừ sâu gây độc hại cho nông dân (Pray et al. 2002).

Sự lai chéo cây trồng GM với cây trồng thông thường hay với các loài hoang dã, cũng như cây trồng thông thường bị nhiễm vật liệu GM, cả hai sự kiện này đều có tác động gián tiếp đến an toàn thực phẩm và an ninh lương thực do tạp nhiễm tài nguyên di truyền. Mặc dù đã nảy sinh những lo ngại ban đầu về việc đưa ADN chuyển gen vào các giống ngô truyền thống ở Mexico do kết quả của những phát hiện ra ADN chuyển gen trong các giống ngô như vậy vào năm 2000, những kết quả công bố gần đây từ các mẫu được lấy trong một khảo sát diện rộng, có hệ thống vào các năm 2003 và 2004 trong cùng khu vực cho thấy không có các gen chuyển trong các giống bản địa này (giới hạn phát hiện xấp xỉ 0,01%). Tuy nhiên, xác suất đưa một gen vào gen một loài khác vẫn tồn tại và cần có các biện pháp giảm nhẹ rủi ro.

Các hai đặc điểm lai chéo và tạp nhiễm đều phụ thuộc vào các đặc điểm thụ phấn và phân bố phấn hoa và hạt của cây trồng cụ thể. Tại Hoa Kỳ, giống ngô GM mang tên "Starlink" đã không được phê chuẩn cho sử dụng thực phẩm, nhưng vô tình đã bắt đầu

xuất hiện trong các sản phẩm thực phẩm ngô. Ví dụ này chỉ ra vấn đề tạp nhiễm và nhấn mạnh đến tiềm năng của những tác động không mong muốn đối với sức khỏe con người và an toàn (Macilwain 2005). Trong trường hợp ngô Starlink, sự tách biệt hoàn toàn các giống GM không dành cho sử dụng thực phẩm với các giống cây trồng cùng loài khác có thể không thực hiện được.

Các phương pháp phân tử cải tiến để ngăn chặn các gen chuyển, cũng như các biện pháp quản lý trang trại đang được thảo luận, ví dụ như khoảng cách cô lập, vùng đệm, rào cản phấn hoa, kiểm soát cây mọc tự nhiên, luân canh cây trồng và sắp xếp thời gian trồng tương ứng với thời kỳ ra hoa khác nhau, và giám sát các quá trình trồng trọt, thu hoạch, bảo quản, vận chuyển và chế biến.

Khả năng động vật GM bước vào và tồn tại dai dẳng trong môi trường sẽ khác nhau tùy thuộc vào các đơn vị phân loại, các hệ thống sản xuất, các tính trạng được biến đổi, và các môi trường nhận. Sự phổ biến và tồn tại của cá và loài có vỏ GM, hay các gen chuyển của chúng trong môi trường có thể dẫn đến một con đường gián tiếp để các sản phẩm động vật biến đổi gen bước vào nguồn cung ứng thực phẩm cho người. Điều này là do các cá thể đã thoát ra hay thế hệ con cháu của chúng về sau có thể bị đánh bắt. Các cơ chế tương tự cũng có thể xảy ra đối với gia cầm như vịt và chim cút, những sinh vật cho thấy có sự biến đổi đáng kể so với loại bình thường hoặc so với bố mẹ và thường là kết quả của đột biến. Vận chuyển động vật sống và bán ra thị trường cá và gia cầm GM làm phát sinh thêm một con đường động vật GM có thể thoát và bước vào môi trường.

3. GMO và an toàn môi trường

Tác động tiềm năng không lường trước của GMO đến các sinh vật không chủ đích, các hệ sinh thái và sự đa dạng sinh học.

Các yếu tố đánh giá rủi ro môi trường (ERA) đối với sinh vật GM bao gồm mô tả đặc điểm sinh học và phân tử của phân tử di truyền đưa vào, bản chất và bối cảnh môi trường của sinh vật nhận, tầm quan trọng của các tính trạng mới trong GMO đối với môi trường, và thông tin về các đặc điểm địa lý và sinh thái của môi trường nơi diễn ra việc đưa vào. Đánh giá rủi ro chú trọng đặc biệt đến các hậu quả tiềm tàng đối với tính ổn định và đa dạng của các hệ sinh thái, bao gồm cả sự xâm lấn giả định, dòng chảy của gen theo chiều ngang hay chiều dọc, các tác động sinh thái khác, ảnh hưởng đến đa dạng sinh học và tác động của sự hiện diện của vật liệu GM trong các sản phẩm khác.

Sử dụng GMO trong sản xuất thực phẩm có thể dẫn đến những tác động môi trường, trong một đánh giá toàn diện về sản xuất thực phẩm GM, các tác động môi trường có thể ảnh hưởng gián tiếp đến sức khỏe con người và phát triển theo nhiều cách như đã đề cập đến ở phần trên.

Rủi ro tiềm tàng đối với môi trường bao gồm các tác động không mong muốn đến sinh vật không chủ đích, các hệ sinh thái và tính đa dạng sinh học. Cây trồng GM

kháng sâu hại đã được phát triển bằng biểu hiện của nhiều loại chất độc trừ sâu khác nhau như vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* (Bt). Những tác động có hại đến côn trùng có ích, hay sự cảm ứng nhanh hơn của các côn trùng có tính kháng hóa chất diệt (phụ thuộc vào đặc điểm cụ thể của protein Bt, biểu hiện trong phấn hoa và diện tích trồng) đã được xem xét trong ERA về một số cây trồng GM được bảo vệ chống sâu bệnh. Các nghiên cứu về tính độc hại của giống ngô Bt đối với loài bướm chúa ở Hoa Kỳ chỉ ra rằng, đối với hầu hết các giống lai thương mại, các biểu hiện Bt trong phấn hoa là thấp và các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và trên đồng cho thấy không có tác dụng độc hại cấp ở bất kỳ mật độ phấn hoa nào trên đồng (Sears et al. 2001). Những câu hỏi này đã được coi là một vấn đề trong các chiến lược giám sát và quản lý kháng sâu bệnh.

Tăng liều thuốc diệt cỏ sau nảy mầm có thể áp dụng đối với cây trồng kháng thuốc diệt cỏ, như vậy có thể tránh được việc thường xuyên dùng thuốc diệt cỏ tiền nảy mầm và làm giảm số lần sử dụng thuốc cần thiết. Ngoài ra, yêu cầu cày bừa có thể giảm theo điều kiện trạng thái tới hạn của đất. Trong các tình huống sinh thái nông nghiệp nhất định, như áp lực kiểm soát cỏ dại cao, việc sử dụng cây trồng kháng thuốc diệt cỏ đã dẫn đến giảm lượng thuốc diệt cỏ cần sử dụng. Tuy nhiên, trong các trường hợp khác, sử dụng thuốc diệt cỏ vẫn không thay đổi thậm chí có phần tăng thêm. Trong các trường hợp khác, cần nghiên cứu các tình trạng: những hậu quả bất lợi tiềm năng đối với đa dạng sinh học thực vật, cỏ biến đổi thành loài ít nhạy cảm và phát triển tính kháng thuốc diệt cỏ, giảm sinh khối, ảnh hưởng xấu đến động vật hoang dã như động vật chân đốt hay chim, hay những hậu quả đối với thực hành nông nghiệp, ví dụ như việc luân canh cây trồng quan trọng về mặt sinh thái (Hauge Madsen và Streibig 2003).

Lai chéo. Lai chéo gen chuyển đã được thông báo từ việc canh tác cây trồng GM thương mại, bao gồm cải dầu và củ cải đường, và đã được chứng minh trong các khảo nghiệm về một số cây trồng, trong đó có cây lúa và ngô. Lai chéo có thể dẫn đến sự chuyển gen không mong muốn như chuyển gen kháng thuốc diệt cỏ sang cây trồng hoặc không chủ đích, làm nảy sinh các vấn đề quản lý cỏ dại mới.

Có thể dự báo hậu quả của lai chéo tại các vùng, nơi cây trồng GM có sự phân bố cùng khu vực và có giai đoạn ra hoa trùng với các loài cây và cỏ dại, như đối với trường hợp cây lúa. Dưới góc độ hậu quả có khả năng do dòng chảy gen từ các GMO, việc sử dụng các phương pháp phân tử để ức chế dòng chảy gen đã được cân nhắc và đang được phát triển. Khoảng cách cô lập hay các chiến lược phân tử tương lai về giới hạn gen chuyển chỉ trong cây trồng chuyển gen có thể làm giảm được dòng chảy của gen (Daniell 2003). Các biện pháp cô lập nghiêm ngặt có thể là cần thiết do các cơ chế phát tán phức tạp đối với một số cây trồng nhất định. Các Kỹ thuật giới hạn gen, ví dụ như đưa vào gen chuyển ở thể hạt không kế thừa di truyền từ đấng cha, đều không có hiệu quả do dòng chảy gen thông qua hạt hoặc do chúng vẫn còn ở giai đoạn phát triển sớm.

Động vật GM. Khả năng cá và các động vật biến đổi gen khác có thể thất thoát và tái sinh sản trong môi trường tự nhiên và việc đưa các gen tái tổ hợp vào quần thể

hoang dã đã được đưa vào một báo cáo của Viện Hàn lâm khoa học Hoa Kỳ (Board on Agriculture and Natural Resources 2002). Côn trùng, động vật có vỏ, cá và các loài đột biến gen khác (PIFB 2004) có thể dễ dàng thoát, có tính biến đổi cao và điều đáng quan tâm là chúng có thể dễ dàng tạo thành các quần thể hoang, đặc biệt là khi chúng tái sinh sản thành công hơn các đồng loại tự nhiên. Ví dụ, điều có khả năng xảy ra là nếu thoát vào môi trường tự nhiên, cá hồi biến đổi gen, có gen được thiết kế để tăng trưởng nhanh có thể cạnh tranh để tìm thức ăn và giao phối thành công hơn cá hồi hoang dã, như vậy gây nguy hiểm cho quần thể hoang dã. Việc sử dụng cá biến đổi gen vô sinh và toàn cái có thể làm giảm sự giao phối giữa các quần thể tự nhiên và quần thể nuôi (Muir and Howard 2002), một vấn đề nảy sinh với việc sử dụng cá không biến đổi gen trong nuôi lồng lưới trên biển. Tính không sinh sản loại trừ khả năng lan truyền gen chuyển trong môi trường, nhưng không loại bỏ được tất cả tiềm năng gây hại sinh thái. Tam bội đơn tính (Monosex triploidy) là phương pháp tốt nhất hiện nay để làm mất khả năng sinh sản của cá và loài có vỏ, mặc dù các thủ tục xác minh tam bội mạnh mẽ là cần thiết (FAO/WHO 2003).

Vi sinh vật GM. Chuyển gen từ vi khuẩn sang vi khuẩn trong đất đã được chứng thực trong một số hệ thống, ví dụ như đối với gen kháng kháng sinh, và chỉ có một số lượng rất hạn chế vi sinh vật GM được phép giải phóng (ví dụ như *Pseudomonas* and *Rhizobium*); chủ yếu là để khám phá sự lan truyền và phát triển của vi sinh vật trong tự nhiên.

Đánh giá rủi ro trong lĩnh vực này gặp trở ngại do một số yếu tố, như do kiến thức còn hạn chế về các vi sinh vật trong môi trường (cho đến nay chỉ có gần 1% vi khuẩn trong đất được mô tả), sự hiện diện của các cơ chế chuyển giao tự nhiên giữa các vi sinh vật, và những khó khăn trong việc kiểm soát sự lan truyền của chúng.

Các phương pháp mô tả đặc trưng khả năng thâm nhập môi trường cho đến nay vẫn chưa được chuẩn hóa. Phương pháp net-fitness (phù hợp thực) (Muir and Howard 2002) cung cấp một cách tiếp cận hệ thống và toàn diện dựa trên sự tiến hóa hiện đại và sinh học quần thể. Phương pháp này là một quy trình gồm hai bước: (1) đo các tính trạng thành phần khả dụng bao trùm toàn bộ vòng đời đối với động vật GM, động vật thông thường cùng chủng loại và những tạp giao giữa hai loại; (2) đưa các dữ liệu khả dụng từ bước 1 vào một mô hình mô phỏng để dự báo về số phận của gen chuyển qua nhiều thế hệ. Ở đây cần có sự xác nhận tính hợp lệ của các dự báo dựa trên phương pháp này.

4. Phát triển các hệ thống kiểm soát và an toàn đối với công nghệ sinh học thực phẩm

Điều được thừa nhận rộng rãi là việc ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại có thể đóng vai trò quan trọng đối với phát triển kinh tế, nhưng cũng liên quan đến những rủi ro tiềm tàng (UNECA 2002, CBD 2005). Do đó, tất cả các nước, dù là nhà phát triển hay người nhập khẩu ròng các sản phẩm có nguồn gốc công nghệ sinh học hiện đại, đều cần áp dụng các biện pháp bảo vệ sức khỏe con người và sự an toàn môi trường. Trên thực tế, nhiều chính phủ trên thế giới đang xúc tiến xây dựng các công cụ pháp

lý/hệ thống các quy định nhằm bảo vệ sức khỏe con người và an toàn môi trường. Tính hiệu quả của các biện pháp như vậy phụ thuộc vào năng lực của một quốc gia (cả về nguồn nhân lực và cơ sở hạ tầng) trong việc nhanh chóng thực hiện công tác đánh giá, quản lý và truyền thông rủi ro về từng sản phẩm mới của công nghệ sinh học hiện đại. Trong khi đánh giá và quản lý rủi ro có thể thực hiện trên cơ sở từng trường hợp cụ thể (case-by-case), các hoạt động truyền thông về rủi ro do các chính phủ thực hiện cần tuân theo quy trình thực hiện các quyết định.

Kể từ những năm 1970, NC&PT trong lĩnh vực công nghệ sinh học đóng vai trò quan trọng đối với sự hợp tác phát triển. Xu hướng này được hỗ trợ bằng sự thông qua vào năm 1992 Chương trình Nghị sự 21 (UNDESA 1992) và gần đây hơn là Công ước về đa dạng sinh học (CBD 2005). Hai hiệp định này đều bao gồm các phần cụ thể về ứng dụng và sử dụng công nghệ sinh học trong các lĩnh vực kinh tế chính như nông nghiệp, công nghiệp và năng lượng. Để bổ sung thêm, nhiều cơ quan tài trợ, các tổ chức NGO, khu vực tư nhân và các chính phủ thuộc các nước công nghiệp hóa đã tập trung các chính sách và mục tiêu xây dựng năng lực của mình vào việc làm tối đa hóa ích lợi của công nghệ sinh học tại các nước đang phát triển thông qua chuyển giao và mở rộng ứng dụng công nghệ. Cơ sở dữ liệu về các xúc tiến xây dựng năng lực của Nhà khai báo an toàn sinh học của CBD (CBD Biosafety Clearing House) thể hiện các chiến lược nhằm mục tiêu hướng tới các Mục tiêu phát triển thiên niên kỷ (WB 2000).

Chương trình nghị sự 21 (UNDESA 1992) là một kế hoạch hành động toàn diện của các tổ chức thuộc hệ thống Liên hợp quốc, các chính phủ và các nhóm cộng đồng, được thực hiện trên phạm vi toàn cầu, tại các quốc gia và các địa phương trong tất cả các lĩnh vực nơi con người có thể gây gánh nặng đối với môi trường. Cách tiếp cận này nhằm vào một lĩnh vực cụ thể (phát triển công nghệ) nhưng đã không thành công trong việc phổ biến các kỹ năng và kiến thức cần thiết cho việc tiến hành các hoạt động liên quan như phát triển và thực hiện các khuôn khổ pháp lý quy định và an toàn thực phẩm.

Các vấn đề an toàn liên quan đến bảo vệ môi trường và sức khỏe con người mang khía cạnh khác và yêu cầu chuyên môn khác. An toàn sinh học có xu hướng thuộc về trách nhiệm của cơ quan môi trường và nông nghiệp, trong khi cơ quan quản lý về an toàn thực phẩm thường trực thuộc Bộ y tế. Vì vậy các công cụ luật pháp để quản lý có thể khác.

Ở cấp quốc tế, có 15 công cụ ràng buộc về mặt pháp lý và các điều lệ không ràng buộc về thực hành một số khía cạnh liên quan đến GMO, nhưng không có điều lệ nào tích hợp các quy định về công nghệ sinh học của tất cả các lĩnh vực. Sự gia tăng các quy định và quyền hạn ngành như vậy đã kéo căng năng lực cần thiết của các nước đang phát triển, và những thách thức hiện tại đối với việc triển khai một chính sách hoàn toàn nhất quán và một khuôn khổ luật pháp về công nghệ sinh học hiện đại (FAO 2002): Thách thức đối với các nước đang phát triển đó là đạt được sự nhất quán trong luật pháp quốc gia về cây trồng, vật nuôi, cá, cây rừng và các vi sinh vật, trong khi đáp

ứng các nghĩa vụ quốc tế và đảm bảo sự hài hòa.

Một chương trình xây dựng năng lực sáng suốt được quyết định bởi khả năng tập trung vào sự phát triển con người để nhằm thúc đẩy kỹ năng và nguồn lực cần thiết để duy trì sự tiến bộ riêng. Một xúc tiến xây dựng năng lực cần hành động như công cụ hỗ trợ và là tác nhân xúc tác cho việc tự chủ và khai thác năng lực của đất nước để làm chủ sự phát triển riêng của đất nước trong sự hài hòa với môi trường thiên nhiên và với các yêu cầu hành động quốc gia bất kỳ khác, ví dụ như bền vững kinh tế chẳng hạn (ECDPM 2003).

Các xúc tiến xây dựng năng lực cần được duy trì ngoài đời sống hoạt động, như một bộ phận tích hợp của chương trình phát triển và không nên coi đó chỉ là hoạt động thực hiện có một lần. Đôi lại, các nước đang phát triển cần tham gia vào và nắm quyền sở hữu một hoạt động và được khuyến khích để có trách nhiệm về sự phát triển riêng của mình. Sự phát triển kiến thức theo nhu cầu có khả năng được tiếp thu nếu nó phản ánh hiện trạng địa phương và có khả năng được áp dụng bởi xã hội.

An toàn thực phẩm thu hút sự chú ý ngày càng tăng do những ảnh hưởng của nó đối với sức khỏe cộng đồng. Nói chung, các hệ thống kiểm soát thực phẩm tại các nước đang phát triển vẫn còn kém phát triển và kém tổ chức hơn so với ở các nước phát triển. Các yêu cầu năng lực tổng thể tại các nước này bao gồm: cơ sở hạ tầng cơ bản; chiến lược quản lý thực phẩm quốc gia; khuôn khổ luật pháp và quy định về thực phẩm; các dịch vụ thanh tra thực phẩm; các phòng thí nghiệm và thiết bị kiểm tra thực phẩm; và các hệ thống thực thi chất lượng thực phẩm và bảo đảm an toàn.

Công tác an toàn thực phẩm mang nhiều khía cạnh, và nhiều điều luật về thực phẩm được ban hành thuộc các bộ khác nhau (WHO 2002). Tại nhiều nước, kiểm soát thực phẩm hiệu quả bị ảnh hưởng bởi sự tồn tại của phân mảnh pháp luật, nhiều quyền tài phán và sự yếu kém trong các cơ chế theo dõi, giám sát, và thực thi. Luật an toàn thực phẩm liên quan đặc biệt đến an toàn thực phẩm GM cần được lồng ghép vào các bộ luật hiện hành về thực phẩm, trong đó cần nhắc đến các yêu cầu quản lý rủi ro đặc biệt.

Để có thể đưa ra các quyết định am hiểu về an toàn GMO và thực phẩm GM, các chính phủ cần các nguồn lực đáng kể về con người và thể chế tuân theo các nguyên tắc cần thiết để đánh giá rủi ro đối với môi trường và thực phẩm dành cho người có nguồn gốc từ GMO. Các nước đang phát triển có kinh nghiệm còn hạn chế trong các lĩnh vực khoa học cần thiết, do các nhà công nghệ sinh học tại các nước này thường tập trung trong lĩnh vực nghiên cứu và hầu như không tham gia vào các cơ quan lập pháp và hoạch định chính sách. Tại hầu hết các nước đang phát triển, cũng chính những nhà khoa học đó lại ngồi ở ghế thuộc Ủy ban an toàn thực phẩm quốc gia, và liên quan đến cả đánh giá rủi ro lẫn hoạch định chính sách. Trong kịch bản này tồn tại ba lỗ hổng, đó là: (a) khi chính các nhà phát triển lại là những người đánh giá rủi ro, nguy cơ xung đột lợi ích tăng thêm; (b) do hầu hết các thành viên của ủy ban an toàn sinh học quốc gia được tuyển chọn trên cơ sở tự nguyện, nên họ sẽ không dành quá nhiều thời gian

cho trách nhiệm này; và (c) do thành viên ủy ban an toàn sinh học quốc gia thường là luân phiên nên không bảo đảm được tính liên tục trong năng lực đạt được bằng kinh nghiệm.

Trong khi nhiều nước phát triển đã thông qua các cơ chế quản lý công nghệ sinh học hiện đại, hầu hết các nước đang phát triển đều hoặc là trong quá trình phát triển khuôn khổ an toàn sinh học quốc gia hoặc là chỉ mới bắt đầu quá trình này. Cho đến nay, chỉ có trên 10 quốc gia đang phát triển đã thực hiện luật định về an toàn sinh học quốc gia (CBD 2005). Khoảng 20-30 quốc gia khác đang trong giai đoạn chuyển tiếp trong đó một số hoặc tất cả các bộ phận đang ở các giai đoạn phát triển khác nhau. Một vài nước đang phát triển cho phép canh tác thương mại cây trồng có nguồn gốc từ công nghệ sinh học hiện đại có năng lực còn hạn chế trong thực hiện một khuôn khổ luật pháp.

Các khuôn khổ luật pháp quốc gia về an toàn sinh học của các nước rất khác nhau phụ thuộc vào các lĩnh vực ưu tiên và cơ cấu thể chế. Ngoài ra, các điều kiện xã hội khác nhau phổ biến tại các nước gây khó khăn cho việc quyết định các hệ thống luật pháp thích hợp cần được thực thi bởi các nước đang phát triển. Mặc dù có sự đa dạng, một số cấu phần cần thiết và tạo nên cốt lõi của nhiều khuôn khổ luật pháp quy định của các quốc gia gồm:

- Chính sách và chiến lược quốc gia;
- Khuôn khổ luật pháp bao gồm các quy định và hướng dẫn;
- Cơ chế đăng ký và cấp phép;
- Hệ thống thực thi;
- Hệ thống phổ biến thông tin.

Động lực để thiết lập khuôn khổ luật pháp về an toàn sinh học là một yếu tố quan trọng trong việc quyết định quá trình phát triển. Trong một số trường hợp, các nhà khoa học đề cập đến mối quan tâm đến việc quản lý nghiên cứu địa phương, trong khi những khởi động khác có thể xuất phát từ các công ty đa quốc gia muốn tiếp tục được phép sản xuất hạt giống tại phía Nam bán cầu trong những tháng đang là mùa đông ở phương Bắc. Gần đây, việc nhập khẩu viện trợ thực phẩm đã dẫn đến hình thức quy định tại các nước đang đối mặt với khan hiếm lương thực.

Nhiều nước đã xây dựng các hệ thống pháp luật đã phát triển và thực thi các hệ thống này từng bước một, thường là để đáp ứng nhu cầu trước mắt (Cohen 2001). Bước đi đầu tiên liên quan đến việc thiết lập các hướng dẫn tự nguyện trong quá trình phát triển về mặt cơ cấu của khuôn khổ pháp lý. Các hướng dẫn chỉ đạo ban đầu đề ra các nguyên tắc về an toàn thực hành trong phòng thí nghiệm, sau đó được điều chỉnh để đảm bảo an toàn môi trường đối với các khảo nghiệm trên thực địa.

Lợi thế của hướng dẫn ở chỗ nó có thể được sửa đổi và đưa thêm vào các yêu cầu thông tin mới cho phù hợp với sự tiến bộ công nghệ, điều đó có thể thực hiện một cách nhanh chóng. Tuy nhiên, hướng dẫn mang tính tình nguyện và sự tuân thủ không thể bắt buộc thực thi nếu không được hỗ trợ bởi luật pháp.

5. Dán nhãn thực phẩm biến đổi gen và sự lựa chọn của người tiêu dùng

Việc thiết lập các chính sách ghi nhãn thực phẩm biến đổi gen nhằm đảm bảo rằng người tiêu dùng nhận được thông tin hữu ích cần thiết, các cơ quan quản lý phải giải quyết một loạt các vấn đề liên quan đến biến đổi gen. Đó là những vấn đề liên quan đến khoa học, y tế, môi trường, chính trị, văn hóa và kinh tế, cũng như các yêu cầu tuân thủ và thực thi.

Nằm ở trọng tâm của tranh luận quốc tế về lĩnh vực này là hai cách ghi nhãn khác nhau, đó là: (a) yêu cầu truyền tải những thông tin liên quan đến sức khỏe (ví dụ như sự hiện diện của một chất gây dị ứng hoặc một thành phần đã bị thay đổi); và (b) một cơ chế truyền đạt thông tin về phương pháp sản xuất. Trong khi (a) về cơ bản được thừa nhận ở tất cả các khu vực, thì việc ghi nhãn theo phương án (b) chỉ được sử dụng ở một số nước. Mặc dù các cơ quan có thẩm quyền tại hầu hết các nước đều nhất trí rằng thực phẩm GM được cho phép lưu hành trên thị trường chỉ sau khi đã được đánh giá đầy đủ là an toàn như các sản phẩm truyền thống, các hệ thống quốc gia khác nhau phản ánh những quan điểm khác nhau liên quan đến việc sử dụng dán nhãn để truyền tải thông tin về phương pháp sản xuất, mà trong trường hợp này là công nghệ biến đổi gen. Điều đáng chú ý là cách ghi nhãn (b) có vẻ như được thực hiện chỉ liên quan chủ yếu đến thực phẩm GM, mặc dù có một số điểm tương tự với các hệ thống ghi nhãn thực phẩm được sản xuất theo phương pháp sản xuất hữu cơ.

Các cơ quan quản lý quốc gia đã phát triển nhiều cách tiếp cận đối với việc ghi nhãn thực phẩm có chứa hoặc có nguồn gốc từ GMO. Hiện nay trên thế giới có 2 hướng xử lý khác nhau. Hướng buộc phải dán nhãn khi hàm lượng thành phần GM trên ngưỡng nhất định như Úc trên 1%, Nhật Bản trên 5%, Ấn Độ trên 5%, Ả Rập Xê-út trên 1%, Hàn Quốc trên 3%, Đài Loan trên 5%, Thái Lan trên 5%, Châu Âu trên 0,9%, Braxin trên 1%. Hướng chấp thuận không phải dán nhãn gồm Hoa Kỳ, Canada, Philipin, Nam Phi, Argentina. Các loại thực phẩm được tuyên bố là không biến đổi gen cần được phân tích kỹ lưỡng để chứng tỏ rằng không liên quan đến vật liệu hay quy trình GM.

Trong quy định ghi nhãn thực phẩm GM, có hai cách tiếp cận mở rộng gồm:

- Ghi nhãn tình nguyện, bị chi phối bởi các tác động thị trường, không có yêu cầu pháp lý để thông báo về việc sử dụng GMO trong sản xuất thực phẩm.
- Ghi nhãn bắt buộc, trong đó yêu cầu thông báo về các đặc điểm của thực phẩm có sử dụng công nghệ di truyền (an toàn, lành mạnh và/hoặc quy trình liên quan), hoặc thông báo về việc sử dụng công nghệ gen trong sản xuất thực phẩm.

Hiện nay đã có trên 30 quốc gia trên thế giới đã thông qua hoặc có kế hoạch ban hành các tiêu chuẩn ghi nhãn bắt buộc. Các tiêu chuẩn này thường yêu cầu thông báo về các đặc điểm an toàn và sức khỏe của mặt hàng GM, và xác nhận việc sử dụng công nghệ gen trong sản xuất thực phẩm đó. Yêu cầu thường xuyên nhất đã được pháp lý hóa đó là thuật ngữ "biến đổi gen" được sử dụng kết hợp với tên thực phẩm hay các

thành phần có liên quan.

Bảng 4 : Một số ví dụ về quy định ghi nhãn thực phẩm GM

Các phần chính trong quy định ghi nhãn	Tên nước
<p><i>Quy định ghi nhãn đầy đủ bắt buộc</i> Ghi nhãn phương pháp sản xuất. Bắt buộc ghi nhãn đối với tất cả các thực phẩm có nguồn gốc hoặc có chứa các thành phần có nguồn gốc từ sinh vật được sản xuất bằng công nghệ biến đổi gen. Ghi nhãn thành phần thực phẩm. Bắt buộc ghi nhãn đối với tất cả các thực phẩm và thành phần GM có chứa ADN và/hoặc protein mới lạ trong thành phẩm cuối cùng. Ghi nhãn thành phần thực phẩm. Bắt buộc ghi nhãn các mặt hàng thực phẩm chỉ định có chứa thực phẩm hay các thành phần GM là thành phần chính của thực phẩm chỉ khi có ADN và/hoặc protein lạ được đưa vào thành phẩm cuối cùng.</p>	<p>EU</p> <p>Úc, Niu Zilan, LB Nga</p> <p>Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc, Thái Lan, Malaixia</p>
<p><i>Kết hợp giữa quy định và tự nguyện ghi nhãn</i> Ghi nhãn tương đương. Chỉ bắt buộc ghi nhãn thực phẩm GM khi sản phẩm khác biệt đáng kể so với cùng loại thông thường. Ghi nhãn tự nguyện. Chế độ tự nguyện (khi thực phẩm GM tương tự như đồng loại thông thường) dựa vào các quy định chung của luật thương mại công bằng liên quan đến sai phạm, gây hiểu lầm và dán nhãn hay quảng cáo lừa đảo và một tiêu chuẩn ngành hỗ trợ thực thi.</p>	<p>Canada, Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hồng Kong, Nam Phi</p> <p>Canada, Hoa Kỳ</p>
<p><i>Không quy định</i> Không áp dụng quy định. Có thể cho phép ghi nhãn tự nguyện nhưng không có các hướng dẫn hay tiêu chuẩn kỹ thuật.</p>	<p>Nhiều nước đang phát triển</p>

Nguồn: FSANZ (2003)

Phạm vi quy định (hay kiến nghị) ghi nhãn thực phẩm GM thực tế bao gồm:

- Ghi nhãn tự nguyện chỉ ra một sản phẩm có thể chứa GMO hay các sản phẩm có nguồn gốc từ GMO (được áp dụng tại Canada và Nam Phi);
- Ghi nhãn bắt buộc đối với sản phẩm có nguồn gốc từ các phương pháp công nghệ sinh học hiện đại hoặc có chứa các sản phẩm từ GMO (áp dụng tại EU, Úc, Nhật Bản và Niu Zilan);
- Quy định thực hiện ghi nhãn khi một sản phẩm có khả năng chứa các thành phần có nguồn gốc từ biến đổi gen (EU);
- Ghi nhãn sản phẩm để thông báo với người tiêu dùng rằng các phương pháp sản xuất không có công đoạn nào liên quan đến biến đổi gen (còn gọi là "thông báo phủ định").

Đối với một số quốc gia, lý do ghi nhãn thực phẩm biến đổi gen (và thực phẩm nói chung) là để cung cấp cho người tiêu dùng thông tin về độ an toàn của các thành phần liên quan. Tại Hoa Kỳ, ghi nhãn thực phẩm thường không được coi là bắt buộc đối với các lý do không an toàn. Tuy nhiên, tại các nước khác các nhóm người tiêu dùng chỉ ra

quyền được thông báo của người tiêu dùng, cho rằng việc ghi nhãn thực phẩm GM là để cho phép người tiêu dùng có quyết định lựa chọn những sản phẩm theo sở thích của mình. Các phương thức và kiến nghị khác nhau phản ánh nền văn hóa và xã hội của các quốc gia, do đó sự hài hòa quốc tế là điều xem ra khó có thể đạt được. Một số nhóm cũng nhấn mạnh rằng việc ghi nhãn không gánh trách nhiệm thay cho các cơ quan thẩm quyền trong việc đánh giá rủi ro và ra quyết định.

Một số quy định ghi nhãn yêu cầu sử dụng các phương pháp phân tích để phát hiện protein hay ADN tái tổ hợp như một tiêu chuẩn dán nhãn. Các phương pháp phân tích như vậy, đặc biệt là phản ứng chuỗi trùng hợp (PCR) rất nhạy để có thể phát hiện sự lây nhiễm biên ADN tái tổ hợp, vì vậy giới hạn ngưỡng về lây nhiễm không mong muốn được áp dụng.

Kết luận

Thực phẩm GM có khả năng giải quyết phần lớn các vấn đề về đói kém và suy dinh dưỡng trên thế giới. Đồng thời nó có thể bảo vệ, giữ gìn môi trường thông qua nâng cao sản lượng của cây trồng và giảm bớt sự phụ thuộc vào thuốc trừ sâu và thuốc diệt cỏ hóa học. Tuy nhiên, thực phẩm GM cũng đặt ra nhiều thách thức cho chính phủ các nước, đặc biệt là về mặt kiểm định an toàn, chính sách quốc tế và dán nhãn thực phẩm. Công nghệ biến đổi gen mang lại nguồn lợi ích khổng lồ, là xu hướng không thể tránh khỏi của tương lai, nhưng việc ứng dụng cũng cần hết sức thận trọng để không gây ra những tác hại ngoài ý muốn cho sức khỏe người tiêu dùng lẫn môi trường.

Thực phẩm GM có mặt trên các thị trường quốc tế hiện nay trước khi được đưa ra thị trường đều phải trải qua đánh giá rủi ro, so sánh với các sản phẩm cùng loại truyền thống để đảm bảo không gây bất cứ nguy hiểm nào đối với sức khỏe con người.

Các tổ chức và quốc gia ủng hộ giống cây trồng GM theo nguyên tắc tuân thủ luật an toàn sinh học của mỗi quốc gia đối với sinh vật GM cũng như các định ước quốc tế có liên quan đến sinh vật GM như CODEX (Codex Alimentarius Commission), Nghị định thư Cartagena về An toàn sinh học để đảm bảo việc sử dụng giống cây trồng GM an toàn. Việc xét phê chuẩn một giống cây trồng GM cụ thể có được trồng trong sản xuất hay không phải căn cứ vào kết quả đánh giá tính toán đối với môi trường, sức khỏe con người và động vật của giống đó. Các mối nguy cơ tiềm ẩn liên quan đến GMO và thực phẩm GM cần được đánh giá trên cơ sở từng trường hợp cụ thể, có tính đến các đặc điểm của GMO hay thực phẩm GM và những khác biệt có thể xảy ra ở môi trường nhận. Đối với lĩnh vực có rủi ro tiềm tàng phát sinh do lai chéo hay lây nhiễm từ cây trồng GM, cần nghiên cứu những hậu quả liên quan đối với các cây trồng cụ thể và cần có các chiến lược quản lý rủi ro.

Hướng dẫn đánh giá rủi ro theo quy định của CAC được cho là phù hợp với việc đánh giá an toàn thực phẩm GM hiện nay trên thị trường quốc tế. Hướng dẫn đánh giá rủi ro môi trường đã được phát triển theo Công ước về Đa dạng sinh học.

Như đã được nhấn mạnh trong các Nguyên tắc của Codex về phân tích đánh giá rủi

ro đối với thực phẩm có nguồn gốc từ công nghệ sinh học hiện đại (CAC 2003), việc đánh giá khả năng thực phẩm GM có thể gây ra các phản ứng miễn cảm cần phải là một phần của đánh giá rủi ro đối với thực phẩm GM. Phần này bao gồm một phân tích tổng hợp về các protein biểu hiện và đánh giá các đặc tính cụ thể của thực phẩm GM liên quan đến khả năng gây ra các phản ứng miễn cảm. Sự hiểu biết tốt hơn về tác động và môi trường tác của thực phẩm với hệ miễn dịch là cần thiết để giải thích về khả năng và bằng cách nào các loại thực phẩm thông thường và GM gây ra các vấn đề sức khỏe và an toàn.

Ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại trong thực phẩm và nông nghiệp có khả năng làm giảm một số vấn đề liên quan đến an ninh lương thực. Tuy nhiên việc ứng dụng thành công còn phụ thuộc vào sự liên quan đến người nghèo, việc giải quyết những tranh chấp về sở hữu trí tuệ và các quy định pháp luật về kinh tế, thương mại, chính trị quốc gia và quốc tế. Nhiều nước đang phát triển sẽ cần phải vượt qua một số trở ngại trước khi có thể tận dụng đầy đủ tiềm năng của công nghệ sinh học hiện đại có thể mang lại.

Chương trình nghiên cứu ở các nước đang phát triển nên tập trung vào việc mở rộng cơ sở giống cây trồng, nâng cao năng suất và giá trị dinh dưỡng của các loại cây trồng có ý nghĩa quan trọng đối với cộng đồng nông thôn. Tính đến năng lực dự trữ quốc gia và hình thành các lĩnh vực nghiên cứu ưu tiên phù hợp với các mục tiêu phát triển nông nghiệp bền vững sẽ giúp đưa cơ hội thực tế thành triển vọng đối với cả các phương pháp nhân giống thông thường lẫn công nghệ sinh học hiện đại. Công nghệ định hướng nhu cầu là một công cụ tăng trưởng và phát triển mà khu vực tư nhân khó có thể đáp ứng bởi các cây trồng như vậy có giá trị thương mại thấp. Vì vậy chính phủ nên gánh trách nhiệm đầu tư vào những lĩnh vực nghiên cứu công có vai trò quan trọng trong việc làm giảm khoảng cách về lương thực giữa người giàu và người nghèo.

Liên quan đến việc ứng dụng công nghệ sinh học hiện đại, và dựa trên các định hướng và mục tiêu của mình, các quốc gia đang phát triển có những lựa chọn sau:

- (1) Phó thác sự phát triển của ngành này cho khu vực tư nhân;
- (2) Đẩy mạnh năng lực NC&PT quốc gia; và
- (3) Hình thành một môi trường thuận lợi để dựa vào đầu tư khu vực tư nhân trong các hợp tác công-tư.

Việc các nước đang phát triển không tham gia vào thương mại quốc tế sẽ có tác động tiêu cực đến việc thông qua và áp dụng các công nghệ mới nổi, trong đó có công nghệ sinh học hiện đại. Vì vậy việc cân nhắc kỹ lưỡng tất cả các vấn đề có liên quan đến việc ứng dụng một công nghệ cụ thể có ý nghĩa quyết định đối với việc ra quyết định của các chính phủ thuộc các nước đang phát triển. Việc sử dụng các công nghệ mới trong lĩnh vực thực phẩm và nông nghiệp đã trở nên mang tính chính trị, cho nên các quy định thể chế cần đảm bảo rằng việc triển khai nghiên cứu công nghệ là để nhằm mục đích nâng cao dinh dưỡng và an ninh lương thực. Chính sách và luật pháp như vậy không thể phát triển trong sự cách ly và độc lập với các nghĩa vụ ràng buộc

quốc tế và quan điểm công chúng.

Việt Nam có chú trọng đẩy mạnh nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sinh học và xem đây là một công nghệ mũi nhọn phục vụ công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước (*Chỉ thị số 50-CT/TW ngày 04 tháng 3 năm 2005 của Ban Bí thư Trung ương Đảng về việc đẩy mạnh phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước*). Quy định pháp luật về ứng dụng sinh vật GM bao gồm giống cây trồng GM đã được thể hiện trong Luật Đa dạng sinh học năm 2008 (Điều 65, 66, 67, 68) và Luật An toàn thực phẩm năm 2010 (Điều 10, 15, 44).

Đối với việc phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học ở Việt Nam, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Quyết định số 14/2008/QĐ-TTg ngày 22/01/2008 phê duyệt “Kế hoạch tổng thể phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học ở Việt Nam đến năm 2020”. Riêng lĩnh vực nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Thủ tướng đã phê duyệt “Chương trình trọng điểm phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học trong lĩnh vực nông nghiệp và phát triển nông thôn đến năm 2020” tại Quyết định số 11/2006/QĐ-TTg ngày 12/01/2006. Tại hai Quyết định trên, phát triển và ứng dụng cây trồng GM ở Việt Nam được xác định là nhiệm vụ quan trọng của chương trình công nghệ sinh học nông nghiệp quốc gia.

Cơ sở luật pháp để một giống cây trồng GM được phép sử dụng ở Việt Nam được quy định bởi Nghị định số 69/2010/NĐ-CP ngày 21 tháng 6 năm 2010 của Chính phủ về quản lý an toàn sinh học đối với sinh vật GM, mẫu vật di truyền và sản phẩm của sinh vật GM. Nghị định này đã quy định rất chi tiết về việc khảo nghiệm đánh giá an toàn sinh học đến sử dụng cây trồng GM. Quy định chi tiết về trình tự, nội dung khảo nghiệm đánh giá an toàn sinh học đối với môi trường đã được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành tại Thông tư số 69/2009/TT-BNNPTNT ngày 27 tháng 10 năm 2009 của về quy định khảo nghiệm đánh giá rủi ro đối với đa dạng sinh học và môi trường của cây trồng GM.

Hiện nay, Thủ tướng Chính phủ cho phép khảo nghiệm 3 loại cây trồng GM là ngô, đậu tương và bông vải (ba loại cây mà thế giới đang trồng nhiều nhất). Thực hiện chỉ đạo này, từ năm 2010, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã bắt đầu thực hiện khảo nghiệm 7 giống ngô GM, trong đó 3 giống của công ty TNHH Syngenta, 3 giống của công ty TNHH Dekalb Việt Nam (công ty Monsanto) và 1 giống của công ty Pioneer Hibred Việt Nam.

Việc khảo nghiệm được thực hiện theo các quy định pháp lý hiện hành của Việt Nam, đồng thời đảm bảo các yêu cầu chung của quốc tế về khảo nghiệm đánh giá rủi ro cây trồng GM. Đơn vị chủ trì khảo nghiệm được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn chỉ định là Viện Di truyền Nông nghiệp, Viện Bảo vệ thực vật là những cơ quan nghiên cứu triển khai có kinh nghiệm trong lĩnh vực công nghệ sinh học, các đơn vị này thực hiện nhiệm vụ khảo nghiệm độc lập, dưới sự giám sát và kiểm tra của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

Các giống ngô GM đã qua 2 bước khảo nghiệm đồng ruộng diện hẹp và diện rộng

để đánh giá rủi ro đối với đa dạng sinh học và môi trường trên đồng ruộng. Tiếp theo, các đơn vị khảo nghiệm sẽ tổng hợp báo cáo chi tiết kết quả khảo nghiệm để trình Hội đồng an toàn sinh học Bộ xem xét, đánh giá tư vấn trình Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công nhận kết quả khảo nghiệm nếu đạt yêu cầu. Sau đó, để các giống ngô GM được phép trồng trong sản xuất còn phải qua tiếp các bước được quy định tại Nghị định 69 gồm:

a) Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp Giấy chứng nhận an toàn sinh học đối với các giống ngô GM đã được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công nhận kết quả khảo nghiệm (căn cứ kết quả khảo nghiệm của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn).

b) Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cấp Giấy xác nhận sinh vật GM đủ điều kiện làm thức ăn chăn nuôi (điều kiện là giống đó đã có ít nhất 5 nước phát triển cho phép sử dụng làm thực phẩm và hoặc thức ăn chăn nuôi).

c) Bộ Y tế cấp Giấy xác nhận sinh vật GM đủ điều kiện làm thức ăn chăn nuôi sử dụng làm thực phẩm (điều kiện là giống đó đã có ít nhất 5 nước phát triển cho phép sử dụng làm thực phẩm).

d) Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công nhận là giống cây trồng mới được phép sản xuất, kinh doanh (thông qua các bước khảo nghiệm quốc gia về đặc tính nông học và sản xuất thử đối với giống mới).

Như vậy theo quy trình trên, từ việc khảo nghiệm giống cây trồng GM đến khi được phép sử dụng trong sản xuất phải trải qua nhiều bước rất chặt chẽ và được quy định của luật pháp. Việc quy định một giống cây trồng GM được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi hoặc làm thực phẩm phải là giống đã được 5 nước phát triển trên thế giới cho phép sử dụng. Việc kiểm tra, đánh giá sau khi một giống cây trồng GM được đưa vào sử dụng vẫn phải được thực hiện.

Hướng đi lâu dài đối với Việt Nam là nâng cao tiềm lực khoa học quốc gia về lĩnh vực công nghệ sinh học để các tổ chức khoa học và các nhà khoa học trong nước làm chủ được công nghệ và tự chọn tạo được giống cây trồng GM của Việt Nam. Hiện nay, trong Chương trình Công nghệ sinh học nông nghiệp, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã cho triển khai các đề tài nghiên cứu về tạo chọn giống cây trồng GM cũng như cử nhiều cán bộ đi đào tạo ở nước ngoài về công nghệ gen.

Nghiên cứu sinh vật GM ở Việt Nam tập trung vào phân lập, tuyển chọn các gen quý có giá trị ứng dụng cao tiến tới sử dụng để chuyển vào sinh vật nhận nhằm tạo nên những giống lý tưởng. Một số gen có giá trị nông nghiệp đã được tuyển chọn, bao gồm gen chịu hạn, lạnh, kháng bệnh ở lúa, gen cry và vip mã hóa các protein độc tố có hoạt tính diệt côn trùng của vi khuẩn Bt, gen mã hóa protein bất hoạt hóa ribosome ở cây mướp đắng và gen mã hóa α -amylase của cây đậu cô ve có hoạt tính diệt côn trùng; gen mã hóa protein vỏ của virus gây bệnh đốm vòng ở cây đu đủ, gen mã hóa kháng nguyên vỏ của các chủng loại virus đại... Trên cơ sở đó, các nghiên cứu chuyển gen có giá trị vào sinh vật nói chung và cây trồng nói riêng được tiến hành trên nhiều đối

tượng với nhiều nguồn gen khác nhau. Đối với thực vật, gen Xa21 kháng bệnh bạc lá do vi khuẩn ở lúa gây ra và gen cry kháng côn trùng đã được chuyển vào lúa; gen kháng virus đốm vòng được chuyển vào cây đu đủ; gen cry và gen chịu hạn được chuyển vào cây bông, gen cry và gen bar kháng thuốc diệt cỏ được chuyển vào các cây thuốc lá, đậu xanh, cải, cà tím, cây bông, cây ngô.

Việc đưa ngô biến đổi gen vào sản xuất thương mại tại Việt Nam được dự kiến triển khai vào năm 2012 sau hai đợt khảo nghiệm trên diện rộng. Tuy nhiên, vào thời điểm đó, nhiều ý kiến trong nước cho rằng, việc triển khai cây trồng biến đổi gen cần phải nghiên cứu kỹ và có những bước đi thận trọng. Đến 2013, Bộ NN&PTNT đã công nhận kết quả khảo nghiệm 5 giống ngô biến đổi gen để trình Bộ Tài nguyên - Môi trường cấp phép an toàn sinh học. Tuy nhiên, cho tới hiện tại, Bộ NN&PTNN cũng chỉ mới triển khai một số mô hình trình diễn trồng bắp biến đổi gen tại 6 tỉnh thành với quy mô 1,5-2ha/giống/mô hình.

Theo dự kiến, phải tới năm 2015, ngô biến đổi gen mới được đưa vào trồng đại trà. Trong khi đó, nhiều ý kiến vẫn tỏ ra nghi ngại về ảnh hưởng của cây trồng biến đổi gen với sức khỏe và môi trường một khi được triển khai đại trà tại Việt Nam.

Đối với Việt Nam lợi ích từ cây trồng biến đổi gen đã rõ ràng, đảm bảo an ninh lương thực là một yêu cầu cấp bách trước dân số ngày một tăng. Hơn nữa công nghệ gen là sản phẩm của công nghệ tiên tiến và hiệu quả, người nông dân được hưởng lợi nhiều mặt (năng suất lao động, sức khỏe, môi trường ...). Bước đầu có thể nhìn nhận cây trồng GM không gây hại. Tuy nhiên chúng ta cũng phải đề phòng những nguy cơ rủi ro do cây trồng GM gây ra, vì vậy cần đánh giá đúng về những nguy cơ đó và có biện pháp đề phòng thích hợp.

Dưới đây là một số khuyến nghị về phát triển cây trồng GM ở Việt Nam:

- Tạo hành lang pháp lý đối với các sản phẩm biến đổi gen là một vấn đề cấp thiết hiện nay, nhằm tạo cơ sở phục vụ cho sự quản lý của nhà nước đồng thời thúc đẩy hỗ trợ phát triển khoa học công nghệ sản xuất an toàn để làm thực phẩm, thức ăn chăn nuôi trong ngành nông nghiệp Việt Nam.

- Nhà nước có chính sách phù hợp để khuyến khích nghiên cứu và ứng dụng cây trồng GM. Điều này góp phần đảm bảo an toàn thực phẩm và tạo điều kiện cho công nghệ sinh học phát triển, đáp ứng yêu cầu chuyển dịch cơ cấu cây trồng và bước đầu thực hiện đề tái cơ cấu ngành nông nghiệp gắn với thực hiện đề án chuyển đổi cơ cấu cây trồng, trong đó giảm dần sự phụ thuộc vào nhập khẩu của một số loại cây trồng như ngô, đậu tương.

- Tiếp tục có nhiều nghiên cứu sâu hơn về sinh vật GM. Triển khai thử nghiệm ở quy mô rộng hơn về diện tích, phong phú hơn về chủng loại giống cây trồng GM để đánh giá đúng tiềm năng và những nguy cơ có thể xảy ra

- Tiếp nhận công nghệ biến đổi gen và mở rộng diện tích trồng GM ở Việt Nam cần cân nhắc rất cẩn thận, đầu tư nghiên cứu toàn diện để phát hiện đầy đủ lợi ích và hiểm họa. Lựa chọn phương pháp tiếp cận thông minh, tuần tự và thận trọng, cần có

thời gian để nghiên cứu phát hiện đầy đủ hơn những hiểm họa tiềm ẩn là mặt trái của công nghệ, đảm bảo cho nền nông nghiệp nước nhà an toàn bền vững và không bị lệ thuộc. Trước mắt, nên tập trung nội lực nghiên cứu phát triển các cây lương thực, thực phẩm có lợi thế, đồng thời tập trung đầu tư để nâng cao giá trị xuất khẩu của lúa gạo, cà phê, rau, hoa, quả, thủy sản...bù cho việc nhập khẩu ngô, đậu tương làm thức ăn chăn nuôi và bông cho công nghiệp dệt. Đầu tư nghiên cứu tạo giống hoặc nhập giống GM dùng làm nhiên liệu, để sản xuất xăng sinh học hoặc để trồng rừng làm nguyên liệu gỗ, giấy, cao su nhưng phải đảm bảo các quy định về an toàn sinh học, để không ảnh hưởng đến cuộc sống của con người và sinh vật.

- Với những hiểm họa đã được cảnh báo qua các nghiên cứu quốc tế, Việt nam cần lựa chọn đối tượng cây trồng phù hợp, đối với những giống cây dùng trong chuỗi thực phẩm, trước mắt chỉ nên nghiên cứu giải quyết công nghệ gen trong phòng thí nghiệm cho đến khi có những kết quả nghiên cứu toàn diện chắc chắn về độ an toàn. Khi các nhà làm công nghệ sinh học Việt Nam hoàn toàn chủ động tạo ra được giống GM phục vụ đại trà đáp ứng được yêu cầu sản xuất thì khảo nghiệm để phát triển.

- Những giống GM cho hạt, chất bột hay tinh dầu để sản xuất xăng sinh học hoặc những giống cây rừng để trồng rừng phòng hộ, làm nguyên liệu gỗ, giấy, cao su, làm nhiên liệu có thể nghiên cứu biến đổi gen vì nó không ảnh hưởng đến hệ thống sống của con người, vì lương thực hay thực phẩm biến đổi gen sẽ rất khó được chấp nhận khi mức sống cùng với sự hiểu biết của người dân ngày càng nâng cao.

Với khả năng tạo ra những giống cây trồng mới có giá trị kinh tế cao, công nghệ tạo giống GM cũng như các giống GM đã được trồng ở nhiều nơi trên thế giới có vai trò không thể phủ nhận. Tuy vậy vẫn còn tiềm ẩn những hiểm họa chưa được làm sáng tỏ. Để giải quyết những vấn đề này thì những kết luận thu được phải dựa trên những thông tin khách quan đáng tin cậy, có cơ sở khoa học, có đủ thời gian cần thiết để kiểm chứng. Vì tầm quan trọng của lương thực thực phẩm cho con người, nên các chính sách liên quan tới cây trồng GM cần phải dựa trên những cuộc tranh luận cởi mở và trung thực có sự tham gia của mọi thành phần trong xã hội và cần có các chương trình truyền thông phổ biến sâu rộng cho người dân hiểu đúng về cây trồng GM.

**Biên soạn: Đặng Bảo Hà
Nguyễn Phương Dung**

Tài liệu tham khảo

1. Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study. Food Safety Department. WHO, 2005.
2. Clive James: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. ISAAA.
3. Graham Brookes, Peter Barfoot: GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2011. PG Economics Ltd, UK. 4/2013.
4. Charu Verma et al.: A Review on Impacts of Genetically Modified Food on Human Health. The Open Nutraceuticals Journal, 2011.
5. FAO: Biotechnologies for agricultural development. (www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm)
6. Fred Gould, Michael B. Cohen: Sustainable Use of Genetically Modified Crops in Developing Countries. Agricultural Biotechnology and the Poor. 2002.
7. The use of genetically modified crops in developing countries. Nuffield council on Bioethics, 2003.
8. Deborah B. Whitman: Genetically Modified Foods: Harmful or Helpful? 4/2002.
9. Sven-Erik Jacobsen et al.: Feeding the world: genetically modified crops versus agricultural biodiversity. INRA and Springer-Verlag France 2013.
10. Magdalena Kropiwnicka: Biotechnology and food security in developing countries. Journal on Science and World Affairs, Vol. 1, No. 1, 2005.
11. Assuring food safety and quality: guidelines for strengthening national food control systems. FAO/WHO, 2003.
12. CAC (Codex Alimentarius Commission). Principles for the risk analysis of food derived from modern biotechnology. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, Rome. CAC/GL 44-2003.
13. Biosafety Clearing House. National laws, regulations and guidelines. CBD (Convention on Biological Diversity), 2005.
14. Thông tư 72/2009/TT-BNNPTNT của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về danh mục loài cây trồng biến đổi gen được phép khảo nghiệm đánh giá rủi ro. 17/11/2009.
15. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, công văn số 2940/BNN-VP: Cây trồng biến đổi gen. 11/10/2011.