



# LÚA BIẾN ĐỔI GEN - CÔNG NGHỆ DI TRUYỀN CHO CÂY TRỒNG CHỦ LỰC HÀNG ĐẦU THẾ GIỚI

(GE Rice – The Genetic Engineering of the World's Leading Staple Crop)

## Mục lục

1. Giới thiệu.....	2
2. Gen, đánh dấu gen (genes marker) và biến đổi gen (genetic engineering (GE)).....	2
2.1. Một số vấn đề về di truyền học.....	2
2.2. Biến đổi gen (genetic engineering - GE).....	4
3. Chọn giống thông thường và chọn giống biến đổi gen.....	5
3.1. Phương pháp chọn giống không sử dụng GE.....	5
3.2. Tạo giống cây trồng mới với GE.....	7
4. Các vấn đề xảy ra với GE.....	7
4.1. Các đột biến phát sinh từ GE.....	7
4.2. Gen im lặng (Gene Silencing).....	8
4.3. Vị trí ảnh hưởng (positional effects).....	8
4.4. Đa ảnh hưởng (Pleiotropic).....	9
4.5. Chuyển gen theo hàng ngang (Horizontal gene transfer).....	9
4.6. Tổng quan những rủi ro phát sinh từ GE.....	10
5. Lúa biến đổi gen: nghiên cứu, phát triển, khảo nghiệm và thương mại.....	11
5.1. Đặc tính nông học.....	11
5.2. Các đặc tính dinh dưỡng.....	15
5.3. Cây trồng được liệu.....	17
5.4. Đặc tính công nghiệp.....	17
5.5. Xir lý sinh học.....	17
6. Ai và điều gì dẫn đến lúa GE?.....	18
6.1. Cuộc chạy đua để tìm kiếm bộ gen lúa.....	18
6.2. Sự tham gia của các công ty.....	19
7. Những rủi ro và hệ lụy từ lúa GE.....	21
7.1. Sức khỏe và an toàn thực phẩm.....	21
7.2. Đa dạng sinh học và môi trường: đa dạng sinh học trong nông nghiệp và trồng trọt.....	24
7.3. Sự ô nhiễm và những rủi ro khác.....	26
<b>Endnotes.....</b>	<b>27</b>

EMPOWERING PEOPLE FOR CHANGE

PANAP  
PESTICIDE ACTION NETWORK  
ASIA & THE PACIFIC

**Mạng lưới hành động vì thuốc bảo vệ thực vật – Khu vực Châu Á Thái Bình Dương (PAN AP)** là một trong những trung tâm cấp khu vực của PAN. Đây là mạng lưới toàn cầu với mục tiêu loại trừ những rủi ro do thuốc bảo vệ thực vật gây nên đồng thời đẩy mạnh sản xuất nông nghiệp sinh thái dựa trên đa dạng sinh học. Cam kết trao quyền cho con người đặc biệt là phụ nữ, lao động nông nghiệp, nông dân. PAN AP tổ chức cuộc vận động “Hãy Giữ Lấy Hạt Lúa của Chúng Ta” năm 2003 nhằm ứng phó với những thách thức ngày càng lớn có liên quan đến hạt lúa, như yếu tố của một nửa dân số thế giới. Cơ sở cho cuộc vận động là “Năm Yếu Tố Cốt Lõi của Trí Tuệ Hạt Lúa” gồm (1) Trồng Lúa, (2) Sự Am Hiểu của Cộng Đồng, (3) Nông Nghiệp Sinh Thái Dựa Trên Đa Dạng Sinh Học, (4) Thực Phẩm An Toàn, và (5) Quyền Tỏi Cao về Lương Thực. Cuộc vận động cũng nhằm bảo vệ giống lúa bản địa, các nông hộ nhỏ, đất trồng lúa, và di sản về lúa ở Châu Á. Các tài liệu về lúa gạo của PAN AP cung cấp thông tin có liên quan đến các nguy cơ đối với nguồn lương thực này và được viết theo quan điểm của người dân. Mọi thắc mắc có thể gửi đến địa chỉ email: [panap@panap.net](mailto:panap@panap.net).

---

**Sơ lược về tác giả: Tiến sĩ Ricarda A. Steinbrecher** là đồng quản lý của EcoNexus, một tổ chức nghiên cứu lợi ích công phi lợi nhuận có trụ sở tại Vương Quốc Anh. Là một nhà sinh học, di truyền học, và chuyên gia về sinh vật chuyển đổi gen và an toàn sinh học, bà còn là cố vấn cho nhiều tổ chức trong nước và quốc tế. Ngoài ra, bà còn tham gia với tư cách là chuyên gia tư vấn cho chính phủ và các cuộc đàm phán quốc tế do tổ chức Liên Hiệp Quốc chủ xướng kể từ năm 1995. Bà là đồng tác giả của quyển sách “Những Tập Đoàn Đói – Những Công Ty Kỹ Nghệ Sinh Xuyên Quốc Gia Thực Dân Hóa Chuối Thứ An” và viết nhiều báo cáo, bài phê bình và các bài báo khoa học.

---

**Bản quyền © Mạng Lưới Hành Động Vì Thuốc Bảo Vệ Thực Vật – Khu Vực Châu Á Thái Bình Dương, 2007. Toàn quyền được bảo lưu.**  
 Publisher: Pesticide Action Network Asia and Pacific (PAN AP), P.O. Box: 1170, 10850 Penang, Malaysia.  
 Tel: (604) 657 0271/ 656 0381 – Fax: (604) 658 3960 – Email: [panap@panap.net](mailto:panap@panap.net) – Homepage: <http://www.panap.net>

---

**Bảng dịch Tiếng Việt do Trung tâm Nghiên cứu Phát triển Nông thôn – Trường Đại học An Giang thực hiện, 02/2012.**  
 Địa chỉ: Số 18, Ung Văn Khiêm, P.Đông Xuyên, TP.Long Xuyên, An Giang, Việt Nam.  
 Tel: (084) 0763 943 694 - Fax: (084) 0763 945 182; Email: [tbinh@agu.edu.vn](mailto:tbinh@agu.edu.vn), [lathong@agu.edu.vn](mailto:lathong@agu.edu.vn), <http://phong@agu.edu.vn>; website: [www.agu.edu.vn](http://www.agu.edu.vn).

## 1. Giới thiệu

Lúa gạo là một loại ngũ cốc quan trọng chủ lực của thế giới, với phân nửa dân số thế giới phụ thuộc vào nó. Lúa được trồng vào khoảng 146 triệu hectare, và chiếm 10% diện tích đất canh tác toàn cầu. Theo báo cáo của Viện lúa quốc tế IRRI, sản lượng chiếm khoảng 535 triệu tấn/năm và 91% sản lượng lúa gạo được trồng bởi nông dân Châu Á, trong đó Trung Quốc và Ấn Độ chiếm đến 55% [1]. Lúa gạo không chỉ là nguồn cung cấp năng lượng (calorie) hàng ngày, mà nó còn liên quan đến đời sống văn hóa bao đời nay của người châu Á. Giống lúa bản địa hay địa phương hiện tại là sản phẩm của quá trình chọn lọc và lai tạo lâu dài của người nông dân, nhằm thích ứng với điều kiện môi trường và sản xuất theo nhu cầu của họ.

Với sự ra đời của khoa học công nghệ hiện đại, sự xuất hiện ngày càng nhiều hạt giống đồng nhất, phân bón, thuốc trừ cỏ và thuốc trừ sâu, thì sự phong phú về tính đa dạng di truyền của các giống lúa ngày càng giảm mạnh. Trong khi cuộc cách mạng xanh (green revolution) mở ra thị trường siêu lợi nhuận cho các tập đoàn hóa chất, thì phần lớn các giống lúa vẫn sở hữu trong tay người dân hoặc của cộng đồng.

Với khoảng 3 tỉ người sử dụng gạo, lợi nhuận hứa hẹn sẽ rất cao cho bất kỳ công ty hoặc tập đoàn nào sở hữu giống lúa mới. Biến đổi gen (genetic engineering - GE) là một công cụ quan trọng để hướng đến điểm cuối là các công ty có được lợi nhuận thông qua việc sở hữu các “giống mới”, các công ty có được các giấy chứng nhận và phát minh những giống mới này sẽ có quyền kiểm soát việc mua bán hay sử dụng chúng.

Hai đặc tính được chọn để tạo giống mới thì giống nhau trên các loại cây trồng như Ngô, Đậu nành và Bông vải, những đặc tính đó là (1) kháng thuốc diệt cỏ và (2) kháng với dịch hại, với sự tác động của gen được chuyển vào và thông qua các cơ chế nội tại cây trồng tự sản xuất ra thuốc trừ sâu. Cả hai đặc tính này cũng đồng hành với việc trồng độc canh trên mô lớn, và hướng đến xa hơn nữa, từ sau cuộc cách mạng xanh, là đạt được cái gọi là cách mạng về di truyền (gene revolution).

Trong khi đó rất nhiều giống lúa đã biến mất trên đồng ruộng nông dân trong và sau khi cuộc cách mạng xanh xuất hiện – nhiều giống trong số chúng bị mất sẽ là điều tốt cho các công ty – cánh mạng di truyền sẽ dẫn đến sự suy giảm nguồn giống lúa và sự kiểm soát nguồn hạt giống của người dân.

## 2. Gen, đánh dấu gen (genes marker) và biến đổi gen (genetic engineering (GE))

Giống lúa có thể được lai tạo để thế hệ con lai sẽ được thừa hưởng những đặc tính tốt từ một giống lúa nào đó, như kháng dịch hại, kháng hạn, hoặc mang mùi thơm đặc biệt của gạo. Điều này không có gì lạ, bởi nó đã diễn ra trong thời gian dài khi con người biết đến nông nghiệp. Mong muốn của con người là có được những đặc tính di truyền từ những loài hoàn toàn khác nhau, như trên vi khuẩn (bacteria), cây tỏi, hoặc con người, nhưng chúng thì khác nhau về vật chất di truyền. Đây không phải là kỹ năng chọn giống bình thường, mà là kỹ năng trong công nghệ di truyền hiện đại, nó còn được biết đến như kỹ năng biến đổi gen (GM - genetic modification).

### 2.1. Một số vấn đề về di truyền học

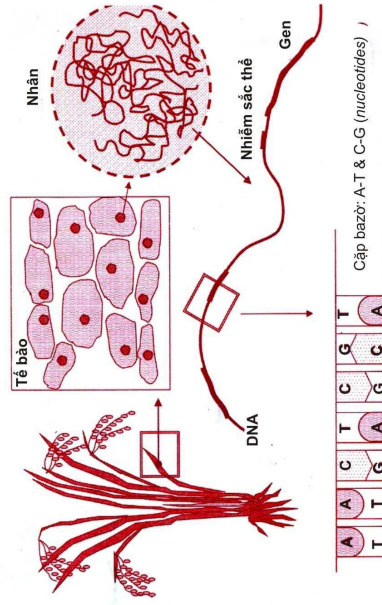
Để hiểu được làm cách nào biến đổi gen được thực hiện, chúng ta bắt đầu từ phần lá lúa, từ bên ngoài vào trong (Hình 1). Chúng ta có thể thấy cấu trúc tế bào không theo quy luật được sắp xếp giống như một bức tường. Tất cả những phần còn lại của cây trông như rễ, thân, hoa hoặc lá cũng đều được thành lập từ những tế bào.

Trong mỗi tế bào (cell) đều có nhân (nucleus), có trúc hình cầu, đây là trung tâm điều khiển của tế bào. Trong nhân có một bộ nhiễm sắc thể (chromosomes), chất nhiễm sắc sẽ ẩn màu và nhìn thấy được khi sử dụng chất nhuộm mau đặc biệt. Nhiễm sắc thể được thành lập từ DNA<sup>1</sup> (Deoxyribo Nucleic

<sup>1</sup> DNA là vật chất di truyền được viết tắt từ Deoxyribo Nucleic Acid, một loại vật liệu phân tử (molecule) có tính axit hiện diện trong nhân tế bào (cũng có thể được gọi là "Nucleic acid". Chúng sắp xếp thành chuỗi xoắn kép có hình dạng xoắn tròn ốc (Double helix). Chúng được bao bọc bởi protein, protein có chức năng như một mô an toàn cho tất cả thông tin di truyền được chứa bên trong DNA.

70. Hilbeck A, Baumgartner M, Fried PM, and Bigler F (1998) Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla cinea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27, 480-487.
71. Romeis J, Meissle M, and Bigler F (2006) Transgenic crops expressing *Bacillus Thuringiensis* toxins and biological control. *Nature Biotechnology* 24, 63-71.
72. Koger CH, Shaner DL, Krutz LJ, Walker TW, Buehring N, Henry WB, Thomas WE, and Wilcutt JW (2005) Rice (*Oryza sativa*) response to drift rates of glyphosate. *Pest Management Science* 61, 1161-1167.
73. V-GUTs (Terminator Technology): Design, Reality and Inherent Risks. Submission to the United Nations Convention on Biological Diversity, Working Group on Article 8 (j) by EcoNexus and the Federation of German Scientists; lead author: Ricarda A. Steinbrecher, PhD. January 2006 – 17 pages. <http://www.econexus.info/pdf/ENX-CBD-GUTs-2006.pdf> - see also [www.econexus.info](http://www.econexus.info).

Acid), một chuỗi phân tử dài được kết nối từ 4 loại Bazơ Nicric gọi là “nucleotides”<sup>2</sup> – gồm A, C, G và T – 4 Bazơ Nitric này kết hợp lại với nhau tạo thành bộ mã di truyền (genetic code). Bộ ba 3 nucleotide kết thành một, thông tin di truyền có thể được chứa trong bộ 3 mã hóa đọc theo chiều dài DNA. Thuật ngữ chuỗi DNA (DNA sequence) được dùng để mô tả sự sắp xếp các Nucleotide theo chiều dài của DNA, ví dụ như chuỗi DNA (ACCGTAGGA).



**Hình 1. Bên trong tế bào thực vật**

Chức năng của tất cả các DNA trong cây trồng (hoặc con người) vẫn chưa được biết hết. Tuy nhiên, đặc biệt có những phân đoạn cụ thể được biết đến được gọi là gen. Gen thường được gọi là đơn vị chức năng và vật lý cơ bản của di truyền. Một gen thường chứa một phần hoặc điều khiển các tế bào sản xuất một sản phẩm cụ thể, thường là protein. Sự biểu hiện về hình dạng, hoạt động hoặc đặc trưng của protein cũng phụ thuộc vào các thành phần khác, và các phân tử trong tế bào có thể sửa đổi các protein. Các sản phẩm từ nhiên trong sinh vật được xác định bằng chuỗi DNA của gen. Ví dụ, gen mã hóa cấu trúc của một protein với nhiệm vụ cụ thể như thành lập vách ngăn giữa các tế bào hoặc cung cấp một con đường vận chuyển dinh dưỡng, có tính đàn hồi và có thể phối hợp. Các protein khác nhau có thể có những chức năng khác nhau như tiêu hóa, phá vỡ các phân tử protein hoặc đường, quy định về giới tính, vận chuyển các vật chất vào trong cơ thể, khả năng kháng bệnh, chống các sinh vật xâm nhập.

Sản phẩm của một gen thường không cần thiết cho tất cả các giai đoạn sinh trưởng hoặc cho tất cả các tế bào, nhưng chúng là một loại tế bào đặc biệt ở thời gian nhất định, ví dụ, màu sắc trong các tế bào của cánh hoa, hoặc phản ứng của cây với điều kiện hạn hán. Tuy nhiên, gen có cấu trúc đặc biệt hoặc điều chỉnh về di truyền được gọi là gen điều hòa, tức là, gen có thể được kích hoạt hoặc im lặng tùy theo nhu cầu. Một gen được mã hóa thông qua 3 bước: khởi động (promotor) là một vùng DNA, đặc biệt, chuỗi ký tự đầu nguồn của trình tự RNA, nơi đó RNA polymerase tác động hỗ tương để bắt đầu chuyển mã, kể đến là kéo dài đoạn mã hóa (coding sequence – một chuỗi ký tự mã hóa RNA là chuỗi ký tự DNA được chuyển thành RNA nhờ vào xúc tác của RNA polymerase) và cuối cùng là kết thúc (terminal sequence – là một đoạn trình tự DNA, thể hiện ở cuối giai đoạn dịch mã, có chức năng kết thúc dịch mã).

Đoạn mã khởi đầu được gọi là promotor, một promotor chuyển đổi sang trạng thái khởi động hoặc im lặng dựa vào những tín hiệu đến từ tế bào hoặc từ bộ phận còn lại trên cơ thể sinh vật hoặc thậm chí từ môi trường bên ngoài. Các promotor có thể được phát triển riêng biệt cho từng loại tế bào, hoặc thậm chí cho từng loài khác nhau. Nhìn chung, promotor từ cây lúa hoặc những loài cây trồng khác không thể dùng để điều chỉnh biểu hiện gen trên vi khuẩn hoặc động vật (ví dụ: côn trùng, cá hoặc con người), và

<sup>2</sup> DNA được thành lập từ sự nối kết của 4 loại bazơ (nucleotide) như: Adenosine (A), Cytidine (C), Guanosine (G), và Thyminide (T)

51. Vazquez-Padron RI, Gonzales-Cabrera J, Garcia-Tovar C, Neri-Bazan L, Lopez-Revilla R, Hermadez M, Moreno-Fierro L, and de la Riva GA (2000) CryAc protoxin from *Bacillus thuringiensis* sp. kurstaki HD73 binds to surface proteins in the mouse small intestine. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 271, 54-58.
52. Vazquez-Padron RI, Moreno-Fierros L, Neri-Bazan L, Martinez-Gil AF, de la Riva GA, and Lopez-Revilla R (2000) Characterization of the mucosal induced by CryIAC protein from *Bacillus thuringiensis* HD 73 in rice. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 33, 147-155.
53. Kleter GA, and Peijnenburg AA (2002) Screening of transgenic food crops for the presence of short amino acid sequences identical to potential, IgE-binding linear epitopes of allergens. *BMC Struct Biol* 2, Epub 2002 Dec 2012.
54. Ewen SWB, and Pusztai A (1999) Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Glycine max* lectin on rat small intestine. *Lancet* 354, 1353-1354.
55. Pusztai A, Bardeoz S and Ewen SWB (2003). Genetically Modified Foods: Potential Human Health Effects. In JPF D'Mello (Eds). Food safety: Contaminants and Toxins. CABI Books.
56. Prescott VE, Campbell PM, Moore A, Matters J, Rothenberg ME, Foster PS, Higgins TJV, and Hogan SP (2005) Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 9023-9030.
57. Sagstad A, Sanden M, Haugland O, Hansen AC, Olsvik PA, and Hemre GI (2007) Evaluation of stress- and immuneresponse biomarkers in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different levels of genetically modified maize (Bt maize), compared with its meat-isogenic parental line and a commercial suplex maize. *Journal of Fish Diseases* 30, 201-212.
58. Seralini GE, Cellier D, and de Vendomois JS (2007) New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 52, 596-602.
59. Wang HY, Ye QF, Wang W, Wu LC, and Wu WX (2006) CryIAb protein from Bt transgenic rice does not residue in rhizosphere soil. *Environmental Pollution* 143, 449-455.
60. Rui YK, Yi GX, Zhao J, Wang BM, Li ZH, Zhai ZX, He ZP, and Li QX (2005) Changes of Bt toxin in the rhizosphere of transgenic Bt cotton and its influence on soil functional bacteria. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 21, 1279-1284.
61. Saxena D, Flores S, and Stotzky G (2002) Bt toxins is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology & Biochemistry* 34, 133-137.
62. Zwahlen C, Hibeck A, Howald R, and Nentwig W (2003) Effects of transgenic Bt corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*. *Molecular Ecology* 12, 1077-1086. See also: F. Gagné et al., (2001) Release and Potential Impacts of Biological Toxins: Biopesticide Application. Poster Communication. <http://www.mindfully.org/GF/GF3?Bt-St-Lawrence-River-GagneDec01.htm>.
63. Verecsi ML, Krogh PH, and Holmstrup M (2006) Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residue and Bt-corn plants affect life-history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*? *Applied Soil Ecology* 32, 180-187.
64. Kremer RJ, Means NE, and Kim S (2005) Glyphosate affects soybean root exudation and rhizosphere micro-organisms. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 85, 1165-1174.
65. Scientists eye glyphosate-fusarium link. By Adrian Ewins. *The Western Producer*, Canada. 9 July 2003: <http://www.gene.ch/genet/2003/Jul/msg00071.html>.
66. Mulder C, Wouterse M, Raubuch M, Roelofs W, and Rutgers M (2006) Can transgenic maize affect soil microbial communities? *PLoS Computational Biology* 2, 1165-1172.
67. Castaldini M, Turrini A, Sbrana C, Benedetti A, Marchionni M, Mocali S, Fabiani A, Landi S, Santomassimo F, Pietrangeli B, et al. (2005) Impact of Bt corn on rhizospheric and on beneficial mycorrhizal symbiosis and soil eubacterial communities iosis in experimental microcosms. *Applied and Environmental Microbiology* 71, 6719-6729.
68. Andow DA, and Zwahlen C (2006) Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecology Letters* 9, 196-214.
69. Lovei GL, and Arpaia S (2005) The Impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 114, 1-14.

ngược lại. Trường hợp đặc biệt rõ ràng nhất là trên các promoter của virus. Virus đã tiến hóa để xâm nhập vào trong các tế bào và điều khiển các tế bào vật chủ sản sinh ra virus mới bằng cách sản xuất các protein của virus và sao chép các DNA của virus (hoặc RNA của virus)<sup>3</sup>. Vì vậy, promoter từ virus gây bệnh trên cây trồng có thể hoạt động trên hầu hết các cây trồng, đôi khi có thể hoạt động trên cả động vật và vi khuẩn. Các promoter được dùng rộng rãi nhất là promoter 35S trên virus gây bệnh khảm trên cải súp lơ (cauliflower) (CaMV 35S), chúng hoạt động được trên hầu hết các loại cây trồng và cả trong một số tế bào của vi khuẩn, nấm và động vật.

Thuật ngữ biểu hiện gen nói lên hoạt động của gen khi thông tin di truyền được dịch mã thành các protein và được tế bào sử dụng.

## 2.2. Biến đổi gen (genetic engineering - GE)

Biến đổi gen (GE) là sự thay đổi về mặt vật lý hoặc sự điều chỉnh về thông tin di truyền của một sinh vật, bằng việc sử dụng các công cụ công nghệ sinh học hiện đại. Đặc biệt, biến đổi gen có thể thêm vào, bớt ra hoặc sắp xếp lại cấu trúc của gen hoặc chuỗi DNA, bằng việc sử dụng những kỹ thuật về tái tổ hợp gen.

Biến đổi gen có khả năng chuyển thông tin di truyền (DNA) ngang qua ranh giới các loài khác nhau. Gen có thể được lấy từ một sinh vật này và chuyển sang một sinh vật khác, nên được gọi là chuyển gen (transgenes). Về mặt lý thuyết thì bất kỳ sự kết hợp nào cũng đều có thể, nhưng bị giới hạn vì đây chỉ là những ý tưởng! Ví dụ như chuyển gen của loài Nhện sang Dê, hoặc chuyển gen của Cà chua Cà chua. Ví dụ: trên cây lúa cũng vậy, ứng dụng biến đổi gen để chuyển gen từ rất nhiều loài khác nhau vào trong cây lúa, bao gồm gen của vi khuẩn, virus, cây tỏi, cây hoa thủy tiên, côn trùng và thậm chí cả của con người.

Cá thể nhận các gen được chuyển có thể là những sinh vật cùng loài hoặc khác loài với nhau. Chuyển gen còn có thể được gọi là sản phẩm tổng hợp.

### 2.2.1. Biến đổi gen được thực hiện như thế nào?

a) **Gen mục tiêu (target gene):** được ly trích từ sinh vật chủ, ví dụ như gen Bt-toxin từ loài vi khuẩn đất có tên là *Bacillus thuringiensis* (Bt). Đầu tiên, được thực hiện trên gen vi khuẩn với thông tin di truyền đơn giản, các đoạn DNA mã hóa protein nằm trong một khối thống nhất, không có bất kỳ sự gián đoạn nào, trong khi đối với gen của các sinh vật bậc cao hơn thì rất phức tạp (ví dụ như cây trồng và động vật). Ở gen của các sinh vật bậc cao thì chuỗi DNA bị gián đoạn bởi một số các khoảng trống không mang mã di truyền (intervening sequence) hay còn gọi là các đoạn intron. Vì thế để có được những đoạn DNA chỉ là những đoạn có mã hóa đòi hỏi phải qua nhiều bước kỹ thuật phụ trợ.

b) **Gen cấu trúc (gene construct) thường được cấu tạo bởi:** (1) đoạn mã di truyền của gen mục tiêu – thường được cấp nhật để chúng có thể làm việc tốt hơn trên cây trồng nhận gen chuyển; (2) Promoter (đoạn mã khởi đầu) của DNA điều khiển gen của cây trồng được nhận gen chuyển, trong trường hợp này là cây lúa; (3) các chuỗi DNA điều hòa khác; (4) “Plasmid”, là một DNA có cấu trúc vòng từ vi khuẩn, ở ngoài nhiễm sắc thể và có khả năng tự sao chép. Nếu có yêu cầu, một gen được đánh dấu phân tử (marker gene), có thể mã hóa cho ra protein kháng thể, kháng thuốc diệt cỏ hoặc protein phát sáng huỳnh quang. Gen đánh dấu được dùng để đánh dấu về mặt di truyền, để sau khi chuyển gen xong, kiểm tra lại và xác nhận cây trồng hoặc tế bào có được nhận cấu trúc gen từ gen cấu trúc không. Gen đánh dấu không thể coi như là “trung tính” hoặc coi như “không cần quan tâm”. Nếu chúng tồn tại trong cây trồng, tự chúng “chuyển gen” và vì thế chúng có thể an toàn hoặc rủi ro. Mối quan tâm hàng đầu là gen đánh dấu có thể mã hóa chất kháng thể có thể tiếp tục thực hiện bởi vi khuẩn đường ruột, và cuối cùng thông qua đó vi khuẩn gây bệnh. Kháng sinh rất quan trọng trong y học người và động vật để chống lại nhiều bệnh truyền nhiễm. Việc sử dụng các gen đánh dấu kháng với chất kháng sinh – các gen này kháng với các chất kháng sinh như hygromycin, ampicillin, neomycin, kanamycin – sau này

<sup>3</sup> Các Ribo-nucleic của chuỗi RNA thì rất giống đối với chuỗi DNA. Chúng được cấu trúc từ 4 bazơ (Các nucleotic đó được gọi là A, C, G và U). Các RNA thường xuất hiện dưới dạng sợi đơn, không phải sợi kép giống như DNA.

32. Paine JA, Chaggar S, Howells RM, Kennedy MJ, Vernon G, Wright SY, Hinchliffe E, Adams JL, Silverstone AL, et al. (2005) Improving the nutritional value of Golden Rice through increasing Pro-Vitamin A content. *Natura Biotechnology* 23, 482-487.
33. Shin YM, Park HJ, Yim SD, Beak NI, Lee CH, An GH, and Woo YM (2006) Transgenic rice lines expressing maize C1 and R-S regulatory genes produce various flavonoids in the endosperm. *Plant Biotechnology Journal* 4, 303-315.
34. Vasconcelos M, Datta K, Oliva N, Khalekuzzaman M, Torrizo L, Krishnan S, Oliveira M, Goto F, and Datta SK (2003) Enhanced iron and zinc accumulation in transgenic rice with the ferritin gene. *Plant Science* 164, 371-378.
35. Wakasa K, Hasegawa H, Nemoto H, Matsuda F, Miyazawa Y, Morino K, Komatsu A, Yamada T, Terakawa T, et al. (2006) High-level tryptophan accumulation in seeds of transgenic rice and its limited effects on agronomic traits and seed metabolite profile. *Journal of Experimental Botany* 57, 3069-3078.
36. Tozawa Y, Hasegawa H, Terakawa T, and Wakasa K (2001) Characterization of rice anthranilate synthase alpha-subunit genes OAS1 and OAS2. Tryptophan accumulation in transgenic rice expressing mutant of OAS1. *Plant Physiology* 126, 1493-1506.
37. Anai T, Koga M, Tanaka H, Kinoshita T, Rahman SM, and Takagi (2003) Improvement of rice (*Oryza sativa* L.) seed oil quality through introduction of a soybean microsomal omega-3 fatty acid desaturase gene. *Plant cell reports* 21, 988-992.
38. Yang LJ, Tada Y, Yamamoto MP, Zhao H, Yoshikawa M, and Takaiwa F (2006) A transgenic rice seed accumulating and antihypertensive peptide reduces the blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *Febs Letters* 580, 3315-3320.
39. Okada A, Okada T, Ide T, Itoh M, Tnaka K, Takaiwa F, and Toriyama K (2003) Accumulation of Japanese cedar pollen allergen, Cry j 1, in the protein body 1 of transgenic rice seeds using the promoter and signal sequence of glutelin GluB-1 gene. *Molecular Breeding* 12, 61-70.
40. Claparols MI, Bassie L, Miro B, Del Duca S, Rodriguez-Montesinos J, Christou P, Serefini-Fracassini D, and Capell T (2004) Transgenic rice as a vehicle for the production of the industrial enzyme transglutaminases. *Transgenic Research* 13, 195-199.
41. Kawahigashi H, Hirose S, Ohkawa H, and Ohkawa Y (2006) Phytoremediation of the herbicides atrazine and metolachlor by transgenic rice plants expressing human CYP1A1, CYP2B6, and CYP2C19. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 2985-2991.
42. Sakamoto T, and Matsuoka M (2004) Generating high-yielding varieties by genetic manipulation of plant architecture. *Current Opinion in Biotechnology* 15, 144-147.
43. Tinjaujanj P, Loc NT, Gatehouse AMR, Gatehouse JA, and Christou P (2000) Enhanced insect resistance in Thai rice varieties generated by particle bombardment. *Molecular Breeding* 6, 391-399.
44. O'Toole JC et al. (2001) The Rockefeller Foundation's international program on rice biotechnology. In: Rice Genetic IV (Khush GS et al. Eds). New Delhi: Science Publishers and Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 39-62. [http://www.rockfound.org/library/01rice\\_bio.pdf](http://www.rockfound.org/library/01rice_bio.pdf).
45. Yu J, Hu SN, Wang J, Wong GSK, Li SG, Liu B, Deng YJ, Dai L, Zhou Y, Zhang XQ, et al. (2002) A draft sequence of the rice genome (*Oryza sativa* L. ssp indica). *Science* 296, 79-82.
46. See Golden Rice Project website: [http://www.goldenrice.org/Content1-Who/who\\_humbo.html](http://www.goldenrice.org/Content1-Who/who_humbo.html).
47. Bernstein IL, Bernstein JA, Miller M, Tierzewa S, Bernstein DJ, Lummus Z, Selgrade MK, Doerfler DL, and Seligy VL (1999) Immune response in farm workers after exposure to *Bacillus thuringiensis* pesticides. *Environmental Health Perspectives* 107, 575-528.
48. Gendel SM (1998) Assessing the potential allergenicity of new food proteins. *Food Biotechnology* 12, 175-185.
49. Vazquez-Padron RI, Moreno-Fierros L, Neri-Bazan L, de la Riva GA, and Lopez-Revilla R (1999) Intrastric and intraperitoneal administration of CryIAC protoxin from *Bacillus thuringiensis* induces systemic and mucosal antibody responses in mice. *Life Sciences* 64, 1897-1912.
50. Vazquez-Padron RI (1999) *Bacillus thuringiensis* CryIAC protoxin is a potent systemic and mucosal adjuvant. *Scandinavian Journal of Immunology* 49, 578-584.

chúng sẽ làm cho những thuốc kháng sinh sẽ không còn tác dụng khi điều trị các bệnh truyền nhiễm. Quá trình chuyển gen ngang qua loài và những đặc tính của nó chuyển từ cây trồng sang vi khuẩn hoặc từ vi khuẩn sang vi khuẩn được gọi là “chuyển gen theo chiều ngang”. (Tham khảo thêm ở phần chuyên gen theo hàng ngang ở phần 4).

c) **Nhiệm được gen chuyển:** tiến trình của việc chuyển cấu trúc gen ngang qua vách tế bào thực vật, vào trong trong nhân và gắn vào trong DNA của thực vật được gọi là sự biến nạp (transformation). Hai phương pháp chính được sử dụng là: (1) kỹ thuật bắn gen (hoặc điện sinh học) (hoặc hàng ngàn phiên bản của gen cấu trúc được bao bọc trong những viên đạn rất nhỏ bằng vàng và được bắn vào trong tế bào thực vật (kết quả là thường có nhiều phiên bản của gen trên một tế bào và dẫn ra quá trình đột biến [2]); hoặc (2) sử dụng vi khuẩn *Agrobacterium tumefaciens* làm thể truyền, chức năng chúng như một tàu con thoi truyền gen mới vào trong tế bào cây trồng hoặc vào trong nhân. Trong cả hai trường hợp trên, một hay nhiều phiên bản của gen, hoặc một phần của gen, hoặc thể truyền plasmid, sẽ gắn lên DNA của thực vật. Trong cả 2 trường hợp trên, gen cấu trúc sẽ được gắn một cách hoàn toàn ngẫu nhiên và vị trí nơi gen cấu trúc gắn vào này thì không có thông tin đầy đủ.

d) **Nuôi cấy mô và chọn lọc:** Sự biến nạp gen thường không được thực hiện trên toàn bộ thực vật nhưng thực hiện trên mỗi cá thể tế bào thực vật và sau này chúng phát triển thành cây trồng đầy đủ. Để biến thành mô cây trồng từ những tế bào đã được biến nạp và sau đó được nuôi cấy trong phòng thí nghiệm một lần nữa để phát triển thành cây trồng hoàn thiện thì cần thiết phải sử dụng hóa chất và hoặc-mono. Hậu quả của phương pháp này là gây đột biến gen (nguyên nhân làm cho gen thay đổi).

Khi cây con được biến nạp theo mục đích của gen cấu trúc chuyển vào, chúng có chứa đựng gen được đánh dấu, thì dễ dàng chọn lọc để phát triển thành giống mới. Ví dụ: gen đánh dấu được sử dụng trên cây trồng là một gen kháng lại chất kháng sinh; để thử sự thành công của biến nạp gen trên cây trồng, người ta cho chất kháng sinh vào dung dịch dinh dưỡng để cây con sử dụng; nếu những cây con sử dụng dung dịch dinh dưỡng này bị chết thì chúng không chứa gen kháng chất kháng sinh; và chỉ có những cây chứa được gen đánh dấu kháng lại chất kháng sinh mới tồn tại, vì thế những cây này sẽ được chọn lọc và phát triển thành giống mới.

### 3. Chọn giống thông thường và chọn giống biến đổi gen

#### 3.1. Phương pháp chọn giống không sử dụng GE

Có một số cách để có được những nội hay giống mới, các phương pháp này sử dụng di truyền học, hoặc thậm chí cả trong công nghệ sinh học; nhưng những cách này thường không sử dụng biến đổi gen để chuyển vật liệu gen từ bên ngoài vào trong cây trồng.

#### 3.1.1. Chọn giống thông thường

Phương pháp sử dụng quá trình tự nhiên của sinh sản hữu tính, và chỉ có thể xảy ra trong cùng một loài. Các nhà chọn giống và người nông dân thường lấy những tính trạng đặc biệt của giống bố mẹ và cho lai tạo với nhau. Hạt giống được thu hoạch và trồng khảo nghiệm, kết quả những cây được kiểm tra và chọn lọc kỹ càng có những đặc tính như mong muốn, chần lạn như năng suất, hàm lượng dinh dưỡng, hương vị và phẩm chất khi nấu,... Chọn giống thông thường dựa trên các thử nghiệm và hạn chế sai sót, quá trình tạo ra một giống mới nhanh hay chậm tùy thuộc vào kỹ năng của nhà chọn giống.

#### 3.1.2. Marker hỗ trợ chọn giống hoặc marker hỗ trợ chọn lọc (MAS-Marker-assisted selection)

Phương pháp này có quan hệ gần gũi với chọn giống thông thường. Như trình bày ở trên, hai giống cha mẹ khác nhau cho lai với nhau, nhưng khác nhau là do quá trình lựa chọn. MAS được cho là nhanh hơn nhiều so với phương pháp truyền thông trong việc lai tạo ra giống mới nhưng đòi hỏi phải có phòng

<sup>4</sup> Gen hoặc DNA chuyển vào trong cây trồng hoặc một loài nào đó bằng công nghệ di truyền, có thể bắt nguồn từ một loài hoàn toàn khác đối với loài nhận gen (ở đây, cây trồng chính là loài tiếp nhận) hoặc từ những loài gần giống nhau, hoặc là một thiết kế nhân tạo và được trồng hợp trong ống nghiệm.

13. Weigel D, Ahn JH, Blazquez MA, Borevitz JO, Christensen SK, Fankhauser C, Ferrandiz C, Kardailsky I, Malachukiv EJ, Neff MM, et al. (2000) Activation tagging in Arabidopsis. *Plant Physiology* 122, 1003-1013.
14. Wilson K, Long D, Swinburne J, and Couplant G (1996) A dissociation insertion causes a semidominant mutation that increases expression of TINY, an arabinidopsis gene related to APETALA2. *Plant cell* 8, 659-671.
15. Meyer H (1999) Precise precaution versus sloppy science. *Bulletin of science, Technology and Society* 19, 91-95.
16. Donegan KK, Palm CJ, Fieland VJ, Porteous LA, Ganio LM, Schaller DL, Bucaro LQ, and Seidler RJ, (1995) Changes in Levels, Species and DNA Fingerprints of Soil-Microorganisms Associated with Cotton Expressing the Bacillus-Thuringiensis Var Kurstaki Endotoxin. *Applied Soil Ecology* 2, 111-124.
17. Saxena D, and Stotzky G (2001) Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. *American Journal of Botany* 88, 1704-1706.
18. Gertz JM, Vencil WK and Hill NS (1999) Tolerance of transgenic soybean (Glycine max) to heat stress, Paper given at The 1999 Brighton Conference of the British Crop Protection Council. Also Andy Coghlan, 'Monsanto's modified soya beans are cracking up in the heat - Splitting headache.' New Scientist, 20 November 1999.
19. USDA Application 95, 352-01p - approved for commercialisation.
20. Duggan PS, Chambers PA, Heritage J, and Foesbes JM (2003) Fate of genetically modified maize DNA in the oral cavity and rumen of sheep. *British Journal*.
21. Netherwood T, Martin-Ortúe SM, O'Donnell AG, Gockling S, Graham J, Mathers JC, and Gibert HJ (2004). Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nature Biotechnology* 22, 204-209.
22. Netherwood T, Martin-Ortúe SM, O'Donnell AG, Gockling S, Gibert HJ and Mathers JC (2002). Transgenes in genetically modified Soya survive passage through the human small bowel but are completely degraded in colon. In: Technical report on the Food Standards Agency project G010008; "Evaluating the risks associated with using GMOs in human foods" - University of Newcastle. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/gmnewcastlereport.PDF>
23. Nagadhara D, Ramesh S Pasalu IC, Rao YK, Sarma NP, Reddy VD, and Rao KV (2004) Transgenic rice plants expressing the snowdrop lectin gene (gna) exhibit high-level resistance to the whitbacked planthopper (Sogatella furcifera). *Theoretical and Applied Genetics* 109, 1399-1405.
24. Saha P, Majumder P, Dutta I, Ray T, Roy SC, and Das S (2006) Transgenic rice expressing Allium sativum leaf lectin with enhanced resistance against sap-sucking insect pests. *Planta* 223, 1329-1343.
25. Duan XL, Li XG, Xue QZ, AboElSaad M, Xu DP, and Wu R (1996) Transgenic rice plants harboring and introduced potato proteinase inhibitor II gene are insect resistant. *Nature Biotechnology* 14, 494-498.
26. Swamy P, Panchbhai AN, Dodiya P, Naik V, Panchbhai SD, Zehr UB, Azhakanandam K, and Char BR (2006) Evaluation of bacterial blight resistance in rice lines carrying multiple resistance genes and Xa21 transgenic lines. *Current Science* 90, 818-824.
27. Song WY, Wang GL, Chen LL, Kim HS, Pi LY, Holsten T, Gardner J, Wang B, Zhai WX, Zhu LH, et al. (1995) A Receptor Kinase-Like Protein Encoded by the Rice Disease Resistance Gene, Xa21. *Science* 270, 1804-1806.
28. Bajaj S and Mohanty A (2005) Recent advances in rice biotechnology-towards genetically superior transgenic rice. *Plant Biotechnology Journal* 3 275-307.
29. Sivamani E, Huet H, Shen P, Ong CA, de Kochko A, Fauquet C, and Beachy RN (1999) Rice plant (Oryza sativa L.) (RTSV) coat protein transgenes are resistant to virus infection. *Molecular Breeding* 5, 177-185.
30. Zema NS, Cruz FCS, Javier EL, Duka IA, Barrion AA, and Azzam O (2006) Genetic analysis of tolerance to rice tungro bacilloform virus in rice (Oryza sativa L.) through agronomulation. *Journal of Phytopathology* 154, 197-203.
31. Christou P, and Twyman RM (2004) The potential of genetically enhanced plants to address food insecurity. *Nutrition Research Reviews* 17, 23-42.

thí nghiệm. Để tìm ra được một giống mới có tính trạng đặc biệt bằng việc lai tạo từ các giống bố mẹ, các nhà chọn giống cần phải sử dụng những Marker (đánh dấu về mặt di truyền) và sử dụng những công cụ đặc biệt của công nghệ sinh học hiện đại cho việc phát hiện ra các Marker này như máy giải trình tự DNA. Di truyền học về "Marker" không nên nhầm lẫn với "gen đánh dấu" (marker gene) được sử dụng trong biến đổi gen. "Gen marker" được đưa vào cây trồng bằng con đường biến đổi gen, còn đánh dấu di truyền "genetic marker" thì tồn tại sẵn trên cây trồng. Trong thực tế, Marker có chức năng tương tự như lấy dấu vân tay người, chúng là những chuỗi DNA riêng biệt khác nhau của 2 dòng bố mẹ. Chúng rất dễ tìm thấy bằng phương pháp xét nghiệm DNA. Nếu biết được vị trí của gen qui định tính trạng được chọn lựa trên nhiễm sắc thể, các Marker đánh dấu về di truyền (giống như dấu vân tay) từ những vùng có thể được chọn, nó sẽ cung cấp một chuỗi dữ liệu đoạn DNA sẵn có cho việc xác định đặc tính đó đến từ dòng cha hay mẹ. Không có một Marker nào từ bên ngoài được gắn vào, mà chúng là những đoạn ngắn được lấy từ DNA hiện tại. Chúng có những trình tự khác nhau, và chỉ có nguồn gốc từ bố hoặc mẹ. Với sự hỗ trợ của phòng thí nghiệm, chúng ta có thể kiểm tra được chuỗi trình tự DNA được đánh dấu, chúng có liên quan hay không đến tính trạng mong muốn trên cây trồng.

Việc kiểm tra DNA có thể thực hiện ở giai đoạn cây con, công việc này giúp cho các nhà chọn giống có được quyết định sớm là có nên tiếp tục việc chọn giống này nữa hay không. Mặc dù công nghệ sinh học đã được áp dụng để chuẩn đoán những rủi ro, nhưng nó vẫn khác nhau rõ ràng với cây trồng biến đổi gen, bởi vì phương pháp này không sử dụng công cụ vật lý để chuyển vật liệu di truyền mới vào cây trồng.

Một thành công gần đây đối với việc đánh dấu di truyền nhằm hỗ trợ cho việc chọn giống lúa đã được đăng trên tạp chí thiên nhiên (Natural), tháng 8/2006. Cây kháng ngập úng, có thể chịu ngập trong thời gian 14 ngày đã được chọn giống thành công bởi một nhóm lai tạo giống quốc tế. Họ đã xác định được gen kháng ngập ở cây lúa và giới thiệu chúng để sử dụng rộng rãi trên cây trồng ở Châu Á thông qua con đường chọn giống thông thường [3].

### 3.1.3. Giống cao sản (High-input varieties)

Có những giống được biết đến là giống đáp ứng cao hoặc giống năng suất cao. Tương tự như các phương pháp chọn giống khác, giống cao sản là chọn giống nhằm mục tiêu hay kết quả. Để chọn giống, phương pháp thường được áp dụng là chọn giống theo truyền thống hoặc sử dụng marker phân tử.

Giống như tên gọi của chúng, các giống này được lai tạo và tuyển chọn để có đầu vào cao, như đáp ứng với môi trường nước. Một lần nữa, việc này được thực hiện mà không biến đổi gen. Những giống mà nông dân trồng đã được thích nghi với đất đai, khí hậu và điều kiện địa phương, giống cao sản được lai tạo và tuyển chọn để cho năng suất cao ở bất kỳ mùa vụ nào và bất kỳ nơi nào và với đặc tính đó thì phân bón được sử dụng phù hợp. Mặc khác, nếu không có hóa chất thì các giống này cho năng suất rất thấp hơn so với các giống địa phương. Ngày càng nhiều báo cáo cho thấy các giống lúa cao sản đã cho năng suất kém hoặc năng suất bị giới hạn, mặc dù phân hóa học vẫn được sử dụng nhiều. Các lý do để giải thích cho vấn đề này vẫn chưa được biết hết. Người dân tin rằng, trồng lúa cao sản thâm canh trên cùng một mảnh đất qua nhiều năm đã khiến cho đất mất hoàn toàn những khoáng chất. Điều này đã ảnh hưởng lớn đến sức khỏe và sự tăng trưởng của cây trồng. Các nghiên cứu và báo cáo về sự suy giảm về năng suất và sự kiệt đất đai với việc thâm canh các giống cao sản đã được IRRI và Tổ Chức Nông Lương Quốc Tế (FAO) công bố.<sup>5</sup>

### 3.1.4. Giống lai F<sub>1</sub>

Giống lai F<sub>1</sub> là thế hệ đầu tiên của hai giống khác nhau được lai với nhau, tức là thụ phấn cho một giống với phấn hoa của giống khác. Cây lai F<sub>1</sub> đặc biệt hấp dẫn đối với các nhà kinh doanh hạt giống

<sup>5</sup> Xem các ví dụ ở *the International Rice Commission Newsletter*, 1997, Vol. 46 [http://www.fao.org/docrep/16017T/16017T00.htm#P-1\\_0](http://www.fao.org/docrep/16017T/16017T00.htm#P-1_0); Đặc biệt là tình huống được chọn: Xu hướng năng suất và sản lượng lúa hiện đại trong hệ canh tác lúa vực châu Á [http://www.fao.org/docrep/16017T/16017T03.htm#P-5\\_1](http://www.fao.org/docrep/16017T/16017T03.htm#P-5_1) và Bảng chứng khoa học về sự suy giảm năng suất và sản lượng lúa trong hệ canh tác vùng nhiệt đới châu Á [http://www.fao.org/docrep/16017T/16017T02.htm#P-5\\_1](http://www.fao.org/docrep/16017T/16017T02.htm#P-5_1).

Một số ý kiến đề xuất để sử dụng Công nghệ gen kết thúc (Terminator Technology) để sản xuất lúa tạo giống bất dục nhằm ngăn ngừa tình trạng ô nhiễm di truyền trên đồng ruộng. Có hai tiêu chí lớn trong phương pháp này. Thứ nhất, cây trồng theo công nghệ gen kết thúc không được thiết kế để tạo ra phấn hoa bất dục, mà chỉ là hạt giống bất dục. Vì vậy, phấn hoa từ lúa GE bất dục có thể gây ô nhiễm cho các cánh đồng lúa lân cận. Thứ hai, công nghệ gen kết thúc là một thiết kế phức tạp và không có độ tin cậy cao, không có triển vọng đáp ứng các yêu cầu cần thiết cho an toàn sinh học, trong thực tế, nó mang tính khái niệm hơn là thực tế. Tuy nhiên, nếu chúng ta muốn tranh luận rằng các mục đích cho rằng công nghệ này đã tồn tại, tác động của nó sẽ tương tự như quyền của người nông dân và khả năng tiết kiệm và cải thiện các nguồn giống của mình. Nó có thể rất hiệu quả để thực hiện những gì được thiết kế ban đầu như: tạo ra một sự phụ thuộc hoàn toàn về nguồn hạt giống của các công ty giống. Công nghệ gen kết thúc không phải là câu trả lời cho những mối lo ngại về an toàn sinh học vì nó không thể đưa ra 100% độ tin cậy và hiệu quả.

Thật vậy, cách duy nhất để ngăn chặn tình trạng ô nhiễm di truyền đối với nguồn lương thực, các giống lúa truyền thống, các giống lúa hoang hoặc cỏ dại có quan hệ họ hàng chi bằng cách không trồng lúa GE.

## Endnotes

1. Paul H, Steinbrecher R, with Kuyek D, and Michaels L (2003) *Hungry Corporations Transnational Biotech Companies Colonise the Food Chain*, ZED Books, London – See also: Rice around the world (excerpted from the 3<sup>rd</sup> edition of the Rice Almanac, pp. 59-235) <http://www.irri.org/science/cnyinfo/index.asp>.
2. Wilson A, Latham J, and Steinbrecher R (2004) Genome Sreambling – Myth or Reality? Transformation-Induced Mutations in Transgenic Crop Plant. In pp. <http://www.econexus.info/pdf/ENX-Genome-Scrambling-Report.pdf>, EcoNexus.
3. Xu X, Xu X, Fukao T, Canlas P, Maghirang-Redriguez R, Heuer S, Ismail AM, Bailey-Serres J, Ronald PC, and Mackill DJ (2006) Sub 1A is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature* 442, 705-708.
4. Bergelson J, Purrington CB, and Wichmann G (1998) Promiscuity in transgenic plants. *Nature* 395, 25-25.
5. Sala F, Arencibia A, Castiglione S, Yifan H, Labra M, Savini C, Bracale M, and Pelucchi N (2000) Somaclonal variation in transgenic plants. *Acta Horticulturae* 530, 411-419.
6. Arencibia AD, Carmona ER, Cornide MT, Castiglione S, O'Reilly J, China A, Oramas P, and Sala F (1999) Somaclonal variation in insect-resistant transgenic sugarcane (Saccharum hybrid) plants produced by cell electroporation. *Transgenic Research* 8, 349-360.
7. Latham JR, Wilson AK, and Steinbrecher RA (2006) The mutational consequences of plant transformation. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Art. No. 25376 22006.
8. Meyer P, Linn F, Heidmann I, Meyer H, Niedenhof I, and Saedler H (1992) Endogenous and Environmental-Factors Influence 35s Promoter Methylation of a Maize A1 Gene Construct in Transgenic Petunia and Its Color Phenotype. *Molecular & General Genetic* 231, 345-352.
9. Broer I (1996) Stress inactivation of foreign genes in transgenic plants. *Field Crops Research* 45, 19-25.
10. Meza TJ, Kamford D, Hakelien AM, Evans I, Godager LH, Mandal A, Jakobsen KS and Aalen RB (2001) The frequency of silencing in Arabidopsis thaliana varies highly between progeny of siblings and can be influenced by environmental factors. *Transgenic Research* 10, 53-67.
11. Carter D, Chakalova L, Osborne CS, Dai YF, and Fraser P (2002) Long-range chromatin regulatory interactions in vivo. *Nature Genetics* 32, 623-626.
12. Jeong Dh, An SY, Kang HG, Moon S, Han JJ, Park S, Lee HS, An KS, and An GH (2002) T-DNA insertional mutagenesis for activation tagging in rice. *Plant physiology* 130, 1636-1644.

Tuy nhiên, ngày càng có nhiều người hiểu rằng cây trồng GE kháng côn trùng, như gạo Bt không được phép sản xuất do ảnh hưởng tiêu cực đến những sinh vật khác, đặc biệt là những loài có ích. Có nhiều ý kiến đồng ý rằng các giải pháp hiệu quả nên được thực hiện nhằm ngăn ngừa khả năng côn trùng gây hại phát triển tính kháng đối với độc tố Bt, ví dụ, bằng cách cách ly (refugia) (nơi không có cây trồng Bt) với cây trồng Bt, nơi những loài dịch hại có thể trú ẩn, kiếm ăn, sinh sản để chúng không nhanh chóng phát triển tính kháng thông qua liên tục tiếp xúc với độc tố. Tuy nhiên, nhiều người hiểu rằng sâu hại chắc chắn sẽ vượt qua đặc tính kháng GE theo thời gian, lúc đó cần thiết phải cần sử dụng công nghệ biến đổi gen và thuốc trừ sâu, hay suy nghĩ lại các loại hình canh tác và hệ thống nông nghiệp hiện nay.

Một vấn đề rất quan trọng hiếm khi được thảo luận là sự xuất hiện của các loài sâu bệnh mới. Nhiều báo cáo cho rằng các cây trồng Bt đang bị các loài côn trùng tấn công không giống như sâu hại tấn công trên các loại cây trồng bình thường<sup>34</sup>. Điều này cho thấy một ô sinh thái mới do các cây trồng Bt tạo ra, đó là nơi thích hợp cho côn trùng không bị ảnh hưởng bởi độc tố Bt, và chúng có thể sống và gây hại trên các cây trồng Bt. Trong khi những cây trồng Bt trước đó không thể đối kháng với các dịch hại, các căn thực hiện là tiêu diệt những nhóm dịch hại này. Cũng đã có một số minh chứng là một số loài côn trùng ưa thích các loại cây trồng GE hơn các loại cây trồng thông thường, và do đó trở thành sâu hại (xem phần chú thích trước đó).

### 7.3. Sự ô nhiễm và những rủi ro khác

Có nhiều vấn đề cần được xem xét khi tính đến những rủi ro đối với môi trường, canh tác bền vững và đa dạng sinh học. Vấn đề cơ bản, ví dụ, khi sử dụng một loại cây trồng chịu thuốc diệt cỏ, bất kỳ các loại thực vật khác với cây đang trồng thì đều được xem là cỏ dại, mặc dù những loài thực vật ấy có thể rất quan trọng đối với nông nghiệp bền vững và bảo tồn đa dạng sinh học. Trong tương lai, lúa GE cũng có thể tự nó trở thành cỏ dại, hoặc thì phân chèo với các loài có họ hàng, dẫn đến hình thành các loài có đại chịu thuốc diệt cỏ và kháng lại với các loài sâu hại mới. Ngoài ra, không biết điều gì sẽ xảy ra đối với những giống lúa không GE như lúa thông thường và giống lúa địa phương? Dù khả năng tự thụ phấn cao (tỷ lệ tự thụ 99%), lúa có thể lai xa, ví dụ như sẽ thụ phấn với các loài cây trồng bên cạnh. Vì vậy, có khả năng là các dòng lúa GE sẽ làm ô nhiễm về di truyền đối với các giống lúa thông thường – đó là quá trình không thể phục hồi, tiềm ẩn những nguy cơ mất vĩnh viễn nhiều giống lúa quý ở địa phương.

Cây lúa thích nghi tốt để phát triển đối với điều kiện ngập lụt trong thời gian dài trong khi phần lớn cây trồng khác không có chức năng này. Trồng lúa trong điều kiện ngập có thể hạn chế cỏ dại phát triển, cạnh tranh ánh sáng, dinh dưỡng và không gian. Nếu lúa được trồng trong điều kiện khô (phổ biến) thì các loại cây khác sẽ phát triển. Đây là lý do mà các Tổng công ty công nghệ sinh học như Monsanto và Bayer tin rằng lúa chịu thuốc diệt cỏ của họ nên được trồng, vì cỏ dại sẽ không cần phải nhổ bằng tay, mà chúng sẽ bị tiêu diệt bởi việc sử dụng thuốc diệt cỏ. Tuy nhiên, việc phun trừ thuốc diệt cỏ trên những ruộng trồng lúa GE sẽ gây ảnh hưởng gì đối với các ruộng bên cạnh? Nghiên cứu cho thấy rằng việc phun trừ thuốc glyphosate sẽ dẫn đến suy giảm năng suất nghiêm trọng [72].

Sự ô nhiễm diện rộng các giống lúa GE đối với giống lúa thông thường đã diễn ra, như các nguồn giống lúa LL ở Hoa Kỳ và giống lúa Bt ở Trung Quốc. Vấn đề các giống lúa này không được trồng trên quy mô thương mại cho thấy rằng hiện tượng ô nhiễm về di truyền là điều không thể tránh khỏi, xảy ra ngay cả từ nguồn giống nhỏ và các cuộc khảo nghiệm. Các cơ chế cho sự ô nhiễm di truyền xảy ra trên diện rộng vẫn chưa rõ ràng trong cả hai trường hợp trên nhưng những hệ lụy của nó là rất nghiêm trọng.

bởi vì chúng cho sản phẩm đồng nhất ở thể hệ đầu tiên, nhưng đối với thể hệ thứ 2 (F<sub>2</sub>) thì bị phân ly, vì thể điều này sẽ làm lan rộng những ai muốn tiết kiệm và sử dụng hạt giống F<sub>2</sub>. Phần lớn các cây trồng tự thụ (cao hơn 99%), cây lúa là một loại cây trồng ít được sản xuất hạt lại F<sub>1</sub> trên thị trường.

### 3.2. Tạo giống cây trồng mới với GE

Lúa biến đổi gen (GE rice – genetic engineering rice) hay lúa GE là một giống lúa mà thông tin di truyền (DNA) đã được cập nhật một cách có chủ đích bởi công nghệ di truyền. GE có nghĩa là thêm vào các vật liệu di truyền mới lạ, thu được từ những loài hoàn toàn khác nhau. Bên cạnh đó, các giống GE còn chứa các gen không mong muốn và các sản phẩm phụ của nó, vì thể quá trình chuyển gen này có thể can thiệp hoặc làm gián đoạn biểu hiện của gen chính của cây trồng. Xa hơn nữa, trong quá trình tạo ra cây trồng GE, nó sẽ làm thay đổi thông tin di truyền của cây trồng nhận gen chuyển vào.

### 4. Các vấn đề xảy ra với GE

Chọn giống bằng phương pháp biến đổi gen thì khác rõ ràng đối với các phương pháp chọn giống cây trồng được mô tả chi tiết ở trên. Vật liệu di truyền mới được gắn ngẫu nhiên vào trong DNA cây trồng nhận gen chuyển. Cùng với những thay đổi theo mong muốn, chẳng hạn như kháng thuốc diệt cỏ, kết quả biến đổi gen còn có những thay đổi không theo mong muốn, được trình bày cụ thể ở phần dưới. Cả 2 loại thay đổi này thường có những kết quả và hậu quả không thể đo lường trước được. Xa hơn nữa, các cây trồng GE sẽ mang nhiều đột biến gen, đó là kết quả trực tiếp của việc biến đổi gen và chuyển đổi thông tin di truyền.

Những ảnh hưởng không mong muốn thường không thể dễ dàng giải thích và phân loại, do thiếu những thông tin và sự hiểu biết về vấn đề này; để hiểu rõ vấn đề không mong muốn này cần phải có sự đầu tư rất lớn. Tác giả Bergelson ở Đại học Chicago mô tả rõ ràng trường hợp có liên quan trên cây lúa. Nhóm nghiên cứu của bà thực hiện nghiên cứu trên cây cải xoăn (*A. thaliana*)<sup>6</sup>, chúng giống như lúa và có khả năng tự thụ cao. Nhóm này đã thiết kế cây *A. thaliana* với một gen đột biến từ cây *A. thaliana* khác nhằm mã hóa cho gen kháng thuốc diệt cỏ. Kết quả là cây trồng không chỉ kháng thuốc diệt cỏ, mà còn tăng 20 lần khả năng thụ phấn chéo [4] (Xem ở phần rủi ro và tác động).

### 4.1. Các đột biến phát sinh từ GE

Trong quá trình biến đổi gen tự nó thêm những đoạn gen vào trong DNA của tế bào cây trồng và khi nhân những tế bào này qua quá trình nuôi cấy mô<sup>7</sup>, kết quả là đột biến xảy ra, ví dụ, gây chấn thương DNA và những thay đổi một cách ngẫu nhiên trong DNA của cây trồng nhận gen<sup>8</sup>. Như vậy, đột biến bao gồm cả sự mất đi, nhân đôi, sắp xếp lại, chuyển vị trí và đột biến điểm (đột biến chỉ ảnh hưởng đến nucleotide) trong DNA.

DNA quanh vị trí chuyển gen nơi mà các đoạn gen mới được thêm vào, chuyển gen tự nó có thể ảnh hưởng xấu tạo nên những đột biến lớn và sắp xếp lại cấu trúc nhiễm sắc thể khiến bộ nhiễm sắc thể bị xáo trộn. Các nghiên cứu phát hiện ra toàn bộ DNA của cây trồng bị ảnh hưởng và các bước trong kỹ thuật biến đổi gen chính nó cũng gây ra hàng trăm đến hàng ngàn đột biến cho mỗi cây trồng chuyển gen được tạo ra [2, 5, 6].

Mặc dù đột biến ở một mức độ nào đó có thể giảm xuống thông qua việc hồi giao<sup>9</sup>, nhưng điều này không được thực hiện đầy đủ và bản thân của hồi giao cũng không thể loại bỏ tất cả các đột biến.

<sup>6</sup> *Arabidopsis thaliana* (*Thale cress* – cây cải xoăn) là một loại cây nhỏ thường được sử dụng trong nghiên cứu di truyền.

<sup>7</sup> Có hai loại cấy mô khác nhau. Đó là loại nuôi cấy mô được dùng trong tiến trình chuyển thông tin di truyền, có khả năng gây đột biến cao, ngược lại với nuôi cấy mô sử dụng trong nhân giống vô tính. Xem phần Ref [2] Wilson et al. 2004, p.1-22.

<sup>8</sup> Có một số đột biến đột biến được gọi là "đột biến vô tình soma" là loại đột biến do phân chia tế bào bất thường hoặc phân chia không chính xác.

<sup>9</sup> Hồi giao (back crossing): sự lai giữa cây con GE với cây cha hoặc mẹ không GE, sau đó con lai của thể hệ này tiếp tục lai với cả thể cha hoặc mẹ không GE, sau đó con lai của thể hệ này tiếp tục lai với cả thể cha hoặc mẹ không GE, và cứ thế tiếp tục cho đến khi tính trạng không mong muốn mất đi công dụng và không còn ảnh hưởng nữa.

#### 4.1.1. Hậu quả của các đột biến

Trong thực tế, bất kỳ gen hoặc chuỗi trình tự mã hóa nào cũng có thể chịu ảnh hưởng bởi sự biến nạp gen – gây ra đột biến. Điều này có thể làm mất đi chức năng của gen, thay đổi chức năng của protein và có thể mất hoặc thay đổi sự biểu hiện gen, ví dụ như sự sai khác kiểu hình của tế bào hoặc biểu hiện các tính năng không đúng thời gian. Việc phát hiện ra những thay đổi này thì thật không là điều dễ dàng. Ví dụ như giảm mức độ dinh dưỡng, tăng nhẹ mức độ kháng dinh dưỡng<sup>10</sup> và những thay đổi đặc biệt chi có thể thấy rõ ràng trong trường hợp bị stress như stress do hạn hán hoặc do nhiệt độ cao.

#### 4.2. Gen im lặng (Gene Silencing)

Gen im lặng là một thuật ngữ nói về một cơ chế, thông qua cơ chế này tế bào có thể khóa các hoạt động đặc biệt của gen hoặc khóa thông tin mã hóa di truyền của một gen chuyển đổi thành một loại protein. Sau đó, lần đầu tiên khảo nghiệm trên 30,000 cây dạ yên thảo GE (Pentunia GE), được chuyển đổi gen với gen A1<sup>11</sup> của cây ngô để sản xuất hoa dạ yên thảo có màu đỏ. Trình tự khởi đầu được sử dụng là “35S promoter” của virus gây khảm trên cây cải súp lơ.

Đầu tiên hoa dạ yên thảo nở có màu đỏ, nhưng sau đó màu sắc bắt ngờ thay đổi trong suốt vụ trồng, biểu hiện là tất cả các cánh hoa chuyển từ màu đỏ sang trắng [8]. Khi điều tra, các nhà nghiên cứu phát hiện ra rằng gen Ngô A1 trong nhiều cây dạ yên thảo đã không còn hoạt động – nó đã bị bất hoạt trở thành gen im lặng. Trong thực tế, gen này được quy định bởi đoạn promoter 35S của virus và đã bị ngưng hoạt động bởi hệ thống tế bào của cây dạ yên thảo.

Với những khám phá từ năm 1992, hiện tượng gen im lặng được quan sát liên tục trên cây trồng biến đổi gen cho đến nay, và đặc biệt trong điều kiện stress [9, 10]. Gen im lặng có thể được khơi gợi bởi việc thêm những đoạn DNA mã những đoạn này được xác định là là (như DNA của virus) bởi cơ chế tự vệ của cây trồng, hoặc nhân lên nhiều lần đoạn gen chuyển vào, hoặc là tương đồng giữa trình tự của những đoạn gen chuyển và DNA của cây trồng nhận. Thời gian bắt đầu im lặng của một gen chuyển thường không biểu hiện ngay tức thì, nhưng có thể xảy ra sau một vài thế hệ sinh trưởng không bị ảnh hưởng. Đó là đặc tính di truyền, nhưng cũng có thể bị mất đi sau một vài thế hệ.

#### 4.2.1. Hậu quả của gen im lặng

Phân trình bày ở trên cho thấy hiệu quả của gen được chuyển có thể trở nên không đáng tin cậy. Điều này có nghĩa là đặc tính của gen GE trên cây trồng có thể ngưng hoạt động mà không hề có cảnh báo trước đối với người nông dân và người sử dụng nó, kết quả là có thể giảm năng suất hoặc giảm sản lượng cây trồng. Theo lý thuyết về chuyển gen im lặng, tính di truyền của cây trồng nhận chuyển gen có thể ảnh hưởng đặc biệt nếu như có xuất hiện tương đồng (homology) (những vùng chuỗi được xác định) với gen được chuyển hoặc promoter của nó. Dựa vào những điều trên gen bị im lặng, ví dụ như protein bị khóa từ lúc protein được sản xuất và vai trò của những protein này qua con đường trao đổi chất<sup>12</sup>, kết quả đối với lúa GE là mức độ dinh dưỡng có thể thấp hoặc tăng các chất ức chế hấp thu dinh dưỡng, gây độc hoặc gây dị ứng cho người sử dụng. Một hậu quả khác được cảnh báo về hiệu quả của ngành nông nghiệp lúa gạo là năng suất lúa gạo sẽ giảm hoặc mất đi.

#### 4.3. Vị trí ảnh hưởng (positional effects)

Các phương pháp của kỹ thuật di truyền hiện tại và thực tiễn không thể xác định được vị trí các gen biến đổi được thêm vào. Nói mà gen biến đổi sẽ được chuyển vào nhiễm sắc thể trên cây trồng là hoàn

<sup>10</sup> Anti-nutritant là một chất có độc tính gây trở ngại cho sự hấp thu hoặc sử dụng các chất dinh dưỡng; ví dụ như phytate hoặc oxalate ngăn ngừa sự hấp thu canxi, chất ức chế trypsin ngăn ngừa sự tiêu hóa của protein.

<sup>11</sup> Gen A1 trên bắp là một gen kết thúc mã di truyền sản xuất enzyme khi “dehydrothioglavinol reductase”, chúng là trung gian để trung hòa các toxin pelargonidin của hoa, tạo màu đỏ trên cá hồi hoặc tạo những đốm đỏ trên hoa.

<sup>12</sup> Con đường trao đổi chất (metabolic pathway) là chu trình hoặc chuỗi các phản ứng xuất hiện trong tế bào suốt quá trình trao đổi chất, vật chất có thể bị đồng hóa hoặc dị hóa để làm theo nó là phòng thích hấp thu năng lượng.

cảm (receptors) ở thành ruột và sau đó chúng sẽ được thung thành ruột. Nhiều độc tố Bt chuyển gen bị thay đổi để mã không giống với tiền độc tố gốc, chúng không giống với tiền độc tố gốc, được hoạt động cục bộ trong cây trồng GE (như chuỗi mã phiên trước của gen đã được tháo gỡ). Trong khi tác động tiền độc tố có nguồn gốc từ vi khuẩn Bt trên vi sinh vật đất ít được biết đến – dù chúng là vi sinh vật, còn trung sống trong đất, nhện, giun đất – tác động của tiền độc tố biến đổi gen được cây trồng Bt sản xuất ra thậm chí còn ít được quan tâm.

Trong khi các tác động trên đất, vi sinh vật đất, chu kỳ dinh dưỡng và tính hiệu giữa cây trồng và vi sinh vật chưa được hiểu rõ, thật là ngạc nhiên khi khuyến khích trồng cây Bt vì chúng sẽ khiến cây trồng suy kiệt và cho năng suất kém. Những nghiên cứu khác nhau với độc tố Bt (Cry/Ab) đã vi dụ, cho thấy những tác động xấu, chẳng hạn như mất trọng lượng [62] và khả năng nở kén trên giun đất.

Khả năng thẩm hoặc phóng thích các hỗn hợp GE khác và những tác động trên đất và mạng lưới dinh dưỡng trong đất sẽ cần phải được xem xét như những ứng dụng khác của lúa GE đang được thử nghiệm và phát triển, như lúa GE được phẩm.

#### b) Sử dụng thuốc diệt cỏ phổ rộng thường xuyên khi trồng lúa GE chịu thuốc diệt cỏ (như glufosinate trên lúa LL và glyphosate trên lúa RR)

Có những nghiên cứu cho cả hai loại thuốc diệt cỏ này để minh họa những ảnh hưởng và tác động của chúng đến các thành phần của hệ vi sinh vật đất. Báo cáo cho thấy cả hai loại thuốc diệt cỏ này làm tăng mức độ của nấm bệnh – như nấm Fusarium trong trường hợp sử dụng glyphosate – thể hiện trên Đậu nành GE chịu thuốc diệt cỏ [64] và Lúa mì GE [65].

#### c) Thời gian phân hủy tác bã thực vật thay đổi được quan sát trên cây trồng biến đổi gen

Trong khi xác bã thực vật từ cây ngô Bt đã cho thấy tính phân hủy chậm hơn so với xác bã từ cây ngô thông thường thì ảnh hưởng tương phản đã được báo cáo trong một thí nghiệm bông vải Bt. Các nhà nghiên cứu Hoa Kỳ quan sát thấy có sự gia tăng hoạt động của vi khuẩn đối với 2 trong 3 dòng bông vải Bt biến đổi gen, khi lá đã được đặt trong đất. Mặc dù đây là những cây mang gen Bt, các ảnh hưởng là do biến nạp di truyền hơn là tự bản thân các gen chuyển [16]. Điều này minh chứng rằng chất lượng và mức độ tương tác giữa vi sinh vật và cây trồng không thể được phân đoán trước khi chỉ dựa vào đặc tính mà cần phải kiểm tra môi trường và từng trường hợp biến nạp gen. Nhìn chung, những sự biến đổi do gen Bt gây ra trong quần thể vi khuẩn cây trồng trong đất trông trở đang được quan sát, ví dụ như bộ sung các xác bã từ cây ngô Bt dẫn đến việc thay đổi nhanh chóng các hoạt động và thành phần của vi khuẩn so sánh với các xác bã cây ngô không Bt.

#### d) Sự tương tác của cây trồng và vi sinh vật bị thay đổi hoặc phá vỡ

Cây trồng GE cũng cho thấy sự tương tác giới hạn giữa cây trồng với sinh vật đất có ích. Các nhà nghiên cứu người Ý nhận thấy rằng rễ của những dòng Ngô Bt (có chứa gen *Cry/Ab*) ít xuất hiện các loài nấm rễ có ích và nấm rễ sống cộng sinh (như *Mycorrhiza*, *Glomus mosseae*) và giảm mức độ liên kết đối với các loài vi khuẩn đất có ích [67].

#### 7.2.2. Côn trùng và động vật chân khớp

Đã có rất nhiều cuộc thảo luận về phương pháp tốt nhất để đánh giá tác động của tình trạng GE đối với động vật chân khớp và đặc biệt là trên động vật ăn thịt có ích hoặc côn trùng gây thụ phấn hoa. Trọng tâm đối các cuộc thảo luận và điều tra là cây trồng được biến đổi gen kháng côn trùng, cho dù có sử dụng các độc tố Bt, lectin hoặc chất ức chế enzyme protease. Kháng thuốc diệt cỏ còn là một tính trạng được điều tra, vì thuốc diệt cỏ ảnh hưởng lên côn trùng và nhện trực tiếp lẫn gián tiếp. Một vấn đề lớn là vẫn chưa có sự nhất quán về phương pháp thí nghiệm nào được cho là đúng, những động vật chân khớp nên được kiểm tra, và làm sao để giải thích những kết quả đó... [68, 69]. Ví dụ, các nhà nghiên cứu Thụy Sĩ chỉ ra rằng những loài động vật ăn thịt ăn những loài sâu hại lá trên cây trồng có thể bị chết do độc tố Bt khi những loài sâu hại đã ăn phải cây trồng Bt trước đó. Loài động vật ăn thịt có tên khoa học là *Chrysoperla carnea* (lacewing) là nạn nhân do ăn phải sâu đục thân Ngô Châu Âu có chứa độc tố Bt [70]. Mặc dù đã có những bằng chứng rõ ràng qua các thí nghiệm, những người đề xuất cây trồng Bt chuyển gen vẫn phụ nhận vấn đề này hơn là đi tìm một giải pháp phòng ngừa [71].



## 7.2. Đa dạng sinh học và môi trường; đa dạng sinh học trong nông nghiệp và trồng trọt

Những hệ lụy tiềm tàng của lúa GE đối với môi trường sống cũng như nước, đất và canh tác nông nghiệp là rất nghiêm trọng.

Nông nghiệp bền vững chẳng hạn như dựa vào lưới dinh dưỡng trong đất hỗ trợ. Nó dựa trên hệ thống đa dạng sinh học xung quanh có chức năng hỗ trợ cây trồng và hoạt động như một hệ thống đệm trong những điều kiện khác biệt. Ngoài ra, nó còn dựa vào sự đa dạng sinh học như đa dạng sinh học nông nghiệp với hạt giống có chất lượng tốt.

### 7.2.1. Đất

Một nhân tố chính đối với sức khỏe cây trồng là chức năng của hệ thống lưới dinh dưỡng trong đất, do nó quyết định độ màu mỡ trong đất và khả năng phá vỡ các chất hữu cơ hay vô cơ như các chất diệt cỏ, cũng như khả năng thoát hay giữ nước. Lưới dinh dưỡng trong đất là một hệ thống phức tạp có sự tương tác và phụ thuộc lẫn nhau gồm những sinh vật như vi khuẩn, nấm, tảo cũng như các loại côn trùng, tuyến trùng và giun đất. Với một loại đất nông nghiệp thông thường, thường nằm ở tầng đất thấp, một gram đất có thể chứa từ 1-600 triệu vi sinh vật từ 5-2.500 loài sinh vật khác nhau. Ngoài ra, đất còn tạo ra các khoáng chất, dinh dưỡng, các túi khí, rễ cây và chất mùc [1].

Trong thực tế, các sinh vật trong đất không chỉ quan trọng đối với sức khỏe cây trồng, mà còn liên quan đến sức khỏe của đất, cấu trúc đất, tính giữ nước, chu kỳ dinh dưỡng của đất, và khả năng tiếp cận và vận chuyển chất dinh dưỡng cho cây trồng. Ngược lại, cây trồng bài tiết chất dinh dưỡng như đường qua rễ của chúng làm nguồn thực phẩm bổ sung cho các vi sinh vật. Ví dụ nấm rễ (*Mycorrhizae*) đặc biệt quan trọng vì chúng liên kết rễ cây với đất và đóng vai trò quan trọng trong sự hấp thụ các chất dinh dưỡng của cây trồng.

#### Những hệ lụy của lúa GE đối với đất

Có 05 kịch bản chính cần xem xét về những nguy cơ của lúa GE đối với đất:

- Những hợp chất biến đổi gen, như các độc tố Bt, thoát ra từ rễ vào đất;
- Tác động của sử dụng nhiều lần cùng một loại thuốc diệt cỏ phổ rộng trên đất;
- Thời gian phân hủy của xác bã thực vật thay đổi;
- Sự tương tác của vi sinh vật và cây trồng bị thay đổi hoặc phá vỡ; và
- Chuyển gen ngang từ lúa GE cho các sinh vật trong đất.

Từ phần a đến phần d sẽ được trình bày ngắn gọn dưới đây.

#### a) *Thải ra các hợp chất biến đổi gen*

Vật chất từ cây được phóng thích vào trong đất do nhiều lý do, ví dụ như để hấp thụ dinh dưỡng; để chống lại hạt thu hút vi sinh vật; hoặc cung cấp thức ăn cho các vi sinh có lợi. Mặc dù đã có một nghiên cứu ở Trung Quốc đưa ra rằng không có các dư lượng của độc tố Bt (*CryIAb*) được xác định trong vùng rễ của một loại lúa Bt đặc biệt (KMD) [59], việc phóng thích độc tố Bt vào trong đất từ Ngô Bt biến đổi gen đã được quan sát trong một số trường hợp (ví dụ [60, 61]). Thật sự, không hiểu rõ khi nào, hay trong điều kiện và hoàn cảnh nào mà cây trồng Bt sẽ thải ra hoặc tiết ra các độc tố Bt vào đất hoặc có thể là “trường hợp cá biệt” hay không (cụ thể cho loại cây trồng GE này).

Những hệ lụy này vẫn chưa được hiểu rõ, vì chưa xác định mục đích gì mà độc tố Bt (ở đây gọi là delta-endotoxin) đang được vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* tạo ra, đó là một loại vi khuẩn đất được sử dụng như vật xung cấp gen trong việc tạo ra cây trồng Bt. Trong thực tế, bên trong các vi khuẩn, nội độc tố hiện diện dưới dạng “tiền độc tố”, chúng được tích trữ dưới dạng các tinh thể (inclusions). Nếu các chất tiền độc tố này được ấu trùng côn trùng ăn vào<sup>33</sup> chúng sẽ hòa tan trong ruột ấu trùng nếu độ pH thích hợp. Các tiền độc tố này chỉ trở thành một độc tố được kích hoạt khi một phần của tiền độc tố này cũng được phóng thích bởi enzyme tiêu hóa. Với dạng này, chúng có thể gắn với các cơ quan thụ

toàn ngẫu nhiên và không thể dự đoán được. Ngoài ra, tác động và hậu quả của nó cũng không dự đoán được. Vị trí của gen biến đổi có ảnh hưởng đến DNA và gen và ngược lại. Có hai kịch bản như sau:

- Một là, sự thêm vào gen biến đổi có thể làm phá vỡ bộ gen, phá vỡ các yếu tố quy định gen (ví dụ như promoter và enhancer<sup>13</sup>) hoặc là vùng quy định gen. Tác động được xem là bất cứ điều gì có thể gây hại đến sức khỏe và năng suất của cây trồng, chất lượng dinh dưỡng, gây dị ứng và độc chất. Tác động của đoạn gen thêm vào luôn luôn không thể đo lường và xác định một cách dễ dàng, đặc biệt là ở những vị trí có thể có sự can thiệp nhiều hơn một gen, hoặc những yếu tố quy định có thể nằm ở xa vùng mã hóa [1].
- Hai là, hoạt động của chuyển gen có thể ảnh hưởng đến hoạt động của những gen khác nằm gần vị trí chuyển gen. Đây là trường hợp đặc biệt, nếu promoter dùng trong biến đổi gen là một promoter mạnh, thì nó ảnh hưởng mạnh lên sự biểu hiện của gen. Ví dụ như promoter thường được sử dụng là *CaMV 35S* từ virus gây khảm trên cải súp lơ. Kết quả là các promoter và enhancer mạnh sẽ làm ảnh hưởng đến việc biểu hiện của các gen bên cạnh, các gen bên cạnh có thể hoạt động nhiều hơn. Thí nghiệm được thực hiện trên lúa chuyển gen (GE rice) và cây *A. thaliana* cho thấy rằng các nhân tố quy định gen biến đổi có thể thay đổi biểu hiện của gen, thậm chí ở từ khoảng cách xa hàng ngàn nucleotide [12-14].

#### 4.4. Đa ảnh hưởng (Pleiotropic)

Thuật ngữ *Pleiotropic* có nguồn gốc từ Ai Cập, *pleto*, có nghĩa là nhiều và *trōpo* có nghĩa là thay đổi. Ảnh hưởng *Pleiotropic* có nghĩa là nhiều ảnh hưởng đến từ cùng một gen, hoặc một gen ảnh hưởng lên nhiều đặc tính.

Xác định những thay đổi không kỳ vọng bao gồm:

- Mức độ tăng lên có ý nghĩa của độc tố trên cây bông vải, gossypol, trong hạt cây bông vải kháng thuốc diệt cỏ khi sử dụng thuốc trừ cỏ Roundup Ready (RR) của Công ty Monsanto [15].
- Thay đổi đặc tính thời nở trên côn trùng – bảo vệ cây bông vải Bt [16].
- Tăng lượng lignin trên một số giống Ngô Bt [17] và đậu nành kháng thuốc diệt cỏ RR, kết quả là thân cây đậu nành dễ bị nứt trong điều kiện nóng mùa hè, và điều này dễ dàng thu hút nấm bệnh tấn công [18];
- Giảm 68 lần mức độ betaeroten (tiền Vitamin A) và tăng 4 lần mức độ Na trong cây bí đao chuyển gen (CZW-3), giống bí đao này được cấp phép thương mại hóa ở Hoa Kỳ [19].

#### 4.5. Chuyển gen theo hướng ngang (Horizontal gene transfer)

Chuyển gen ngang thường thấy xuất hiện trong tự nhiên, nó có thể được định nghĩa là sự di chuyển thông tin di truyền (DNA) giữa các tế bào và sinh vật bằng con đường sinh sản hữu tính (sexual reproduction). Tiến trình này có thể chuyển thông tin di truyền giữa các sinh vật khác giới tính và giữa ranh giới các loài, giống (genera) và thậm chí giữa các giới (kingdoms), như chuyển một gen từ cây trồng sang vi khuẩn (bacteria).

Vi khuẩn và nấm có thể nhận DNA từ bên ngoài, cho dù DNA này đến từ nước, đất hoặc từ vi khuẩn đường ruột. Chúng có thể sử dụng DNA này như nguồn dinh dưỡng hoặc nguồn thông tin di truyền, kết hợp các thông tin di truyền này bên trong DNA của chúng. Sự kết hợp này thường sẽ xuất hiện khi có những đoạn DNA có trình tự tương đồng rõ ràng (similarities) giữa DNA từ bên ngoài và DNA của chúng.

Việc chuyển các gen từ cây trồng GE đến vi khuẩn hoặc nấm trong đất, vi khuẩn đường miệng hoặc đường ruột là một khả năng riêng biệt. DNA cây trồng và gen có thể tồn tại đến 2 năm ở trong đất, và tương tự trong thực phẩm và trong thức ăn chăn nuôi. Chuyển gen như một phần của DNA thực vật cũng có thể đạt được điều đó trên vi khuẩn đường ruột khi chúng có thể tồn tại trong hệ tiêu hóa được

<sup>13</sup> Một “enhancer” là một chuỗi DNA quy định sự hợp tác giữa promoter của gen và gen tăng cường, ví dụ như hoạt động của promoter, sự điều khiển đối với sự biểu hiện mạnh của gen. Một enhancer không cần thiết phải ở gần promoter thì chúng mới kết hợp với nhau, nhưng có thể là từ một khoảng cách có ý nghĩa.

nhận thấy trên loài lúa [20] và con người [21]. Chuyển một gen kháng thuốc diệt cỏ trên giống đậu nành RR của Monsanto cũng đã được Netherwood báo cáo năm 2002. Tại Anh, một nhóm nghiên cứu đã thử nghiệm trên những người tình nguyện (những bệnh nhân sau khi được phẫu thuật đường ruột) trong một bệnh viện. Họ phát hiện ra rằng gen kháng thuốc diệt cỏ (có từ đậu nành GE) đã tồn tại qua quá trình tiêu hóa ở ruột non và hơn thế nữa các gen được chuyển này được tìm thấy trên những vi sinh vật đường ruột ở 3 trong 7 người [22]. Sự quan tâm đặc biệt ở đây là có thể có sự chuyển gen kháng chất kháng sinh từ gen GE trên cây trồng vào vi khuẩn đường ruột, dẫn đến hệ lụy là một số chất kháng sinh sẽ bị vô hiệu khi dùng để trị bệnh<sup>14</sup>.

#### 4.6. Tổng quan những rủi ro phát sinh từ GE

Tương tự như phần giải thích ở trên, có sự khác biệt rõ ràng giữa chọn giống bằng biến đổi gen và chọn giống thông thường. Ngoài ra, kiến thức về vấn đề này vẫn còn thiếu, với cơ sở khoa học chưa chắc chắn. Các vấn đề có liên quan và những kinh nghiệm về GE gồm đột biến, gen im lặng, vị trí ảnh hưởng và hiện tượng đa ảnh hưởng và tăng khả năng chuyển gen theo chiều ngang.

Để hiểu tất cả những rủi ro phát sinh, “chúng là cái gì”, “ai” và “phương tiện gì” có thể khám phá ra chúng, chúng ta cần phải hiểu những gì có thể dự đoán và những gì thì không thể dự đoán, cũng như khả năng xuất hiện những mối nguy hiểm tiềm tàng của chúng<sup>15</sup>.

- Biến đổi gen mang đến những thay đổi có thể lường và bất lường, và cả hai vấn đề này đều có thể dự đoán cũng như không thể dự đoán được kết quả và hậu quả của chúng.
- Tiến trình biến đổi gen tự nó có thể tạo nên những thay đổi bất định với kết quả và hậu quả khôn lường.
- Gen biến đổi có thể bị im lặng. Một lần nữa, việc dừng hoạt động của một tính trạng mong muốn sẽ gây hậu quả không thể dự đoán và đo lường trước được.
- Những rủi ro và cảnh báo gián tiếp cần phải được xem xét như tác động của tần suất và việc sử dụng trên diện rộng các loại thuốc diệt cỏ phổ rộng như Glyphosate và Glufosinate trong trường hợp cây trồng kháng thuốc diệt cỏ, cụ thể trên cây lúa.

Các lĩnh vực đòi hỏi sự chú ý đặc biệt khi nhìn vào các rủi ro tiềm ẩn trên lúa gạo GE là: sức khỏe (lương thực và an toàn thực phẩm), đa dạng sinh học và môi trường, đa dạng nông nghiệp (agrobiodiversity), canh tác (farming), kinh tế xã hội (social-economics), mất sinh kế (loss livelihood), an ninh lương thực (food security), chủ quyền về lương thực (food sovereignty), và quyền của nông dân (farmers' rights).

Vấn đề lớn ở đây với cây trồng GE và việc sử dụng chúng trong nông nghiệp là một môi trường mở, các đặc tính của chúng không thể kiểm soát được, trong thực tế, hiện tượng lai xa và những tác động tổng hợp không được lường trước sẽ gây nhiễm gen GE trên những cây trồng thông thường.

e) Hiện tượng lai xa sẽ xuất hiện nếu cây trồng GE được trồng trong phạm vi thụ phấn chéo (cross-pollination range) của những cây trồng sinh sản hữu tính, gồm có những cây trồng thông thường, loài thực vật bản địa<sup>16</sup>, loài cây mọc hoang và cây có cỏ họ hàng. Nhìn chung, khi quan sát tỷ lệ lai xa của cây lúa thì tỷ lệ này trung bình khoảng 1%, một tỷ lệ đủ để phát triển thành hàng ngàn dòng lai GE trong nhiều thế kỷ trồng lúa. Tỷ lệ 1% lai xa không chỉ có ý nghĩa làm nguyên nhân phổ biến gây nhiễm gen GE đối với các giống lúa thông thường và kho trữ hạt giống ở Hoa Kỳ trong những năm 2006 và 2007.

f) Việc thu hoạch gây đột biến hạt lúa giống GE và không GE bị pha trộn như thế nào. Sự ô nhiễm những giống Ngô, đậu nành và những cây có hạt lấy đầu (oilseed) bản địa bởi những giống GE tương ứng của chúng có thể xuất hiện nhiều lần, và ở thời điểm này việc thu hồi và bồi thường sẽ rất tốn

<sup>14</sup> Gen kháng chất kháng sinh (Antibiotic-resistance gene) – bản đầu được lấy từ vi khuẩn – đã liên tục được sử dụng như gen marker trên cây trồng GE nhằm tìm ra những cây trồng hoặc tế bào thành công trong việc biến đổi gen.

<sup>15</sup> Rủi ro (Risk) có thể được định nghĩa như lực hấp dẫn của những mối nguy hiểm tiềm tàng bởi sự xuất hiện của chúng.

<sup>16</sup> Cây bản địa là cây trồng phát triển ổn định và thích ứng với điều kiện môi trường nơi chúng sống, bao gồm cả stress do sinh và hậu sinh.

Những hệ lụy từ những nghiên cứu trên vẫn phải được nghiên cứu lại. Dựa vào dạng phản ứng hay cường độ phản ứng miễn dịch, các phản ứng dị ứng có thể gồm nhiều triệu chứng từ việc phát ban nhẹ hay hắt hơi đến các phản ứng nghiêm trọng và có nguy hại đến tính mạng như sốc mẫn cảm. Các triệu chứng do nông dân Ấn Độ gặp phải khi tiếp xúc với cây bông vải Bt có liên quan đến da mẩn và đường hô hấp như ngứa và hắt hơi<sup>17</sup>. Các dị ứng có biểu hiện chậm hoặc những mẫn cảm có thể gây ra những biểu hiện kinh niên như eczema (nhiễm chàm), sự mệt mỏi, đau đầu. Với những dị ứng nghiêm trọng có liên quan đến thực phẩm và phấn hoa và sự phụ thuộc quá nhiều vào thực phẩm chính là lúa gạo, tất cả những nguy cơ trên có thể tránh khỏi nhưng điều đó làm mất đi sự an toàn khi sử dụng lúa gạo làm nguồn thực phẩm chính.

#### b) Những ví dụ về kết quả của các thử nghiệm cho ăn: phát hoạt đường ruột, phản ứng miễn dịch và dị ứng

Được thực hiện vào những năm 1990, các cuộc thử nghiệm cho chuột ăn cả chua biến đổi gen ở Hoa Kỳ cũng như cả chua biến đổi gen ở Anh [54, 55] đã tìm ra nguyên nhân hủy hoại đường ruột và những tế bào biểu mô của nó. Trong cả hai trường hợp trên, việc chuyển gen để mã hóa các protein vô hại. Những nghi vấn phát sinh từ những thí nghiệm này vẫn chưa có câu trả lời. Hơn thế, loại cá chua đã được nói đến là Calgene's FlavrSavr được bán trên thị trường Hoa Kỳ trong giai đoạn 1994-1996. Cục quản lý Lương Dược Hoa Kỳ (FDA) đã có ý bỏ qua những phát hiện này trong đánh giá của họ, vì những tài liệu sau này đã được tiết lộ.

Một nghiên cứu khác từ năm 2005 thực hiện biến đổi gen giữa đậu Hà Lan biến đổi gen (GM peas) với gen đầu thường (Bean). Điều bất ngờ là sản phẩm protein trong đậu thường đã biến chất và trở thành chất kháng nguyên, ví dụ như gây ra những phản ứng miễn dịch [56]. Hogan và các cộng sự ở đại học Canberra, Úc đã chuyển gen alpha-AI gen (alpha amylase inhibitor) từ đậu thông thường sang đậu Hà Lan và đã đưa ra một loạt những kết quả kinh ngạc. Đậu Hà Lan chuyển gen đã gây ra một số phản ứng miễn dịch và gây viêm trên chuột, trong khi điều này không xảy ra ở đậu thông thường. Họ đã phát hiện ra rằng mặc dù gen gốc và gen chuyển đổi đều mã hóa chính xác cho cùng loại protein, nhưng đậu Hà Lan sản xuất ra loại protein có cấu trúc khác nhau từ cùng một nguồn thông tin di truyền. Đây là một phát hiện rất có ý nghĩa vì nó cung cấp bằng chứng rằng một loại gen có thể phát ứng khác nhau khi chuyển đổi từ sinh vật này sang sinh vật khác, thậm chí cả khi 2 cá thể có cùng một điểm tiến hóa (evolutionary standpoint).

Vấn còn những điều để nghiên cứu thêm: khi chuột được cho ăn protein biến đổi gen với những loại protein thông thường khác trong hạt, chúng cũng phát triển một phản ứng miễn dịch đối với một số loại protein như globulin của đậu Hà Lan, lectin và vicilin-4. Điều này được gọi là “môi chèo miễn dịch” (immunological cross priming), hay còn được gọi là một “tác dụng bù trợ” (adjuvant effect). Về bản chất, quá trình biến đổi di truyền đã tạo ra một tình huống mà hệ thống miễn dịch sẽ phản ứng với protein trước đây đã bị bỏ qua, ví dụ, protein bình thường không phải là miễn dịch sẽ trở thành miễn dịch. Sự tăng kích thích của hệ thống miễn dịch như vậy là không có lợi, nhưng trên thực tế có thể rất nguy hiểm. Hen suyễn, các dị ứng và sốt rom (hay-fever) là một số triệu chứng phổ biến của một hệ thống miễn dịch hoạt động quá mức.

Hậu quả về các kích bản của lúa GE là ngay cả khi có thể hủy bỏ hoặc ngưng phát triển các giống lúa GE, con người cũng sẽ bắt đầu phát triển những dị ứng trên các chất khác có trong lúa thông thường và các loại thực phẩm khác. Nếu sự hủy bỏ hoặc thu hồi lúa GE thì vấn đề này vẫn không thể được khắc phục.

Các thí nghiệm cho ăn được thực hiện và đánh giá bởi các nhóm nghiên cứu khác cho thấy thực phẩm từ cây trồng GE kích hoạt phản ứng miễn dịch, ảnh hưởng lên sự phát triển, kích cỡ và chức năng của các bộ phận chính của cơ thể, cũng như các tế bào hồng cầu ([57, 58]).

<sup>17</sup> Tác động của Cây bông vải Bt trên sức khỏe của người nông dân (ở tỉnh Barwani và Dhar thuộc ban Madhya Pradesh) – Dr. Ashish Gupta và cộng sự viên. Báo cáo đầu tư từ tháng 10-12/2005 – www.gmwatch.org/print-archive2.asp?arcid=6265.

**b) Đặc tính:** Một thành phần thực phẩm tự nó có thể có độc tính hoặc gián tiếp gây độc khi kết hợp với các chất khác. Ý sau là hoàn toàn không xảy ra qua các thử nghiệm. Cà hạt dạng độc tính này có thể phát sinh thông qua lúa GE. Có một sự khác biệt giữa hình thức độc cấp tính và độc mãn tính ở mức độ thấp. Qua các thử nghiệm cho ăn, độc cấp tính cho thấy xảy ra nhanh chóng trong vòng vài phút hoặc vài giờ sau khi tiêu hóa và có thể hồi phục. Độc mãn tính cấp thấp xảy ra khi tiêu hóa thức ăn có tồn tại hạn chế đến sức khỏe khi ăn liên tục trong một thời gian dài. (Xem các nghiên cứu bên dưới).

Điều này dẫn đến sự lo ngại lớn đối với các cuộc khảo nghiệm ngoài đồng hoặc sản xuất các giống lúa GE trong khi những hoài nghi về tác động của lúa GE đến sức khỏe con người vẫn chưa được làm sáng tỏ. Với chỉ số lấy nhiễm di truyền gần đây của lúa GE (LL601 & LL62)<sup>30</sup> đối với lúa thường được sử dụng trong các khảo nghiệm 3 năm trước đây thì hiện trạng của “cuộc khảo nghiệm” không lấy có là thiếu tính an toàn và các đánh giá rủi ro một cách nghiêm túc.

**c) Các mối quan tâm khác là:**

- Sự thay đổi hoặc cấu thành các chất phi dinh dưỡng,
- Hàm lượng và thành phần dinh dưỡng chất thay đổi
- Dinh dưỡng không tương thích,
- Các tác động tổng hợp,
- Giảm thiểu các vi lượng cần thiết, và
- Các vi khuẩn đường ruột có được kháng sinh do sự chuyển đổi gen theo hàng ngang của các gen chỉ thị.

**7.1.2. Các nghiên cứu về sức khỏe và rủi ro về độ an toàn**

Tất cả những mối quan tâm này cần được thảo luận và nghiên cứu sâu hơn. Đã có những báo cáo và những nghiên cứu khoa học đưa ra những cảnh báo rõ ràng. Mặc cho những biện hộ đó, vài nghiên cứu đã chỉ ra sau đây:

**a) Việc sử dụng những độc tố Bt trong gạo cần lưu ý:**

Hàng loạt những nghiên cứu đã nêu ra những câu hỏi nghiêm túc về tác động tiềm tàng của độc tố Bt (như nội độc tố  $\delta$  (delta Cry IAc hoặc Cry IAb). Như mô tả chi tiết ở phần trước, chất Bt trong gạo ở Trung Quốc được thực hiện biến đổi gen với CryIAb, và lúa Bt của Monsanto được trồng thử nghiệm có sử dụng gen CryIAc. Ở Hoa Kỳ, khi nghiên cứu các công nhân làm trong nông trại có tiếp xúc với việc phun thuốc Bt cho thấy 2/123 người có kháng thể với nội độc tố  $\delta$  CryIAb/CryIAc [47]. Tiến sĩ Steven Gendel thuộc Cơ Quan Quản Lý Lương Thực Hoa Kỳ phát hiện CryIAb và CryIAc có chuỗi tương tự chất vitellogenin, chất gây dị ứng có trong trứng, đồng thời kết luận rằng có sự giống nhau giữa CryIAb và vitellogenin là minh chứng đầy đủ để đưa ra những đánh giá bổ sung [48, p.60].

Một loạt những nghiên cứu được các nhà khoa học Cuba và Mexico công bố cho thấy CryIAc là một chất kháng nguyên có tính năng mạnh, ví dụ, nó kích thích phản ứng miễn dịch và cũng có tính năng mạnh như nội độc tố gây bệnh tả. Nó bám vào các tế bào đường ruột và có khả năng gây thay đổi đặc tính thấm của ruột [49-52]. Trên thực tế, những thử nghiệm độc chất cần thiết để “chứng minh cho tính an toàn của protein CryIAc đối với mô niêm mạc (mucosal tissue) và hệ thống miễn dịch của động vật” [51]. Một nghiên cứu do các nhà khoa học Hà Lan thực hiện cho thấy sự tương đồng về chuỗi di truyền<sup>31</sup> giữa CryIAc và sự dị ứng phấn hoa của cây tuyết tùng [53].

Cuối cùng, rủi ro của phản ứng miễn dịch qua đường hô hấp lớn hơn những phản ứng qua đường tiêu hóa, vì các chất qua hô hấp đi trực tiếp vào hệ tuần hoàn máu. Hơn nữa, một số protein được hít vào có thể đi đến hệ tiêu hóa qua đường dẫn kết nối giữa khoang mũi và thực quản.

kém (Ví dụ trường hợp cây Ngô Starlink). Sự pha trộn tình cờ này có thể xuất hiện bất cứ nơi nào trong chuỗi thực phẩm từ lúc thu hoạch đến lúc tiêu thụ.

**5. Lúa biến đổi gen: nghiên cứu, phát triển, khảo nghiệm và thương mại**

Các công ty và các tổ chức đang thực hiện biến đổi gen trên lúa ở các phòng thí nghiệm trên thế giới. Trong một số trường hợp, việc thực hiện biến đổi gen trên lúa chỉ nhằm tìm hiểu chức năng của một số gen và protein nào đó và các quá trình có liên quan. Tuy nhiên, phần lớn biến đổi gen mang mục đích ứng dụng như thay đổi, bổ sung một đặc tính được xem là hữu ích, ít nhất là đối với người thực hiện hoặc tài trợ nghiên cứu.

Mục đích việc nghiên cứu và phát triển lúa GE có thể được chia thành 6 lĩnh vực, cụ thể là (1) các đặc tính nông học, (2) các đặc tính dinh dưỡng, (3) sản xuất các hợp chất mang tính được liệu, (5) xử lý sinh học (sử dụng các sinh vật tẩy các độc chất), hoặc (6) chỉ với mục đích nghiên cứu. Sự khác biệt giữa các đặc tính dinh dưỡng và được liệu thường không rõ ràng, mặc dù luật qui định rằng các thử nghiệm thường được thực hiện nghiêm túc hơn đối với đặc tính thứ hai.

**Bảng 1. Tổng quan sự phát triển của lúa GE**

Lúa GE	Nghiên cứu	Phát triển	Khảo nghiệm	Xin chấp thuận	Chấp thuận thương mại	Phát triển thương mại
	Kháng thuốc diệt cỏ	Giống lúa LL Hoa Kỳ, Nhật Bản	Brazil, Philippines*, Úc*, Nam Phi*, New Zealand	Hoa Kỳ	Canada*, Châu Âu*	
	Kháng côn trùng	Giống lúa RR Hoa Kỳ, Nhật Bản				
	Kháng côn trùng	Giống lúa Bt Ấn Độ, Trung Quốc, Pakistan, Iran		Trung Quốc, Iran (Ấn Độ)		
	Lectins	GNA				Nil
	Ức chế phân giải protein	CpTI	Trung Quốc			
	Kháng bệnh	Giống lúa BB	Philippines, Trung Quốc	Trung Quốc?		
	Kháng stress		Trung Quốc			
	Tiền Vitamin A	Lúa Vàng	Hoa Kỳ (2004) [Ấn Độ, Bangladesh – được hoạch định]			
	Quan đến dinh dưỡng (Nutrition related traits)	Giàu sắt (Fe)				Nil
	Tăng cường sinh học (Biofortification)	Gluterin thấp	Việt Bản (Aventis và Công ty thuộc là Nhật Bản – phụ nhân)			Nil
		Tryptophan	Việt Bản			
	Cây được liệu (PharmCrops)	Lactoferrin người	Hoa Kỳ, Nhật Bản	Hoa Kỳ (Ventria BioScience)		Nil
		Lysozyme người	Hoa Kỳ, Nhật Bản	Hoa Kỳ (Ventria BioScience)		Nil
	Đặc tính CN (Industrial traits)					Nil
	Xử lý SH (Bioremediation)					Nil
	CNDTH (Functional Geneties)					Nil
	Cây lúa như HTMH (Rice as Model System)		Úc			Nil

Chi chú: CN: công nghiệp; SH: sinh học; CNDTH: chức năng di truyền học; HTMH: hệ thống mô hình

Nếu dựa vào kết quả các đánh giá từ các khảo nghiệm, sự phát triển các đặc tính nông học là khá quan trọng, kể đến là các đặc tính được liệu và dinh dưỡng. Phần lớn các khảo nghiệm này do các công

<sup>30</sup> Tin tức phân hành. Cập nhật danh cho ngành công nghiệp lúa gạo liên quan đến cảnh đồng sạch 131 gạo hạt dài – 09/03/2007. APHIS. Bộ nông nghiệp Hoa Kỳ. <http://aphis.usda.gov/newsroom/content/2007/03/CL131update3-9-07.shtml>

<sup>31</sup> (Sử dụng phương pháp giải mã gen trong đồng được khuyến cáo bởi nhóm chuyên gia FAO/WHO, 2001)

ty hoặc các doanh nghiệp thực hiện nhưng các kết quả đó ít được công bố trên các tạp chí khoa học. Ví dụ, tập đoàn hóa chất Monsanto đã thực hiện khoảng 50 cuộc khảo nghiệm trên giống lúa RR thích ứng với thuốc diệt cỏ ở Hoa Kỳ nhưng chưa bao giờ công bố kết quả với cộng đồng khoa học.

Trong số 23 báo cáo về các khảo nghiệm ngoài thực địa, 22 báo cáo đề cập các đặc tính nông học và 1 về đặc tính dinh dưỡng. Trong số 22 đặc tính nông học, 16 đặc tính là kháng sâu hại (14Bt và 2 ức chế phân giải protein). 1 đặc tính kháng cháy bìa lá, 4 đặc tính thích ứng với thuốc diệt cỏ (glufosinate) và 1 đặc tính kháng hạn.

Cho đến nay, lúa GE chưa mang tính thương mại cao. Bảng 1 mô tả tổng quan về mức độ phát triển lúa GE. Các chi tiết cụ thể về quá trình phát triển được đề cập bên dưới.

Với thực trạng trên, cần phải ghi nhận rằng các vấn đề về sức khỏe và an toàn sinh học không phải là mối quan tâm hàng đầu trong nghiên cứu và phát triển. Do đó, các loại cây trồng biến đổi gen có thể tạo ra một đặc tính mong muốn qua đó các nhà nghiên cứu hoặc các công ty mong muốn công bố nhưng về sau đặc tính này lại không đảm bảo tính an toàn và tin cậy.

### 5.1. Đặc tính nông học

Các đặc tính này nhằm thay đổi hình thức canh tác cây trồng trên đồng ruộng, gồm các phát triển và khảo nghiệm lúa GE. Điều này có liên quan đến khả năng chống chịu đối với những stress do “hữu sinh” (cỏ dại, dịch hại, bệnh) và “vô sinh” (hạn hán, thời tiết lạnh, nhiễm mặn).

#### 5.1.1. Kháng sâu bệnh/dịch hại

Nguyên tắc gắn liền với kháng sâu bệnh theo công nghệ gen là làm cho cây trồng tiết ra độc chất nhằm tiêu diệt côn trùng khi ăn phải. Thông thường, các gen được thiết lập bằng cách độc chất này sẽ luôn được tiết ra trên tất cả các cơ quan của cây trồng. Mặc dù đây có thể là một ý tưởng hay nhưng nó giúp sâu rầy phát triển khả năng kháng thuốc. Với các cơ chế đồng tiến hóa, sâu rầy có khả năng thích nghi với thuốc bảo vệ thực vật mặc dù các độc chất này là do tác động bên ngoài hay cây trồng tự sản sinh ra. Đa số các nhà khoa học cho rằng không có loại cây trồng biến đổi gen thương mại kháng sâu bệnh có thể duy trì sự bảo vệ thường xuyên, mà đó là vấn đề thời gian. Thậm chí kế hoạch sử dụng *xếp tầng gen* (“*layer gen*” *tháp*”), có nghĩa là sử dụng một số gen khác nhau của cùng một loại cây trồng nhằm tạo ra lớp bảo vệ đa tầng, cũng sẽ không thể duy trì được các cánh đồng được xem là “vùng không có sâu hại”.

a) **Các độc chất Bt:** “Bt” là cụm từ viết tắt của *Bacillus thuringiensis*, một loại vi khuẩn trong đất. Có nhiều hình dạng và gen khác nhau của các độc chất Bt – sử dụng phổ biến nhất là Cry1Ab và Cry1Ac.

Các Bt có tính độc đối với loại côn trùng bộ cánh vẩy (*Lepidoptera*), gồm các loại bướm và sâu, có ấu trùng ăn thực vật và tùy theo mật số có thể phát triển thành dịch. Các dạng Bt khác nhau có độc tính khác nhau đối với một loại côn trùng nào đó. Việc thực hiện biến đổi gen có sử dụng độc chất Bt chủ yếu là nhằm chống lại sâu đục thân màu vàng (*YSB, Scirpophaga incertulas*) và sâu cuốn lá (RLF, *Chnaphalocrocis medinalis*).

Các khảo nghiệm trên lúa có sử dụng Bt đã được thực hiện ở Trung Quốc (Cry1Ab, Cry1Ac, kết hợp Cry1Ab/1Ac, Cry1C, Cry2A), Ấn Độ (Cry1Ac – lúa sử dụng Bt của công ty Monsanto), Pakistan (Cry1Ac và Cry2A), Iran (Cry1Ab), và Tây Ban Nha (Cry1Aa và Cry1B).

Việc sử dụng Cry1Ac trong thực phẩm là rất nguy hiểm vì nó được xem là nhân tố miễn nhiễm mạnh và do đó sẽ gây dị ứng khi ăn phải (chi tiết trong phần nguy cơ: sức khỏe). Hình thức hoạt động của sâu bệnh và các tác động tiềm tàng trên đất, xem phần nguy cơ: đa dạng sinh học).

b) **Lectins:** Lectins là các protein kết hợp với các hợp chất khác (carbohydrates) và sự kết hợp này sẽ tạo thành hệ thống phòng vệ của sinh vật. Mặc dù được xem là tiền thân của hệ miễn dịch, vai trò và chức năng của chúng chưa được hiểu rõ. Tuy nhiên, nhiều loại lectins của thực vật được cho là có độc tính khi ăn phải, trong đó có côn trùng và con người.

### Mốc thời gian đánh dấu bước phát triển Lúa GE

1988	Lúa chuyển đổi gen lần đầu tiên được sản xuất (sử dụng chuyển đổi gen trực tiếp sang thể nguyên sinh)
1991	Sử dụng phương pháp sàng bằng gen hay “phòng gen sinh học” đối với thể hệ các giống lúa chuyển đổi gen
1993	Lúa kháng sâu rầy qua sử dụng $\delta$ (delta)-endotoxin ( <i>Bt</i> ) Lúa GE với gen <i>bar</i> kháng bệnh đốm vằn
1994	Báo cáo tổng kết đầu tiên về chuyển đổi lúa bằng vi khuẩn <i>agrobacterium</i>
1995	Kháng bệnh cháy bìa lá do vi khuẩn gây nên thông qua sử dụng nhân vô tính gen <i>Xa21</i>
1996	Lúa Indica chuyển đổi gen kháng sâu rầy với gen <i>Cry1Ab</i> Thử nghiệm lúa GE kháng thuốc diệt cỏ Lúa GE kháng sâu rầy với gen <i>patII</i>
1997	Sử dụng gen <i>Cry1Ac</i> tái cấu trúc để đạt tính kháng sâu rầy cao
1998	Chuyển đổi đa gen
1999	Báo cáo đầu tiên về chuyển đổi lúa qua trung gian vi khuẩn <i>agrobacterium</i> để có các gen có đặc tính nông học quan trọng ( <i>Cry1Ab</i> và <i>Cry1Ac</i> ) Phát minh công nghệ gen kết thúc mã di truyền được cấp cho Công ty Delta và Pine Land và USDA
2000	Lúa GE tăng cường lượng sắt với gen ferritin của đậu nành Kháng virus gây bệnh đốm vàng trên lúa (RYMV) có nguồn gốc từ tính kháng mầm bệnh
2000	Thử nghiệm giống lúa lai chứa gen <i>Bt</i> Công bố Lúa Vàng là câu trả lời cho việc thiếu Vitamin A Monsanto công bố phiên bản giả mã trình tự gen lúa Japonica đầu tiên
2001	Syngenta công bố phiên bản phân chuỗi gen lúa Japonica đầu tiên của riêng mình
2002	Các nhà nghiên cứu Trung Quốc xuất bản nhập giả mã trình tự gen hoàn chỉnh đối với giống lúa Indica Syngenta xuất bản giả mã trình tự gen lúa Japonica IRGSP hoàn tất bản giả mã trình tự gen lúa Japonica
2004	IRGSP hoàn tất bản giả mã trình tự gen cuối cùng của lúa Japonica
2004	Syngenta trình diễn Lúa Vàng 2
2006/7	Vụ bê bối nhiễm lúa Liên kết tự do (LL) toàn cầu

Nguồn: Dựa trên Bajaj & Mohanty (2005) [28], với những sửa đổi của tác giả.

Tên viết tắt: *Bt*: *Bacillus thuringiensis*; IRGSP: Chương trình quốc tế về giải mã bộ gen trên lúa; *patII*: gen ức chế enzyme phân giải protein II trên khoai tây; *Xa*: một gen kháng tự nhiên đối với vi khuẩn cháy bìa lá trên lúa; *Cry1Ab* và *Cry1Ac*: gene sản xuất một độc tố Bt đặc biệt

## 7. Những rủi ro và hệ lụy từ lúa GE

Sau khi thảo luận các vấn đề biến đổi gen, khái quát những rủi ro, trong phần 4, và trình bày một số vấn đề chính liên quan đến phát triển và các tác nhân chính trong kịch bản lúa GE trong phần 5 và 6, phần này sẽ xem xét chi tiết hơn về các nguy cơ và hệ lụy từ lúa GE. Các vấn đề này tập trung vào sức khỏe và an toàn thực phẩm, môi trường, đa dạng sinh học và canh tác, ô nhiễm di truyền và những rủi ro khác.

### 7.1. Sức khỏe và an toàn thực phẩm

#### 7.1.1. Những quan tâm đặc biệt

a) **Gây dị ứng:** Lúa GE có thể tạo ra một chất dị ứng mới (chất gây phản ứng dị ứng) hoặc có thể làm tăng mức độ dị ứng đã có (Ví dụ: glycoprotein đặc biệt có trong hạt và phấn hoa). Hiện tượng này có thể thay đổi tùy điều kiện môi trường và stress mà cây trồng đã tiếp xúc (Xem phần các nghiên cứu bên dưới).

thành phần khác. Trẻ con bị tiêu chảy do sử dụng nước bẩn và điều kiện vệ sinh kém sẽ không thể hấp thu hoặc giữ lại các đường chất như Vitamin A từ những gì chúng ăn” [1].

- Nhiều loại thực vật có chứa Tiền Vitamin A, đặc biệt là cà rốt, khoai mì, khoai lang, xoài, quả mơng (ở dạng khô), rau ăn lá như rau dền, ngô, cải xoăn, và nhiều nhất là dầu cọ đỏ.

- Như đã đề cập ở trên, Syngenta tự giải mã hệ gen lúa, tạo ra cơ sở dữ liệu của riêng mình và đảm bảo bằng phát minh. Công ty này cũng phát triển các giống lúa GE và thực hiện các khảo nghiệm ở Hoa Kỳ; gồm 6 cuộc khảo nghiệm về kháng thuốc diệt cỏ, hai khảo nghiệm về kháng sâu bệnh và 2 khảo nghiệm về thành phần hạt giống.

**d) Delta và Pine Land (DPL)** là công ty hạt bông vải lớn nhất trên thế giới. DPL đã mua lại việc kinh doanh hạt bông vải trên toàn cầu của Công ty Syngenta vào tháng 5 năm 2006 và giờ đây đã có được tập đoàn giống hạt bông vải và phân phối chúng ở ba khu vực trồng bông vải chính ở Ấn Độ, Monsanto công bố vào tháng 8 năm 2006 là Công ty này đã mua lại DPL với khoản tiền 1,5 tỷ đôla Hoa Kỳ. Mặc dù có nhiều bất đồng nhưng việc kinh doanh vẫn thuận lợi.

- DPL không những là công ty hạt bông vải lớn nhất mà còn hoạt động trong lĩnh vực đầu tư và đồng phát minh của “*Công nghệ gen kết thúc*”. “*Gen kết thúc*” là công nghệ gen làm cây trồng cho hạt bất dục. Vì thế nông dân không cần phải trữ hạt giống mà chỉ mua hạt từ các công ty. Có một chiến dịch quốc tế do tổ chức dân sự tổ chức nhằm ủng hộ biến đổi gen kết thúc và Công Ước Liên Hiệp Quốc Đa Dạng Sinh Học đã tuyên bố ngưng thực hiện công nghệ này. DPL lần nữa khẳng định rằng họ muốn phát triển công nghệ hạt bất dục với 3 loại cây trồng: đậu nành, lúa mì và lúa gạo.

- Kết quả việc tiếp thị các giống lúa theo công nghệ hạt bất dục được thể hiện bằng những con số thống kê do ETC cung cấp năm 2006 như sau: Ở Philippin, 59% các vụ lúa được trồng bằng giống của nông dân. Nếu họ bị ép buộc phải mua giống ở mỗi vụ thì chi phí họ phải bỏ ra mỗi năm là 172 triệu đôla Hoa Kỳ<sup>28</sup>.

**e) Ventria Bioscience**, có trụ sở tại California, Hoa Kỳ, mong muốn “trở thành công ty hàng đầu về công nghệ thực vật sinh học”. Họ tuyên bố rằng với những công nghệ được cấp bằng phát minh và khoa học hiện nay, Ventria “có thể đáp ứng được các nhu cầu về sức khỏe của con người và động vật bởi các hình thức điều trị với giá phải chăng trên phạm vi toàn cầu”. Thật trở trêu là họ lại chọn sử dụng lúa gạo làm “hệ thống sản xuất” được liệu, và do đó sẽ làm ô nhiễm di truyền và phớt lờ các loại cây lương thực quan trọng nhất mà hơn ½ dân số trên thế giới phụ thuộc.

- Thật ra, các loại thực vật mang lại nhiều tiền và cây trồng có thể cung cấp hệ thống sản xuất với giá rẻ. Lúa gạo được nông dân trồng và chọn lọc qua nhiều thế hệ đến hàng ngàn năm để có được lượng protein, tinh bột và các thành phần khác chứa trong hạt có thể được tích trữ một cách dễ dàng cho đến lúc sử dụng. Việc các công ty được phẩm tìm kiếm chất lượng như thế này là điều hoàn toàn đúng.

- Tuy nhiên, một số quan điểm cho rằng giá cơ lúa gạo và các cây trồng với hệ thống sản xuất với giá rẻ không phản ánh được thực tế mà thật ra rất đắt tiền và mang nhiều vấn đề liên quan đến nhiễm bẩn.

- Ventria dường như đã chọn lựa cách tiếp thị lúa GE giá rẻ và protein lúa GE không mang tính được liệu và công thức dinh dưỡng cho trẻ con mà là các thành phần bổ sung thực phẩm và thực uống. Do đó, điều này có thể tránh được các chi phí và sự nghiêm túc của các cuộc thử nghiệm. Tuy nhiên, nó có thể làm thủng chống mất nước, đặc biệt dành cho trẻ con ở các quốc gia Thứ Ba bị bệnh tiêu chảy<sup>29</sup>.

**f) Các tổ chức khác:** việc liệt kê tất cả các tổ chức có liên quan đến lúa GE hoặc hướng dẫn, cấp kinh phí nghiên cứu và phát triển công nghệ gen vượt khỏi phạm vi của bài viết này. Khi tiếp cận Ủy Ban Nhân Đạo Lúa Vàng, có thể thấy một vài vấn đề phức tạp: Ngoài các nhà khoa học và đầu tư như Giáo sư Ingo Potrykus và Peter Beyer con có các đại diện của các tổ chức như: Viện Nghiên cứu Lúa Quốc Tế (IRRI), Tổ Chức Rockefeller, Syngenta, HarvestPlus, USAID, và Cục Công Nghệ Sinh Học (Ấn Độ) [46].

<sup>28</sup> Tài liệu nhóm nghiên cứu ETC (Tháng 3/2006): Tác phẩm năng kinh tế đến Công nghệ hạt giống kết thúc mà di truyền - Những dự đoán cho các Cây trồng được Chọn lọc và các Quốc gia

<sup>29</sup> Ventria có trụ sở tại Bắc Sacramento trồng hàng loạt các giống lúa thay thế. Được trích từ Jim Downing, Sacramento Bee, Hoa Kỳ, Ngày 3 tháng 11 năm 2007. <http://www.sacbee.com/103/story/469124.html> và có thể tìm ở <http://www.genet-Info.org>

Hàm lượng Lectin cao có thể được tìm thấy ở các thực vật thuộc họ *Nightshade*<sup>17</sup> (*solanaceae* hay họ khoai tây), trong cây có hạt và các loại đậu. Lectin từ cây Snowdrop (cây bạc đầu ông – loài cây hoa trắng mọc từ củ vào cuối đông hoặc đầu mùa xuân) GNA (*Galanthus nivalis agglutinin*) cho thấy có độc tính đối với nhiều loại côn trùng. KV Rao và nhóm nghiên cứu của mình tại Đại học Hyderabad (Andhradesh, Ấn Độ) lai tạo ra giống lúa GE với gen sản xuất lectin từ cây Snowdrop và cho thấy có tính kháng cao đối với loài rầy lưng trắng (*Sogatella furcifera*). Saha và các đồng sự ở trường Đại học Calcutta, Ấn Độ đã lai tạo ra giống lúa GE chứa Lectin ASAL. Các thí nghiệm trong nhà kính cho thấy tính kháng của một số loài côn trùng hút nhựa cây như rầy nâu, rầy xanh ngày càng cao [24]. Các nhà công nghệ sinh học xem lectin là “thành tố tiềm năng trong các chương trình lai tạo giống lúa kháng sâu rầy” [24].

**c) Úc chế enzyme phân giải protein:** Úc chế phân giải protein (Pis) là cơ chế phòng vệ cần thiết của thực vật. Chúng thuộc các thành phần protein có chức năng gây cản trở, như chống lại sự tiêu hóa protein khi ăn phải. Do hạt và củ có vai trò quan trọng đối với sự tồn tại của một loài nào đó, mức độ bảo vệ từ các chất ức chế phân giải protein của chúng sẽ cao, chiếm khoảng từ 1 – 10% tổng lượng protein.

Ý nghĩa quan trọng gần liền việc thực hiện biến đổi gen là tạo cho cây trồng, không riêng chỉ các loài thực vật lấy hạt và lấy củ, cơ chế ức chế phân giải protein nhằm kháng lại các loại sâu hại.

Lúa từ lâu đã được biến đổi gen với cơ chế ức chế phân giải protein là Pis từ khoai tây (Hoa Kỳ/Trung Quốc), ngô (Nhật), đậu nành (Hàn Quốc) và đậu đũa (Hoa Kỳ/Trung Quốc/Anh). Tầng khá năng kháng trên lúa đối với một số loài côn trùng đã được công bố như rầy nâu (*Nilaparvata lugens*), một gao (*Stipophilus zeamatis*), sâu đục thân màu hồng (*Sexantia inferens*), sâu đục thân sọc nâu (*Chilo suppressalis*).

Trong các loại gen ức chế phân giải Protein, loại gen ức chế phân giải trypsin trên đậu đũa (CpTI) và gen ức chế phân giải II trên khoai tây (PINII) hiện nay đang được sử dụng phổ biến trong biến đổi gen. Với lectins, các nhà công nghệ sinh học cho rằng các gen IP “có thể được sử dụng như một chiến lược tổng thể trong quản lý dịch hại” [25].

Các thí nghiệm cho thấy việc sử dụng ức chế men phân giải Protein như lectin, không những gây độc đối với các sinh vật mục tiêu (sâu rầy) mà còn đối với các loại côn trùng vô hại hoặc có lợi. Các tác động đối với các sinh vật này sẽ ảnh hưởng tiêu cực tới đa dạng sinh học và nông nghiệp bền vững, đặc biệt trong trường hợp vật phân chèo sẽ mang đặc tính kháng sâu rầy có hại cho các loại cây trồng của nông dân và các loại cây hoang dại có quan hệ gần.

Các hệ quả tiềm tàng đối với sức khỏe con người và động vật sẽ được thảo luận trong phần rui ro.

### 5.1.2. Kháng bệnh

**a) Vi khuẩn:** Mặc dù đã có các giống lúa kháng bệnh cháy bìa lá do vi khuẩn gây nên, các nhà khoa học đã có nhiều nỗ lực phát triển các thế hệ giống lúa GE có khả năng kháng bệnh này gọi là giống lúa BB. Các gen sử dụng cho mục đích này là các loại gen lúa Xa21 và Xa26 được lấy từ giống lúa kháng bệnh. Khác nhiệm về chuyển gen trong cùng một loài tương đương như lai tạo thông thường là không đúng. Như đề cập trong phần trước, qui trình biến đổi gen và việc gắn các đoạn gen ngẫu nhiên sẽ làm tăng các đột biến gen và những hậu quả khó đoán (xem phần nguy cơ).

- Trong thời gian gần đây, Swamy và các đồng sự (2006) đã thực hiện một thí nghiệm thú vị. Kỹ thuật đánh dấu hỗ trợ lai tạo giống (*Marker assisted breeding*) (không phải là biến đổi gen) được sử dụng nhằm đưa 3 gen có tính kháng vào một dòng lúa bị nhiễm cháy bìa lá (dòng MH2R). Dòng lúa Pusa Basmati bị nhiễm đã được biến đổi gen với gen kháng Xa21 (PBI – Xa21). Dòng lúa GE IR-Xa21 cũng đã được sử dụng. Ba dòng lúa trên cho lấy nhiễm với 6 dòng *Xanthomonas oryzae* Ấn Độ được phân lập từ lúa mầm bệnh BB. Vấn đề đáng lưu ý ở đây là dòng lúa GE PBI-Xa21 đã bị nhiễm tất cả 6 dòng nấm được phân lập trên, trong khi đó dòng lúa được lai chèo (không thực hiện biến đổi gen) lại có được tính kháng bệnh. Khi so sánh kết quả biến đổi gen với đánh dấu hỗ trợ lai tạo giống,

<sup>17</sup> Solanaceae còn được biết thuộc họ khoai tây. Thuộc họ này gồm khoai tây, thuốc lá, cà chua, cà tím, ớt, khoai mì, hoa kèn

các tác giá kết luận rằng việc lai tạo lúa kháng bệnh BB hiệu quả hơn sử dụng biến đổi gen. Gen Xa21 được phân lập đầu tiên và sử dụng với chức năng để chuyển gen bởi các nhà khoa học California thực hiện năm 1995 [27].

**b) Nấm:** Mặc dù những dòng lúa thông thường có khả năng kháng từng phần hoặc kháng hoàn toàn các bệnh do nấm gây nên, việc lai tạo thông thường không đảm bảo 100% độ an toàn. Tuy nhiên giải pháp biến đổi gen đã sai, mặc dù có nhiều nỗ lực tìm ra các gen tiêu biểu kháng với 2 loài mầm bệnh trên lúa là bệnh đạo ôn (nấm *Magnaporthe grisea*) và đốm vằn (nấm *Rhizoctania solani*) [Xem lại [28], Bảng 3].

**c) Virus:** Biến đổi gen trên lúa đối với tính kháng virus phần lớn tập trung vào bệnh Tungro, với 2 virus có liên quan là virus hình que (*Rice Tungro Bacilliform Virus* - RTBV) và virus hình cầu (*Rice Tungro Spherical Virus* - RTSV). Phương pháp chung thực hiện công nghệ kháng đối với virus là sử dụng đoạn mã gen của gen mang virus giải mã cho protein chứa virus. Sử dụng phương pháp này trên lúa trong nhà kính, kết quả quan sát của nhóm thí nghiệm Hoa Kỳ và Malaysia cho thấy mức chịu đựng trung bình từ 17-73% đối với RTSV [29]. Cây trồng được thực hiện theo công nghệ này dù thể hiện tính chịu đựng cao nhưng chỉ diễn ra trong thời gian ngắn do hiện tượng gen im lặng. Ngoài ra, việc sử dụng các gen chuyển có nhiễm virus có thể làm thay đổi hành vi và đặc tính của một số loài virus tấn công và “một protein nhiễm virus đơn lẻ trên những giống cây ký chủ đơn lẻ có thể gây tổn thương cao hơn đối với các bệnh virus gây ra và nó có thể chuyển tính nhiễm cho các virus thường không gây hại trên cây trồng.”<sup>18</sup> Các báo cáo cho thấy các chủng lúa truyền thông có thể chịu đựng RTBV như chủng Balinau Putih của Indonesia.

**d) Nấm trứng:** Các báo cáo về bươu rể do tuyến trùng (*loài Meloidogyne*) cho thấy đây là vấn đề nghiêm trọng ở một số khu vực. Các phương pháp biến đổi gen kháng dịch hại bằng việc sử dụng độc chất Bt CryI/Ab, hay tế men phân giải Protein giống như những Lectin đường như có tác dụng trên tuyến trùng, khi thử nghiệm với khoai tây biến đổi gen (xem nhanh mục [31]). Có những ảnh hưởng trên tuyến trùng vô hại và các sinh vật phân giải trong đất khác với những ảnh hưởng phụ tiềm tàng có thể gây tác động tiêu cực đối với hệ sinh thái đất và sự tương tác giữa cây trồng và các sinh vật trong đất.

### 5.1.3. Tính thích ứng với thuốc diệt cỏ

Phương pháp này cho thấy bất cứ loại cây trồng nào, ngoài trừ cây trồng biến đổi gen, đều là có đại năng thích ứng với các loại thuốc diệt cỏ phổ rộng như các loại thuốc gốc glufosinate và glyphosate. Các loại thuốc trừ cỏ được dùng để mà có được “lợi ích” từ đặc tính biến đổi gen.

**a) Tính thích ứng với Glusofinate:** Glusofinate còn được gọi là phosphinothricin. Các loại thuốc diệt cỏ có gốc glusofinate là Basta hay Liberty do công ty Bayer sản xuất. Các loại cây trồng biến đổi gen có khả năng thích ứng với thuốc diệt cỏ của công ty Bayer còn được gọi là cây trồng LL, LL có nghĩa là Liberty Link. (Gen được chuyển là gen có tên *bar* có nguồn gốc từ nấm đất tên là *Streptomyces hygroscopicus*, cho phép kháng đối với các loại kháng sinh phổ rộng của glusofinate). Lúa LL được trồng ở hơn 80 ruộng thí nghiệm ở Hoa Kỳ từ năm 1996 – 2006. Ba dòng lúa được thử nghiệm là dòng LL-Rice 62, LL-Rice 06 và LL-Rice 601. Dòng 62 và 06 được chấp nhận trồng và sử dụng cho con người và vật nuôi năm 2002. Dòng 601 đã ngưng thử nghiệm năm 2001 và đã ngưng phát triển. Tuy nhiên, các dòng này đã lấy nghiệm nghiệm trong các giống lúa truyền thống ở Hoa Kỳ năm 2006 và vấn đề này vẫn đang tiếp diễn. Sau khi sự việc này xảy ra, công ty Bayer đã cải tiến dòng LL601 (trường hợp ở Hoa Kỳ) và đã được chấp nhận cuối năm 2006.

**b) Tính thích ứng với Glyphosate:** Thuốc diệt cỏ phổ rộng có gốc glyphosate là Roundup, do công ty Monsanto sản xuất. Gen được dùng để có tính thích ứng với Glyphosate là gen vi khuẩn EPSPS<sup>19</sup>. Các loại

<sup>18</sup> Latham, J and Wilson A. (2007). *Transcomplementation and synergism in plants: implications for viral transgenes? Molecular Plant Pathology* 8(6), 000-000-<http://www.biocscience.org/commentaries/documents/BSR3-Virus-Transcomplementation.pdf>  
<sup>19</sup> EPSPS viết tắt của cụm từ 5-Enol-pyruvylshikimate-3-phosphate synthase. Nó là enzyme chính trong phương pháp tổng hợp sinh học shikimate và do đó rất cần thiết cho sản xuất các axit amino hương, phytoalexins, casti folici, lignin và các thành phần khác của thực vật. Mặc dù EPSPS của cây trồng bị glyphosate cần trở thành enzyme từ vi khuẩn trong nghiên cứu CP4 thì không. Nó là gen EPSPS CP4 được dùng trong cây trồng công nghệ gen nhằm đạt được tính thích ứng với glyphosate.

### 6.2. Sự tham gia của các công ty

Các công ty công nghệ sinh học xuyên quốc gia như Monsanto, Bayer, Syngenta và Công ty hạt giống Delta và Pine Land đã thể hiện sự quan tâm của họ đối với lĩnh vực tiếp thị và thương mại giống lúa công nghệ gen.

**a) Monsanto,** một tập đoàn nông được có trụ sở tại Hoa Kỳ và công ty hạt giống số một thế giới đã phát triển giống lúa công nghệ gen kháng sâu rầy và thích ứng thuốc diệt cỏ. Giống lúa Roundup Ready (RR) thích ứng với thuốc diệt cỏ Roundup gốc glyphosate. Kể từ năm 1998, khoảng 50 cuộc khảo nghiệm đã được thực hiện ở Hoa Kỳ. Ở Ấn Độ, Monsanto có tên là Công ty công nghệ sinh học Mahyco-Monsanto (MMB) hay mang danh đối tác của nó là Công ty Trách Nhiệm Hữu Hạn Hạt Giống Lai Maharashtra. Từng thương mại hoa chủng bông Bt (Bollgard) ở Ấn Độ, Monsanto muốn thương mại hóa chủng lúa Bt đầu tiên ở quốc gia này. Các cuộc thử nghiệm đang diễn ra ở một số bang nhưng gây ra sự phẫn đối rộng rãi. Một loại cây lương thực biến đổi gen khác kháng sâu rầy sử dụng độc chất Bt là cây đậu Ngô Bt, cũng đang được thử nghiệm.

**b) Bayer Crop Science,** có trụ sở tại Đức tiếp quản từ công ty Aventis CropScience, trước đây là AgrEvo. Đây là công ty liên quan những vụ bê bối nhiễm độc công nghệ gen. Đầu tiên là “Starlink”, một loại ngô sưa đối gen Bt không sử dụng cho người nhưng là nguồn thức ăn cho động vật. Giống ngô này được đưa vào chuỗi thức ăn cho con người trên quy mô toàn cầu vào năm 2000 và 2001, trong đó gồm các quốc gia thuộc Cộng đồng Châu Âu và Nhật Bản. Các sản phẩm này buộc phải đem xuống từ các quầy bán khắp nơi trên thế giới.

- Năm 2006, một trong những giống lúa GE kháng thuốc diệt cỏ (LL601) của Bayer đã gây nhiễm các vụ lúa ở Hoa Kỳ, ảnh hưởng nghiêm trọng đến thị trường xuất khẩu quốc tế. Mặc dù chỉ được trồng ở các khu thí nghiệm nhưng nó gây nhiễm hai giống lúa hàng đầu tại Hoa Kỳ, là Cheniere và Clearfield 131. Giống này cũng đã làm nhiễm các giống lúa cung cấp cho Châu Âu và các quốc gia khác (Xem chi tiết phần thích ứng với thuốc diệt cỏ).

**c) Syngenta** có liên quan đến giống Lúa Vàng<sup>26</sup>, đặc biệt là giống Lúa Vàng 2 (GR2). Năm 2000, Syngenta (sau đó gọi là Zeneca) nổi lên như tác nhân chính có liên quan đến phát minh và những thỏa thuận về bản quyền đối với giống Lúa Vàng nguyên chủng. Một nội dung thỏa thuận đạt được là “những nông dân nghèo tài nguyên ở các quốc gia đang phát triển” sẽ không phải trả các khoản tiền hay phí công nghệ nếu họ kiếm được ít hơn 10.000 đôla hàng năm<sup>27</sup>.

- Giống Lúa Vàng nguyên chủng phần lớn được định dạng và sản xuất ở các phòng thí nghiệm công. Các mức beta-carotene (Tiền Vitamin A) được tạo ra bởi giống Lúa Vàng rất hạn chế và bị chi trích mạnh mẽ. Giống Lúa Vàng thứ 2 (GR2) dựa trên mẫu mã nguyên chủng nhưng sử dụng ít hơn hoặc các gen khác nhau và được cho là sản xuất nhiều lượng Tiền Vitamin A hơn tiền thân của nó. Giống GR2 chỉ được Syngenta phát triển, và tận dụng sự quan tâm của Ngày Lương Thực Thế Giới vào ngày 16 tháng 10 năm 2004 để công bố sự đóng góp của GR2 đối với Ủy Ban Nhân Đạo Lúa Vàng trong cùng điều kiện và các quy định ban quyền như giống Lúa Vàng trước đây.

- Những kinh nghiệm và dữ liệu thu thập về GR2 cho đến nay chỉ ra rằng lượng beta-carotene có trong hạt giảm nhanh chóng qua quá trình tồn trữ, do đó không cho thấy những cải thiện như mong muốn. Với các nguyên nhân gây thiếu Vitamin A (VAD), GR2 không phải là câu trả lời thật sự thuyết phục đối với triệu chứng VAD và suy dinh dưỡng hơn Lúa Vàng nguyên chủng. Nguyên văn phê bình được trích từ quyền sách mang tên các *Tập Đoàn Đối Ván* còn đúng: “Vấn đề không phải là thiếu thực phẩm có chứa Vitamin A hay beta-carotene mà là thiếu những điều kiện tiếp cận những nguồn thực phẩm này. Đó là ‘nạn đói bị che giấu’, đó là mất kiến thức về mối quan hệ giữa ăn uống và sức khỏe và hậu quả của việc sử dụng lúa gạo là thực phẩm duy nhất. Ngoài ra, Vitamin A và beta-carotene là những dưỡng chất có thể hòa tan với chất béo và chỉ có thể được hấp thu một cách đầy đủ khi có dầu và các

<sup>26</sup> Lúa Vàng là giống lúa công nghệ gen dùng để sản xuất Tiền Vitamin A (beta carotene) trong hạt lúa, điều này sẽ đổi màu hạt lúa sang màu da cam nhạt. Lúa đầu tiên được công bố vào năm 2000, phiên bản nguyên chủng được thực hiện với năm gen khác nhau, phần lớn là từ cây thùy tiên hoa vàng.

<sup>27</sup> <http://www.goldenrice.org/Content/Who-who-Gary.html>

có thể sẽ là công cụ hữu hiệu trong việc lai tạo các giống thích ứng với thuốc diệt cỏ và xử lý sinh học cho ô nhiễm môi trường do các hóa chất hữu cơ gây ra.” [41] Nếu loại lúa này đi vào chuỗi thức ăn sẽ đưa ra nhiều lo ngại đối với nhiều người do phải ăn nhiều gen người. Ngoài ra, lúa được sử dụng nhằm xử lý các độc chất sẽ chứa nhiều độc tính vì thế không nên được sử dụng cho người và gia súc. Vì vậy, phải tránh triệt để việc pha trộn ngẫu nhiên lúa xử lý sinh học và lúa thường trong bất kì giai đoạn sinh trưởng, vận chuyển và chế biến. Tuy nhiên, tất cả các dây chuyền sản xuất nông nghiệp hàng hóa biến đổi gen hiện nay không thể cách ly hoàn toàn với các sản phẩm thông thường.

## 6. Ai và điều gì dẫn đến lúa GE?

Các tác nhân, sự quan tâm và động lực cho lúa GE tương đồng với thời kì Cách Mạng Xanh, bởi một số yếu tố mới như sản xuất nhiên liệu sinh học và được liệu. Trong thời kì Cách Mạng Xanh, nhiều sự quan tâm cho thấy là làm sao để có thể nuôi sống được dân số ngày càng tăng. Mọi người dự đoán dân số sẽ đạt 8,9 tỷ người vào năm 2050 nhưng một số người đưa ra con số người bị đói và suy dinh dưỡng. Với hai kịch bản ấy, giải pháp chủ yếu là phát triển công nghệ và công đồng khoa học phải chuyển giải pháp này thông qua biến đổi gen. T. Sakamoto Đại Học Tokyo cho rằng “Các tiến bộ gần đây trong phân tích gen và công nghệ sinh học thực vật sẽ đưa ra một Cách Mạng Xanh lần hai bằng việc thực hiện biến đổi gen trên cây trồng” [42].

Tô chức Rockefeller quan tâm đến lúa vào giữa những năm 80 của thế kỉ trước với sáng kiến “Chương trình công nghệ sinh học trên lúa”. Suốt 15 năm sau đó, Tô chức Rockefeller đã chi 105 triệu đôla Mỹ trong việc nâng cao kĩ năng và kiến thức trong lĩnh vực công nghệ sinh học trên lúa và phát triển các giống lúa công nghệ sinh học. Các khoản hỗ trợ đã được cấp ở nhiều khu vực. Ví dụ, việc phát triển Lúa Vàng là một dự án mà Tô chức này hỗ trợ. Ngoài ra, Tô chức này còn hỗ trợ các dự án tập trung vào thực hiện công nghệ gen trên lúa nhằm tìm kiếm các đặc tính yêu cầu các gen đơn lẻ như kháng bệnh và sâu rầy. Các kết quả ban đầu đã cho thấy thành công lớn chứng tỏ rằng lúa biến đổi gen là giải pháp duy nhất hướng tới nền an ninh lương thực<sup>23</sup>. Tô chức Rockefeller mong muốn đưa lúa vào cuộc Cách Mạng Gen [44]. Lúc đó, lúa đã trở thành một loại cây trồng chính cho công cuộc phát triển và nghiên cứu cây lương thực.

### 6.1. Cuộc chạy đua để tìm kiếm bộ gen lúa

Dự án giải mã hoàn toàn chuỗi DNA cho tất cả bộ mã gen<sup>24</sup> trên lúa đã được Nhật Bản khởi động vào những năm 1990. Vào năm 1997, Dự Án Thiết Lập Chuỗi Gen Lúa Quốc Tế (IRGSP) được đề xuất và công bố rộng rãi, trong đó sử dụng Nipponbare hay giống GA3 của Nhật Bản<sup>25</sup>.

Việc có được bộ gen trên lúa đã mở ra cánh cửa cho các loại cây lương thực khác. Ngoài ra, phần thường không chỉ là kiến thức mà còn là sự bảo vệ quyền phát minh. Với những lý do này, các công ty tư nhân đã tham gia cuộc đua một cách thầm lặng.

Tháng 4 năm 2000, Công ty Công nghệ sinh học Monsanto đã công bố rằng họ đã hoàn tất chuỗi gen lúa đầu tiên nhưng vẫn còn nhiều khuyết điểm. Mặc dù chia sẻ thông tin, việc kiểm soát quyền sở hữu trí tuệ vẫn còn thực hiện triệt để với Monsanto.

Tháng 1 năm 2001, một phiên bản khác được Công ty Công nghệ sinh học Syngenta đưa ra.

Tháng 12 năm 2002, IRGSP đã chính thức công bố hoàn tất chuỗi gen chất lượng cao và được xuất bản vào tháng 8 năm 2005.

Khi đó, các nhà khoa học Trung Quốc đã nghiên cứu chuỗi gen lúa Indica – một giống lúa chính ở Trung Quốc và các quốc gia châu Á. Tháng 4 năm 2002, phiên bản đầu tiên về chuỗi gen đã được xuất bản trên tờ báo *Khoa học* [45].

cây trồng kháng Roundup được gọi là Roundup Ready, hay RR. Monsanto đã phát triển và thực hiện các cuộc khảo nghiệm giống lúa RR ở Hoa Kỳ kể từ năm 1998. Ngoài ra, các cuộc khảo nghiệm này cũng được thực hiện ở Nhật Bản.

**c) Tính thích ứng với các stress do yếu tố vô sinh:** Stress do yếu tố vô sinh đề cập đến các áp lực không do các sinh vật sống tạo ra như cỏ dại, dịch hại mà do “môi trường vô cơ” như nhiễm mặn, hạn hán, lũ lụt, nhiệt độ cực đoan, và các điều kiện ánh sáng.

- Các cơ chế nhằm đối phó với các stress này rất phức tạp và không thể thực hiện với chỉ bằng một gen đơn lẻ mà phải cần có nhiều gen tương tác với nhau để tạo ra đặc tính. Thông thường một số gen giống nhau sẽ tham gia vào một số phản ứng của stress và sự hoạt động của gen này phụ thuộc vào một số gen khác để mang lại kết quả.

- Các gen tham gia vào các phản ứng stress thường sẽ thể hiện một phần của các đặc tính và các cơ chế trong cây trồng và do đó thường không được xem là “các gen phản ứng stress”.

- Những nỗ lực biến đổi gen đối với tính kháng (như kháng hạn) có xu hướng nhằm vào chuyển một gen đơn lẻ. Đôi khi điều này có thể mang lại một kết quả khá quan nhưng chỉ phi cho cây trồng sẽ tăng cao và các phản ứng bên trong và đặc tính sẽ bị ảnh hưởng.

- Những quan ngại hiện nay cho thấy các báo cáo khoa học khám phá và báo cáo các thí nghiệm biến đổi gen đối với những đặc tính thích ứng với các stress đặc biệt đã không cho được kết quả thực tế như của phương pháp lai tạo truyền thống. Giới khoa học cũng không thấy được tiềm năng nhằm thay đổi các nhân tố bên ngoài để giảm stress trên cây trồng.

### 5.2. Các đặc tính dinh dưỡng

Lúa gạo là nguồn thực phẩm chính<sup>26</sup> có từ lâu đời, với nhiều đặc tính, hương vị, và chất lượng dinh dưỡng. Khi kết hợp với các loại thực phẩm khác như rau đậu thì đó là nền tảng cho một chế độ dinh dưỡng hoàn hảo.

Hiện nay có xu hướng, đặc biệt đối với các văn hóa ẩm thực phương Tây là giảm chủng loại và sự đa dạng thực phẩm đồng thời “tăng cường” những loại thực phẩm với nhiều chất khoáng và vitamins nhằm đối trọng với giá trị dinh dưỡng giảm trong bữa ăn.

Mặc dù giá trị và các lợi ích của chế độ dinh dưỡng không thể được thay thế bằng việc “tăng cường” dưỡng chất hoặc “giảm” nguồn thực phẩm, nhưng phương pháp này vẫn được các nhà chế biến thực phẩm và các nhà sản xuất thực phẩm cao cấp xúc tiến và theo đuổi.

Với phương pháp này, việc thiếu dưỡng chất trong bữa ăn sẽ dẫn đến yêu cầu nâng cao chất lượng thực phẩm hơn là nỗ lực tăng cường các loại thực phẩm trong bữa ăn hoặc đề cập các nguyên nhân kèm theo như đói nghèo, thiếu học vấn, hoặc mất kiến thức văn hóa.

Thực trạng trên cho thấy giống lúa GE với các đặc tính dinh dưỡng sẽ gánh chịu những rủi ro về sức khỏe và môi trường như các sinh vật biến đổi gen khác (xem phần rùi ro). Ngoài ra, các hỗ trợ kĩ thuật không thể giải quyết các vấn đề văn hóa và xã hội mà thường gây xấu thêm tình hình trong một thời gian và khiến cho việc tìm các giải pháp thực tế ngày càng khó khăn thêm.

Có nhiều nguồn thực phẩm với các dưỡng chất an toàn như vitamin, flavonoids, sắt, kẽm, amino acid đặc biệt hay tinh dầu. Động lực có liên quan đến lúa GE để có các dưỡng chất trên là đáng nghi ngờ và nói đúng hơn là sai lầm.

### 5.2.1. Tiền Vitamin A

Lần đầu tiên được công bố năm 2000, Lúa Vàng được thực hiện biến đổi gen nhằm sản xuất beta-carotene và bổ sung tiền Vitamin A nhằm hỗ trợ tình trạng thiếu vitamin A phổ biến. Lúa Vàng 2 [32], thể hệ được nâng cấp, được tập đoàn Syngenta sản xuất và đang trong quá trình thử nghiệm ở Châu Á.

<sup>26</sup> Nguồn lương thực – gồm lúa gạo, ngô, lúa mì, khoai tây hay khoai mì – không bao giờ được dùng như là một nguồn thực phẩm duy nhất mà còn là nguồn năng lượng chủ yếu, như tinh bột

Trong khi thể hệ đầu có lượng tiền Vitamin A rất thấp, Lúa Vàng 2 cho thấy tiền Vitamin A bị mất nhanh chóng trong quá trình tồn trữ (xem phần tham gia của doanh nghiệp).

Thiếu Vitamin A được xem là vấn đề xã hội cần được trả lời như cái thiện về sinh nhằm giảm bệnh tiêu chảy ở trẻ em do giảm hấp thu dưỡng chất quan trọng cho cơ thể như tiền Vitamin A. Việc trồng rau xanh quanh nhà và ở các khu đất công là những dự án do WHO, FAO và các tổ chức NGO hỗ trợ nhằm tăng cường sức khỏe và giảm tình trạng thiếu Vitamin A. Điều dễ thấy là thiếu Vitamin A chỉ là một vấn đề của tình trạng suy dinh dưỡng và sự thiếu hụt nghiêm trọng các vi dưỡng chất có trong khẩu phần ăn.

Rõ ràng Lúa Vàng là một giải pháp kỹ thuật không có khả năng giải quyết các vấn đề một cách rõ ràng mà khiến cho các nỗ lực tìm kiếm các giải pháp thực sự ngày càng bị lãng quên.

### 5.2.2. Flavonoids (hay Polyphenols)

Đây là các hợp chất thực vật tạo màu đỏ tím và màu vàng cho trái, rau và hoa. Do đó, các flavonoids được gọi là các “sắc tố thực vật”. Các loại có nguồn flavonoids dồi dào là trà đen, trà xanh, rượu vang đỏ, tỏi và hành. Flavonoids có các tính năng chống oxy hóa, chống viêm và hỗ trợ miễn dịch. Do đó, việc sử dụng các loại rau quả và uống trà rất có lợi cho sức khỏe.

Thực tế flavonoids có ở nhiều loại rau quả, nhưng thật khó hiểu là tại sao các nhà công nghệ sinh học muốn các loại giống lúa trắng tạo flavonoids. Tuy nhiên, rõ ràng là các nhà khoa học Hàn Quốc đã nỗ lực thực hiện biến đổi gen của các giống lúa trắng với giải mã gen các giống ngô để tạo flavonoids đã cho kết quả kém [33]. Nghiên cứu trên là minh chứng rõ ràng cho sự phát triển sai lầm và sự phung phí các nguồn tài nguyên.

### 5.2.3. Sắt và Kẽm

Nhằm sản xuất giống lúa có chứa sắt, lúa đã được sửa đổi gen với lactoferrin của người, thường có trong sữa mẹ. Các cuộc thử nghiệm đã được thực hiện ở Hoa Kỳ và Venetria Biosciences – theo website và công nhận phát minh – nhằm tiếp thị loại lúa gạo này như một chất bổ sung cần thiết cho trẻ con. Mặc dù sáng kiến này thu hút giới truyền thông và các nhà đầu tư, nhưng các văn bản được trình lên USDA và FDA đã được phê duyệt ở Hoa Kỳ lại không đề cập đến nguồn dinh dưỡng này mà cần phải kiểm tra nghiêm ngặt. Thậm chí, nó còn được đề nghị làm thực uống trong thể thao, chất bổ sung thực phẩm. Các trường hợp khác còn sử dụng gen ferritin từ đậu nành để tăng cường chất sắt và kẽm (ví dụ [34]).

Trong khi sắt và kẽm có trong các nguồn thực phẩm khác như các loại đậu, loại cây có hạt, việc thực hiện biến đổi gen đối với nguồn thực phẩm là tạo ra một nguy cơ mới và thật sự không cần thiết.

### 5.2.4. Amino acids

Amino Acids là những khối protein. Được tìm thấy nhiều trong các sản phẩm động vật, các nguồn amino acids còn có ở các loại đậu được ăn kèm với cơm. Nhằm tạo ra loại lúa gạo có nguồn protein có giá trị, nhiều thí nghiệm biến đổi gen đã được thực hiện nhằm tạo ra lượng tryptophan cao (ví dụ [35, 36]), glycins, cysteine và methionine. Gạo giàu tryptophan là chủ đề nghiên cứu ở Nhật Bản.

Tuy nhiên, các loại thực vật có sẵn tryptophan là lúa mạch, chuối, socola, chà là khô, vừng (mè), hạt hướng dương, đậu mòi kết, hạt bí đỏ và lạc (đậu phộng). Tryptophan còn tìm thấy ở thịt gà tây ở cấp độ tiêu biểu của các loại gia cầm nói chung.

### 5.2.5. Chất lượng dầu

Cám gạo chứa khoảng 20% dầu. Để thay đổi chất lượng dinh dưỡng đầu cám, gạo được chuyển đổi với gen chống bảo hòa acid béo omega 3 từ đậu nành. Các thí nghiệm cho thấy lượng acid linolenic dầu alpha (ALA) tăng rõ rệt [37].

Ngoài cá, các loại thịt và hải sản, nguồn acid béo omega 3 thường gặp ở các loại dầu hạt như lanh, trái kiwi và tía tô. Ngoài ra, nó có rất nhiều ở hạt bồ đào, hạt óc chó, táo bọ và hạt đậu cò. Acid alpha-linolenic (ALA) là một trong những dạng của acid béo omega 3 và thường thấy ở nhiều loại dầu thực vật như đậu nành, gai dầu, cây hạt cải dầu và mã đề biển.

Không cần phải chuyển đầu cám gạo sang nguồn ALA, đặc biệt vấn đề biến đổi gen mặc dù cho thấy trước những tác động và hậu quả khôn lường nhưng thường không được làm rõ.

### 5.2.6. Tinh bột

Nhằm thay đổi chất lượng chế biến của gạo, nhiều nhóm nghiên cứu đã nỗ lực thay đổi thành phần tinh bột, đặc biệt là hàm lượng amylose và amylopectin. Hai phân tử này có vai trò quyết định trong thành phần chế biến của gạo. Để ủ rượu sake, gạo biến đổi gen được tạo ra với một lượng nhỏ glutenin. Công ty Orinova ở Nhật Bản có cổ phần với Công ty thuốc là Nhật Bản và Aventis đã thực hiện các thử nghiệm vào năm 2000 nhưng sáng kiến này buộc phải hủy bỏ do thiếu sự hỗ trợ của người tiêu dùng.

### 5.4. Cây trồng được liệu

Nhiều nhóm nghiên cứu thử nghiệm lúa gạo như một cỗ máy sinh học để sản xuất các nguồn được liệu. Tiêu biểu trong nỗ lực này là Công ty Venetria Biosciences, Hoa Kỳ đã trồng lúa GE trong các điều kiện giới hạn nhằm tạo ra các được chất để tiếp thị. Lúa gạo được sửa đổi với gen người nhằm sản xuất lysozyme, lactoferrin và albumin huyết thanh người. Mặc dù hiện nay chưa được sử dụng cho mục đích tiêu thụ của con người, Venetria đang tiếp thị các sản phẩm lúa chuyển đổi gen thông qua InVitria như một thành phần cho phương tiện nuôi tề bào được sử dụng trong các phòng thí nghiệm, các công ty dược và bệnh viện. Trang web đưa dòng chữ: “Lacromin™, một lactoferrin người tái tổ hợp, là một nhân tố tăng trưởng tái tổ hợp có nguồn gốc từ thực vật làm phương tiện cho nuôi tề bào nhằm cải thiện năng suất và độ an toàn. Lacromin™, là một nhân tố tăng trưởng mạnh và hoạt động tốt hơn Transferrin, một nhân tố tăng trưởng có nguồn gốc từ động vật.”<sup>21</sup> Các thử nghiệm cho trẻ sơ sinh bị tiêu chảy sử dụng gạo lactoferrin của Công ty Venetria tại bệnh viện Peru năm 2006 được đăng tải trên báo chí và bị nhiều sự chỉ trích<sup>22</sup>.

Các nhóm nghiên cứu khác cũng có báo cáo lúa gạo được chuyển đổi với lactoferrin và lysozyme người và ovokinin người – được dùng để điều trị chứng cao huyết áp và một số bệnh khác. Lúa gạo cũng được thực hiện biến đổi gen với các chất gây dị ứng của phấn hoa được xem là có thể áp dụng cho các trường hợp bị dị ứng [39].

### 5.4. Đặc tính công nghiệp

Theo báo cáo của nhóm nghiên cứu Tây Ban Nha – Đức năm 2004, thực hiện biến đổi gen trên lúa có thể tạo ra các hợp chất dùng cho chế biến công nghiệp như sản xuất các enzyme công nghiệp, ví dụ như glutaminase chuyển hóa (được dùng trong công nghiệp chế biến thực phẩm như tác nhân quan trọng để cải thiện cấu trúc các thực phẩm giàu protein như surimi hay thịt dùi) [40].

### 5.5. Xử lý sinh học

Ý tưởng sử dụng cây trồng biến đổi gen để làm sạch đất bị nhiễm các chất độc hại qua các quá trình công nông nghiệp đã nổi lên trong một thời gian. Lúa GE với gen cytochrome P450 của người được cho là có khả năng thích ứng và chuyển hóa (làm giảm) các loại thuốc diệt cỏ như atrazine và metolachloris. Các nhà công nghệ sinh học Nhật Bản cho rằng loại lúa này cho thấy có lợi trong việc thực hiện một cách hiệu quả và ít tốn kém các giải pháp làm giảm nhiều loại hóa chất khác nhau vốn đang được sử dụng rộng rãi trong nông nghiệp [41]. Họ cho rằng: “nếu được chấp thuận rộng rãi, loại lúa pIKBACH

<sup>21</sup> Trang web InVitria: <http://www.invitria.com/products/lacromin.html>

<sup>22</sup> Vị dụ: Phòng Thử Nghiệm Lúa Công Nghệ Gen của Hoa Kỳ trên Trẻ Con Peru, Ngày 16 tháng Sáu năm 2006. Eduardo Aragon từ *VingTelSur* ở Venezuela. Bản dịch được đưa lên Báo Internet miễn phí – <http://freeinternetpress.com/story.php?sid=7256>