บทความพิเศษ

สิ่งมีชีวิตที่ได้รับการตกแต่งสารพันธุกรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ

หนึ่ง เตียอำรุง[1*] และ นันทกร บุญเกิด[2]

Teaumroong, N. and Boonkerd, N. (1997). **Genetically Modified Organisms (GMOs) and Biosafety.** *Suranaree J. Sci. Technol. 4 : 131-142*

ในยุคทองของเทคโนโลยีชีวภาพนี้ คงไม่มีใครปฏิเสธว่าไม่รู้จักเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม โฉมของพันธุศาสตร์ได้เปิดโฉมใหม่ขึ้นอีกครั้ง เมื่อประมาณ 20 ปีมานี้เอง โดยเริ่มจากในช่วงต้นปี ค.ศ. 1953 มีการค้นพบโครงสร้างของสารพันธุกรรมที่เรียกว่า DNA โดย James Watson, Francis Crick, และ Maurice Wilkins ในประเทศอังกฤษ จากนั้นมาอีกประมาณ 20 ปี ได้มีการค้นพบถึงวิธีการนำยีนส์ที่ต้องการใส่เข้าไปสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย พืช หรือสัตว์ โดยครั้งแรก Stanley Cohen, Herbert Boyer และคณะ (ค.ศ. 1973) ได้เรียนรู้และเสาะแสวงหาวิธีการที่นำยีนส์เหล่านี้เข้าสู่เซลล์ได้สำเร็จ และพัฒนาต่อมาจนถึงขั้นทราบว่าต้องใช้สิ่งใดเป็นพาหะในการนำยีนส์เข้าสู่เซลล์ รวมไปถึงการเพิ่มจำนวนชุดของยีนส์ที่ต้องการใส่ในเซลล์นั้น ๆ ด้วย เทคนิคหรือกระบวนการเหล่านี้เรียกว่า เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม หรือเทคโนโลยี recombinant DNA (rDNA)

จากเทคนิคนี้เองทำให้เกิดมีคำว่าเทคโนโลยีชีวภาพและโฉมหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพแบบเดิมเปลี่ยนไป จากการใช้กระบวนการหมักจากจุลินทรีย์ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การย้ายตัวอ่อนของสัตว์ หรือการผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดี ใช้ประโยชน์ทางเกษตรและอุตสาหกรรมไปเป็นรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า Modern Biotechnology ซึ่งหมายถึงการประยุกต์ใช้ประโยชน์ความรู้ทางชีววิทยาอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่การเกษตรไปจนถึงการปรับแต่งสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเอง

สิ่งมีชีวิตที่ได้รับการตกแต่งสารพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms: (GMOs))

การค้นพบเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในครั้งแรกนั้น ได้นำมาทดลองกับจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มแบคทีเรีย ดังนั้น ในช่วงแรกของการตื่นตัวนี้จึงมักเรียกจุลินทรีย์ที่ได้รับการตกแต่งสารพันธุกรรมว่า

[1] *Dr. rer. nat., ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร,*

[2] *Ph.D., หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000.*

** ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ*

Genetically Engineered Microorganisms : GEMs แต่ภายหลังได้ยกเลิกไปเพราะคำว่า GEMs นั้น ซ้ำซ้อนกับชื่อย่อขององค์กร Global Environment Monitoring Service ซึ่งตั้งโดย WHO และใช้เรียกกันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1975 ดังนั้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1992 ได้เปลี่ยนมาเป็น Genetically Modified Micro Organisms (GEMMOs) แต่ปัจจุบันการตกแต่งสารพันธุกรรมสามารถทำได้แล้วกับสิ่งมีชีวิตทุกประเภทจึงเรียกรวมว่าเป็น Genetically Modified Organisms : (GMOs)

*ตัวอย่างของ GMOs ที่นำมาใช้กันในทางเกษตร อุตสาหกรรม อาหารและยา แล้วนั้น ได้แก่ การ*ผลิตอินซูลิน (insulin) เพื่อใช้บำบัดผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งแต่เดิมจะสกัดอินซูลินจากตับอ่อนของแกะและหมู แต่ในปัจจุบันได้มีการนำเอายีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลินใส่เข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรีย และทำการผลิตในระดับอุตสาหกรรม หรือในทางการเกษตรได้มีการกำจัดยีนส์ที่กระตุ้นให้เกิด tumor ของพืช โดยยีนชุดนี้จะพบใน Ti plasmid ของแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens* ซึ่งปกติจะก่อให้เกิดโรค crown galls ในพืชใบเลี้ยงคู่ จากนั้นจึงใส่ยีนส์ที่ต้องการให้ปรากฏลักษณะใหม่ในพืชต่อไป เช่น ยีนส์ที่ผลิตสารฆ่าแมลง เป็นต้น ดังสรุปตามรูปที่ 1 หรือในเชิงการควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่นที่มหาวิทยาลัยเจนีวา ประเทศสวิทเซอร์แลนด์ ได้มีการปรับปรุงพันธุ์ของแบคทีเรียโดยการตกแต่งสารพันธุกรรมให้สามารถย่อยสลายสารในกลุ่ม chlorinated aromatics ที่เป็นสารพิษเมื่อปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม และไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยชีววิธี จากนั้นก็ทำการปลดปล่อยแบคทีเรียเหล่านั้นลงสู่แม่น้ำ ทะเล หรือดิน เพื่อทำลายสารพิษที่ปนเปื้อนดังกล่าวนี้ ยิ่งไปกว่านั้น นับแต่ปี ค.ศ. 1992 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน มีการใช้ GMOs อย่างแพร่หลาย เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการตกแต่งสารพันธุกรรมในพืชเป็นจำนวนมากปล่อยลงสู่ภาคสนาม และผลิตในเชิงการค้าเป็นจำนวนมาก พืชที่ผลิตปริมาณสูงสุด ได้แก่ ข้าวโพด รองลงมาคือ มะเขือเทศ และถั่วเหลือง ตามลำดับ โดยพืชเหล่านี้มีลักษณะพิเศษที่ต่างไปจากพันธุ์เดิม คือ ทนทานต่อวัชพืช (คิดเป็น 27.6 เปอร์เซ็นต์ของประเภทที่ให้ลักษณะพิเศษอันเนื่องมาจากการตกแต่งสารพันธุกรรมทั้งหมด) ต้านทานแมลง (23.7 เปอร์เซ็นต์) ให้คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น (26 เปอร์เซ็นต์) ต้านทานไวรัส (10.8 เปอร์เซ็นต์) ต้านทานเชื้อรา (3.5 เปอร์เซ็นต์)

GMOs ดาบสองคม

ถ้าเราผลิต GMOs ที่เป็นพืชต้านทานต่อแมลง โดยพืชที่ได้รับการตกแต่งสารพันธุกรรมนี้มียีนที่ควบคุมการสร้างสารพิษ ดังนั้นเมื่อแมลงมากินพืชแมลงก็จะตาย โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้ยาปราบศัตรูพืชใด ๆ (ลดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม) แต่ในขณะเดียวกัน ถ้าผึ้งซึ่งเป็นแมลงเช่นเดียวกันมาดูดน้ำหวานจากพืชที่เป็น GMOs นี้ แน่นอนว่าผึ้งเหล่านี้ต้องตาย และผลกระทบตามมาคืออุตสาหกรรมการผลิตน้ำผึ้ง จะได้รับความเสียหายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ หรือแม้แต่ในแบคทีเรียที่เป็น GMOs เอง เมื่อถูก*ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมเช่นในดินจะสามารถถ่ายทอดยีน (gene transfer) ที่ได้รับการตกแต่งโดยเฉพาะ*กลุ่มยีนที่ควบคุมลักษณะการต้านสารปฏิชีวนะ ไปสู่แบคทีเรียที่มีอยู่เดิมในดินอาจโดยวิธี conjugation หรือชิ้นส่วนของ DNA จากแบคทีเรียที่เป็น GMOs อาจถูกถ่ายทอดโดยไวรัสด้วยวิธี transduction หรือแม้แต่กระบวนการ transformation เอง ซึ่งยังไม่มีใครยืนยันได้แน่ชัดว่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด

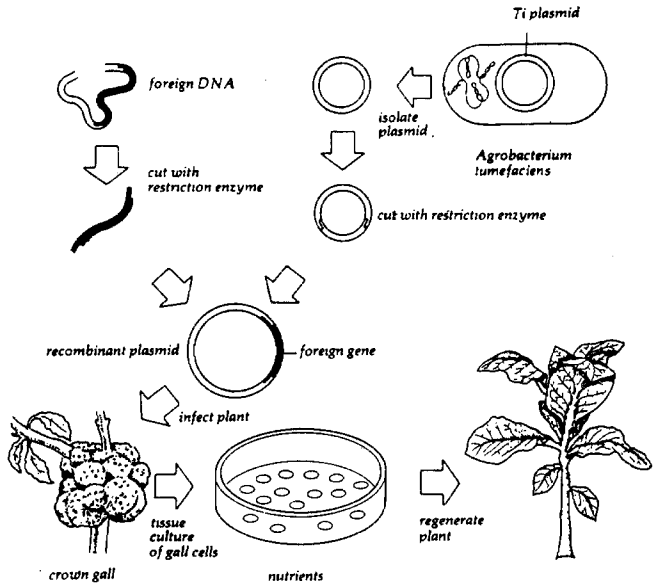


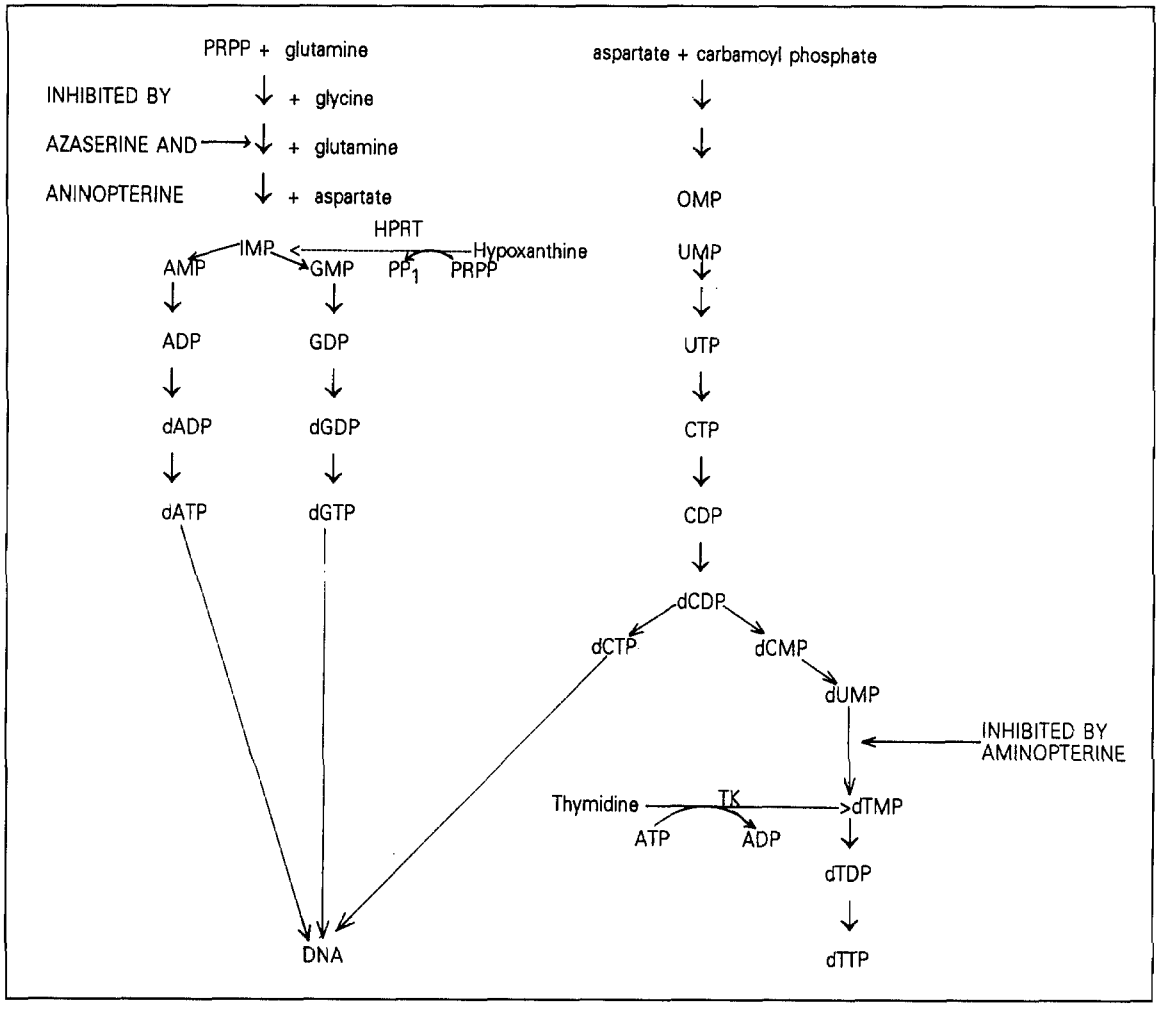
Fig. 1 The Ti plasmid from *A. tumefaciens* is one vector employed for genetic engineering in plants. A desirable foreign gene is inserted into the plasmid, and this is used to infect plants, producing a crown gall. The plant cells in the gall all contain the Ti plasmid with its piece of foreign DNA. Gall cells are then grown in culture to produce plantlets, which can be transferred to soil where they develop into mature plants. Because each plant is derived from a single cell carrying the foreign gene, all the cells in the fully grown plant contain that gene. (Source : Dixon, B., 1988)

เพื่อความไม่ประมาท...ต้องสร้างความปลอดภัยทางชีวภาพ

ในการปล่อย GMOs เข้าสู่ระบบนิเวศ หรือสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นเชิงการทดลอง หรือการค้า จำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อธรรมชาติอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัจจัยที่จำเป็นจะต้องนำมาใช้ในการพิจารณาเบื้องต้นก่อนการปล่อยเข้าสู่ระบบที่ใหญ่กว่าห้องปฏิบัติการ ได้แก่ **ความจำเพาะเจาะจงต่อสิ่งมีชีวิต** กลุ่มอื่น ๆ ที่เป็นเป้าหมายว่า GMOs จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตใดบ้างและอย่างไร **สามารถคาดการณ์ได้** ว่าผลกระทบที่นอกเหนือไปจากความรู้ที่สร้าง GMOs นั้น GMOs น่าจะส่งผลกระทบใดต่อสิ่งแวดล้อมได้อีก **การสืบพันธุ์และการแพร่กระจายของ** GMOs ว่าเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด และโดยวิธีใดในสิ่งแวดล้อม **ระดับขนาดของการปล่อย** GMOs ลงสู่สิ่งแวดล้อม และ**ความสามารถในการกลับคืน หรือความเสถียรของยีน** ใน GMOs ว่าจะคงอยู่ได้นานเพียงใดในธรรมชาติหลังจากปลดปล่อยแล้ว

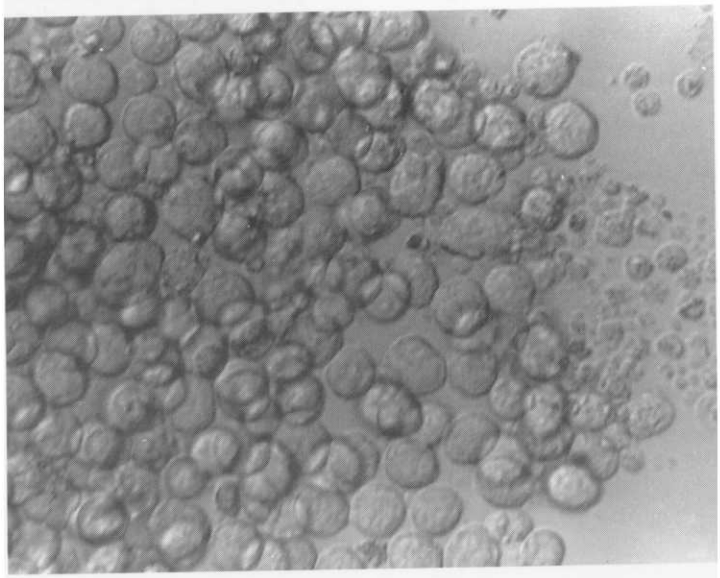
ความปลอดภัยทางชีวภาพอันเนื่องมาจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพให้เกิดประโยชน์ในเชิงการพัฒนาแบบยั่งยืน

ในศตวรรษที่ 21 ที่กำลังจะมาถึงนี้ สภาพประชากรอาจจะล้นโลก ปริมาณอาหารสำหรับประชากรโลกอาจจะไม่เพียงพอ ดูเหมือนว่าเราไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพ



รูปที่ 1. แสดงวิถีหลักของการสังเคราะห์เพียวรีน (purine) และไพริมิดีน (pyrimidine) และตำแหน่งยับยั้งของอมินอฟเทอรีน (aminopterine) และอซาเซอรีน (azaserine).

ทำให้กลายพันธุ์ มีคุณสมบัติของเซลล์เนื้อร้าย เรียกว่า ไมอิโลมา (myeloma) ซึ่งไม่มียีน (gene) สำหรับผลิตเอนไซม์อย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้คือ เอนไซม์ไฮโพแซนธีน - กัวนีน ฟอสโฟไรโบซิล ทรานสเฟอเรส (hypoxanthin-guanine phosphoribosyl transferase เขียนย่อ HGPRT) หรือเอนไซม์ไธมิดีนไคเนส (thymidine kinase เขียนย่อ TK) เอนไซม์ทั้งสองเป็นเอนไซม์ในวิถีการสังเคราะห์ ดีเอ็นเอ (DNA-deoxyribonucleic acid) ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมของเซลล์ แม้ไมอิโลมาไม่มีเอนไซม์เหล่านี้ แต่ก็ตายในอาหารเลี้ยงที่มีไฮโพแซนธีน - อมินอพเทอรีน-ไธมิดีน (hypoxanthin-aminopterine thymidine เขียนย่อ HAT) เนื่องจากอมินอพเทอรีนเป็นสารพิษยับยั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (รูปที่ 1) ส่วนเซลล์คู่ผสมคือ เซลล์ม้าม (spleen cell) ปกติที่ได้รับการกระตุ้นให้ก่อภูมิคุ้มกันแล้ว (immunized) เซลล์ม้ามปกติตายในอาหารเลี้ยง HAT เช่นกัน แต่เซลล์ลูกผสมคือ ไฮบริโดมาได้รับยีนสำหรับสร้าง HGPRT หรือ TK ชดเชยคืน จึงสามารถเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยง HAT ได้เป็นปกติ (รูปที่ 2) และ



รูปที่ 2. Hybridomas ที่ผลิต monoclonal antibodies ต่อ luteinizing hormone receptor (LH-R) ของหนู rats hybridomas นี้ผลิตจากการรวมเซลล์ของม้ามหนู mouse สายพันธุ์ BALB/c ที่ได้รับการกระตุ้นให้ผลิต antibodies ด้วย LH-R กับเซลล์ myeloma สายพันธุ์ NS-1 และใช้ polyethylene glycol เป็นสารช่วยการรวมเซลล์ (กรกช อินทราพิเชฐ, 2534 a)

สามารถตรวจหาจากไฮบริโดมาที่ต้องการได้หลายวิธี (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก โมโนโคลนอล แอนติบอดีเทคโนโลยี 1 และ 2 โดย กรกช อินทราพิเชฐ, 2534, a และ b)

การผลิตโมโนโคลนอล แอนติบอดี ปริมาณมากในห้องปฏิบัติการ ปกติกระทำได้ 2 วิธีคือ (1) โดยการเพาะเลี้ยงไฮบริโดมาในขวดเลี้ยงหรือเครื่องหมัก (fermenter) ขนาดเล็ก และ (2) โดยการฉีดไฮบริโดมาเข้าไปและให้เจริญเป็นเนื้องอกชนิดเหลว (soft tumor) ในช่องท้องหนูทดลอง เรียกว่า แอสไซทีส (ascites) วิธีหลังนี้แม้ว่าจะสามารถดูดของเหลวที่มี MAB ความเข้มข้นสูงมากจากแอส ไซทีสได้ถึงประมาณ 5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แต่หนูหนึ่งตัวผลิตแอสไซทีสได้เพียงประมาณ 5 มิลลิลิตร นอกจากนี้การผลิตแอสไซทีส มีข้อเสียและข้อจำกัดอยู่มากกล่าวคือ (1) ต้องการแรงงานและค่าใช้จ่ายสูง (2) ปริมาณของ MAB ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณของหนู (3) MAB ติดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ง่าย และ (4) ในอารยะประเทศมีแนวปฏิบัติให้หลีกเลี่ยงการใช้สัตว์ทดลองหากมีวิธีอื่นที่ทดแทนกันได้ ดังนั้นการเพาะเลี้ยงไฮบริโดมาในอาหารจึงเหมาะแก่การผลิต MAB ปริมาณมาก แม้ว่าการเพาะเลี้ยงไฮบริโดมาผลิตให้ MAB ที่มีปริมาณแตกต่างกันแล้วแต่สายพันธุ์ของเซลล์ชนิดของอาหารและภาชนะเพาะเลี้ยงแต่มีข้อดีกว่าการผลิตแอสไซทีสหลายอย่างคือ (1) เทคโนโลยีที่มีในปัจจุบันสามารถเพาะเลี้ยงไฮบริโดมาได้ถึง 3,000 ลิตร ซึ่งเป็นการผลิตระดับเศรษฐกิจ (2) สามารถผลิตซ้ำได้สูง (3) ผลิต MAB ของคนและผลิตข้ามต่างพันธุ์สัตว์ได้ (4) ผลผลิตเป็นที่ต้องการมากในการรักษาโรค และ (5) ไฮบริโดมาสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงปราศจากซีรัม (serum) ทำให้แยก MAB ให้บริสุทธิ์ได้ง่าย

การผลิต MAB ระดับอุตสาหกรรมโดยการเพาะเลี้ยงไฮบริโดมาในอาหารทำได้ 2 วิธีคือ (1)

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และประธานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติสมัยนั้น โดยคณะกรรมการกลางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพประกอบไปด้วย

1.	นายบรรพต ณ ป้อมเพชร	เป็น ประธานกรรมการ
2.	นางสาวพูนศุข อัตถะสัมปุณณะ	เป็น กรรมการ
3.	นายสกล พันธุ์ยิ้ม	เป็น กรรมการ
4.	นายจินดา จันทร์อ่อน	เป็น กรรมการ
5.	นายพิชิต ไตสุโขวงศ์	เป็น กรรมการ
6.	นายสุพัฒน์ อรรถธรรม	เป็น กรรมการ
7.	นายพัฒนันท์ สังขะตะวรรธน์	เป็น กรรมการ
8.	นางวิไล หนุนภักดี	เป็น กรรมการ
9.	นายศกรณ์ มงคลสุข	เป็น กรรมการ
10.	ผู้แทนสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม	เป็น กรรมการ
11.	ผู้อำนวยการกองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือผู้แทน	เป็น กรรมการ
12.	ผู้อำนวยการกองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร หรือผู้แทน	เป็น กรรมการ
13.	ผู้อำนวยการกองชีววัตถุ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือผู้แทน	เป็น กรรมการ
14.	ผู้อำนวยการกองควบคุมโรคระบาด กรมปศุสัตว์ หรือผู้แทน	เป็น กรรมการ
15.	ผู้อำนวยการศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ	เป็น กรรมการและเลขานุการ
16.	รองผู้อำนวยการศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ	เป็น กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

โดยให้คณะกรรมการกลางดังกล่าวมีอำนาจหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. รับผิดชอบการดำเนินงานทดลองด้านพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ในระดับห้องปฏิบัติการและภาคสนาม ซึ่งจัดทำโดยคณะอนุกรรมการกำหนดมาตรการความปลอดภัยในการทำงานด้านพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ
2. ประสานงานกับหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมการนำเข้าสิ่งมีชีวิต เพื่อหามาตรการตรวจสอบและควบคุมสิ่งมีชีวิตที่มีการตัดต่อยีนส์
3. ตรวจสอบปัจจัยด้านความปลอดภัย เกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยทางด้านการตกแต่งยีนส์
4. ชี้บ่งและตรวจประเภทของงานที่มีระดับอันตรายไม่เป็นที่แน่ชัด

5. เตือนให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรืออาจจะได้รับผลกระทบจากการทดลองรับทราบถึงภยันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างปฏิบัติงาน
6. ให้คำแนะนำทางด้านเทคนิคในด้านความปลอดภัยทางชีวภาพแก่สถาบันต่าง ๆ ในการใช้เทคนิคเหล่านี้และให้คำแนะนำต่อองค์การที่ทำหน้าที่ควบคุม
7. จัดหา หรือช่วยเหลือในกรณีที่เหมาะสม ในการจัดหากฎเกณฑ์ มาตรฐานหรือแนวปฏิบัติเพื่อประเมินและจัดการเกี่ยวกับปัญหาความปลอดภัยทางชีวภาพ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมของคณะกรรมการกลางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพเอง หรือช่วยเหลือองค์กรที่ทำหน้าที่ควบคุมอื่น ๆ
8. ร่วมมือในการให้ความรู้แก่สาธารณชนเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ ร่วมมือกับองค์การต่างประเทศเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า แนวปฏิบัติและกฎหมายของประเทศไทยสอดคล้องกับนานาประเทศ

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) อันเนื่องมาจาก GMOs

การประเมินความเสี่ยงจัดเป็นกลไกหรือกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุดต่อการพิจารณาการปลดปล่อย GMOs ลงสู่สิ่งแวดล้อม หรือการผลิตออกจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ การประเมินความเสี่ยงเป็นการรวบรวมและการแจกแจงข้อมูลที่มีแนวโน้ม หรือความน่าจะเป็นที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงจากกระบวนการวิจัยและพัฒนาสิ่งมีชีวิตหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยทั่วไปการประเมินความเสี่ยงจะให้ความสำคัญที่ลักษณะของ GMOs มากกว่าที่จะสนใจเทคนิคที่ใช้สร้าง GMOs และ/หรือผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างหลักเกณฑ์ที่ National Research Council of the US, National Academic of Science ใช้ในการประเมินความเสี่ยงอันเนื่องมาจาก GMOs ได้แก่

1. GMOs ต่อสิ่งแวดล้อม

- ลักษณะของ GMO และสิ่งแวดล้อมที่จะปล่อย GMO
- ความเป็นไปได้ในการควบคุม GMO และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ
- ความเป็นไปได้ของการคงมีชีวิตอยู่ของ GMO และการแพร่กระจายไปยังสิ่งแวดล้อมแห่งอื่น ๆ
- มีความเสี่ยงต่อมนุษย์ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ หรือไม่

2. สำหรับ GMOs เอง

- ต้องระบุรายละเอียดของ GMO รวมทั้ง parental strain ของ GMOs นั้น ๆ ด้วย เช่น
  - Δ มีชื่อว่าอะไร
  - Δ GMOs นั้นถูกพัฒนามาจากสายพันธุ์ดั้งเดิมสายพันธุ์ใด
  - Δ พาหะ (vector) ที่ใช้ในการถ่ายทอดสารพันธุกรรมเป็นแบบใด ได้มาจากสิ่งมีชีวิตชนิดใด
- ชิ้นส่วนของสารพันธุกรรมที่ถ่ายทอด สามารถควบคุมการสร้างสารที่มีพิษได้หรือไม่ มีผลิตภัณฑ์ได้แก่อะไร

3. ต้องระบุวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนว่าทำไมจึงต้องมีการประยุกต์ใช้ GMOs นั้น และมีโครงการจะทำการผลิตหรือปลดปล่อยอย่างไร

4. ต้องระบุผลที่คาดว่าจะกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หรือในกรณีของประเทศออสเตรเลียอาจมีหลักเกณฑ์ในการประเมินความเสี่ยงคล้ายคลึงกันโดยสามารถแจกแจงการประเมินความเสี่ยง โดยดูความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงหรืออันตราย (Hazard Component) กับระดับความเสี่ยงที่ได้จากการวิเคราะห์ (Degree of scrutiny required) ได้โดยแบ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงหรืออันตรายเป็น 4 จำพวก ได้แก่

1). สิ่งมีชีวิตพันธุ์ดั้งเดิมก่อนที่จะนำมาทำเป็น GMOs (Parent Organisms or Wild Type)

2). องค์ประกอบของชิ้นส่วนสารพันธุกรรมที่ใส่เข้าไปรวมทั้งพาหะด้วย

3). Phenotype ของ GMOs และ

4). ผลที่ก่อให้เกิดกับสิ่งแวดล้อม (ดังสรุปและยกตัวอย่างในตารางที่ 1-4)

อีกตัวอย่างหนึ่ง เช่นในประเทศอังกฤษ ในการประเมินความเสี่ยงอันเนื่องมาจาก GMOs นั้นยึดหลักที่ว่า GMOs จะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยมีลำดับขั้นตอนการประเมินพอสังเขป (ดังแสดงในไดอะแกรมที่ 1) คือ ในขั้นแรกต้องมีการแจ้งให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ที่จะต้องใช้ GMOs ที่ได้นั้นมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร เช่น

1). มีความสามารถในการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร จะเกิดการแพร่กระจายได้หรือไม่ในลักษณะใด

2). มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดการถ่ายทอดยีนจาก GMO ไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นหรือไม่

3). มีการสร้างสารพิษอันเนื่องมาจากยีนที่ใส่เข้าไปหรือไม่

Diagram 1 : Key stages in risk assessment
Source : modified from http:www.shef.acuk/~doe/