

“GMOs” เทคโนโลยีเพื่อชีวิต

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยวรรณ แสงสว่าง

GMOs เป็นตัวอักษรย่อของคำว่า genetically modified organisms หมายถึง “สิ่งมีชีวิตที่ได้จากการดัดแปลงหรือดัดแปรสารพันธุกรรม” สารพันธุกรรม (DNA) คือ สารเคมีที่ประกอบกันเป็นหน่วยพันธุกรรม หรือยีน (gene) และสิ่งมีชีวิตที่ถูกดัดแปลงนี้อาจเป็น พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ก็ได้ เทคโนโลยี GMOs เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า “พันธุวิศวกรรม” (genetic engineering) เป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับยีน และ ดีเอ็นเอเพื่อเปลี่ยนแปลงหรือสร้างพันธุ์พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์โดยใช้เทคนิคการตัดต่อยีนเป็นหลัก เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติต่างจากพันธุ์เดิม

มนุษย์ได้รู้จักการใช้เทคโนโลยีชีวภาพแบบดั้งเดิมที่เกี่ยวข้องกับการทำอาหารหมักดอง การใช้ยีสต์ทำเบียร์ ไวน์ มาเป็นเวลานาน และต่อมาได้มีการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ แม้ว่าจะมีการดัดแปลงโดยมนุษย์ แต่มนุษย์ไม่ได้กระทำที่ตัวยีนโดยตรงเหมือนวิธีการทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งนำยีนจากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง

ใส่เข้าไปในอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เช่น จากแบคทีเรียเข้าสู่พืช ซึ่งสารพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะต่างๆ อาจได้จากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน หรือจากสิ่งมีชีวิตต่างกันโดยใช้เทคนิคการตัดต่อยีน โดยทั่วไปการทำพันธุวิศวกรรมจะหา ยีนที่สร้างสารที่มีคุณลักษณะที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง และถ่ายยีนนั้นเข้าไปในสิ่งมีชีวิตที่ต้องการให้สร้างสารนั้น กระบวนการตัดต่อยีนมีขั้นตอนดังนี้

1. การตัดดีเอ็นเอ หรือยีนเป้าหมายที่ต้องการ
2. การเตรียมพาหะที่เหมาะสมเพื่อใช้เชื่อมต่อกับยีนเป้าหมาย
3. การเชื่อมต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอหรือยีนเป้าหมายกับพาหะ ทำให้ได้ DNA ลูกผสมระหว่างพาหะกับยีนเป้าหมายหรือที่เรียกว่า recombinant DNA
4. นำ DNA ลูกผสมถ่ายโอนเข้าสู่เซลล์ สิ่งมีชีวิตจะได้สารพันธุกรรมที่ถูกดัดแปลงไป

* อาจารย์ประจำคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์: วท.ม. (การจัดการทรัพยากร)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ การถ่ายถอดยีนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตนั้น มิได้เป็นการถ่ายถอดแต่เฉพาะตัวยีนที่ต้องการเท่านั้น แต่เป็นการถ่ายถอดชุดของยีน (gene cassette) หมายถึง ยีนนั้นผ่านขบวนการเสริมแต่ง มีตัวควบคุมการทำงานของยีน และตัวบ่งชี้การปรากฏของยีน ซึ่งต่างก็เป็นสารพันธุกรรมหรือยีนเช่นเดียวกัน ทั้งหมดจะถูกนำมาเชื่อมต่อกันเป็นชุดของยีนก่อนจะถ่ายโอนสู่สิ่งมีชีวิต

ปัจจุบันเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมมีการถ่ายยีน 3 ทางคือ

1. ทางชีวภาพ โดยใช้แบคทีเรียจำพวก *Agrobacterium*

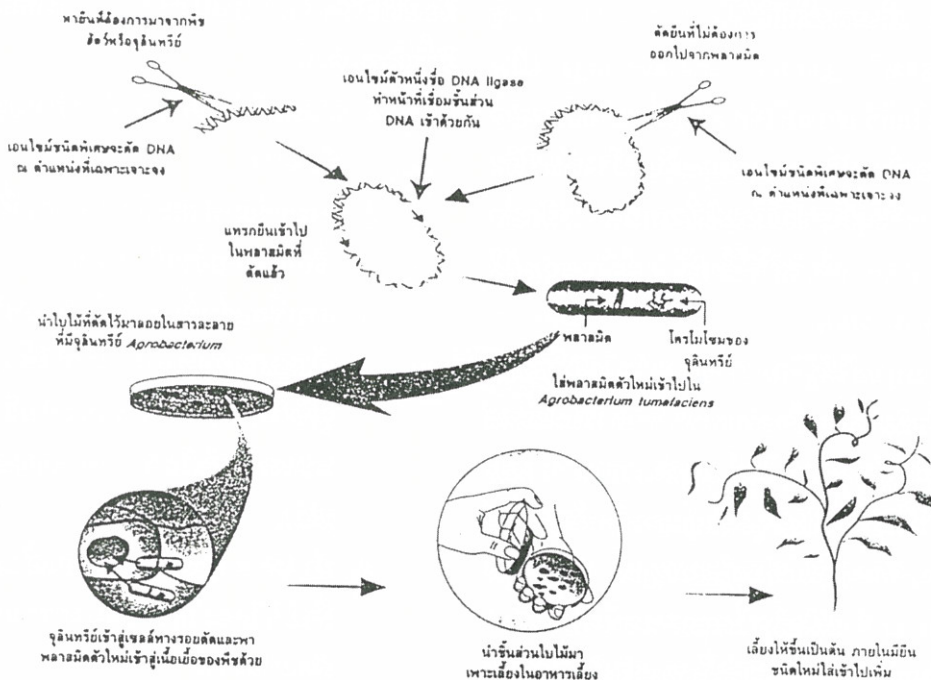
2. ทางกายภาพ มีวิธีการต่างๆ อาทิเช่น

วิธีที่ 1 การใช้กระแสไฟฟ้าเป็นสื่อถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์พืช

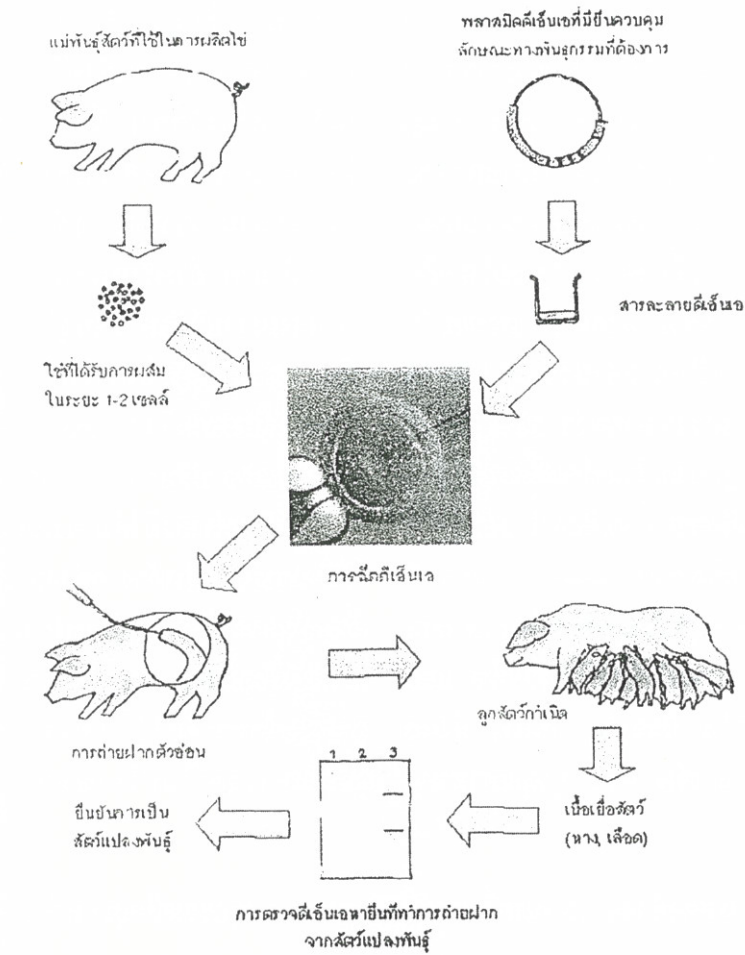
(electroporation)

วิธีที่ 2 การถ่ายฝากยีนโดยใช้เครื่องยิงอนุภาค (Particle gun bombardment) หรือป้อน ยีนโดยใช้เม็ดกระสุนทองคำหรือทังสเตนขนาดเล็กที่เคลือบยีนแล้วยิงเข้าสู่เซลล์พืช

วิธีที่ 3 การถ่ายฝากยีนโดยใช้เข็มฉีดยา (microinjection) เข้าสู่เซลล์



การใช้ *agrobacterium* เพื่อพายีนที่ตัดแต่งให้เข้าไปในเซลล์



ขั้นตอนการผลิตสัตว์แปลงพันธุ์ด้วยวิธีฉีด ดีเอ็นเอ (microinjection)

3. ทางเคมี โดยการใช้สารเคมีในกลุ่ม โพลีเอธีรีนไกลคอล (PEG) หรือสารซิลิคอน คาร์ไบด์ (Silicon carbide) ซึ่งสารดังกล่าวมี ผลต่อเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ทำให้พหะ ลูกผสมหรือสารพันธุกรรมจากภายนอกเซลล์ แพร่เข้าสู่ภายในเซลล์พืชหรือสัตว์ที่ต้องการ

จากเทคนิควิธีที่ได้กล่าว วิธีที่นิยมใช้ กันมากที่สุดในการถ่ายยีน ก็การใช้แบคทีเรีย

จำพวก agrobacterium เป็นพาหะ การใช้ปืน ยีน และการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นสื่อให้นำยีน เข้าสู่เซลล์ตามลำดับ

GMOs เป็นผลผลิตจากความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยีชีวภาพและชีววิทยาระดับ โมเลกุล (molecular biology) โดยเฉพาะ พันธุวิศวกรรมศาสตร์ที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้มนุษย์สามารถยกระดับคุณภาพอาหาร

ยา เทคโนโลยีทางการแพทย์ และการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อชีวิต จึงมีการถกเถียงกันว่าพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) คือการปฏิวัติครั้งใหญ่ในด้านการเกษตรและการแพทย์ที่เรียกว่า “genomic revolution” การค้า GMOs เริ่มขึ้นโดยสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ผลิต GMOs มากที่สุดและยอมรับให้มีการจำหน่ายเป็นการค้าประเทศแรก มีพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากกว่า 30 ชนิด ที่ได้รับรองให้ปลูกและจำหน่ายเป็นการค้าที่สำคัญได้แก่ มะเขือเทศ ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย มันฝรั่ง ฯลฯ ผลิตภัณฑ์ GMOs รุ่นแรกมีลักษณะพิเศษคือให้ผลที่มีอายุการเก็บรักษานาน ด้านทานแมลง ด้านทานยาปราบวัชพืช และด้านทานโรคไวรัส ปัจจุบัน GMOs มุ่งผลการวิจัยที่ซับซ้อน เช่น ปรับปรุงคุณภาพทาง

โภชนาการ ด้านทานโรคที่เกิดจากเชื้อรา ในส่วนงานทางการแพทย์ได้มีการผลิตสารต้านมะเร็ง สร้างวัคซีน จึงทำให้การดัดแปลงพันธุกรรมมีความหลากหลาย ในทวีปเอเชีย งานวิจัยด้าน GMOs ญี่ปุ่นและจีนมีความก้าวหน้ามาก สำหรับประเทศไทย ก็ได้มีการสนับสนุนงานวิจัยทางพันธุวิศวกรรมอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ลักษณะด้านทานโรค เช่น พริก มะเขือเทศ และมะละกอ ปรับปรุงสีดอกกล้วยไม้ เป็นต้น งานวิจัยดังกล่าวยังมิได้มีการผลิตเชิงการค้าแต่ได้มีการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ ซึ่งอาจเสี่ยงต่อการ เป็นพืชดัดแปลงพันธุกรรมโดยเฉพาะถั่วเหลือง มะเขือเทศ ข้าวโพด มีการนำเข้ามาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และอาหารสัตว์ในปริมาณมาก

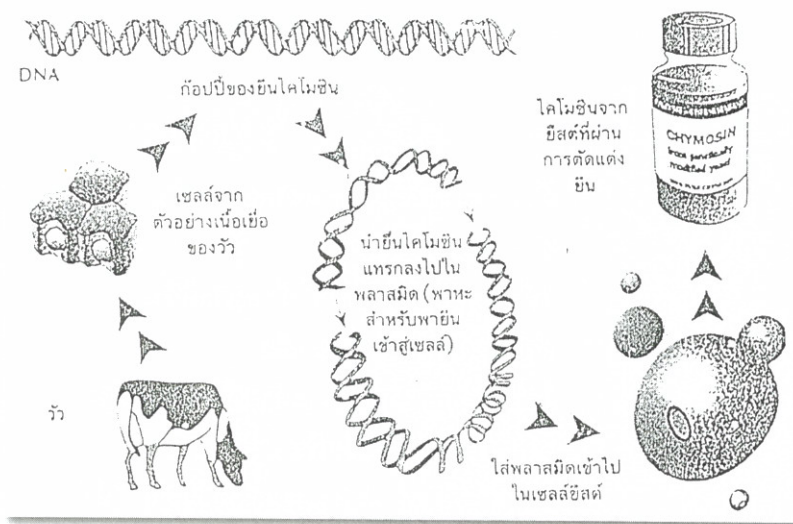
ตาราง 1 แสดงตัวอย่างส่วนหนึ่งของพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่อยู่ระหว่างการวิจัย

ชนิดพืช	ลักษณะพิเศษ
กล้วย	สร้างโปรตีนเพื่อใช้ในรูปวัคซีนโรคโปลิโอและไวรัสตับอักเสบบี, ให้สุกช้าลง
ข้าว	ไม่มีสารก่อให้เกิดภูมิแพ้
ข้าวโพด	มีระดับไขมันอิ่มตัวน้อย, เพิ่มปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น
มันฝรั่ง	เพิ่มปริมาณแป้งให้มากขึ้น
คาร์เนชั่น	ปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้างสีดอกรูปแบบใหม่
สตรอเบอรี่	สร้างสารต้านทานมะเร็งในธรรมชาติ
ฝ้าย	สร้างใยให้มีสี
แตงโม	ทนต่อไวรัส, เชื้อรา

ตัวอย่างในตารางจาก Genetically Modified Organism โดย Dr.P. Chaumpluk

ตาราง 2 แสดงตัวอย่างของพืชดัดแปลงพันธุกรรม

ชนิดพืช	ลักษณะพิเศษ
กล้วย	ต้านทานไวรัสและหนอนเจาะลำต้น
กาแฟ	ต้านทานแมลง ให้ปริมาณคาเฟอีนต่ำให้รสชาติดีขึ้น
ข้าวโพดหวาน	ต้านทานหนอนเจาะลำต้น
ข้าวสาลี	ให้ปริมาณแป้งที่เหมาะสมสำหรับทำขนมปังมากขึ้น ต้านทานยาปราบวัชพืช
คาโนล่า	เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของไขมัน ให้มีไขมันไม่อิ่มตัว ในปริมาณมาก
แครอท	คงความกรอบแม้หลังเก็บเกี่ยว
บล็อกโครี	ไม่สุกแก่แต่จะให้ดอกสีเขียวตลอดเวลา
ผักตระกูลกะหล่ำ	ต้านทานหนอนเจาะใบ/ลำต้น
แตงกวา	ต้านทานโรคไวรัส โรคจากแบคทีเรียและรา
แตงเทศ	อายุการเก็บรักษาผลนานขึ้น
ปาล์มน้ำมัน	ให้ต้นที่แข็งแรง
ผักสลัด	ต้านทานการเข้าทำลายโดยแมลง
มะเขือเทศ	เพิ่มปริมาณ Solid Content รสชาติหวานขึ้น ใช้ปุ๋ยลดลง
มันฝรั่ง	ต้านทานโรคไวรัส รสชาติหวานขึ้น คุณคือน้ำมันขณะประกอบอาหารน้อยลง ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดี ใช้ปุ๋ยน้อยลง
ถั่วเหลือง	ปรับปรุงคุณภาพของโปรตีน และคุณค่าทางอาหาร
ทานตะวัน	เพิ่มปริมาณกรดไขมันที่เป็นประโยชน์ ลดปริมาณไขมัน อิ่มตัว
หน่อไม้ฝรั่ง	ตัดต่อยีนให้เป็นต้นตัวผู้ (ต้นตัวเมียไม่นิยมใช้บริโภค)
องุ่น	ไม่มีเมล็ด
แอปเปิ้ล	ต้านทานการเข้าทำลายโดยแมลง



การผลิตเนยแข็งโดยผ่านกรรมวิธีการตัดต่อยีน

ในปัจจุบันการพัฒนา GMOs ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตและสภาพแวดล้อมดังนี้

1. ใช้ GMOs ในการผลิตวัคซีน หรือยา
2. นำ GMOs มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เอ็นไซม์ไคโมซิน ที่ใช้ในการผลิตเนยแข็ง โดยกรรมวิธีการตัดต่อยีน

3. ทำให้เกิดพืชสายพันธุ์ใหม่ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เช่น ทนแล้ง ทนดินเค็ม ต้านทานยาฆ่าแมลง และทนต่อศัตรูพืช เช่น แมลง เชื้อรา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร

4. ทำให้เกิดพืชสายพันธุ์ใหม่ ที่มีคุณสมบัติเก็บรักษาได้นาน เช่น มะเขือเทศที่สุกช้า หรือสุกแต่เนื่อยังแข็งแรงกรอบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการขนส่งไปจำหน่าย

5. การพัฒนาพืช GMOs นับเป็นการเพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์

เทคโนโลยี GMOs แม้จะมีข้อดีดังกล่าว แต่ก็ยังมีข้อเสีย คือมีความเสี่ยงและความซับซ้อนในการจัดการเพื่อให้มีความปลอดภัยในการที่จะให้ประโยชน์มากกว่าโทษ ความกังวลต่อความเสี่ยงของการใช้ GMOs จึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา ดังกรณีตัวอย่าง

1. สารอาหาร GMOs อาจมีสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตราย เช่น มีข่าวว่ากรดอะมิโน L-tryptophan ของบริษัท Showa Denko ทำให้ผู้บริโภคในสหรัฐอเมริกาเกิดอาการป่วยและตาย ทั้งนี้เป็นผลจากความบกพร่องในขั้นตอนการควบคุมคุณภาพทำให้มีสิ่งปนเปื้อนเหลืออยู่

2. การทดลองของ Dr. Arpad Pusztai ที่ Rowett Research Institute ในสกอตแลนด์ ทดลองให้หนูกินมันฝรั่งดัดแปลงพันธุกรรมที่มี lectin พบว่าหนูมีภูมิคุ้มกันลดลงและมีอาการบวมของลำไส้ จากการทดลองนี้ชี้ให้

เห็นความเป็นไปได้เชิงลบซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อภูมิคุ้มกันของคนที่จะมีความเสี่ยงในการบริโภคผลิตภัณฑ์จาก GMOs

3. สารอาหารจาก GMOs อาจมีคุณค่าทางโภชนาการต่างจากอาหารปกติในธรรมชาติ เช่น มีรายงานว่าถั่วเหลืองที่ตัดแต่งพันธุกรรมมีสาร isoflavone มากกว่าถั่วเหลืองธรรมดา สารนี้อยู่ในกลุ่ม Phytoestrogen (ฮอร์โมนพืช) อาจก่อให้เกิดอันตรายในผู้บริโภคกลุ่มเด็กทารก จึงต้องศึกษาผลกระทบของการเพิ่มปริมาณของสารดังกล่าวต่อกลุ่มผู้บริโภคด้วย

4. การเกิดสารภูมิแพ้ (Allergen) โดยสารภูมิแพ้ได้จากแหล่งเดิมของยีนที่นำมาใช้ทำ GMOs เช่น การใช้ยีนจากถั่ว Brasil nut มาทำ GMOs เพื่อเพิ่มคุณค่าโปรตีนในถั่วเหลืองสำหรับเป็นอาหารสัตว์ จากการศึกษา ก่อนที่จะมีการผลิตออกจำหน่าย พบว่าถั่วเหลืองชนิดนี้ทำให้คนเกิดอาการแพ้เนื่องจากได้รับโปรตีนที่เป็นสารภูมิแพ้จากถั่ว Brasil nut

5. การดัดแปลงพันธุกรรมในสัตว์จะปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ เช่น ในวัว หมู ที่ได้รับ recombinant growth hormone อาจมีคุณภาพที่ต่างไปจากธรรมชาติ หรือมีสารตกค้าง หรืออาจเกิดผลกระทบอื่นที่ไม่คาดคิด จึงต้องประเมินความปลอดภัยในสัตว์ที่เป็นอาหารโดยตรง

6. การดื้อยา เนื่องจากพืช GMOs อาจมีสารต้านปฏิชีวนะอยู่ ถ้าผู้บริโภคอยู่ในระหว่างการใช้ยาปฏิชีวนะอยู่ด้วยอาจทำให้การรักษาไม่ได้ผลเกิดการดื้อยาได้

7. ความเสี่ยงเกี่ยวกับยีนที่แต่งเสริมในเซลล์ของ GMOs ที่เป็นอาหารจะหลุดรอดจากการย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เข้าสู่เซลล์ของคนที่เป็นโรค แล้วเกิดผลอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีนในคน

8. สารพิษจากแบคทีเรียบางชนิดที่ใช้ปราบแมลงศัตรูพืช เช่น Bt toxin ที่มีใน GMOs บางชนิดอาจมีผลกระทบต่อแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ผีเสื้อ ทั้งนี้จากผลการทดลอง ของ Dr. John E. Losey มหาวิทยาลัยคอร์เนล ซึ่งพิมพ์ในวารสาร Nature ได้แสดงให้เห็นว่าละอองเรณูจากข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมที่มีการสร้างโปรตีนเป็นพิษ (Bt toxin) ของแบคทีเรีย มีผลต่อหนอน ผีเสื้อโมนาร์ช (Monarch butterfly) แม้ว่าจะมีการศึกษามาก่อนแล้วว่าข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมนี้ไม่มีผลต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ เช่น ผีเสื้อ

9. อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากมีสายพันธุ์ใหม่เหนือกว่าสายพันธุ์ดั้งเดิม ในธรรมชาติหรือลักษณะสำคัญบางอย่างอาจถูกถ่ายทอดไปยังสายพันธุ์ที่ไม่พึงประสงค์ได้ เช่น การปลูกมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมที่มีคุณสมบัติต้านทานโรคในประเทศไทย

ผลของ GMOs เป็นเรื่องที่มีการโต้แย้งกันหลายประเทศ ถึงผลที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะประเทศไทยได้มีการต่อต้านการปลูกมะละกอดัดแปลงพันธุกรรม ด้วยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จนในที่สุดมีการทำลายมะละกอ



การตัดทำลายมะละกอ GMOs ที่แปลงทดลอง จังหวัดขอนแก่น
จากหนังสือพิมพ์มติชน ฉบับวันที่ 16 กันยายน 2547

GMOs ในแปลงทดลองของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่จังหวัดขอนแก่น

จากความกังวลในความเสี่ยงทางด้านวิทยาศาสตร์ในด้านการบริโภคและด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าวซึ่งเกิดขึ้นในประเทศไทยแล้ว ยังมีความกังวลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในเรื่องการครอบงำโดยบริษัทข้ามชาติ เช่น สหรัฐอเมริกาที่มีสิทธิบัตร ถีอครองสิทธิทรัพย์สินทางปัญญาเกี่ยวกับ GMOs ทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับความมั่นคงทางอาหาร และปัญหาการกีดกันสินค้า GMOs ในการค้าระหว่างประเทศอีก อย่างไรก็ตามความเสี่ยงซึ่งทำให้กังวลนั้น อาจเป็นเพราะงานทดลองส่วนใหญ่ยังไม่ครอบคลุมถึงความปลอดภัยในการนำผลผลิตและผลิตภัณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ระยะยาว โดยเฉพาะงานวิจัยใน

แง่ความปลอดภัยในการใช้เพื่อการบริโภค และผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จึงเป็นสิ่งที่ทุกคนในชาติ ควรสร้างความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งมีทั้งผลดีและผลเสียต่อชีวิตของทุกคน และรัฐควรจะให้ความรู้ ความจริงและให้ทางเลือกกับประชาชนที่จะตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์จาก GMOs รวมทั้งการออกกฎหมายและข้อบังคับ เช่น การติดฉลากระบุสินค้า GMOs ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องบริโภค เพื่อให้หลักประกันแก่ผู้บริโภคได้เกิดความมั่นใจ และที่สุดก็เพื่อความปลอดภัยกับชีวิต



บรรณานุกรม

- นเรศ ดำรงชัย. (2543). ผลกระทบของ GMOs ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย. กรุงเทพฯ : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. บริษัทมอนซานโต้ ไทยแลนด์ จำกัด.(ม.ป.ป.). ข้อมูลน่ารู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- ปิยะศักดิ์ ช่อมพฤกษ์. (2546). มุมมองของเทคโนโลยีสมัยใหม่ : แง่มุมสำคัญของ GMOs กับบทบาทในชีวิตประจำวัน. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย. (2546). GMOs สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Webbased Course). กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- Kreuzer, Helen and Massey, Adrienne. (2001). **Recombinant DNA and biotechnology : a guide for teachers.** (2nd ed.). Washington, D.C. : ASM Press.