a member of NSTDA

พืชจีเอ็ม: มุมมองกระแสโลก

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

คำนำ

จนถึงปัจจุบัน นับเป็นเวลากว่า 15 ปีแล้ว ที่มีการปลูกและใช้ประโยชน์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการพาณิชย์ในประเทศต่างๆ ข้อมูลด้านความปลอดภัยทางชีวภาพจากองค์กรระดับนานาชาติหลายองค์กรระบุว่า ยังไม่เคยมีรายงานผลกระทบต่อสุขภาพที่เป็นผลจากการบริโภคพืชดัดแปลงพันธุกรรมในประชากรของประเทศที่อนุญาตให้มีการใช้พืชเหล่านี้ สำหรับประเทศไทยนั้น แม้จะยังไม่มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมในเชิงพาณิชย์ แต่อนุญาตให้นำเข้าข้าวโพดและถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารและอาหารสัตว์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 แต่ในส่วนของงานวิจัยและพัฒนาภายในประเทศนั้นได้ชะลอตัวลงนับจากปี พ.ศ. 2544 ที่ ครม. ได้มีการรับทราบข้อเสนอของสมัชชาคนจนซึ่งเสนอให้ยุติการทดสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมทุกชนิดในระดับไร่นา จนกว่าการจัดทำ พรบ.ความปลอดภัยทางชีวภาพ ซึ่งเป็นกฎหมายในการควบคุมดูแลพืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นการเฉพาะแล้วเสร็จ

ในสหภาพยุโรปมีการปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการพาณิชย์ในประเทศสเปน โปรตุเกส สาธารณรัฐเชค โรมาเนีย และสโลวาเกีย รวมทั้งมีการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพภาคสนามของพืชดัดแปลงพันธุกรรมในอีกหลายประเทศ นอกจากนั้น ประเทศในกลุ่มอาเซียนมีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้าเพิ่มมากขึ้น โดยประเทศฟิลิปปินส์เริ่มปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ประเทศพม่าเริ่มปลูกฝ้ายดัดแปลงพันธุกรรมในปี พ.ศ. 2550 ประเทศเวียดนาม และอินโดนีเซีย อยู่ระหว่างขั้นตอนสุดท้ายของการทดสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมในภาคสนามและกระบวนการขออนุญาตเพื่อปลูกในเชิงการค้า ดังนั้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการติดตามสถานภาพและความก้าวหน้าในเทคโนโลยีดังกล่าวเพื่อให้เท่าทันต่อประชาคมโลก เอกสารฉบับนี้ รวบรวมข้อมูลสถานภาพพืชดัดแปลงพันธุกรรมในแง่ต่างๆ ตั้งแต่พื้นฐานของการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม สถานภาพแนวโน้มการวิจัยและพัฒนา และสถานภาพการปลูกเพื่อการพาณิชย์ของประเทศต่างๆ รวมทั้ง นำเสนอสถานภาพล่าสุดของประเทศไทย ทั้งในแง่การวิจัยพัฒนา การกำกับดูแล ประเด็นท้าทายที่ประเทศไทยจะต้องเผชิญ และข้อเสนอแนวทางมาตรการเพื่อรองรับในเรื่องดังกล่าว

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบาย และผู้ที่สนใจในการใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่เหมาะสมของประเทศต่อไป

ดร.กัญญวิมว์ กีรติกร
ผู้อำนวยการ
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

สารบัญ

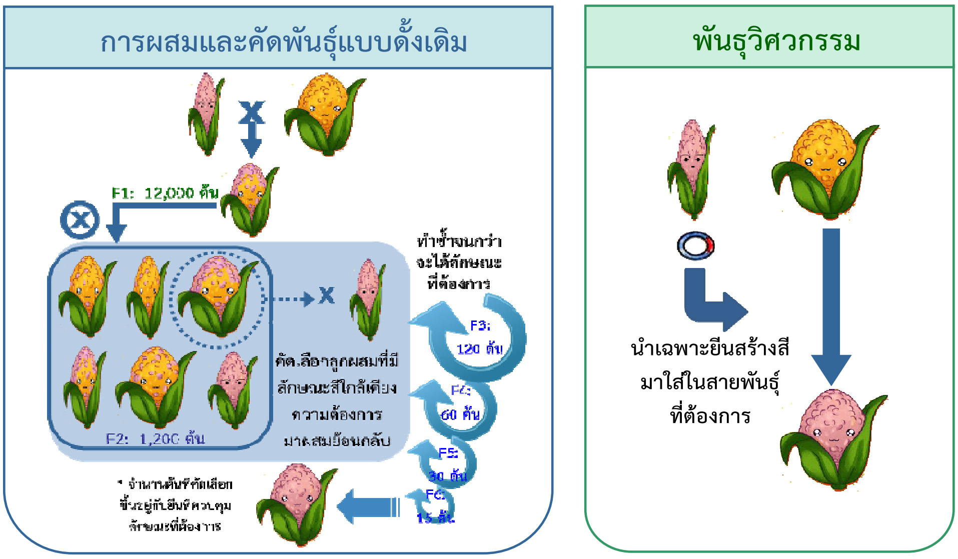
	หน้า
บทที่ 1 พืชดัดแปลงพันธุกรรมและความปลอดภัย	1
บทที่ 2 สถานภาพและทิศทางการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม	7
บทที่ 3 สถานภาพและประเด็นท้าทายสำหรับประเทศไทย	13
เอกสารอ้างอิง	19

บทที่ 1
พืชดัดแปลงพันธุกรรมและความปลอดภัย

การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการดัดแปลงพันธุกรรม หรือการตัดต่อพันธุกรรม เพื่อ**นำสารพันธุกรรม (ยีน) ที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการถ่ายเข้าสู่เซลล์สิ่งมีชีวิตที่ต้องการดัดแปลงพันธุกรรม** ซึ่งโดย**ปกติสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีเครื่องมือและกลไกสำหรับการตัดและต่อสารพันธุกรรมตามธรรมชาติอยู่แล้ว** จากความก้าวหน้าทางชีววิทยาระดับโมเลกุล เทคโนโลยีชีวภาพ ชีวเคมี ตลอดจนวิทยาศาสตร์ชีวภาพในสาขาต่างๆ ทำให้ค้นพบกลไกและเข้าใจหลักการการตัดต่อสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาตินั้นๆ จนมีการพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ และเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมทั้งทางการเกษตร การแพทย์ และอุตสาหกรรม โดย**สิ่งมีชีวิตที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ด้วยพันธุวิศวกรรมจะเรียกว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Organism) หรือ จีเอ็มโอ (GMOs) ในกรณีที่เป็นพืชจะเรียกว่า พืชดัดแปลงพันธุกรรม หรือพืชจีเอ็ม**

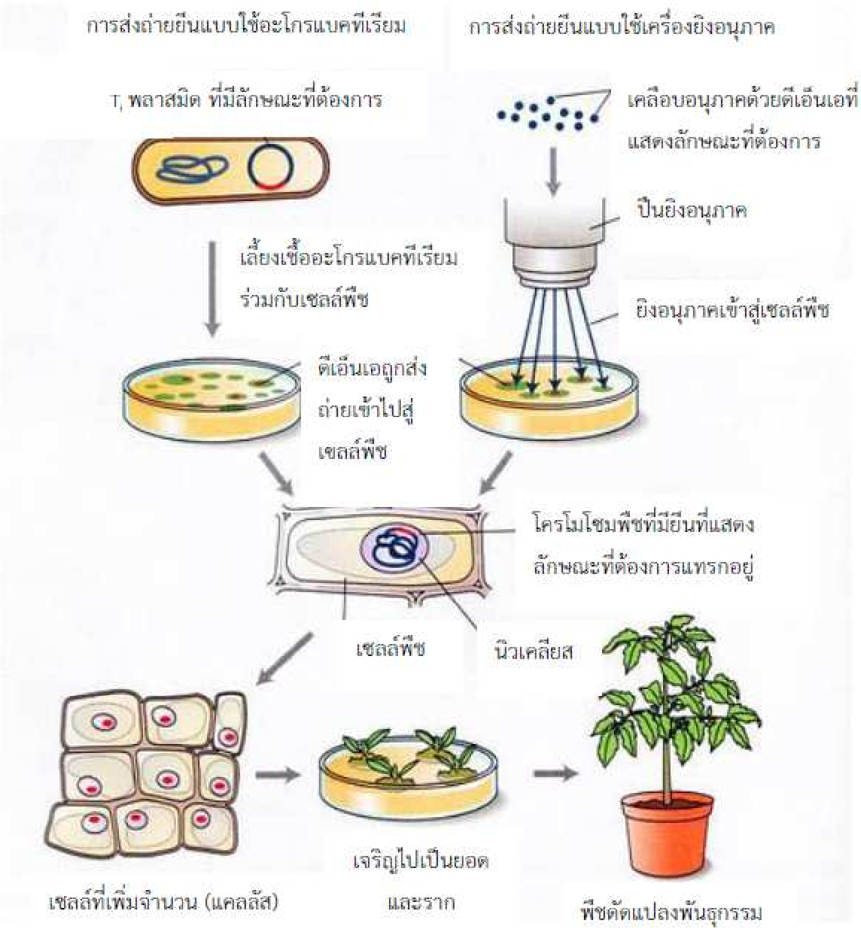
การปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางพันธุกรรมของพืชเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีกว่าเดิม ในการปรับปรุงพันธุ์โดยทั่วไปจะใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional breeding) ด้วยการคัดเลือกพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ซึ่งมีลักษณะดีตามต้องการ แล้วนำเกสรตัวผู้จากดอกของพันธุ์พ่อมาผสมกับเกสรตัวเมียบนดอกของพันธุ์แม่ เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรด้วยวิธีการนี้ จะมีลักษณะที่ได้จากทั้งพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ กลายเป็นพืชพันธุ์ใหม่ ซึ่งต้องมีการคัดเลือกและผสมพันธุ์ซ้ำอีกหลายครั้ง จึงจะได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีของพ่อแม่รวมกันอยู่ เนื่องจากมีการผสมกันของสารพันธุกรรมของพันธุ์พ่อและแม่แบบสุ่ม จึงมักใช้ระยะเวลานานในการคัดเลือกลูกผสมที่มีเพียงลักษณะดีของพ่อและแม่ตามต้องการ โดยปราศจากลักษณะอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจมีอยู่ในพันธุ์พ่อหรือแม่ นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดของแหล่งสารพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและการเกษตรบางลักษณะที่อาจไม่มีอยู่ในแหล่งพันธุกรรมของพันธุ์พืชที่ต้องการปรับปรุง อาทิ ลักษณะต้านทานโรคและแมลง หรือการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลผลิต ดังนั้น **การส่งถ่ายสารพันธุกรรมโดยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม จึงเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่สามารถก้าวข้ามข้อจำกัดในด้านแหล่งพันธุกรรมได้** (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์พืชแบบดั้งเดิม (conventional breeding) เปรียบเทียบกับพันธุวิศวกรรม

ที่มา: จินตนา จันทร์เจริญฤทธิ์ (พ.ศ. 2555)

ในช่วงระยะเวลากว่า 40 ปีที่ผ่านมา มีการนำพันธุวิศวกรรมมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก เริ่มจากการพัฒนาจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบของเซลล์และพันธุกรรมที่ไม่ซับซ้อน โดยในปี **พ.ศ. 2525 มีการนำจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมมาผลิตอินซูลินรักษาโรคเบาหวาน ปัจจุบันมีการใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมในการผลิตวัคซีน ฮอร์โมน และเอนไซม์ในระดับอุตสาหกรรมหลายชนิด** ต่อจากนั้นได้นำองค์ความรู้เกี่ยวกับการตัดต่อพันธุกรรมในจุลินทรีย์มาพัฒนาต่อยอดต่อเพื่อใช้ตัดต่อพันธุกรรมในพืช สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชด้วยพันธุวิศวกรรมมีวิธีการถ่ายยีนเข้าสู่พืชหลายวิธี โดยวิธีที่มีการใช้มากที่สุดมี 2 วิธี ได้แก่ การใช้แบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens* และการใช้เครื่องยิงอนุภาค ซึ่งจะส่งผ่านสารพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการให้แสดงออกเข้าไปสู่เซลล์ของพืช เมื่อเซลล์พืชเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ เซลล์ที่แบ่งออกมาก็จะมียีนที่ได้รับการถ่ายทอดและสามารถแสดงลักษณะของยีนนั้นๆ ด้วย (รูปที่ 2)

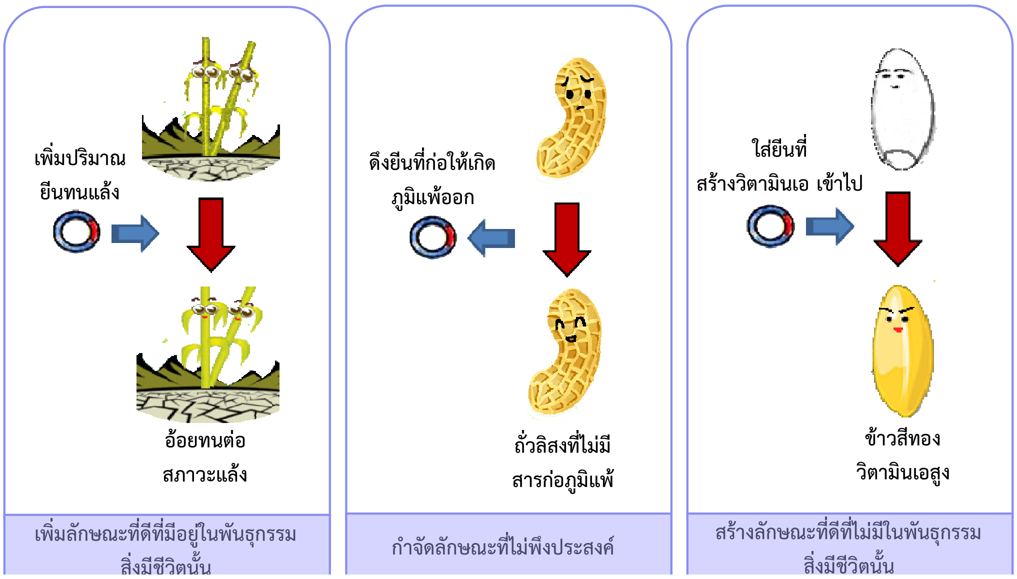


รูปที่ 2 วิธีการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม
ที่มา: Mirkov (2003)

ประโยชน์และข้อกังวลเกี่ยวกับพืชดัดแปลงพันธุกรรม

1. ประโยชน์

การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพันธุ์พืชให้มีการแสดงออกของลักษณะ (trait) ที่พึงประสงค์ รวมถึงลักษณะบางประการที่ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยวิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมสามารถปรับปรุงพันธุ์พืชได้หลายรูปแบบ**ทั้งการเพิ่มลักษณะที่ดี**ที่มีอยู่ในพันธุกรรมสิ่งมีชีวิตนั้น หรือ**กำจัดลักษณะที่ไม่พึงประสงค์** หรือ **สร้างลักษณะที่ไม่มีในพันธุกรรมพืชนั้นมาก่อน** (รูปที่ 3) ลักษณะเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่ช่วยแก้ไขปัญหาในการผลิตพืช เช่น ลักษณะต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช ลักษณะต้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ราและไวรัส ลักษณะทนทานต่อสภาพอากาศหรือดินที่ไม่เหมาะสม หรือลักษณะเพิ่มธาตุอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นต้น และในอนาคตแนวโน้มการพัฒนาพันธุวิศวกรรมพืช ได้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาให้พืชสามารถผลิตสารทางเวชภัณฑ์ต่างๆ รวมทั้งแก้ปัญหาทางพลังงาน อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม ตลอดจนการรับมือกับปัญหาโลกร้อน ปัจจุบันได้มีการใช้วิธีทางพันธุวิศวกรรมในการพัฒนาพันธุ์พืชในพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด และพืชดัดแปลงพันธุกรรมบางชนิดได้รับอนุญาตให้มีการปลูกในเชิงการค้าแล้ว



รูปที่ 3 คุณสมบัติของพันธุ์พืชที่สามารถพัฒนาด้วยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม
ที่มา: จินตนา จันทร์เจริญฤทธิ์ (พ.ศ. 2555)

2. ข้อกังวล

พืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นพืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยการสอดแทรกสารพันธุกรรมที่แสดงออกลักษณะที่ต้องการในสารพันธุกรรมของพืช (Conner และคณะ, 2003) ซึ่ง**สารพันธุกรรมดังกล่าวเป็นสารพันธุกรรมที่มีอยู่ในธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตใดๆ แต่อาจไม่เคยมีมาก่อนในพืชชนิดนั้นๆ ก็ได้** ตามหลักการสากล**พืชดัดแปลงพันธุกรรมทุกชนิดต้องผ่านขั้นตอนการประเมินความปลอดภัยเพื่อยืนยันว่าพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีความปลอดภัยไม่แตกต่างไปจากพืชชนิดนั้นก่อนได้รับการดัดแปลงพันธุกรรม** ที่เรียกกันว่าการประเมินความเสี่ยง (risk assessment) หรือการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety) โดยทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยมนุษย์ ในประเด็นต่างๆ อย่างครอบคลุม ถี่ถ้วนตามหลักการ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Thomas and Fuchs, 2002) การทดสอบมีการดำเนินการแบบ

ทีละขั้นตอน (step-by-step) ตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการ ระดับโรงเรือน (โรงเรือนกระจก และ/หรือ โรงเรือนตาข่าย) และการทดลองในภาคสนามต่อไป โดยมีหลักการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ โดยสรุป ดังนี้

1) อยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (science-based) ต้องมีเหตุผลที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์
2) อยู่บนพื้นฐานของผลิตผล จะต้องทำการประเมินที่ตัวผลิตผล มิใช่ที่กระบวนการพัฒนา แต่อาจนำข้อมูลการพัฒนาเป็นข้อมูลประกอบการประเมินได้
3) อยู่บนพื้นฐานของการประเมินแบบเป็นกรณีๆ ไป (case-by-case) ทำการประเมินในแต่ละสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการพัฒนาขึ้น
4) อยู่บนพื้นฐานการประเมินเป็นขั้นตอน (step-by-step) จะต้องมีระบบในการประเมิน โดยเริ่มจากโรงเรือนที่ปิดมิดชิดก่อน จึงจะทำการประเมินในโรงเรือนที่ควบคุมบางส่วน และภาคสนามต่อไปได้
5) อยู่บนพื้นฐานของความคุ้นเคย (familiarity) หรือความเทียบเท่า (substantial equivalence) ต้องมีการเปรียบเทียบกับพืชสายพันธุ์เดิมที่ไม่ได้ดัดแปลงพันธุกรรม หากได้ผลเหมือนกับพืชสายพันธุ์เดิมถือว่ามีความคุ้นเคยเทียบเท่าไม่แตกต่างไปจากพืชสายพันธุ์เดิม
6) อยู่บนพื้นฐานที่สาธารณชนได้มีส่วนร่วม (public participation) ให้สาธารณชนได้มีส่วนร่วมในการพิจารณาผลการประเมินความเสี่ยง ก่อนการตัดสินใจ

สำหรับการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรมจะต้องดำเนินการทดสอบเพื่อประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพทั้งความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยต่อการบริโภคเป็นอาหาร โดยในแต่ละด้านจะมีการประเมินในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. การทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพด้านสิ่งแวดล้อม
   - คุณสมบัติด้านพันธุกรรม (genotype) และลักษณะที่แสดงออก (phenotype) รวมทั้งประวัติความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการดัดแปลงพันธุกรรม
   - ศักยภาพในการเป็นวัชพืช (weediness)
   - การถ่ายทอดยีนผ่านละอองเรณูไปสู่พืชพันธุ์ป่าหรือพืชพันธุ์ใกล้เคียง (gene flow)
   - การส่งถ่ายยีนข้ามสายพันธุ์ (horizontal gene transfer)
   - ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่มิใช่เป้าหมาย (non-target organisms)
2. การทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพด้านอาหาร
   - คุณสมบัติด้านพันธุกรรม (genotype) และลักษณะที่แสดงออก (phenotype) รวมทั้งประวัติความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการดัดแปลงพันธุกรรม
   - การตรวจสอบองค์ประกอบสำคัญทางโภชนาการ (nutrition)
   - ประเมินโอกาสก่อพิษ (toxicity)
   - ประเมินโอกาสก่อภูมิแพ้ (allergenicity)

ทั้งนี้ พืชดัดแปลงพันธุกรรมจำเป็นต้องผ่านการประเมินว่ามีความปลอดภัย จึงจะได้รับอนุญาตให้ดำเนินการทดสอบในขั้นตอนที่สูงขึ้น ดังนั้น จึงมีเพียงพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ปลอดภัยแล้วเท่านั้นที่ได้รับการอนุญาตให้ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า นอกจากนี้ หลังได้รับอนุญาตให้มีการใช้ประโยชน์ยังมีระบบการจัดการความเสี่ยง (risk management) เพื่อกำกับดูแล ตรวจสอบ และควบคุม เพื่อป้องกันมิให้เกิดผลกระทบใดๆ แตกต่างไปจากพืชที่ไม่ได้ดัดแปลงพันธุกรรม และ**จากประวัติการบริโภคพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ได้รับอนุญาตให้จำหน่ายในเชิงพาณิชย์ในช่วงเวลากว่า 15 ปีที่ผ่านมา ยังไม่ปรากฏว่ามีรายงานการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคแต่อย่างใด**

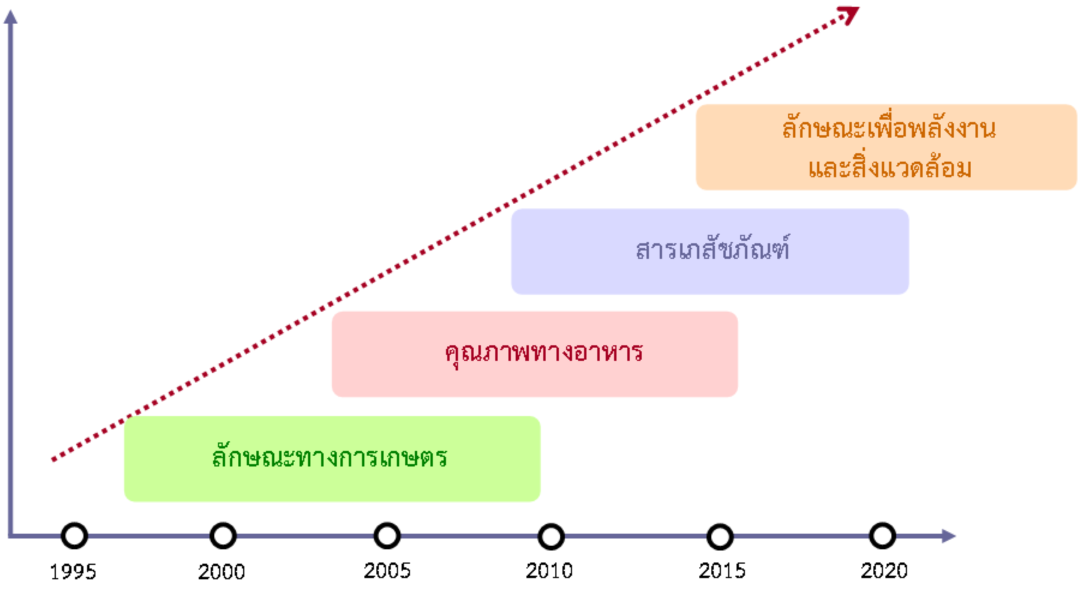
พ.ศ. 2546 ราชสมาคมของอังกฤษ (Royal Society) รายงานว่า การดัดแปลงพันธุกรรมมิได้มีส่วนทำให้อาหารปลอดภัยน้อยไปกว่าพืชชนิดเดียวกันที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม และยังไม่มีหลักฐานใดที่บ่งบอกว่าอาหารจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมก่อให้เกิดภูมิแพ้

พ.ศ. 2547 องค์การอนามัยโลก (WHO) ระบุว่า อาหารจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีในท้องตลาดล้วนผ่านกระบวนการประเมินความปลอดภัยมาแล้วทั้งสิ้น จึงไม่มีความน่าจะเป็นที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการบริโภค ยิ่งไปกว่านั้น ยังไม่เคยมีรายงานผลกระทบต่อสุขภาพที่เป็นผลมาจากการบริโภคอาหารจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมในประชากรของประเทศที่อนุญาตให้มีการใช้พืชเหล่านี้

พ.ศ. 2550 ศูนย์นานาชาติเพื่อการค้าและการพัฒนาอย่างยั่งยืน (International Centre for Trade and Sustainable Development – ICTSD) ระบุว่า จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏตั้งแต่เริ่มมีการใช้ประโยชน์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมเชิงพาณิชย์จนกระทั่งปัจจุบัน บ่งชี้ว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมยังไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต่อสุขภาพอนามัยมนุษย์

บทที่ 2
สถานภาพและทิศทางการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม

การสร้างพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ การปรับปรุงความสามารถของพืช โดยระยะแรกของเป้าหมายการวิจัยมุ่งเน้นการปรับปรุงให้ได้คุณสมบัติทางการเกษตรที่ต้องการ ระยะถัดมาเน้นด้านเพิ่มคุณภาพอาหาร ระยะที่สามเริ่มเปลี่ยนทิศทางสู่การผลิตสารทางเภสัชภัณฑ์ และระยะที่สี่เป็นการพัฒนาพืชให้มีลักษณะเพื่อพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Tzotzos และคณะ, 2009) โดยมีการคาดการณ์แนวโน้มผลิตภัณฑ์จากการวิจัยพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ทยอยออกสู่ตลาดและผู้บริโภคในช่วงเวลาต่างๆ สรุปได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แนวโน้มผลิตภัณฑ์พืชดัดแปลงพันธุกรรมในอนาคต
ที่มา: ดัดแปลงจาก Tzotzos และคณะ (2009)

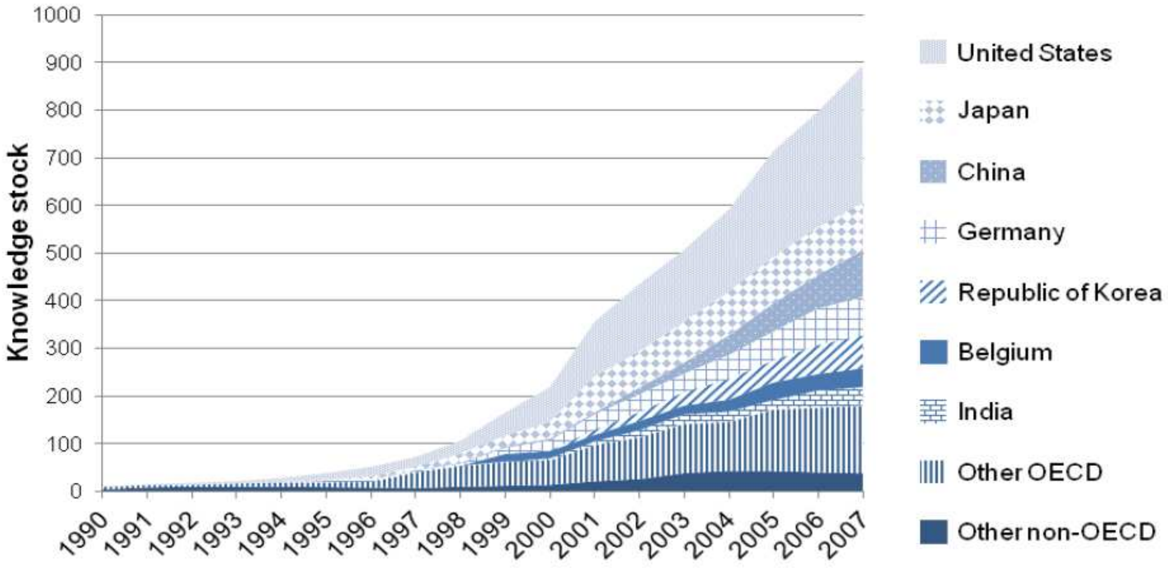
การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงลักษณะทางการเกษตร เป็นเป้าหมายในยุคแรกของการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม ตัวอย่างงานวิจัย เช่น การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมให้มีลักษณะต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช หรือลักษณะทนทานต่อสารปราบวัชพืช เป็นต้น

การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อคุณภาพทางอาหาร มีทั้งการพัฒนาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและการพัฒนาเพื่อกำจัดคุณสมบัติบางประการที่ไม่พึงประสงค์ในพืชอาหาร ยกตัวอย่างเช่น การพัฒนาข้าวสีทอง (golden rice) ให้มีเบตาแคโรทีนสูง หรือการพัฒนาถั่วลิสงดัดแปลงพันธุกรรมที่มีการกำจัดยีนที่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ (Dodo และคณะ, 2007) เป็นต้น

การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อผลิตสารทางเภสัชภัณฑ์ เป็นงานวิจัยที่ได้รับความสนใจอย่างมากตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา โดยใช้เซลล์ของพืชเป็นเสมือนโรงงานเพื่อผลิตสารสำคัญทางเภสัชภัณฑ์ทั้งยาปฏิชีวนะ วัคซีน และสารชีวเภสัชภัณฑ์ (biopharmaceutical) ต่างๆ เช่น ฮอร์โมนหรือเอนไซม์ที่ใช้ทางการแพทย์ เป็นต้น (Goldstein และ Thomas, 2004)

การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อให้มีลักษณะเพื่อพลังงานและสิ่งแวดล้อม เน้นการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมให้มีองค์ประกอบทางชีวเคมีที่เหมาะสมต่อการเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ หรือเพื่อผลิตพลาสติกชีวภาพ รวมถึง การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมให้เหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) ทั้งการพัฒนาให้เป็นพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ใช้สารอาหารและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึง ให้มีลักษณะทนต่อความเครียดทางกายภาพ (abiotic stress) ต่างๆ เช่น ทนต่อความแห้งแล้ง ทนต่อภาวะน้ำท่วม ทนต่อสภาพดินเค็ม หรือทนต่ออุณหภูมิสูง เป็นต้น (Ahuja และคณะ, 2010)

ยังคงมีการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมให้มีลักษณะใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติอย่างต่อเนื่อง ไม่จำกัดอยู่เฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้วอย่าง สหรัฐอเมริกา แคนาดา และออสเตรเลียเท่านั้น แต่รวมไปถึงกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่มีศักยภาพสูง เช่น จีน อินเดีย อาร์เจนตินา บราซิล เวียดนาม และแอฟริกาใต้ หรือแม้แต่ประเทศในสหภาพยุโรปหลายประเทศได้มีรายงานถึงการวิจัยพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยประเทศสหรัฐฯ ยังคงเป็นประเทศที่เป็นเจ้าของสิทธิบัตรเกี่ยวกับการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการปรับตัวทางการเกษตรมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น จีน เยอรมัน และเกาหลีใต้ ตามลำดับ (รูปที่ 5) (Agrawala และคณะ, 2012)



รูปที่ 5 ประเทศที่เป็นเจ้าของสิทธิบัตรเกี่ยวกับการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม
เพื่อการปรับตัวทางการเกษตร ระหว่างปี 1997 – 2007
ที่มา: Agrawala และคณะ (2012)

นอกจากงานวิจัยในพืชที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฝ้าย และคาโนลา ซึ่งส่วนใหญ่พัฒนาโดยบริษัทเอกชน หน่วยงานวิจัยภาครัฐและสถาบันการศึกษาในหลายประเทศได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่เป็นพืชอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าวสาลี ข้าวโพด มันฝรั่ง รวมทั้งข้าว ซึ่งเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญของประชากรไม่ต่ำกว่า 3,000 ล้านคน หรือราว 50% ของประชากรโลก

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมในพืชท้องถิ่นที่มีความสำคัญต่อวิถีการดำรงชีวิตของประชากรในแต่ละประเทศ โดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นเพื่อใช้แก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยเทคโนโลยีอื่น อาทิ

- **จีน**: พริกและพริกหวานต้านทานไวรัส ถั่วลิสงต้านทานไวรัส กะหล่ำปลีต้านทานไวรัส ยาสูบต้านทานแมลง มะละกอต้านทานไวรัส และเมลอนต้านทานไวรัส
- **อินเดีย**: ข้าวฟ่างต้านทานแมลง ถั่วลิสงต้านทานเชื้อรา ละหุ่งต้านทานแมลง มะเขือยาวต้านทานแมลง และกล้วยเสริมธาตุเหล็ก
- **เวียดนาม**: มะละกอต้านทานไวรัส ยาสูบต้านทานไวรัส กะหล่ำปลีต้านทานไวรัส และถั่วเขียวต้านทานโรค
- **ญี่ปุ่น**: มันฝรั่งต้านทานไวรัส มันฝรั่งต้านทานแมลง สตรอเบอรี่ต้านทานเพลี้ยแป้ง เบญจมาศต้านทานไวรัส และหญ้าสนามต้านทานเชื้อรา
- **มาเลเซีย**: ปาล์มต้านทานแมลงและปรับเปลี่ยนองค์ประกอบกรดไขมัน กล้วยต้านทานเชื้อรา ยางพาราผลิตสารในเชิงเภสัช มะละกอต้านทานไวรัส สับปะรดต้านทานโรคไส้ดำ ส้มโอต้านทานไวรัส และมันเทศผลิตวัคซีน
- **อาร์เจนตินา**: กระเทียมต้านทานไวรัส องุ่นต้านทานเชื้อรา สตรอเบอรี่ต้านทานเชื้อรา ทานตะวันต้านทานเชื้อรา

การวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมจะต้องผ่านกระบวนการดำเนินงานในหลายขั้นตอน ตั้งแต่การค้นหายีนควบคุมลักษณะที่ต้องการ การถ่ายยีน และการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ ซึ่งการทดสอบความปลอดภัยในภาคสนามถือเป็นขั้นตอนสำคัญอันจะทำให้ได้มาซึ่งผลการทดสอบ เพื่อใช้ในการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ เห็นได้จากการที่หลายประเทศซึ่งไม่อนุญาตให้ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้า ยังคงให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม จนถึงขั้นตอนการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพในภาคสนาม อาทิ

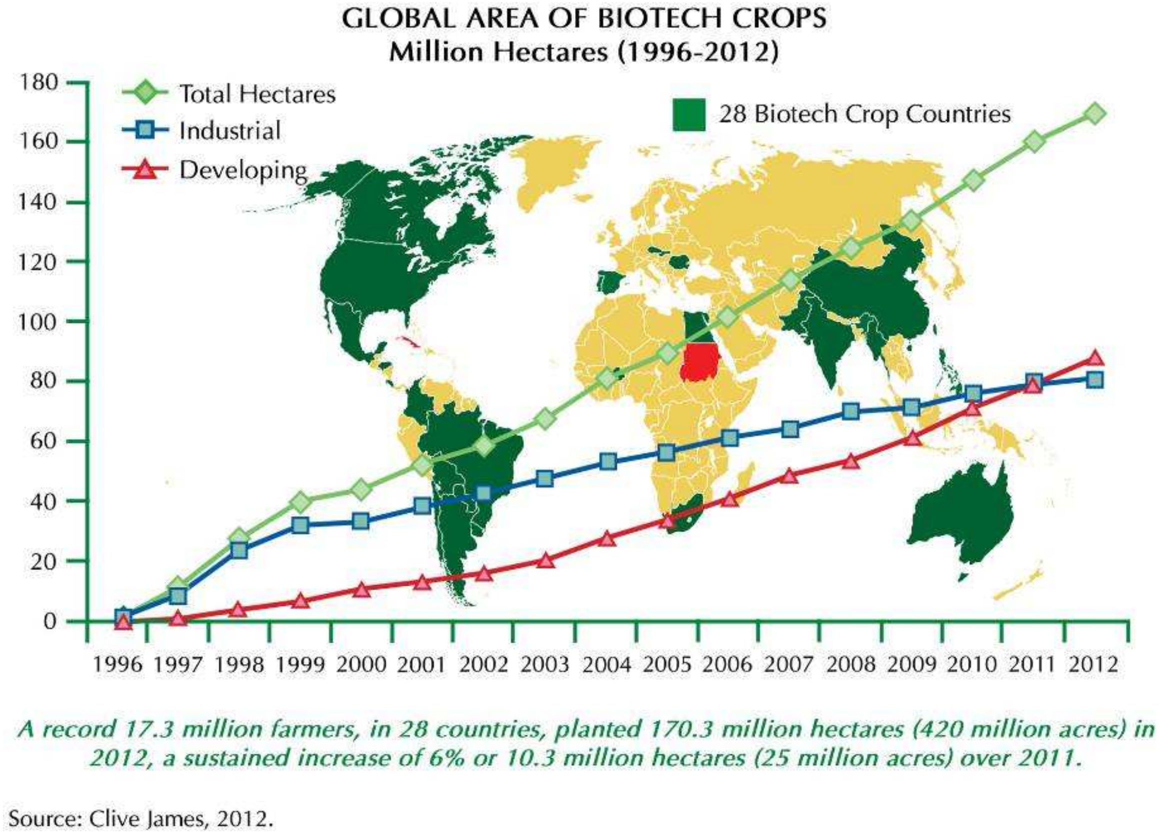
- **สหภาพยุโรป** มีการทดสอบภาคสนามใน 20 ประเทศ เช่น ฝรั่งเศส อังกฤษ อิตาลี เนเธอร์แลนด์ และเบลเยี่ยม โดยพืชที่มีการทดสอบ ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเหลือง ข้าวสาลี และแอปเปิ้ล เป็นต้น
- **เคนยา** - พืชที่มีการทดสอบในระดับภาคสนาม ได้แก่ ข้าวโพด ฝ้าย มันสำปะหลัง และมันเทศ
- **เวียดนาม** - พืชมีการทดสอบในระดับภาคสนาม ได้แก่ ข้าวเสริมวิตามิน ถั่วเหลือง และข้าวโพด
- **อินโดนีเซีย** - พืชที่มีการทดสอบในระดับภาคสนาม ได้แก่ มันสำปะหลัง ฝ้าย มันฝรั่ง ถั่วเหลือง และข้าวโพด
- **อูกันดา** - พืชที่มีการทดสอบในระดับภาคสนาม ได้แก่ ฝ้าย และกล้วย
- **ไนจีเรีย** - พืชที่มีการทดสอบในระดับภาคสนาม ได้แก่ มันสำปะหลัง

สถานภาพการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้า

ปี พ.ศ. 2555 นับเป็นปีที่ 17 ที่มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้า โดยมีจำนวนพื้นที่ปลูกทั่วโลกมากกว่า 1,000 ล้านไร่ โดยมีประเทศที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมในเชิงการค้า จำนวน 28 ประเทศ ซึ่งเป็นประเทศกำลังพัฒนา 20 ประเทศ (ตารางที่ 1) และเป็นปีแรกที่พื้นที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาเพิ่มขึ้นจนมากกว่าพื้นที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรม (รูปที่ 6) โดยมีสถานภาพของกลุ่มประเทศที่น่าสนใจบางประเทศ ดังนี้

ตารางที่ 1 ประเทศที่มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเชิงการค้าและพื้นที่ปลูก ในปี พ.ศ. 2555 (James, 2012)

ลำดับ	ประเทศ	พื้นที่ปลูก (ล้านไร่)	พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ปลูก
1	สหรัฐอเมริกา	434.4	ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฝ้าย คาโนลา ชูการ์บีท อัลฟัลฟา มะละกอ สควอซ
2	บราซิล	228.8	ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย
3	อาร์เจนตินา	149.4	ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย
4	แคนาดา	72.5	คาโนลา ข้าวโพด ถั่วเหลือง ชูการ์บีท
5	อินเดีย	67.5	ฝ้าย
6	จีน	25	ฝ้าย มะละกอ ป็อปลาร์ มะเขือเทศ พริกหวาน
7	ปารากวัย	21.5	ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย
8	อัฟริกาใต้	18.1	ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฝ้าย
9	ปากีสถาน	17.5	ฝ้าย
10	อุรุกวัย	8.8	ถั่วเหลือง ข้าวโพด
11	โบลิเวีย	6.3	ถั่วเหลือง
12	ฟิลิปปินส์	5	ข้าวโพด
13	ออสเตรเลีย	4.4	ฝ้าย คาโนลา
14	พม่า	1.9	ฝ้าย
15	เบอร์คินา-ฟาโซ	1.9	ฝ้าย
16	เม็กซิโก	1.3	ฝ้าย ถั่วเหลือง
17	สเปน	0.6	ข้าวโพด
18	ชิลี	0.6	ข้าวโพด ถั่วเหลือง คาโนลา
19	โคลัมเบีย	< 0.6	ฝ้าย
20	ฮอนดูรัส	< 0.6	ข้าวโพด
21	โปรตุเกส	< 0.6	ข้าวโพด
22	สาธารณรัฐเชค	< 0.6	ข้าวโพด
23	อิยิปต์	< 0.6	ข้าวโพด
24	สโลวาเกีย	< 0.6	ข้าวโพด
25	โรมาเนีย	< 0.6	ข้าวโพด
26	คอสตาริกา	< 0.6	ฝ้าย ถั่วเหลือง
27	คิวบา	< 0.6	ข้าวโพด
28	ซูดาน	< 0.6	ฝ้าย



รูปที่ 6 พื้นที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเชิงการค้าในประเทศต่างๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2539 – 2555

ที่มา: James (2012)

สหภาพยุโรป

ปัจจุบันมีประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป 8 ประเทศ ที่มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้า ได้แก่ สเปน โปรตุเกส สาธารณรัฐเชค โปแลนด์ สโลวาเกีย โรมาเนีย สวีเดน และเยอรมนี ตามลำดับ โดยทั้งหมดปลูกข้าวโพดต้านทานต่อหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด หรือข้าวโพดบีที ยกเว้นประเทศสวีเดนและเยอรมนีที่ปลูกมันฝรั่งดัดแปลงพันธุกรรมที่ปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของแป้ง (Gomez-Galera และคณะ, 2012)

ประเทศบราซิล

บราซิลเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้ามากที่สุดเป็นอันดับสองของโลก รองจากประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นมากที่สุดติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี ในปี พ.ศ. 2553 พื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น 19% หรือ 30 ล้านไร่ บราซิลมีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้า 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรมทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช ฝ้ายดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานหนอนเจาะสมอฝ้าย หรือฝ้ายบีที และข้าวโพดบีที ปัจจุบัน (พ.ศ. 2555) ถั่วเหลืองที่ปลูกในบราซิลกว่า 83% เป็นถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรม นอกจากนั้น เมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2554 บราซิลได้อนุญาตให้ปลูกถั่วพินโต (pinto bean) ดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานไวรัส Bean Golden Mosaic Virus (BGMV) ซึ่งพัฒนาโดย Brazilian Agricultural Research Cooperation (EMBRAPA) ซึ่งเป็นหน่วยงานภายในประเทศเพื่อการค้า โดยขณะนี้อยู่ระหว่างการขยายเมล็ดพันธุ์ (seed multiplication) และคาดว่าจะสามารถออกสู่ท้องตลาดได้ภายในเวลา 2 ปี (Tollefson, 2011)

ประเทศอินเดีย

อินเดียมีพื้นที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากที่สุดในทวีปเอเชีย โดยมีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการค้าจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ฝ้ายบีที ซึ่งมีการอนุญาตมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูก 66.25 ล้านไร่ คิดเป็น 88% ของพื้นที่ปลูกฝ้ายทั้งหมดในอินเดีย ทั้งนี้ มีการปลูกฝ้ายบีที 6 สายพันธุ์ จาก 5 หน่วยงาน ได้แก่ สถาบันวิจัยฝ้ายและมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์เกษตร เมือง Dharwad บริษัท JK Agri Genetics จำกัด บริษัท Nath Seed จำกัด บริษัท Metahelix Life Science จำกัด และบริษัท มอนซานโต้ จำกัด (Herring, 2010)

ประเทศจีน

จีนมีพื้นที่เพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากเป็นอันดับ 2 ของทวีปเอเชีย (24 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2554) โดยมีพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ได้รับอนุญาตให้ปลูกในเชิงการค้าแล้ว 5 ชนิด ได้แก่ ฝ้าย มะเขือเทศ พริกหวาน ป็อปลาร์ และมะละกอ ทั้งนี้ พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีการปลูกมากที่สุดคือ ฝ้ายบีที ในปี พ.ศ. 2554 มีการปลูกคิดเป็น 71.5% ของพื้นที่ปลูกฝ้ายทั้งหมด รวมทั้ง อนุญาตให้มีการปลูกมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานไวรัสใบด่างวงแหวน (PRSV papaya) ของ South China Agricultural University เพื่อการค้าในมลฑลกวางตุ้ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ปัจจุบันมีพื้นที่การปลูกมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมคิดเป็น 90% ของการปลูกมะละกอทั้งหมด โดยใน พ.ศ. 2553 มีอัตราการปลูกเพิ่มขึ้น 15% จาก 28,000 ไร่ เป็น 33,000 ไร่ นอกจากนั้น กระทรวงเกษตรของประเทศจีนได้อนุมัติผลด้านความปลอดภัยทางชีวภาพของข้าวต้านทานศัตรูพืช (ข้าวบีที) และข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมผลิตเอนไซม์ไฟเทส (phytase corn) เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 โดยพืชทั้งสองอยู่ระหว่างการขออนุญาตใช้ในเชิงการค้า (Lagos และ Jie, 2012)

ประเทศฟิลิปปินส์

ฟิลิปปินส์อนุญาตให้ปลูกข้าวโพดบีทีเชิงการค้าครั้งแรกในปี พ.ศ. 2545 ปัจจุบันอนุญาตให้ปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม 8 สายพันธุ์ ในจำนวนนี้เป็นข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมแบบรวมยีน (stacked trait) Bt/HT 4 สายพันธุ์ ในปี พ.ศ. 2554 มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งสิ้น 3.75 ล้านไร่ เพิ่มขึ้น 19% จากปี พ.ศ. 2553 และได้อนุญาตให้ปลูกฝ้ายดัดแปลงพันธุกรรมทนทานต่อยาปราบวัชพืชในเชิงการค้าอีก 1 สายพันธุ์ ในปีเดียวกัน (USDA FAS, 2012a)

ประเทศพม่า

พม่าเป็นประเทศล่าสุดในภูมิภาคอาเซียนที่มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมในเชิงการค้า มีรายงานว่าพบการปลูกฝ้ายบีทีในปี พ.ศ. 2553 และมีการพัฒนาฝ้ายบีทีในประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 โดยกรมฝ้ายและหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและชลประทานของพม่า ซึ่งผ่านการทดสอบในภาคสนามที่เมืองมัณฑะเลย์ ในปี พ.ศ. 2549-2550 ใช้ชื่อเรียกสามัญว่า Ngwe chi 6 หรือ silver Sixth ปัจจุบัน พม่ามีพื้นที่ปลูกฝ้ายบีทีเพื่อการค้าทั้งสิ้น 1.8 ล้านไร่ คิดเป็น 79% ของพื้นที่ปลูกฝ้ายทั้งหมด โดยมีการปลูกในเมืองหงสาวดี มัณฑะเลย์ มาเกว และสะกาย (USDA FAS, 2012b)

บทที่ 3
สถานภาพและประเด็นท้าทายสำหรับประเทศไทย

ประเทศไทยไม่อนุญาตให้นำเข้าพืชดัดแปลงพันธุกรรม ยกเว้นเพื่อการศึกษาทดลอง โดยอาศัยกลไกการควบคุมของพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542) ซึ่งมีประกาศกระทรวงกำหนดให้**พืชดัดแปลงพันธุกรรม 33 สปีชีส์ 51 สกุล (genus) และ 1 วงศ์ (family) เป็นสิ่งต้องห้ามมิให้นำเข้า ยกเว้นข้าวโพดและถั่วเหลืองที่นำเข้ามาเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอาหารหรือเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม** ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ออกประกาศกฎกระทรวงให้ติดฉลากสินค้าที่มีส่วนผสมพืชดัดแปลงพันธุกรรมในส่วนผสมหลัก (กำหนด threshold ร้อยละ 5 ของแต่ละส่วนประกอบใน 3 อันดับแรก) เพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภค

มาตรการที่ใช้บังคับข้างต้นอาศัยกลไกของกฎหมายที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งมิได้มีเจตนารมณ์เพื่อใช้ควบคุมดูแลในเรื่องความปลอดภัยทางชีวภาพโดยตรง ดังนั้น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจึงได้จัดทำ “**ร่างพระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพเนื่องจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม พ.ศ. ....** ” ที่สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของพิธีสารคาร์ตาเฮนาฯ ซึ่งประเทศไทยได้เข้าเป็นภาคี โดย**ผ่านการอนุมัติหลักการจากคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2551** และอยู่ระหว่างปรับปรุงความเรียบร้อยของร่างพระราชบัญญัติฯ โดยสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา ตามมติของคณะกรรมการกฤษฎีกา ซึ่งมีการปรับหลักการและเนื้อหาบางส่วน เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

ประเทศไทยมีการเตรียมความพร้อมด้านการกำกับดูแลความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรมมาอย่างต่อเนื่อง โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้มีบทบาทในการสร้างความสามารถและเตรียมความพร้อม ทั้งการวิจัยและความปลอดภัยทางชีวภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

ด้านการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม

สวทช. โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) ได้ดำเนินงานวิจัยด้านพืชดัดแปลงพันธุกรรมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 โดยร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการวิจัยและพัฒนาทางพันธุวิศวกรรมเพื่อพัฒนาพันธุ์พืชดัดแปลงพันธุกรรมชนิดต่างๆ เพื่อให้มีคุณสมบัติและคุณภาพที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในแง่การพัฒนาพันธุ์ให้มีความต้านทานโรคต่างๆ เช่น มะละกอต้านทานโรคใบด่างวงแหวน มะเขือเทศต้านทานโรคใบหงิกเหลือง และการพัฒนาพันธุ์พืชให้มีคุณลักษณะพิเศษ เช่น การชะลอการร่วงโรยของกล้วยไม้ เป็นต้น ทั้งนี้ งานวิจัยดังกล่าวยังอยู่ในระดับของการทดสอบในโรงเรือน

ตัวอย่างผลงาน: มะละกอดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานโรคใบด่างวงแหวน

มะละกอเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดแรกที่นักวิจัย ศช. ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาสายพันธุ์มะละกอที่ดัดแปลงพันธุกรรมให้สามารถต้านทานต่อโรคใบด่างวงแหวน ที่เกิดจากเชื้อไวรัสที่เรียกว่า *Papaya ringspot virus* (PRSV) ได้ในระดับโรงเรือน เชื้อไวรัสดังกล่าวก่อให้เกิดความเสียหายต่อการปลูกมะละกอเนื่องจากทำให้เกิดการแพร่ระบาดในวงกว้างนอกเหนือจากความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของเพลี้ย

ทีมวิจัยได้แยกสกัดยีนของเชื้อ PRSV ที่เรียกว่ายีนห่อหุ้มอนุภาคไวรัสหรือ coat protein gene และนำเข้าไปต่อกับพลาสมิดพาหะเพื่อทำการถ่ายยีนเข้าสู่ส่วนของคัพภะที่ได้จากเมล็ดอ่อนของมะละกอโดยใช้ gene gun จากนั้นทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจนกระทั่งพัฒนาเป็นต้น โดยเรียกต้นที่ได้ว่า “มะละกอดัดแปลงพันธุกรรมสายพันธุ์แขกนวล p116/5 รุ่น R_0” จากการทดสอบความต้านทาน พบว่ามะละกอที่ปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการนี้มีความต้านทานต่อโรคสูงและคงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ประจำพันธุ์ นอกจากนี้ ยังมีความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อ PRSV ได้หลายสายพันธุ์ (broad spectrum resistance) และสามารถส่งถ่ายความต้านทานไปยังลูกหลานจนถึงประชากรรุ่นที่ 5 (R_5)

สถานภาพปัจจุบัน ได้ดำเนินการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของมะละกอที่ดัดแปลงพันธุกรรมรุ่นที่ 5 (R_5) ในระดับโรงเรือนเรียบร้อยแล้ว โดยได้ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมกับมะละกอพันธุ์เดิม เช่น ผลกระทบต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ในการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติของมะละกอ เช่น ไรตัวห้ำ ผลกระทบต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในดิน ผลกระทบที่มีต่อไวรัสชนิดอื่น ผลกระทบต่อพืชปลูกตามหลัง หากมีการอนุญาตให้ปลูกทดสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมในระดับภาคสนาม ศช. มีความพร้อมที่จะปลูกทดสอบมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมได้ทันที

การกำกับดูแลการวิจัยพืชดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศเป็นระบบอาสาสมัคร โดยใช้แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่หรือพันธุวิศวกรรมที่จัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ (Technical Biosafety Committee - TBC) ซึ่งมี ศช. เป็นฝ่ายเลขานุการ นอกจากนี้ TBC ยังได้ดำเนินการเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการกำกับดูแลงานวิจัยและพัฒนาสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมของประเทศให้เป็นไปตามแนวทางปฏิบัติฯ โดยกระตุ้นและสนับสนุนให้หน่วยงานวิจัยภาครัฐ มหาวิทยาลัยต่างๆ และภาคเอกชนที่มีการทดลองวิจัยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ตั้งคณะกรรมการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพของแต่ละสถาบัน (Institutional Biosafety Committee - IBC) ของตนเอง ทั้งยังจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการด้านเทคนิควิทยาการใหม่ รวมถึงกฎระเบียบนานาชาติที่เกี่ยวข้องให้กับ IBC อย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีจำนวน IBC ทั่วประเทศทั้งสิ้น 36 แห่ง

ด้านการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ

การทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรมในภาคสนาม ถือเป็นขั้นตอนที่จำเป็นและมีความสำคัญในการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม แม้ว่ากลไกการขออนุญาตทดสอบภาคสนามของประเทศไทยตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2550 มีขั้นตอนที่ซับซ้อน ทั้งการจัดทำข้อเสนอโครงการ มาตรการในการควบคุม และการรับฟังความเห็นสาธารณะ รวมถึงต้องให้คณะรัฐมนตรีอนุมัติจึงจะดำเนินการได้ แต่กระทรวงเกษตรฯ โดยกรมวิชาการเกษตรยังคงเห็นความจำเป็นในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการในเรื่องดังกล่าว จึงได้ร่วมกับ TBC คณะผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ ศช. ดำเนินการจัดทำข้อเสนอโครงการการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรมภาคสนาม ให้เป็นโครงการทดสอบฯ ที่สามารถสร้างความมั่นใจให้กับสังคมต่อระบบการบริหารจัดการการทดสอบในระดับภาคสนาม และให้ได้ข้อมูลการประเมินความเสี่ยง และความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อให้เป็นพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ได้ดำเนินการทดสอบ ทั้งนี้ ข้อเสนอโครงการทดสอบฯ ภาคสนามได้คัดเลือกพืช

ดัดแปลงพันธุกรรมที่พัฒนาขึ้นมาภายในประเทศ และมีความพร้อมในการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพในระดับภาคสนามมากที่สุด 1 ชนิด คือ มะละกอดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวน เป็นพืชต้นแบบ

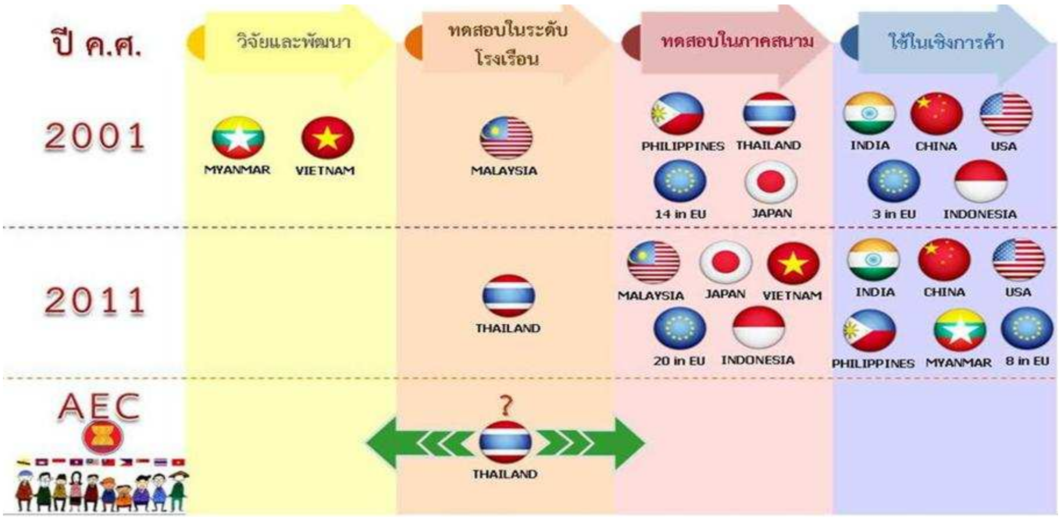
ในระหว่างที่ดำเนินงานตามมติคณะรัฐมนตรี และยังไม่มีการทดสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมในภาคสนามจริง ศช. ได้ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมวิชาการเกษตร สร้างความสามารถในการออกแบบและวางแผนแปลงทดลองภาคสนามของพืชดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้พืชที่ไม่ได้ดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อพัฒนาต้นแบบแปลงทดลองภาคสนามของพืชดัดแปลงพันธุกรรม และสร้างความมั่นใจให้กับสังคมในเรื่องประสิทธิภาพการควบคุมการกระจายละอองเรณูพืชดัดแปลงพันธุกรรมจากแปลงทดลอง ในโครงการการศึกษาชีววิทยาและการกระจายเกสรของมะละกอด้วยคอมพิวเตอร์โมเดลและสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลขั้นต้นเหล่านี้เป็นแนวทางที่นำมาใช้ในการวางแผนแปลงปลูกทดสอบในโครงการต้นแบบการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมภาคสนาม ทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเชิงนโยบายด้านการบริหารจัดการหากมีการอนุญาตให้ทดสอบมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมในอนาคต

ด้านการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ

ในส่วนของการเตรียมความพร้อมในการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพด้านอาหาร ศช. ได้ทำหน้าที่ประเมินความปลอดภัยของอาหารที่ได้จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม และให้ข้อเสนอแนะทางเทคนิคและวิชาการให้กับ อย. เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาความปลอดภัยของอาหารที่ได้จากเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ ภายใต้บันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการเรื่อง “การให้คำปรึกษาสำหรับการประเมินความปลอดภัยของอาหารที่ได้จากเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่” โดย ศช. ใช้กลไกคณะอนุกรรมการเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพด้านอาหาร และ TBC ทั้งยังได้จัดทำหลักสูตรนักประเมินความเสี่ยงพืชดัดแปลงพันธุกรรมด้านสิ่งแวดล้อมและด้านอาหาร เพื่อฝึกและพัฒนาผู้ทำหน้าที่ประเมิน

<u>ประเด็นท้าทายสำหรับประเทศไทย</u>

ปัจจุบันจาก 10 ประเทศ ที่อยู่ในสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Association of South East Asian Nations หรือ *ASEAN*) มีเพียงประเทศไทย ลาว กัมพูชา และประเทศบรูไน ที่ยังไม่มีนโยบายยอมรับการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมในเชิงพาณิชย์ หรือมีนโยบายที่เอื้อให้เกิดการทดสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมในภาคสนาม อย่างไรก็ตาม การย่างเข้าสู่ประชาคมอาเซียนนับแต่บัดนี้จนถึง พ.ศ. 2558 จะเป็นก้าวสำคัญที่ประเทศไทยต้องมีการเตรียมพร้อมในประเด็นดังกล่าว เนื่องจากหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการสร้างประชาคมอาเซียน คือ ส่งเสริมความร่วมมือในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การค้า และการคมนาคม ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ไทยถูกล้อมรอบด้วยประเทศเพื่อนบ้านที่ยอมรับการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม และบางประเทศมีนโยบายสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม จะทำให้**ระบบการผลิตทางการเกษตรของประเทศเพื่อนบ้านมีประสิทธิภาพสูงขึ้นจากการปลูกพืชจีเอ็ม** (เช่น ให้ผลผลิตสูง ทนโรคและแมลง ทนน้ำท่วม/ภาวะแล้ง) ซึ่งอาจส่งผลให้**ประเทศไทยกลายเป็นประเทศผู้ซื้อหรือนำเข้าสินค้าเกษตรบางรายการเพิ่มขึ้น**เนื่องจากไม่สามารถแข่งขันได้ทั้งด้านราคาและปริมาณ ทั้งยังอาจกระทบต่ออุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกอันดับ 3 ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค โดย**ภาคธุรกิจจะไม่สามารถพัฒนาและผลิตเมล็ดพันธุ์พืชจีเอ็มตอบสนองความต้องการของประเทศคู่ค้าที่มีแนวโน้มจะมีความต้องการเมล็ดพันธุ์พืชจีเอ็มมากขึ้น เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด** ซึ่งอาจนำไปสู่การ**ย้ายฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์จากประเทศไทยไปยังประเทศทมีความพร้อมกว่า** เช่น อินโดนีเซีย ที่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์พืชจีเอ็มเพื่อการค้าได้



รูปที่ 7 สถานภาพการวิจัยและพัฒนาและการใช้ประโยชน์พืชดัดแปลงพันธุกรรมของประเทศต่างๆ
ที่มา: ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (พ.ศ. 2555)

ประเทศไทยจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีนโยบายเร่งสร้างความพร้อมในการป้องกัน ควบคุม และกำกับดูแล การใช้ประโยชน์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม รวมทั้ง การสร้างความเข้มแข็งในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเป็นเจ้าของพันธุ์พืชและเทคโนโลยีที่เป็นของไทย เพื่อลดความสูญเสียความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรและอาหาร ควบคู่กับการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแก่สังคมไทย โดยอาจอาศัยกลไกความร่วมมือของประชาคมอาเซียนในการต่อรองขอรับความช่วยเหลือทางเทคนิคจากประเทศพัฒนาแล้ว (North-South Cooperation) ร่วมกัน และการขอใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรเทคโนโลยีจากเจ้าของสิทธิบัตรโดยผ่านความช่วยเหลือจากองค์กรนานาชาติต่างๆ โดยมีข้อเสนอแนวทางการดำเนินงาน ดังนี้

1) มาตรการด้านการเตรียมความพร้อมในการกำกับดูแล

- สร้างความสามารถในการพิสูจน์ความเสียหายที่เกิดจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยสนับสนุนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดค่าพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของประเทศ เช่น ข้อมูลพันธุกรรมระดับยีนของพืชพื้นเมือง พืชท้องถิ่น และพืชเศรษฐกิจ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรม หน่วยงานเจ้าภาพประกอบด้วยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ กระทรวงเกษตรฯ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ หน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัย และภาคมหาวิทยาลัย
- สร้างความสามารถในการควบคุม ดูแล และติดตามตรวจสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่อาจมีการลักลอบนำเข้า โดยการจัดตั้งห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์และยืนยันในพื้นที่ที่มีเขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชุดตรวจ/เครื่องอัตโนมัติเพื่อการตรวจวิเคราะห์ที่รวดเร็ว แม่นยำและสะดวก รวมถึง การพัฒนาระบบเฝ้าระวังที่เป็นเครือข่ายระหว่างห้องปฏิบัติการในพื้นที่และหน่วยปฏิบัติการวิจัยในส่วนกลาง หน่วยงานเจ้าภาพประกอบด้วย กระทรวงเกษตรฯ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ และมหาวิทยาลัยในพื้นที่
- สร้างความพร้อมในการกำกับดูแลความปลอดภัยทางชีวภาพด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมของข้าวโพดและถั่วเหลืองจีเอ็มที่มีนโยบายให้นำเข้ามาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เพื่อเตรียมรองรับพืชดัดแปลงพันธุกรรมอื่นๆ ที่มีแนวโน้มจะมีการใช้เพิ่มขึ้นในอนาคต หน่วยงานเจ้าภาพประกอบด้วยกระทรวงเกษตรฯ กระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

2) มาตรการสร้างความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เป็นของไทย

- กำหนดให้การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและพืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นยุทธศาสตร์ของประเทศ โดยมีแผนที่นำทางที่ระบุพืชยุทธศาสตร์ ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีฐาน และเทคโนโลยีตรวจสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อสร้างความสามารถในการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ผ่านการพิสูจน์ความปลอดภัยทางชีวภาพและพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นของไทย โดยมีเงื่อนไขเชิงนโยบายที่ต้องได้รับการสนับสนุน คือ การมอบให้แก่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกรมวิชาการเกษตรเป็นผู้พิจารณาอนุญาตการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรมในระดับภาคสนาม หน่วยงานเจ้าภาพประกอบด้วยกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กระทรวงเกษตรฯ หน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัย และภาคมหาวิทยาลัย
- สร้างความรู้ความเข้าใจในทุกกลุ่มเป้าหมาย ประชาชนได้รับข้อมูลและมีความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี ทราบถึงประโยชน์และโทษที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน เพื่อให้การตัดสินใจของประชาชนอยู่บนฐานของความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หน่วยงานเจ้าภาพประกอบด้วยกระทรวงศึกษาธิการ ภาคมหาวิทยาลัย กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กระทรวงเกษตรฯ กระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงพาณิชย์

เอกสารอ้างอิง

African Biosafety Network of Expertise. Status of Crop Biotechnology in Africa. Available at http://www.nepadbiosafety.net/for-regulators/resources/subjects/biotechnology/status-of-crop-biotechnology-in-africa

Agrawala, S., Bordier, C., Schreitter, V., Karplus, V. 2012. Adaptation and Innovation: An Analysis of Crop Biotechnology Patent Data, OECD Environment Working Papers, No. 40, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/5k9csvvntt8p-en

Ahuja, I., de Vos, R.C., Bones, A.M, Hall, R.D. 2010. Plant molecular stress responses face climate change. Trends in Plants Science, 15 (12): 664 – 674.

Alexander J. Stein and Emilio Rodríguez-Cerezo. 2009. The global pipeline of new GM crops: Implications of asynchronous approval for international trade. JCR Scientific and Technical Reports.

Conner, A. J, Glare T. R., and Nap, J. 2003. The Release of Genetically Modified Crops into the Environment: Part II Overview of Ecological Risk Assessment. Plant Journal, 33: 19 - 46.

Dodo, H.W., Konan, K.N., Chen, F.C., Egnin, M. and Viquez, O.M. 2007. Alleviating peanut allergy using genetic engineering: the silencing of the immunodominant allergen Ara h 2 leads to its significant reduction and a decrease in peanut allergenicity. Plant Biotechnology Journal, 6 (2): 135 – 145.

GAIN, USDA FAS. 2010. New technologies aiding Burmese cotton farmers , GAIN report no. BM0025, USDA FAS, 3 Nov 2010. Washington D.C., USA

GAIN, USDA FAS. 2012. Philippine Biotechnology Situation and Outlook. Grain Report.

GAIN, USDA FAS. 2012. China: Agricultural Biotechnology Annual 2012. Grain Report Number: CH12046 USDA FAS, 13 July 2012. Washington D.C., USA

Gaskell, G., Allum, N. and Stares, S. 2003. European and Biotechnology in 2002. Eurobarometer 58.0. European Commission, Brussels.

George B. Fuller. 2005. Use and Regulation of Genetically Modified Organisms. Report of the APO Study Meeting on Use and Regulation of Genetically Modified Organisms held in China, 18-23 November 2002.

Goldstein, D.A. and Thomas, J.A. 2004. Biopharmaceuticals derived from genetically modified plants. QJM: An International Journal of Medicine, 97: 705–716

Gomez-Galera, S., Twyman, R.M., Sparrow, P., Van Droogenbroeck, B., Custers, R., Capell, T. and Christou, P. 2012. Field trials and tribulations—making sense of the regulations for experimental field trials of transgenic crops in Europe. Plant Biotechnology Journal, 10: 511 – 523.

Herring, R.J. 2010. Epistemic brokerage in the bio-property narrative: contributions to explaining opposition to transgenic technologies in agriculture. New Biotechnology, 27 (5): 614–622.

International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). 2007. Biotechnology: Adressing Key Trade and Sustainability Issue. 93 pp.

James, C. 2012. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012. ISAAA Brief No. 44 ISAAA: Ithaca, NY.

Swapan K. Datta. 2004. Rice biotechnology: A need for developing countries. AgbioForum, 7 (1&2), 31-35.

Tao Tan, Jintao Zhan and Chao Chen. 2011. The Impact of Commercialization of GM Rice in China. American-Eurasian J. Agri. & Environ. Sci., 10(3): 296-299.

The Royal Society. 2003. Genetically modified plants for food use and human health. http://www.royalsoc.ac.uk/gmplants/. July 2007. 2pp.

Thomas, J.A. and Fuchs, R.L. 2002. Biotechnology and Safety Assessment. Academic press Publishing, California, USA.

Tollefson, J. 2011. Brazil cooks up transgenic bean. Nature. 478: 168.

Tzotzos, G.T., Head, G.P. and Hull R. 2009. Genetically Modified Plants: Assessing Safety and Managing Risk.

World Health Organization . 2004. World 20 Questions on Genetically Modified Food. http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en. 8pp. August 2007.