

โครงการการมีส่วนร่วมของประชาชน  
ในการจัดทำร่างแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เอกสารทางวิชาการ หมายเลข 1

พืชตัดแต่งพันธุกรรม (จีเอ็มโอ) กับสิ่งแวดล้อม

ศาสตราจารย์.ดร.เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม

ได้รับการสนับสนุนจาก

โครงการนโยบายสาธารณะเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี

ดำเนินการโดย มูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ (มสช.)

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กันยายน 2548

## สารบัญ

บทคัดย่อ .....	1
1. ความกังวลเรื่องผลกระทบของจีเอ็มโอ .....	4
2. ความริบร้อนในกระบวนการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการต่อต้าน .....	6
3. อาหารจีเอ็มโอปลอดภัยหรือไม่.....	8
4. พืชจีเอ็มโอเพื่อผลิตยา (Plant-made pharmaceuticals, PMP หรือ Plant pharming) .....	9
5. พืชจีเอ็มโอในสภาพแวดล้อม .....	11
5.1. ผลกระทบต่อพืชอาหารและพืชเกษตรอื่นๆ .....	11
5.2. ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆในระบบนิเวศ .....	20
6. อันตรายต่อทรัพยากรพันธุกรรมเชื้อพันธุ์ข้าวไทยจากข้าวจีเอ็มโอ .....	23
6.1. จากข้าวพันธุ์ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช กลายเป็นข้าววัชพืชที่เป็น “Superweed” .....	29
6.2. ผลกระทบจากข้าวจีเอ็มโอต่อระบบนิเวศในธรรมชาติ .....	30
7. ชีตความสามารถด้านจีเอ็มโอของไทย – ข้อบกพร่องทางนโยบาย .....	34
8. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	40
เอกสารอ้างอิง.....	42

---

---

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	พื้นที่ปลูกพีชจีเอ็มโอในประเทศผู้ปลูกรายใหญ่ และชนิดพีชจีเอ็มโอ พ.ศ. 2547.....	4
ตารางที่ 2	รวมพื้นที่ปลูกพีชจีเอ็มโอ รายชนิด พ.ศ. 2547 .....	5
ตารางที่ 3	พื้นที่ปลูกพีชจีเอ็มโอตามลักษณะพันธุกรรมที่ได้รับการตัดแต่ง.....	18
ตารางที่ 4	ตัวอย่างลักษณะต่างๆที่กำลังถูกพัฒนาในข้าวจีเอ็มโอ .....	32

## สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	การศึกษาผลกระทบของพีชจีเอ็มโอ 4 ชนิดต่อสัตว์ป่า (wildlife) บนเกาะอังกฤษ (FESC & SSC, 2003) .....	21
----------	--	----

---

---

## สารบัญกรอบ

กรอบที่ 1	บทเรียนราคาที่สูงขึ้นล้านจากข้าวโพดสตาร์ลิงค์.....	6
กรอบที่ 2	การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากผีเสื้อโมนาร์คกับข้าวโพดบีที.....	7
กรอบที่ 3	การสื่อสารกำจัดควบคุมวัชพืชในหญ้าไรย์ บทเรียนตั้งแต่ยังไม่มีพีจีเอ็มไอ .....	19
กรอบที่ 4	การประเมินผลกระทบต่อสัตว์ป่าในฟาร์มจากการปลูกทดลองพีจีเอ็มไอทนสารกำจัด วัชพืชในเกาะอังกฤษ (FSE, Farm Scale Evaluation).....	22
กรอบที่ 5	ข้าววัชพืช “ข้าวหาง ข้าวดีด ข้าวแดง” ทุกชนิดใหม่ของชาวนาไทย .....	28

# เอกสารทางวิชาการ เรื่อง

## พืชตัดแต่งพันธุกรรม(จีเอ็มโอ) กับสิ่งแวดล้อม<sup>1</sup>

เสนอต่อ

สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จัดทำโดย

ศาสตราจารย์.ดร.เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การปลูกพืชตัดแต่งพันธุกรรม (จีเอ็มโอ<sup>3</sup>) ในเชิงพาณิชย์ ได้เริ่มมาเป็นที่ 10 แล้ว จากจุดเริ่มต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกเพิ่มเป็นหลายร้อยล้านไร่ และขยายออกไปทั่วโลก ผลผลิตจากพืชจีเอ็มโอเหล่านี้ได้กระจายไปทั่วทุกมุมโลก ในรูปของเมล็ดข้าวโพด เมล็ด น้ำมัน และกาก จากถั่วเหลือง เมล็ดผักกาดน้ำมัน และเมล็ดฝ้าย ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่เลี้ยงด้วยอาหารจีเอ็มโอ รวมทั้งปุ๋ยคอกจากสัตว์เหล่านั้น และในรูปเครื่องแต่งกายและสิ่งทอจากเส้นใยฝ้ายจีเอ็มโอ ในขณะที่เดียวกันความกังวลถึงผลกระทบของจีเอ็มโอก็ได้กระจายไปสู่สาธารณชนมากขึ้น การมีส่วนร่วมในเรื่องพัฒนาการของเทคโนโลยีจีเอ็มโอในระบบการเพาะปลูกนี้ มีบทบาทสำคัญยิ่งในการติดตามตรวจสอบผลกระทบของเทคโนโลยี ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนารูปแบบและระบบการจัดการเทคโนโลยี การเฝ้าระวังอันตรายไปถึงกระบวนการทางพาณิชย์ สังคมและการเมืองที่เกี่ยวข้อง นับว่าเป็นก้าวสำคัญของกระบวนการประชาธิปไตยในกระแสโลกาภิวัตน์ แต่ข้อมูลเกี่ยวกับจีเอ็มโอในสื่อต่างๆ รวมทั้งอินเทอร์เน็ต ส่วนใหญ่ยังแบ่งเป็น 2 ขั้ว คือ ฝ่ายสนับสนุน และฝ่ายต่อต้าน ด้วยองค์ความรู้และ

<sup>1</sup> รายงานการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดทำร่างแผนทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม” ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยมูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ

<sup>2</sup> ศาสตราจารย์ 11 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Fellow, American Association for the Advancement of Science (AAAS)

<sup>3</sup> พืชจีเอ็มโอคือพืชที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยการตัดต่อยีนจากสิ่งมีชีวิตอื่น เช่นจุลินทรีย์ พืชต่างเหล่าต่างวงศ์ สัตว์หรือมนุษย์ โดยวิธีพันธุวิศวกรรม จีเอ็มโอ (GMO, genetically modified organism) เป็นศัพท์ใช้แพร่หลายแต่ผิดความหมาย ในแวดวงวิชาการและอุตสาหกรรมเริ่มเปลี่ยนมาใช้ GE (genetically engineered) แล้ว

ความชำนาญต่างสาขา พุดกันคนละเรื่อง ยากต่อการติดตามและเข้าใจเพื่อตัดสินใจเชิงนโยบาย และสำหรับสาธารณะชนที่ไม่ต้องการคล้อยตามฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดด้วยความเชื่อเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการชั่งชั่งข้อดีข้อเสียบนพื้นฐานความเข้าใจ นอกจากนี้เนื่องจากเทคโนโลยีจีเอ็มโอและวิชาการที่เกี่ยวข้อง มีพัฒนาการก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมาก มีชนิดพืชที่ได้รับการพัฒนาเป็นจีเอ็มโอมากขึ้นทุกวัน มีพื้นที่ปลูกขยายเพิ่มมากขึ้นทุกปีทั่วโลก การปิดกั้นมิให้พืชจีเอ็มโอแพร่กระจายเข้ามาในประเทศคงยากที่จะได้ผล

ประเทศไทยได้ลงทุนไปมากระดับหนึ่ง ในการพัฒนากำลังคนและวิชาการทางเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม แต่โครงสร้าง (institution) กลไก (instrument) ยังขาดบูรณาการ และขีดความสามารถทางวิชาการ (technical competence) ยังขาดความเข้มแข็ง ที่จะกำกับดูแล ใฝ่ระวัง ป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากผลกระทบจีเอ็มโอ ต่อสภาพแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ

เพื่อรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และเพื่อรองรับการกระจายเข้ามาในประเทศของเทคโนโลยี พืช และผลิตภัณฑ์จีเอ็มโอ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ มีความจำเป็นต้องมี

#### 1. การพัฒนาขีดความสามารถทางวิชาการ

1.1. ที่มีบูรณาการสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง อาทิ population ecology, พืชวิทยาและเคมีชีววิทยา ตลอดจน agronomy agroecology และเศรษฐศาสตร์ เข้ากับความรู้อื่นๆทางอณูชีววิทยา และพันธุวิศวกรรม

1.2. สร้างองค์ความรู้เรื่องผลกระทบทั้งด้านบวกและลบของพืชจีเอ็มโอ ต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อมเฉพาะถิ่นของไทย โดยอาจยกเอาเรื่องสำคัญเฉพาะหน้ามาเป็นจุดเริ่มต้น 4 เรื่อง

- ผลกระทบของข้าวจีเอ็มโอต่อแหล่งพันธุกรรมร่วม ข้าวปลูก-ข้าวป่า และการทำนา
- ผลกระทบจากการนำเข้าเมล็ดและกากถั่วเหลืองจีเอ็มโอนอกเหนือไปจากการวิเคราะห์ผลได้ผลเสียทางเศรษฐศาสตร์
- ผลกระทบของมะละกอจีเอ็มโอต้านทานไวรัสจุดต่างวงแหวน รวมถึงตั้งแต่ความปลอดภัยจากการบริโภคผลมะละกอจีเอ็มโอ และผลกระทบต่อแมลงและสัตว์ป่าต่างๆในธรรมชาติ ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบทางเศรษฐศาสตร์
- ข้อดีข้อเสียทางเศรษฐกิจ ทางสุขภาพของเกษตรกร ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากฝ้ายบีบีที่ได้ออกไปสู่แปลงเกษตรกรแล้ว

## 2. การพัฒนาระบบกำกับดูแล ฝักระวัง ป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากผลกระทบจีเอ็มโอ โดย

2.1. นำองค์ความรู้เฉพาะถิ่นจากข้อ 1 มาใช้ประกอบกับ องค์ความรู้จากฐานข้อมูลสากล รวมทั้งระเบียบการสากล เช่น Cartagena Protocol จาก Convention on Biological Diversity (CBD) และอีกส่วนอาจได้มาจากการศึกษารูปแบบของระบบกำกับดูแลในประเทศอื่น ที่มีความแตกต่างใน ระดับการยอมรับ การใช้ การปลูกพืชจีเอ็มโอ ระดับความเข้มงวดในการกำกับดูแล ฝักระวัง จีเอ็มโอ สภาพแวดล้อมทางกายภาพและภูมิประเทศ ที่มีและไม่มีทรัพยากรพันธุกรรมพืชสำคัญ

2.2. ตั้งคณะกรรมการเทคโนโลยีและความปลอดภัยทางชีวภาพระดับชาติ ที่สามารถประสานนโยบาย และอำนาจหน้าที่ของกระทรวงและฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง (อาทิกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฝ่ายออกกฎหมาย) และมีคณะที่ปรึกษาทางวิชาการที่บูรณาการนักวิชาการเฉพาะทางที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญที่ทันสมัย เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ที่มีหน้าที่ให้ข้อมูลแก่ฝ่าย legislation กำหนดระเบียบการใช้จีเอ็มโอ อาทิ

- การทดลอง การผลิต การบริโภค และการนำเข้า พืชจีเอ็มโอ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น
- กลุ่มเสี่ยงสูง เช่น ข้าวและพืชสำคัญทางเศรษฐกิจ พืชที่อาจมีปัญหาผลกระทบต่อแหล่งพันธุกรรม
- กลุ่มเสี่ยงน้อยกว่า และ
- กลุ่มที่ยังขาดข้อมูลเช่นพืชจีเอ็มโอเพื่อการผลิตเภสัชกรรม
- ขอบเขตการรับผิดชอบของเจ้าของเทคโนโลยี
- ต่ออันตรายอันเกิดจากผลกระทบต่อสุขภาพ
- ที่เป็นอันตรายต่อทรัพยากรพันธุกรรม ต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งความเสียหายต่อแปลงข้างเคียงของเพื่อนบ้าน
- ในการให้ข้อพิสูจน์ว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย มียื่นด้านทานสารปฏิชีวนะกลุ่มต่างๆ ตกค้างเร็วไหล มีสารพิษ สารก่อภูมิแพ้ และผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม หรือไม่เท่าใด
- ระดับต่ำสุดของสารพิษ สารพันธุกรรม (เช่น ยีนด้านทานสารปฏิชีวนะกลุ่มต่างๆ) ที่อนุญาตให้มีได้ในอาหาร (องค์การอาหารและยา)

## 1. ความกังวลเรื่องผลกระทบของจีเอ็มโอ

ตั้งแต่มีการเริ่มปลูกฝ้ายจีเอ็มโอเป็นครั้งแรก ในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2539 การปลูกพืชจีเอ็มโอได้เจริญเติบโตมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นทุกปีขยายออกไปในหลายสิบประเทศ และในปี พ.ศ. 2547 มีประเทศที่มีพื้นที่ปลูกตั้งแต่ 6 แสนไร่ขึ้นไปถึง 14 ประเทศ (ตารางที่ 1) จากอัตราการขยายตัวเป็นลขหลักสิบทุกปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 เป็นต้นมา และสูงถึง 20% ในปี 2547 ซึ่งมีพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอรวมทั้งโลกถึง 506 ล้านไร่ ซึ่งเป็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอถึง 300 ล้านไร่ นับว่าถั่วเหลืองเป็นชนิดพืชที่เป็นจีเอ็มโอมากที่สุด ซึ่งมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองทั้งโลกไปแล้ว ตามด้วยข้าวโพด ฝ้าย และผักกาดน้ำมัน (ตารางที่ 2) ความกังวลเรื่องผลกระทบของจีเอ็มโอที่ได้กระจายออกสู่สาธารณชนทั่วไปนั้นจำเป็นต้องแยกแยะ ออกเป็น

1. ผลกระทบจริงที่วัดได้ พิสูจน์ได้ กับ
2. ผลกระทบที่สร้างความกังวล
  - 2.1 ทั้ง ๆ ที่พิสูจน์แล้วว่าไม่มีอันตราย
  - 2.2 ยังไม่ได้มีการพิสูจน์ให้ชัดเจนว่ามีอันตรายจริงหรือไม่

### ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอในประเทศผู้ปลูกรายใหญ่ และชนิดพืชจีเอ็มโอ พ.ศ. 2547

ประเทศ	พื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอ (ล้านไร่)	ชนิดพืชจีเอ็มโอที่ปลูก
สหรัฐอเมริกา	297.5	ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย ผักกาดน้ำมัน
อาร์เจนตินา	101.3	ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย
แคนาดา	33.8	ผักกาดน้ำมัน ข้าวโพด ถั่วเหลือง
บราซิล	31.3	ถั่วเหลือง
จีน	23.1	ฝ้าย
ปารากวัย	7.5	ถั่วเหลือง
อินเดีย	3.1	ฝ้าย
แอฟริกาใต้	3.1	ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฝ้าย
ยูรุกวัย	3.1	ถั่วเหลือง ข้าวโพด
ออสเตรเลีย	1.9	ฝ้าย
โรมาเนีย	1.3	ถั่วเหลือง
เม็กซิโก	0.6	ฝ้าย ถั่วเหลือง
สเปน	0.6	ข้าวโพด
ฟิลิปปินส์	0.6	ข้าวโพด

ที่มา: ISAAA (2005)



## ตารางที่ 2 รวมพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอ รายชนิด พ.ศ. 2547

พืช	พื้นที่ปลูกรวม (ล้านไร่)	พื้นที่ปลูกจีเอ็มโอ	
		% พื้นที่ปลูกรวม	(ล้านไร่)
ถั่วเหลือง	538	56	303
ข้าวโพด	875	14	121
ฝ้าย	200	28	56
ผักกาดน้ำมัน	144	19	27
<b>รวม</b>	<b>1,756</b>	<b>28.8</b>	<b>506</b>

ที่มา: ISAAA (2005)

อันตรายจากพืชจีเอ็มโอมีโอกาสเกิดขึ้นได้สองทางคือ

1. เมื่อการตัดแต่งพันธุกรรมทำให้เกิดสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่นสารพิษหรือสารก่อภูมิแพ้
2. พันธุกรรมต่างเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

นอกจากผลกระทบจริงที่วัดได้ พิสูจน์ได้แล้ว อันตรายจากพืชจีเอ็มโออีกทางหนึ่งคือผลกระทบที่ยังไม่ได้วัด ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเร่งรีบของนักวิจัย หน่วยงานวิจัย เกษตรกร และบริษัทเอกชน เพื่อนำผลงานออกสู่ตลาดและผู้บริโภค ก่อให้เกิดความกังวลและสับสน เข้าใจผิดสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจและธุรกิจ เสี่ยงต่อการเกิดการอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และเกิดกระแสต่อต้านเทคโนโลยีชีวภาพ ดังนั้นก่อนจะพิจารณาถึงเรื่องความปลอดภัยจากจีเอ็มโอในอาหาร และสภาพแวดล้อม จึงจะพูดเรื่องประเด็นความเสี่ยงที่เกิดการรีบเร่งนี้ก่อน

## 2. ความริบร้อนในกระบวนการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการต่อต้านพีซีจีเอ็มโอ

ในระยะเวลาไม่ถึง 10 ปีที่ผ่านมา มีบทเรียนจากอุบัติเหตุจีเอ็มโอที่เกิดจากความริบร้อนนี้หลายเรื่อง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

1. การริบเร่งนำพีซีจีเอ็มโอออกสู่ผู้ใช้โดยมิได้มีการตรวจสอบผลกระทบในทุกแง่มุม ทำให้เกิดความเสียหายมากมายทางเศรษฐกิจและในเชิงธุรกิจ ที่กระทบต่อไปยังระบบการผลิตทั้งหมด รวมทั้งส่วนที่ไม่ได้ใช้พีซีจีเอ็มโอด้วย ดังกรณีของข้าวโพดสตาร์ลิงค์ (กรอบที่ 1)

### กรอบที่ 1. บทเรียนราคาแพงกว่าสีหมื่นล้านจากข้าวโพดสตาร์ลิงค์

ข้าวโพดสตาร์ลิงค์ เป็นข้าวโพดจีเอ็มโอที่ได้รับการตัดแต่งพันธุกรรมให้ทนทานต่อแมลงศัตรูสำคัญในข้าวโพด ของบริษัท Aventis CropScience ที่ได้ทำการจดทะเบียนพีซีจีเอ็มโอที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ใน พ.ศ. 2541 ด้วยกฎเกณฑ์ของสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสหรัฐฯ (EPA) ที่ดำเนินนโยบายให้มีการจดทะเบียนพีซีจีเอ็มโอที่ใช้เป็นอาหารสัตว์แยกออกจากที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์ (split registration) ข้าวโพดสตาร์ลิงค์จึงได้รับการอนุญาตให้ใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ได้ แต่ไม่ได้รับการอนุมัติให้ใช้เป็นอาหารมนุษย์ เพราะมีสารพิษที่ทำให้เกิดภูมิแพ้ (allergen) ได้ในคนบางกลุ่ม แต่เมื่อองค์กรเอกชนและสมาคมผู้บริโภคได้ตรวจพบหลักฐานว่ามีข้าวโพดสตาร์ลิงค์ปะปนอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารมนุษย์หลายชนิด ที่วางขายอยู่ในซูเปอร์มาเก็ต ทำให้มีการณรงค์ประชาสัมพันธ์โจมตีจากฝ่ายต่อต้านจีเอ็มโอ ความตื่นตระหนกของผู้บริโภคที่ตามมาทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจมหาศาล บริษัทผู้ผลิตอาหารหลายรายต้องตามเก็บผลิตภัณฑ์ถึงมากกว่า 300 ชนิด จากผู้ค้าปลีกและตัวแทนโรงงานผลิตแบ่งจากข้าวโพดหลายแห่งต้องถูกปิดลง กระทบถึงการส่งออก ต้องมีการซื้อคืนผลิตภัณฑ์ เป็นที่น่าสังเกตว่าการตื่นตระหนกของผู้บริโภคในครั้งนี้ มีหลักฐานด้านผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์จริง ๆ น้อยมาก สารพิษ (allergen) ตัวการนี้พบว่ามีในผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวโพดเพียงเล็กน้อย และไม่พบเลยในผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดบางชนิด เช่น น้ำมัน และน้ำเชื่อม ข้าวโพดสตาร์ลิงค์นี้แม้จะเป็นเพียงส่วนเล็กน้อยของข้าวโพดเกือบ 200 ล้านไร่ที่ปลูกในสหรัฐฯ ในแต่ละปี แต่ปัญหานี้มีผลกระทบต่อข้าวโพดทั้งระบบตั้งแต่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดไปจนถึงผู้ผลิตอาหารและผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด

- มีการตามเก็บผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดมากกว่า 300 ชนิด คืนจากตลาด
- ประเทศผู้ซื้อปฏิเสธการนำเข้าข้าวโพดจากสหรัฐฯ การส่งออกข้าวโพดลดลง
- ราคาข้าวโพดตกต่ำทั่วสหรัฐอเมริกา
- เกษตรกรในรัฐไอดาโฮรายหนึ่งอ้างว่า ทั้งๆที่เขาไม่ได้ปลูกข้าวโพดจีเอ็มโอ เขาต้องสูญเสียรายได้ไป 10,000 - 15,000 เหรียญสหรัฐฯ เพราะราคาข้าวโพดตกต่ำทั่วประเทศ เนื่องจากผู้นำเข้าปฏิเสธข้าวโพดจากสหรัฐฯ ทั้งหมด
- มีผู้ประเมินความเสียหายครั้งนี้ถึงหนึ่งพันล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือมากกว่าสีหมื่นล้านบาท

หัวใจของบทเรียนนี้ น่าจะเป็นการผูกพันใกล้ชิดแยกกันไม่ออกของระบบการผลิตและใช้ข้าวโพดในอาหารคนและสัตว์ที่ไม่อาจมองข้ามไปได้ ทั้งหมดนี้แสดงถึงจุดอ่อนของระบบควบคุมจีเอ็มโอ และความสลับซับซ้อนของผลกระทบจากจีเอ็มโอ ซึ่งรวมไปถึงระบบธุรกิจและการตลาด แม้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นผู้นำทางการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

ข้อมูลจาก: CBS News, 18 May 2001; Mellon and Rissler (2005); Taylor and Tick (2003); Wall Street Journal, 2000

2. การรื้อฟื้นนำผลงานวิจัยถึงผลกระทบจากจีเอ็มโอมาใช้ประชาสัมพันธ์ และปลุกกระตมการต่อต้าน ของฝ่ายต่อต้านจีเอ็มโอ สร้างความตื่นตระหนกแก่บุคคลทั่วไป มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียระบบการเตือนภัยที่สำคัญนี้ไป ในแบบของเติกส์เลียกและ หากในที่สุดได้มีการพิสูจน์ว่าผลกระทบนั้น มิได้มีหลักฐานในความเป็นจริงแต่อย่างใด อย่างในกรณีของฝี่ลือโมนาร์ค (กรอบที่ 2)

### กรอบที่ 2. การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากฝี่ลือโมนาร์คกับข้าวโพดบีบี

ฝี่ลือโมนาร์คเป็นสัตว์สวยงามที่เป็นที่สนใจและชื่นชอบโปรดปรานในหมู่ผู้รักธรรมชาติ เป็นสัญลักษณ์ของการอนุรักษ์ธรรมชาติในทวีปอเมริกา เพราะลักษณะการอพยพย้ายถิ่นเป็นฝูงใหญ่จากรัฐทางเหนือของสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดาฤดูใบไม้ร่วง ลงใต้ไปบริเวณภูเขาแถบตอนกลางของเม็กซิโก ที่ในฤดูหนาวจะพบฝี่ลือเหล่านี้จำนวนเป็นแสนเป็นล้านตัวเกาะอยู่ตามต้นไม้ จนมองเห็นต้นไม้เป็นสีส้มสลัดดำของฝี่ลือเท่านั้น เมื่อถึงฤดูใบไม้ผลิจึงบินกลับขึ้นทางเหนือเพื่อออกไข่ วนเวียนอยู่อย่างนี้มาช้านานปี

รายงานผลการวิจัยจากมหาวิทยาลัยคอร์เนล ว่าละอองเรณูจากข้าวโพดจีเอ็มโอที่มียีนสร้างสารฆ่าแมลง (ข้าวโพดบีบี ที่ใช้ป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชโดยวิธีทางเคมี) เป็นอันตรายต่อตัวอ่อนคือหนอนฝี่ลือโมนาร์ค จึงได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากผู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องความปลอดภัยของพืชจีเอ็มโอ มีการรายงานข่าวเรื่องนี้ในสื่อต่างๆมากมาย ที่พาดหัวว่า “ข้าวโพดบีบีฆ่าหนอนฝี่ลือโมนาร์ค”

แต่รายงานในสื่อทั่วไปขาดรายละเอียดสำคัญจากการทดลองนี้ที่ได้รายงานไว้อย่างชัดเจนในรายงานวิชาการและจดหมายข่าวจากมหาวิทยาลัยคอร์เนล คือ ผลกระทบดังกล่าวได้มาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ หนอนฝี่ลือที่เลี้ยงด้วยใบมีล็ควิด (Milk weed อาหารปกติของหนอนฝี่ลือโมนาร์ค) ไรด้วยละอองเรณูจากข้าวโพดบีบี กินอาหารน้อยและโตช้ากว่าหนอนที่กินใบมีล็ควิดที่ไม่มีละอองเรณูข้าวโพดบีบี และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าหนอนฝี่ลือถูกบังคับให้กินใบมีล็ควิดไรด้วยละอองเรณูจากข้าวโพดบีบีที่ตายไปมากกว่าครึ่ง ในขณะที่หนอนที่เลี้ยงด้วยใบมีล็ควิดที่ไม่มีละอองเรณูข้าวโพดบีบียังมีชีวิตอยู่ทั้งหมด

อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้และความตื่นตระหนกของสาธารณะชนที่ตามมา นับว่ามีบทบาทความสำคัญในการกระตุ้นให้มีการศึกษาผลกระทบจากข้าวโพดบีบีต่อฝี่ลือโมนาร์คต่อไปอีก ในบริบทของสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และนิสัยการกินอาหารของฝี่ลือและหนอนตามปกติ ซึ่งในที่สุดก็ได้พิสูจน์และเป็นที่ยอมรับว่าข้าวโพดบีบีที่มีอันตรายต่อฝี่ลือโมนาร์คน้อยมาก และระเบียบการวิจัยเรื่องข้าวโพดบีบีที่กับฝี่ลือโมนาร์คนี้ ถือเป็นตัวอย่างและต้นแบบสำคัญอันหนึ่งในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากพืชจีเอ็มโอต่อสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ อย่างจริงจังและเข้มงวด

ข้อมูลจาก Cornell News, 1999; Losey et al (1999); USDA ARS (2005)

3. การกระจายของพืชจีเอ็มโอสู่แปลงเกษตรกรจากแปลงทดลองอย่างไม่เป็นทางการ ประเทศไทยประวัติของการหลุดฝ้ายและมะละกอจีเอ็มโอที่หลุดออกไปจากแปลงทดลอง (ผู้จัดการออนไลน์ 1 มิถุนายน 2548) ในประเทศจีนมีรายงานว่าได้พบข้าวจีเอ็มโอในแปลงเกษตรกรแล้วทั้งๆที่ยังไม่มีการอนุมัติอย่างเป็นทางการให้ปลูกได้ (Greenpeace, 2005b) ทั้งหมดนี้ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของเกษตรกรผู้ใช้ประโยชน์จากพืชจีเอ็มโอ แต่อีกทางหนึ่งอาจถือว่าเป็นความประมาทและบกพร่องของฝ่ายวิจัยและพัฒนา ที่ขาดมาตรการป้องกันการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์และพันธุกรรม

### 3. อาหารจีเอ็มโอปลอดภัยหรือไม่

ความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในอาหารจีเอ็มโอส่วนใหญ่มีพื้นฐานจากความกลัวมากกว่าความเป็นจริง หลักฐานการเป็นพิษของอาหารที่ประกอบด้วยพืชจีเอ็มโอที่มีอยู่แทบทั้งหมดเกี่ยวกับสารพิษและสารที่ก่ออาการแพ้ (allergen) ในคนบางกลุ่ม ซึ่งเกิดขึ้นในอาหารตามธรรมชาติอยู่แล้วที่บางคนแพ้นม แพ้ถั่วลิสง แพ้โปรตีนในข้าวสาลี แพ้อาหารทะเล แพ้ละอองเรณูจากดอกไม้ และอื่นๆ งานวิจัยง่ายๆที่น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเพื่อประโยชน์ส่วนรวม คือ การประเมินความเสี่ยง ที่เปรียบเทียบอัตราการแพ้อาหารจากจีเอ็มโอและอาหารธรรมชาติ ยา รักษาโรค สมุนไพร และสิ่งอื่นๆที่มีการบริโภคกันอยู่แล้วทุกวันและมีข่าวการเป็นพิษอยู่บ่อยๆ อาทิ เห็ด เหง้า ยานอนหลับ เป็นต้น

ในการประเมินความเสี่ยงต่อผลกระทบจากพืชจีเอ็มโอ ราชสมาคมอังกฤษ (The Royal Society, 2002) ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความปลอดภัยในอาหารจีเอ็มโอ 3 ข้อ คือ

1. ตามหลักการความเสี่ยงต่อการเกิดภูมิแพ้ การบริโภคอาหารจีเอ็มโอ น่าจะไม่แตกต่างไปจากอาหารแปลกๆ (novel foods) รวมทั้งอาหารเสริมต่างๆ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ
2. ดีเอ็นเอจากไวรัสที่นำมาใช้ในทางพันธุวิศวกรรม เป็นสาเหตุหนึ่งของความกังวลเรื่องความปลอดภัยในอาหารจีเอ็มโอ แต่เมื่อได้พิจารณาหลักฐานอย่างถี่ถ้วนแล้ว สรุปได้ว่าความเสี่ยงต่ออันตรายจากดีเอ็นเอจากไวรัสเชื่อว่ามีน้อยมาก
3. หลายคนกลัวว่าดีเอ็นเอจากไวรัสนี้ เมื่อรับประทานเข้าไปจะสามารถไปเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมของผู้บริโภค แต่ความเป็นจริงคือในอาหารของคนและสัตว์ที่บริโภคเข้าไปทุกมื้อทุกวัน ประกอบด้วยดีเอ็นเอในเซลล์พืชและสัตว์ที่เราใช้เป็นอาหาร และยังมีแบคทีเรีย ไวรัสและเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่และแฝงเข้าไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความกังวลในอันตรายจากการบริโภคดีเอ็นเอไวรัสในอาหารจีเอ็มโอนี้น่าลดลงไปได้มาก เมื่อพิจารณาถึงการบริโภคดีเอ็นเอจากสิ่งมีชีวิตทั้งหลายทั้งมวลที่มีประวัติศาสตร์การบริโภคอันยาวนานมากหลายล้านปี โดยไม่ปรากฏว่ามีอันตรายแต่อย่างใด

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะจากราชสมาคมฯว่า เนื่องจากมีสารพิษมากมายอยู่ในสมุนไพรและอาหาร “ธรรมชาติ” อาหารเสริมอาหารสุขภาพ และอาหารอินทรีย์ต่างๆ สมควรได้รับการตรวจสอบเข้มงวด ในระดับเดียวกันที่ได้มีการบังคับใช้ในการตรวจสอบอาหารเลี้ยงทารก

คณะทำงานทางวิทยาศาสตร์ของสหภาพยุโรป (OSP European Food Safety Authority, 2004) ลงความเห็นทำนองเดียวกัน ว่ามีความเสี่ยงต่ำมาก ต่อการเกิดอันตรายจากยีนเครื่องหมายที่มีความต้านทานสารปฏิชีวนะ (antibiotic resistance marker genes, ARMGS) ที่ใช้ในการพันธุวิศวกรรมและสร้างพืชจีเอ็มโอ เมื่อพิจารณาว่าในโลกที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างแพร่หลาย ในการรักษาโรคทั้งคนและสัตว์ และในการปศุสัตว์แบบเข้มข้น มีการเกิดการดื้อยาปฏิชีวนะจากการกลายพันธุ์ของเชื้อโรคต่างๆอยู่แล้วตลอดเวลา ประเด็นสำคัญของผลกระทบจากเครื่องหมายพันธุกรรม

ที่มีความต้านทานสารปฏิชีวนะในจีเอ็มโอ คือการที่ความต้านทานต่อสารปฏิชีวนะนี้จะหลุดไปสู่ประชากรจุลินทรีย์ในธรรมชาติโดยการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรม (horizontal gene transfer) แต่การแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมนี้เป็นกระบวนการชีวภาพในจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเป็นปกติธรรมดาในธรรมชาติ อย่างไรก็ตามคณะทำงานนี้ได้เสนอว่าหากจะคำนึงถึงความสำคัญของยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดต่อการรักษาโรค ควรจำแนกเครื่องหมายยีนตามสารปฏิชีวนะที่เกี่ยวข้องเป็น 3 กลุ่มคือ

**กลุ่มที่ 1** คานามัยซินและไฮโกรมัยซิน (kanamycin, hygromycin) ยีน nptII ที่ต้านทานคานามัยซิน มีประวัติการใช้ในพืชจีเอ็มโอมานาน 13 ปี ยาคานามัยซินและไฮโกรมัยซิน มีประวัติการใช้ในทางการแพทย์ทั้งสำหรับคนและสัตว์มานานกว่านั้นอีก ในปัจจุบันพบยีน nptII นี้ได้ในจุลินทรีย์ทั่วไปในธรรมชาติ รวมทั้งในคนและสัตว์ จึงไม่มีเหตุผลใดที่จะห้ามมิให้เครื่องหมายยีนที่ต้านทานยากกลุ่มนี้ มิให้มีปรากฏในพืชจีเอ็มโอที่มีการทดลองในแปลงหรือในอาหาร

**กลุ่มที่ 2** chloramphenicol, ampicillin, streptomycin and spectinomycin อนุญาตให้มียีนต้านทานยาเหล่านี้ปรากฏในพืชจีเอ็มโอที่มีการทดลองในแปลง แต่ห้ามมิให้มีในอาหาร

**กลุ่มที่ 3** amikacin and tetracyclines ไม่อนุญาตให้มียีนต้านทานยาเหล่านี้ปรากฏในพืชจีเอ็มโอ

อย่างไรก็ตามเนื่องจากพืชจีเอ็มโอทั้งหมดเกือบ 300 ล้านไร่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่นั้นใช้เป็นอาหารสัตว์โดยเฉพาะข้าวโพด และถั่วเหลือง การติดตามผลในกลุ่มคนผู้ใช้พืชจีเอ็มโอเหล่านี้เป็นอาหาร ติดต่อกันเป็นเวลาหลายปี ไม่ว่าจะเป็นเมล็ดถั่วเหลือง โปรตีนจากถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันเมล็ดฝักกาด และผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวโพด เป็นโอกาสดีที่จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเพื่อคนหมู่มากในระดับประเทศ และนานาชาติ

#### 4. พืชจีเอ็มโอเพื่อผลิตยา (Plant-made pharmaceuticals, PMP หรือ Plant pharming)

มียาราคาแพงหลายชนิดใช้อยู่ทั่วโลก (Insulin, human growth hormone, human interferon) ที่มาจากจุลินทรีย์จีเอ็มโอ การผลิตยาจากจุลินทรีย์อีโคไลที่ได้รับการดัดแปลงยีนให้สร้างอินซูลิน มีการผลิตเป็นการค้าตั้งแต่ พ.ศ. 2515 หรือยาจากจุลินทรีย์จีเอ็มโออื่นๆ เป็นกระบวนการอุตสาหกรรมแบบปิด ที่สามารถควบคุมผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้อย่างเข้มงวด แต่การผลิตยาจากพืชจีเอ็มโอ (plant-made pharmaceuticals, PMP หรือ plant pharming) นับว่าเป็นเรื่องใหม่ การผลิตยาจากพืชจีเอ็มโอในเชิงพาณิชย์ที่เริ่มในประเทศสหรัฐอเมริกาใน พ.ศ.2544 ได้ประสบปัญหาเรื่องผลกระทบในหลายด้าน ที่แสดงถึงความสลับซับซ้อนของผลกระทบจากพืชจีเอ็มโอ ที่สามารถก่อความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ ตั้งแต่ยังไม่ทันได้พิสูจน์ว่าจะมีอันตรายจริงหรือไม่

1. กรณีของข้าวโพดจีเอ็มโอ ProdiGene ซึ่งได้รับการตัดแต่งยีนให้ผลิตวัคซีน โพรตีนทางการแพทย์ และเอนไซม์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด ที่ปลูกทดลองในแปลงในรัฐเนบราสกาในปี 2001 ที่บริษัทผู้ผลิตได้ละเลยที่จะปฏิบัติตามข้อบังคับอย่างเคร่งครัด ปลปล่อยให้เมล็ดข้าวโพดจีเอ็มโอที่ตกค้างอยู่ในแปลง งอก เจริญเติบโต ออกฝักและติดเมล็ด ในแปลงถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูถัดไป แต่บังเอิญถั่วเหลือง 14 ต้นที่เก็บเกี่ยวจากแปลงนี้ถูกนำส่งไซโล และปะปนไปกับถั่วเหลืองอื่นอีก 14,000 ต้น และเกิดปัญหาเดียวกันซ้ำอีก ในรัฐโอไอวาปี 2002 (New Scientist 2002; BioTrek Wisconsin 2003) เป็นเหตุให้บริษัท ProdiGene

- ถูกปรับโดยกระทรวงเกษตรสหรัฐฯ (USDA) ร่วมกับองค์การอาหารและยาสหรัฐฯ (FDA) รวมเป็นเงิน 250,000 เหรียญสหรัฐฯ
- ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อและทำลายถั่วเหลือง”ที่มีปัญหา” เป็นเงิน 2 ล้าน 7 แสน เหรียญสหรัฐฯ และ
- ยังต้องวางเงินอีก 1 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพื่อประกันว่าต่อไปบริษัทจะปฏิบัติตามข้อบังคับอย่างเคร่งครัดในการปลูกทดลองและเก็บเกี่ยวพืชจีเอ็มโอทางยา (CENEAR 2002)

**สังเกต** ว่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นเงิน 4 ล้านเหรียญนี้เกิดขึ้นทั้งๆที่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าข้าวโพดที่ปนเปื้อนถั่วเหลืองเป็นจีเอ็มโอ หรือไม่

2. บริษัทไบโอเทคเวเนเทรีย (Ventria Biosciences) ซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองซาคราเมนโต แคลิฟอร์เนีย จำเป็นต้องยกเลิกแผนการปลูกข้าวจีเอ็มโอเพื่อผลิตยาไปในฤดูปลูก 2548 นี้ (Bay 2005) เมื่อแผนการปลูกข้าวจีเอ็มโอที่มียีนมนุษย์เพื่อผลิตยาพบอุปสรรค

- แผนการปลูกข้าวจีเอ็มโอในพื้นที่มากกว่า 2,500 ไร่ ในเขตแคลิฟอร์เนียใต้ ซึ่งห่างไกลจากพื้นที่ปลูกข้าวหลักของรัฐบริเวณ ซาคราเมนโต แวลลีย์ ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการที่ปรึกษา แต่ถูกปฏิเสธจากกระทรวงเกษตรแคลิฟอร์เนีย และกระทรวงเกษตรสหรัฐฯ (USDA) ถูกสมาคมผู้ค้าข้าวญี่ปุ่นชูว่าจะไม่นำเข้าข้าวจากแคลิฟอร์เนีย หากมีการปลูกข้าวจีเอ็มโอผลิตยา
- เวเนเทรียย้ายไปยื่นขอปลูกข้าวผลิตยานี้ในพื้นที่ 5,000 ไร่ในรัฐมิสซูรีแทน โดยการลงนามทำสัญญากับมหาวิทยาลัย Northwest Missouri State University ที่จะร่วมกันทำวิจัยและพัฒนาธุรกิจปลูกพืชเพื่อเภสัชกรรม (pharming) ในพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐมิสซูรี แต่แผนนี้ก็ต้องตกไป เมื่อถูกคัดค้านโดย Anheuser-Busch บริษัทเบียร์ยักษ์ใหญ่ และ Riceland Foods Inc โรงสีข้าวใหญ่ที่สุดในโลกและซึ่งเป็นผู้ซื้อข้าวรายใหญ่ที่สุดของรัฐ ข้อกังวลของผู้ผลิตเบียร์ Budweiser (Buds) ซึ่งใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบหนึ่งในการผลิตไลท์เบียร์ และโรงสีข้าวคือผลกระทบทางการตลาดหากผู้บริโภคปฏิเสธการมีส่วนของมนุษย์อยู่ในเบียร์ หรือข้าวจะเป็นยีน เอนไซม์ หรือโปรตีนก็ตาม ซึ่งอาจเป็นเรื่องของความรู้สึกมากกว่าอันตรายจริง

นอกจากผลกระทบต่อความรู้สึกซึ่งมีความสำคัญในทางการตลาดแล้ว การปลูกพีชจีเอ็มโอที่ใช้เป็นโรงงานเภสัชกรรมนี้ ยังเป็นสาเหตุของความกังวลว่าอาจมีความเสี่ยงต่ออันตรายจริงๆ เหมือนกับพีชจีเอ็มโอที่เป็นพืชอาหารและพืชเกษตรทั่วไปด้านหนึ่ง และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากยีนต่างเหล่ารวมทั้งยีนของมนุษย์ต่อสภาพแวดล้อมอีกด้านหนึ่ง (Consumer Union 2005) ในผลกระทบส่วนหลังนี้จำเป็นต้องวิเคราะห์เป็นรายๆ ไป แต่ในขั้นนี้อาจสรุปไว้กว้างๆ ดังต่อไปนี้

- ผลกระทบจากสารที่เป็นตัวยาที่อาจก่อให้เกิดภูมิแพ้เมื่อเข้าไปปนเปื้อนอยู่ในพืชอาหาร
- ตัวยาที่ได้จากพีชจีเอ็มโอมีคุณสมบัติในบางส่วนแตกต่างไปจากสารประกอบโปรตีน หรือ เอนไซม์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น เอนไซม์แลคโตเฟอรินที่ผลิตจากข้าวจีเอ็มโอมีระบบ glycosylation แตกต่างไปจากแลคโตเฟอรินอยู่ในนมแม่ (Pearson, 2002) จึงอาจมีผลทางสุขภาพแตกต่างกัน
- ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในประชากรจุลินทรีย์ รวมทั้งการผ่าเหล่าของที่อาจทำให้จุลินทรีย์ธรรมดาทั่วไปเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ สามารถก่อโรคร้ายขึ้นได้ในคนหรือสัตว์
- ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ตลอดจนจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ในการเกิดโรคในสัตว์ป่า เช่น นก หูก และที่จะย้อนกลับมาเป็นโรคติดต่อร้ายแรงในคน ในทำนองเดียวกับใช้หวัดนก

## 5. พีชจีเอ็มโอในสภาพแวดล้อม

ผลกระทบของพีชจีเอ็มโอต่อสภาพแวดล้อมแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มคือ

1. ผลกระทบต่อพืชอาหารและพืชเกษตรอื่นๆ และ
2. ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในระบบนิเวศ

### 5.1. ผลกระทบต่อพืชอาหารและพืชเกษตรอื่น ๆ

การปลูกพีชจีเอ็มโอมีผลกระทบสองทางที่เชื่อมโยงกัน คือผลกระทบโดยตรงต่อพืชที่ปลูกและโดยอ้อมในทางเศรษฐกิจ ผลกระทบโดยตรงต่อพืชอาหารและพืชเกษตรอื่นๆ มีสาเหตุมาจากการปนเปื้อน ซึ่งแยกตามลักษณะของการปนเปื้อนออกได้เป็นสองแบบคือ

- แบบที่หนึ่งเกิดการปะปนผลผลิตที่เป็นจีเอ็มโอลงไปในผลผลิตที่ไม่ใช่จีเอ็มโอ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้โดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ตั้งแต่ระดับไร่นา ตลอดระยะทางของขั้นตอนการขนส่ง การแปรรูป การตลาด จนถึงผู้บริโภค ดังกรณีของข้าวโพดสตาร์ลิ่งค์ (กรอบที่ 1) และ
- แบบที่สองเกิดจากการปนเปื้อนในระดับพันธุกรรม ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการแลกเปลี่ยนยีนตามธรรมชาติระหว่างพืชชนิดเดียวกันที่เป็นจีเอ็มโอและไม่เป็นจีเอ็มโอ ซึ่งมีผลกระทบต่อผลผลิตในแบบเดียวกับการปะปนลงไปในผลผลิตโดยตรง และการปนเปื้อนในระบบพันธุกรรม

ในสภาพการตลาดปัจจุบันที่มีผู้บริโภคและตลาดทั้งส่งออกและในประเทศ แบ่งออกเป็นที่ยอมรับและไม่ยอมรับจีเอ็มโอ แม้มีเพียง "ข้าวลีอ" การปนเปื้อนจีเอ็มโอ ก็มีผลเสียหายทางธุรกิจที่ชัดเจนและลุกลามไปถึงส่วนของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่ไม่เป็นจีเอ็มโอจากแหล่งหรือประเทศเดียวกัน ดังมีรายงานว่าผู้นำเข้าในยุโรปปฏิเสธมะละกอลงจากเมืองไทย เมื่อมีข่าวการหลุดว่ามะละกอจีเอ็มโอได้หลุดออกไปจากแปลงทดลอง (เดลินิวส์ วันที่ 17 กันยายน 2547) แต่ในระดับนโยบาย การยอมรับหรือปฏิเสธมะละกอจีเอ็มโอคงต้องมีการพิจารณาให้รอบคอบกว่านี้ว่ามีผลกระทบในการเป็นพิษในอาหารจริงหรือไม่ และหากไม่พบสารก่อภูมิแพ้จากจีเอ็มโอในมะละกอทั้งดิบและสุกจริง คงต้องพิจารณาต่อไปว่าตลาดมะละกอของเราส่วนใหญ่อยู่ที่ไหน ผู้บริโภคมะละกอส่วนใหญ่ยอมรับมะละกอจีเอ็มโอได้หรือไม่หากพิสูจน์ได้ชัดเจน ได้รับการรับรองจาก องค์การอาหารและยา (อย.) ว่าไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะหากมีส่วนต่างของราคามากเกี่ยวข้อง เช่น หากมะละกอจีเอ็มโอทั้งสุกและดิบได้รับการรับรองจาก อย. ว่าไม่มีสารก่อภูมิแพ้ ผู้บริโภคจะเลือกเอาอย่างไร ระหว่าง ราคาส่วนต่างสมมติต่อไปนี้

- ส้มตำจีเอ็มโอราคาจานละ 20 บาท หรือ ส้มตำไม่จีเอ็มโอราคาจานละ 100 บาท
- มะละกอสุกที่ปอกขาย จีเอ็มโอถุงละ 10 บาท กับไม่จีเอ็มโอถุงละ 50 บาท
- ทำนองเดียวกันเกษตรกรก็สามารถตัดสินใจได้เองจากต้นทุนและผลกำไร ว่าการใช้มะละกอจีเอ็มโอจะเพิ่มผลตอบแทนจากการปลูกมะละกอได้หรือไม่

ความเสี่ยงต่อการถูกปนเปื้อนจากพืชจีเอ็มโอของผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกพืชที่ไม่ได้ตัดแต่งพันธุกรรมนั้นว่ามีสูงมาก จากการปะปนของผลผลิต และการผสมเกสรข้าม หลายคนนึกว่าการผสมข้ามนี้เป็นปัญหาเฉพาะพืชที่มีดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่แยกกัน เช่น ข้าวโพด และมะละกอ แต่การผสมข้ามในอัตราต่ำมากเพียง 0.1% (ที่เชื่อว่าเกิดขึ้นตามปกติในพืชผสมในตัวเองเช่นข้าว) ในพืชผสมพันธุ์ในดอกเดียวกัน อาจมีผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบพันธุกรรมได้มหาศาล เพราะในพื้นที่แปลงเพียง 1 ตารางเมตร ที่มีจำนวนดอกนับหมื่นถึงแสนดอก ซึ่งหมายถึงโอกาสผสมข้ามใน 10 ถึง 100 ดอก ซึ่งได้ลูกผสม 10 ถึง 100 เมล็ด และมีโอกาสเพิ่มสูงขึ้นอีกมากกว่านี้หลายเท่าโดยพาหะผสมเกสร เช่น ผึ้ง แมลงอื่นๆ นก ค้างคาว ฯลฯ ความขาดแคลนองค์ความรู้พื้นฐานทางชีวและนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องของพืชสำคัญของประเทศไทย เช่นว่า

- มีอัตราการผสมข้ามจริงๆเท่าใด และ
- ในท้องถิ่นมีพาหะช่วยผสมเกสรข้ามเหล่าข้ามดอกชนิดใดบ้าง
- แมลงพาหะแต่ละชนิดมีรัศมีของการหาอาหารเป็นอาณาเขตกว้างขวางเท่าใด
- พาหะช่วยผสมเกสรในท้องถิ่นช่วยให้การผสมข้ามมีอัตราเพิ่มขึ้นได้เท่าใด
- เป็นข้อจำกัดทางความรู้สำคัญ ที่จำเป็นต้องสร้างขึ้นเองในประเทศ ไม่อาจจะหวังพึ่งพาหยิบยืมตำราองค์ความรู้จากนอกประเทศ หรืออาศัยผู้รู้อื่นในโลกนี้จะบอกเราได้



การผสมข้ามเป็นกระบวนการทางชีวภาพที่สำคัญต่อวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต นอกจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์พืชชนิดเดียวกันแล้ว ยังมีการผสมข้ามระหว่างพืชปลูกกับพืชป่าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกันด้วย (ดูตัวอย่างเรื่องการผสมข้ามระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกในตอนต่อไป) นอกจากผลกระทบจากการปนเปื้อนต่อผลิตภัณฑ์ที่จะนำสู่ตลาดแล้ว ความกังวลในเรื่องผลกระทบของการผสมข้ามกับพืชจีเอ็มโอมีสองแบบ คือ

1. ความกังวลเกี่ยวกับการรักษาความ “บริสุทธิ์” ในพันธุกรรมของพืชพื้นเมือง
2. ความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่ตามมา

สำหรับความกังวลในข้อที่หนึ่ง เกี่ยวกับการรักษาความ “บริสุทธิ์” ในพันธุกรรมของพืชพื้นเมือง<sup>4</sup> นั้นคงต้องบอกว่าสายไปหลายพันปี นานเท่ากับที่ได้มีการเพาะปลูก สำหรับท่านที่มีความกังวลห่วงใยในเรื่องนี้ จำเป็นต้องทำความเข้าใจว่า พันธุกรรมของพืชพื้นเมืองที่บริสุทธิ์นั้นไม่มี เชื้อพันธุ์พื้นเมืองของพืชเกษตรเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงและวิวัฒนาการไปตามกาลเวลา ซึ่งแตกต่างไปจากมรดกทางวัฒนธรรม เช่น โบราณสถาน โบราณวัตถุ พระพุทธรูป เพชรนิลจินดา และสิ่งของมีค่าที่ไม่มีชีวิตต่าง ๆ ที่คงรูปเดิมและเสื่อมไปตามกาลเวลา อีกทั้งยังแตกต่างไปจากพืชและสัตว์ป่าหายากที่ต้องการอนุรักษ์ไว้มิให้สูญพันธุ์ เช่น ปลาบึก เสือ ช้าง หรือหมีแพนด้า เพราะเชื้อพันธุ์พื้นเมืองโดยเฉพาะพืชเกษตร เป็นส่วนสำคัญของระบบการเพาะปลูกที่มีได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ กระบวนการที่ทำให้พันธุกรรมพืชพื้นเมืองเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา มีทั้งทางชีวภาพและเศรษฐกิจและสังคม อาทิ

- การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม โดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์พืชปลูก ระหว่างพืชปลูกและพืชป่าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน ที่ดำเนินมาตลอดเวลาที่นานกว่าหมื่นปีที่มีการเพาะปลูก
- การคัดเลือกพันธุ์ การเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ที่ปลูก โดยเกษตรกร
- การเปลี่ยนแปลงทางนิเวศ โดยเฉพาะโรคและแมลงใหม่ๆ
- มีเทคโนโลยีและวิธีการจัดการใหม่ๆ เช่น การพัฒนาระบบชลประทาน การใช้ปุ๋ย เคมีเกษตร ฯลฯ
- การกระจายของพันธุ์พืช ไปพร้อมกับการอพยพย้ายถิ่นของเกษตรกร ในระยะทางไกล เวลาสั้นเช่นการแต่งงานข้ามหมู่บ้านและจังหวัด และในระยะไกลเวลานับเป็นชั่วอายุคน เช่นการอพยพของชนชาติต่างๆเข้ามาในพื้นที่ประเทศไทยปัจจุบัน

<sup>4</sup> ส่วนใหญ่เป็นพืชเกษตร หรือ “DOMESTICATED SPECIES” แต่อาจจะเป็น “SEMI-DOMESTICATED” หรือ “WILD SPECIES” ที่สำคัญก็ได้ ขาเป็นตัวอย่างที่มีได้ทั้ง ๓ แบบ

เชื้อพันธุ์พื้นเมืองโดยเฉพาะพืชเกษตรจึงมีใช้สิ่งคงที่ตายตัวที่จะรักษาไว้ให้คงรูปเดิมตลอดไป แต่ต้องมีวิวัฒนาการไปพร้อมกับระบบเศรษฐกิจและสังคมที่ต้องพัฒนาไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ลักษณะที่สำคัญของแต่ละพืชที่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรและผู้บริโภค จึงต้องเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขทางเทคโนโลยี สภาพแวดล้อม การจัดการ และความต้องการรสนิยมของผู้ใช้ ลักษณะที่สำคัญในในอดีตอาจมีความสำคัญลดลงหรือไม่จำเป็นอีกต่อไป มีลักษณะสำคัญใหม่ๆมาแทนที่ อาทิเช่น

- การศึกษาแลกเปลี่ยนจากอิฐโบราณได้ข้อสรุปว่ามีการเปลี่ยนแปลงชนิดข้าวที่ปลูกเป็นส่วนใหญ่จากข้าวเมล็ดป้อมในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11-16 มีข้าวเมล็ดเรียวยเพิ่มขึ้นในช่วงพุทธศตวรรษที่ 16-23 ตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 23 เป็นต้นมาพบข้าวเมล็ดเรียวยเป็นส่วนใหญ่ในภาคกลาง และพบข้าวเมล็ดป้อมเฉพาะภาคเหนือและภาคอีสาน (Watabe et al, 1970)
- ความสามารถปรับตัวต่อสภาพน้ำลึกแบบต่างๆ (ระดับความลึก ระยะเวลาของน้ำลึก ความเร็วในการขึ้นลงของน้ำ) เป็นลักษณะสำคัญของข้าวที่จำเป็นในนาในทุ่งเจ้าพระยามาแต่โบราณกาล แต่ความสำคัญของลักษณะเหล่านี้หมดไปจากพื้นที่นาหลายล้านไร่เมื่อมีการพัฒนาระบบชลประทาน ตั้งแต่ประมาณ พ.ศ. 2515 เป็นต้นมา และการไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง ความสามารถมีดอกสร้างผลผลิตได้ตลอดปี กลายมาเป็นลักษณะที่ต้องการในหลายพื้นที่ที่มีน้ำทำนาปรังได้
- ลักษณะของเมล็ดข้าวที่นิยมในสมัยที่ยังไม่มีโรงสีข้าวคือมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่ไม่แน่นเกินไป สามารถทำให้หลุดได้ไม่ยากด้วยการข้อมด้วยมือ และมีรูปร่างของเมล็ดที่ไม่เรียวยาวทนทานต่อการหักในระหว่างข้อมมือพอสมควร แต่มาในปัจจุบันที่สีข้าวด้วยเครื่องจักรลักษณะที่สำคัญในการข้อมมือเหล่านี้ก็หมดความหมายไป
- ข้าวเมล็ดกลมกลับมามีความสำคัญต่อเกษตรกรผู้ทำนาบางกลุ่มที่ขายข้าวที่นำไปเป็นอาหารไก่ชน
- ในประเทศที่ปลูกข้าวสาลีแต่เดิมมีความต้องการเมล็ดข้าวสาลีที่มีลักษณะคุณภาพเมล็ดเป็นสองแบบ ได้แก่ข้าวสาลีทำขนมปังต้องมีโปรตีนสูง และข้าวสาลีทำขนมเค้กและขนมปังกรอบมีโปรตีนต่ำ แต่เมื่อมีพัฒนาการบริโภคพะหมี่สำเร็จรูปแพร่หลายไปทั่วทวีปเอเชีย ตลาดที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วมีขนาดใหญ่มาก ทำให้ประเทศผู้ปลูกข้าวสาลีตั้งแต่แคนาดา สหรัฐอเมริกา ถึงออสเตรเลียหันมาให้ความสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์และปลูกข้าวสาลี ที่มีลักษณะแป้งที่มีสีและปริมาณโปรตีนเหมาะสำหรับการผลิตพะหมี่สำเร็จรูปด้วย

นอกจากการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เป็นที่ต้องการหรือไม่ต้องการของพืชแต่ละชนิดแล้ว ชนิดพืชที่ปลูกก็มีการเปลี่ยนแปลงตามพัฒนาการของระบบพืชด้วย มีพืชชนิดใหม่เกิดขึ้นตามความต้องการของตลาดและรสนิยมของผู้บริโภค และเงื่อนไขทางเศรษฐกิจและสังคม พืชที่มีอยู่เดิมบางชนิดหมดความสำคัญไป

- ระบบการทำไร่ของชนเผ่าบนที่สูง เช่นชาวไทยม้งเคยเป็นที่เลื่องลือว่าอุดมด้วยพืชหลากหลายชนิด สามารถผลิตอาหารได้ตลอดปี มาถึงในปัจจุบันมีการเปลี่ยนไปปลูกระบบพืชแบบเข้มข้นหลายหมู่บ้าน พืชอาหารที่หลากหลาย รวมทั้งฝิ่น ถูกทดแทนด้วยพืชเศรษฐกิจราคาแพง เช่นฝัก ไม้ผล และไม้ดอก
- พืชหลายชนิดเคยมีความสำคัญเพราะมีน้ำมันคุณภาพสูง อาทิ งาช้างม่อน (Perilla) ลินสีด ดอกคำฝอย แต่ความสำคัญของพืชน้ำมันเหล่านี้ลดลงไปมากในปัจจุบัน เพราะมีเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมที่สามารถแยกกรดไขมันชนิดต่างๆออกมาได้จากน้ำมันพืชที่ราคาถูกกว่า เช่นน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม
- ระบบพืชหมุนเวียนที่มีการปลูกธัญพืชสลับกับทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่มีถั่วพืชอาหารสัตว์สำคัญและช่วยบำรุงดินไปด้วย (Ley farming) มีความสำคัญมากในเกาะอังกฤษ และยุโรปตั้งแต่ศตวรรษที่ 18-19 และลดลงในศตวรรษที่ 20 มาเป็นที่นิยมในประเทศออสเตรเลียอีกนับร้อยปี จนถึงประมาณ พ.ศ. 2530 เมื่อระบบพืชอื่นเช่น ข้าวสาลี-ฝักกาดน้ำมันคะโนล่า หรือ ข้าวสาลี-ถั่วลูพิน ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีกว่าแกะและชนแกะซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบเลี้ยงฟาร์มมิง

ในระบบเกษตรที่มีได้หนึ่งอยู่กับที่นี้ คงเป็นการยากและไม่ยุติธรรมเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมเรียกร้อง หรือบังคับให้เกษตรกรเป็นผู้รักษาพืชพรรณชนิดต่างๆ และพันธุ์ต่างๆที่หมดความหมายไปเสียแล้วสำหรับเขา แน่نون ความสำคัญของพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ ของเกษตรกรแต่ละกลุ่มและแต่ละคนย่อมแตกต่างกัน และแตกต่างไปจากคนอื่นๆที่อยู่นอกฟาร์ม มีเกษตรกรมากมายที่รักษามรดกพืชพรรณ ของครอบครัวไว้ด้วยเหตุผลและเงื่อนไขของเขาเอง คนในเมืองที่สนใจและต้องการอนุรักษ์พืชพรรณจำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างและพลวัตรของความหลากหลายทางพันธุกรรมมากกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ก่อนที่จะมีการรณรงค์ จำง หรือดิดลินบน ให้เกษตรกรรักษาพันธุ์พืชดั้งเดิมไว้อย่างไร้เหตุผล

เชื้อพันธุ์พืชเกษตรพื้นเมืองที่หลากหลายนั้นเป็นทรัพยากรสำคัญยิ่งของโลกที่ต้องอนุรักษ์ไว้ตามที่ได้บันทึกไว้ในสนธิสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ หรือ Convention on Biological Diversity, CBD (United Nations 1992) แต่การอนุรักษ์ระบบพันธุกรรมของพืชพื้นเมืองที่หลากหลายนั้นย่อมมิใช่การหยุดทุกอย่างให้อยู่หนึ่งกับที่ ความกังวลเรื่องการปนเปื้อนในระบบพันธุกรรมพืชสำคัญจากพืชจีเอ็มโอ อยู่ที่ยีนต่างเหล่า (Transgene) ที่ถ่ายทอดมาจากสิ่งมีชีวิตอื่น เช่นจุลินทรีย์มาใส่ให้แก่พืชในกระบวนการพันธุวิศวกรรม ถูกถ่ายทอดต่อไปให้แก่พืชพันธุ์อื่น

โดยเฉพาะพืชชนิดเดียวกันหรือพืชพันธุ์ป่าที่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมใกล้ชิด ผลกระทบที่ยีน  
แปลกเหล่านี้จะมีต่อระบบพันธุกรรมมี 2 ทางคือ

1. ลูกผสมที่ได้อ่อนแอ ทำให้ระบบพันธุกรรมเสื่อมถอย นำไปสู่การสูญพันธุ์ในที่สุด  
ดังตัวอย่างจากลูกผสมระหว่างม้ากับลา คือพ่อซึ่งเป็นหมัน แต่ตัวอย่างที่เกิดขึ้นกับพืชจริงๆ  
ยังไม่มีรายงาน
2. ลูกผสมที่ได้แข็งแรงเกิน กลายเป็นวัชพืชรุกรานเข้าไปในแปลงเพาะปลูก หรือรุกราน  
เข้าทดแทนพืชพันธุ์ป่าตามธรรมชาติ ที่เป็นบรรพบุรุษของพืชปลูก ทำให้สูญเสียความ  
หลากหลายทางพันธุกรรม

ความกังวลเรื่องผลกระทบในสองข้อนี้มีในทุกประเทศและถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติของพืชป่า  
ที่เป็นบรรพบุรุษของพืชปลูก และพื้นที่ที่มีวัชพืชที่มีพันธุกรรมใกล้ชิดของพืชปลูกขึ้นอยู่ทั่วไป อาทิ  
เช่น

- ข้าวโพด สควอช ฟักทอง ทานตะวัน พริก มะเขือเทศ มันฝรั่ง มันสำปะหลัง ในทวีป  
อเมริกา
- ข้าวฟ่างชนิดต่างๆ ถั่ว cowpea ข้าวป่า (*Oryza breviligulata*) ในทวีปแอฟริกา
- ถั่วเหลืองป่า ถั่วอะซูกิป่า *Vigna* ป่า (บรรพบุรุษถั่วเขียว ถั่วแปบ ถั่วหัวนางแดง ถั่วเขียว  
ผิวดำ) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
- ข้าวป่าสามัญ (*Oryza rufipogon*) ตั้งแต่ศรีลังกา อินเดีย บังคลาเทศ จีน เอเชีย  
ตะวันออกเฉียงใต้
- หัวผักกาดป่า (wild radish) ที่เป็นวัชพืชในแปลงเพาะปลูก ทั่วไปใน ทวีปยุโรป  
ออสเตรเลีย และอเมริกา

การพิจารณาผลกระทบของการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม (gene flow) ระหว่างพืชปลูกกับพืช  
ป่าและวัชพืชเหล่านี้ เพื่อประเมินโอกาสเกิดความเสียหายจากการแลกเปลี่ยนยีนจากพืชจีเอ็มโอ  
ควรได้พิจารณาเป็นสองขั้นตอนคือ

ตอนที่ 1 เกิดการแลกเปลี่ยนยีนเกิดขึ้นหรือไม่

ตอนที่ 2 เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนยีนแล้วมีผลตามมา เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม  
อย่างไร

จากหลักฐานการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างพืชป่าหรือวัชพืชกับพืชปลูก ที่พบในพืชหลากหลายชนิด อาทิ เช่น ในมันสำปะหลัง (Nassar, 2003) ทานตะวัน (Burke et al, 2002) หัวผักกาดป่า (Snow et al 2001) แม้แต่พืชผสมในตัวเองเช่นถั่วเหลือง (Chen and Nelson, 2005) และถั่วอะซูกิ (Wang et al, 2004) จึงมีความเป็นไปได้สูงมาก ที่ยีนต่างเหล่านี้จากพืชจีเอ็มโอจะถูกถ่ายทอดไปยังพืชป่าหรือวัชพืชได้อย่าง**แน่นอนในขั้นตอนที่ 1** หากมีการนำพืชจีเอ็มโอชนิดหนึ่งชนิดใดไปปลูกในพื้นที่เดียวกับที่มีพืชป่าหรือวัชพืชที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน

แต่หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจริงจังและร้ายแรง หลังจากเมื่อมีการแลกเปลี่ยนยีนแล้ว **ในตอนที่ 2 นั้น หาได้ยากมาก แต่มีข้อยกเว้นสำคัญในกรณีข้าวกับข้าวป่าซึ่งจะกล่าวถึงในตอนต่อไป**

นอกจากการจากผสมข้ามพันธุ์และข้ามเหล่าแล้ว การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมอาจเกิดขึ้นได้จากการผ่าเหล่าในวัชพืช โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการทนต่อสารกำจัดวัชพืช พืชจีเอ็มโอเพื่อให้ทนต่อสารกำจัดวัชพืชมีมากถึง 81% ของพืชจีเอ็มโอทั้งหมดที่ปลูกในปี 2004 (ตารางที่ 3) เมื่อการผ่าเหล่าหรือการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม (gene flow) ทำให้เกิดลักษณะดื้อสารกำจัดวัชพืชขึ้นในวัชพืชบางชนิดในขณะที่วัชพืชอื่นถูกกำจัดไปหมด ซึ่งอาจมีผลกระทบทางอ้อมทำให้เกิดวัชพืชชนิดใหม่ขึ้นมาได้ ซึ่งได้เกิดขึ้นแล้วในพืชที่ยังมิได้มีการตัดแต่งพันธุกรรม ดังกรณีของหญ้าไรรี่ในประเทศออสเตรเลีย (กรอบที่ 3) พืชจีเอ็มโอที่ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชชนิดนี้จึงอาจมีผลกระทบทางอ้อมเมื่อสารกำจัดวัชพืชไปกระตุ้นให้เกิดการดื้อยา (herbicide resistance) ในวัชพืชบางชนิด ดังที่มีรายงานจากสหราชอาณาจักรว่า พบพืชป่าสองชนิด ที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับผักกาดน้ำมัน คือ ชาลล็อก (charlock, *Sinapis arvensis*) และ เทอร์นิบป่า (*Brassica rapa*) มีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช “ลิเบอร์ตี” ซึ่งใช้คู่กับผักกาดน้ำมันจีเอ็มโอพันธุ์ที่ได้รับการตัดแต่งยีนให้ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชนี้โดยเฉพาะ

หลายคนอาจบอกว่าเรื่องจีเอ็มโอนี้หน่วยงานนักประเทศไทยน่าจะปฏิเสธไปเสียเลยจะดีกว่า นโยบายปฏิเสธการใช้เทคโนโลยีจีเอ็มโอในระดับประเทศเป็นวิธีการทางกฎหมายที่หวังผลได้ในเพียงระดับหนึ่ง แต่ในโลกที่มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอในอัตรา 10-20% ทุกปีอย่างที่เป็นอย่างนี้คงไม่มีทางใดที่จะยับยั้งการปนเปื้อนจีเอ็มโอลงไปในระบบการเพาะปลูก ระบบอาหารและระบบนิเวศได้ การเพาะปลูกเป็นระบบที่แพร่กระจายในเชิงพื้นที่ มีผู้ประกอบการรายย่อยคือเกษตรกรนับล้าน ยากต่อการติดตามควบคุม โอกาสและช่องทางที่พืชจีเอ็มโอจะเล็ดลอดเข้ามามีนับไม่ถ้วน การลงทุนวิจัยและพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพมหาศาลของอินเดียและจีนครอบคลุมไปถึงพืชสามัญของไทยหลายชนิด อาทิ ข้าว พริก มะเขือ ผักกาด กะหล่ำปลี ยากที่จะสกัดกั้นได้โดยมาตรการกักกันพืช การประเมินผลกระทบโดยรวมของจีเอ็มโอต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้น นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญยิ่ง ดังที่หน่วยยุทธศาสตร์ (Strategy Unit) ของรัฐบาลสหราชอาณาจักรได้สรุปไว้เกี่ยวกับการประเมินผลกระทบต่อธรรมชาติในฟาร์มจากการปลูกทดลองพืชจีเอ็มโอทนสารกำจัดวัชพืชในเกาะอังกฤษ (FSE, Farm Scale Evaluation) ว่า

“รายงานนี้ควรถือเป็นก้าวแรกของการประเมินต้นทุนและผลกำไรจากการเพาะปลูกด้วยพืชจีเอ็มโอ ซึ่ง ควรจะมีการศึกษาต่อไป ความเข้าใจเชิงบูรณาการในเรื่องผลกระทบทางเศรษฐกิจของพืชจีเอ็มโอจำเป็นอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจเชิงนโยบาย เมื่อเทคโนโลยีนี้ได้พัฒนาต่อไป องค์กรความรู้ใหม่ที่มีเพิ่มขึ้นจะช่วยส่งเสริมให้สามารถวัดผลกระทบได้แม่นยำมากขึ้น และการประเมินผลกระทบของพืชจีเอ็มโอทางเศรษฐกิจเท่านั้นไม่พอ ยังมีประเด็นทางสังคมและจริยธรรมที่ไม่อาจวัดได้ด้วยผลกำไรและขาดทุนเท่านั้น” (Strategy Unit, 2005)

### ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอตามลักษณะพันธุกรรมที่ได้รับการตัดแต่ง

พืชจีเอ็มโอ	พื้นที่ปลูก	
	ล้านไร่	% ทั้งหมด
พืชจีเอ็มโอทนต่อสารกำจัดวัชพืช (Herbicide resistant, Hr) ถั่วเหลือง Hr	303	60
ข้าวโพด Hr	27	5
ฝักกาดน้ำมัน Hr	27	5
ฝ้าย Hr	9	2
พืชจีเอ็มโอมีสารฆ่าแมลง (Bt)		
ข้าวโพด Bt	70	14
ฝ้าย Bt	28	6
พืชจีเอ็มโอทนต่อสารกำจัดวัชพืชควมมีสารฆ่าแมลง (Hr + Bt)		
ข้าวโพด (Hr + Bt)	24	4
ฝ้าย (Hr + Bt)	19	4
รวมพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอทนต่อสารกำจัดวัชพืช (Hr)	408	80.6
รวมพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอมีสารฆ่าแมลง (Bt)	141	27.8
รวมพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอ	506†	108.4‡
†น้อยกว่าพื้นที่ Hr + Bt และ ‡มากกว่า 100 เพราะมีข้าวโพดและฝ้ายจีเอ็มโอที่มีทั้งสารฆ่าแมลงและทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช 6.8 ล้านเฮคตาร์		

ที่มา James, 2004

### กรอบที่ 3 การดื้อสารกำจัดควบคุมวัชพืชในหญ้าไรย์ บทเรียนตั้งแต่ยังไม่ีพีซีเอ็มโอ

หญ้าไรย์ (*Lolium rigidum*, annual ryegrass) เป็นพืชอาหารสัตว์สำคัญในประเทศออสเตรเลีย แต่เดิมใช้ปลูกร่วมกับถั่วทุ่งหญ้า เช่น *Medicago* และ *Trifolium* ในระบบหมุนเวียน ที่ปลูกธัญพืช (ข้าวสาลี) สลับกับการเลี้ยงสัตว์ (แกะ) เมื่อถึงฤดูปลูกข้าวสาลีเมล็ดหญ้าไรย์ที่ตกค้างมาจากปีทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์กลายเป็นวัชพืชที่ทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเสียหายหากไม่ควบคุม การพัฒนาสารกำจัดควบคุมวัชพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมกำจัดวัชพืชหญ้าไรย์ในแปลงธัญพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เริ่มตั้งแต่ปี 1978

- diclofopmethyl ในกลุ่มสาร aryloxyphenoxypropionate ในพ.ศ. 2521
- ตามด้วยสารกำจัดเฉพาะหญ้าไรย์ ในกลุ่มสาร sulfonyleurea ที่ไม่มีผลร้ายต่อธัญพืช คือ
  - Chlorsulfuron ใน พ.ศ. 2525
  - Triasulfuron ใน พ.ศ. 2532

มีการใช้สารกำจัดวัชพืช 3 ชนิดนี้อย่างแพร่หลาย กระจายไปทั่วพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ของประเทศออสเตรเลีย ถึงปี พ.ศ. 2525 ก็เริ่มพบหญ้าไรย์ดื้อสารกำจัดวัชพืชแล้ว โดยพบการดื้อต่อ diclofop-methyl และสารกำจัดวัชพืชอีกหลายกลุ่ม (cross resistance) ได้แก่

- aryloxyphenoxypropionate herbicides (fluazifop-butyl, haloxyfop, quizalafop)
- cyclohexanedione herbicides (sethoxydim, tralkoxydim)
- sulfonyleurea herbicides (chlorsulfuron, etsulfuron, triasulfuron)
- imidazolinone
- dinitroaniline (trifluralin)

ในเวลาไล่เรี่ยกันมีการพบการดื้อสารกำจัดวัชพืชในหญ้าไรย์ที่ขึ้นตามข้างทางรถไฟ ที่มีประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืช amitrole ร่วมกับ atrazine มาเป็นเวลา 10 ปี และพบการดื้อสารข้ามชนิด เช่น triazine ตัวยอื่น และสารกำจัดวัชพืชกลุ่มอื่นที่ยังไม่เคยใช้ในการกำจัดวัชพืชข้างทางรถไฟเลย เช่นกลุ่มยูเรีย

การเกิดการดื้อสารกำจัดวัชพืชข้ามชนิดข้ามกลุ่ม (cross resistance) นี้ นับว่าอันตรายมาก เพราะทำให้มีจำนวนสารควบคุมกำจัดวัชพืชได้มีจำนวนน้อยลง

การนำยีนทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชมาใส่ลงในพันธุ์ข้าว ไม่ว่าจะยีนนั้นจะเป็นจีเอ็มโอหรือไม่ก็ตามนับว่ามีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เกิดข้าววัชพืชที่ยากที่ปราบได้ด้วยวิธีการทางเคมี

**ข้อมูลจาก** Rerkasem et al, 1980a; Rerkasem et al, 1980b; Rerkasem et al, 1980c; Powles and Holtum, 2005

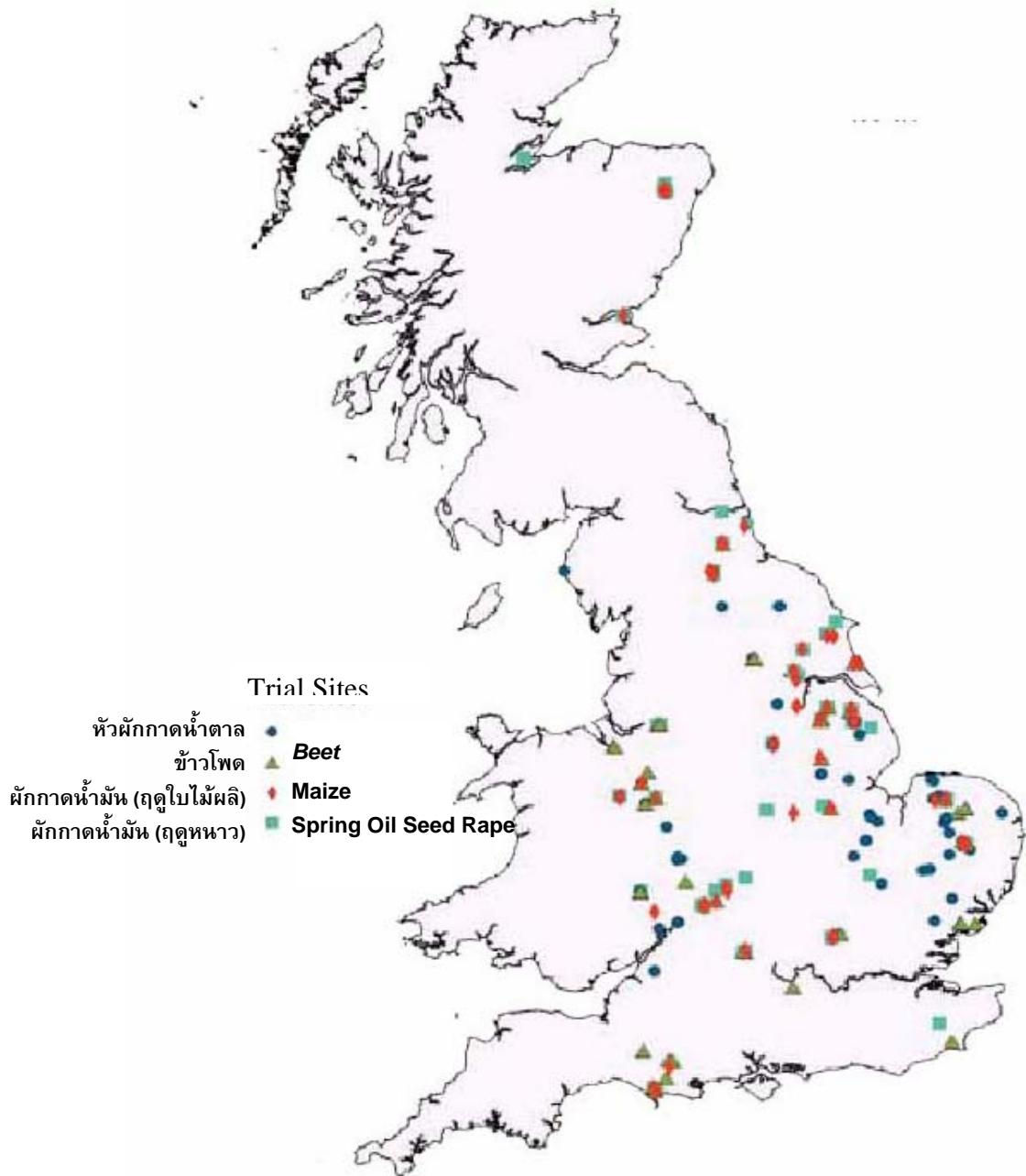
ผลกระทบในทางอ้อมของพีซีจีเอ็มโอ คือผลกระทบทางเศรษฐกิจ ซึ่งนอกจากมีผลต่อพืชแต่ละชนิดโดยตรงแล้ว ยังมีผลสืบเนื่องต่อไปถึงพืชอื่น อุตสาหกรรมอื่นเป็นลูกโซ่ ในกรณีของถั่วเหลือง ซึ่งเป็นจีเอ็มโอไปแล้วมากกว่าครึ่งของพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองทั่วโลก การปฏิเสธถั่วเหลืองจีเอ็มโออาจจะหมายถึงการถดถอยของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ ที่ต้องหันไปใช้ถั่วเหลืองปลอดจีเอ็มโอที่แพงกว่า เพราะมาตรการเข้มงวดในการป้องกันการปะปนจากถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน

## 5.2. ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศ

การตื่นตระหนกเรื่องผีเสื้อโมนาร์ค (กรอบที่ 2) เป็นตัวอย่างของความกังวลต่อผลกระทบของพีซีจีเอ็มโอที่อาจมีต่อสิ่งมีชีวิตอื่นที่อยู่ร่วมระบบนิเวศ ซึ่งนอกเหนือไปจาก ผีเสื้อ ผึ้ง แมลงอื่น ๆ สัตว์มีกระดูกสันหลัง ตลอดจนพืชป่าและวัชพืช ยังรวมไปถึงประชากรในดิน ตั้งแต่ ไส้เดือน สัตว์เล็ก ๆ แมลง และจุลินทรีย์ด้วย ผลกระทบจากสิ่งแปลกใหม่ต่อส่วนต่างๆ ของระบบนิเวศนั้น มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยง ยากที่จะวัดได้โดยตรง ในการประเมินผลกระทบจากพีซีจีเอ็มโอต่อธรรมชาติและสภาพแวดล้อมจำเป็นต้องเปรียบเทียบผลกระทบต่อธรรมชาติจากระบบการผลิตที่ไม่ใช้พีซีจีเอ็มโอที่มีอยู่เดิม อาทิเช่นในการประเมินผลกระทบจากการปลูกฝ้ายจีเอ็มโอจำเป็นต้องเปรียบเทียบกับ การปลูกฝ้ายที่ไม่ใช่จีเอ็มโอ ที่จำเป็นต้องต้องพ่นสารฆ่าแมลงนับสิบครั้งในแต่ละฤดู ไม่ใช่เปรียบเทียบกับ การไม่ปลูกฝ้าย ดังที่ปฏิบัติอยู่โดยฝ้ายต่อต้านจีเอ็มโอบางกลุ่ม

ในระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมาเริ่มมีข้อมูลเชิงเปรียบเทียบผลกระทบการจัดการการเพาะปลูกที่ใช้พีซีจีเอ็มโอกับพืชธรรมดาที่ไม่ใช่จีเอ็มโอมากขึ้น การทดลองที่ใหญ่ที่สุดในเรื่องนี้คงจะได้แก่การทดลองครอบคลุมทั่วเกาะอังกฤษ (ภาพที่ 1) เรียกว่า Farm Scale Evaluation – Managing GM Crops with Herbicides Effects on Farmland Wildlife หรือ FSE (กรอบที่ 4) (FESC & SSC, 2003; BBC News, 2005) ยังมีข้อจำกัดว่าวัดผลกระทบได้เพียงสองสามทอดคือ ผลต่อวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในแปลงและผลกระทบต่อแมลงและสัตว์เล็กๆที่กินพืชเหล่านี้เป็นอาหาร และทอดหนึ่งต่อไปที่นกและสัตว์อื่นในห่วงโซ่อาหารถัดขึ้นไปเท่านั้น แต่ระยะเวลาของการศึกษาที่สั้นเพียง 2-3 ปี ไม่อาจวัดได้ไปถึงการถ่ายทอดพันธุกรรมจากพีซีจีเอ็มโอไปยังพืชอื่น และผลกระทบต่อประชากรสิ่งมีชีวิตในดินและจุลินทรีย์ได้ (บางส่วนของศึกษานี้คงน่าจะดำเนินต่อไปและให้ข้อมูลเรื่องผลกระทบระยะยาวได้)





ภาพที่ 1 การศึกษาผลกระทบของพืชจีเอ็มโอ 4 ชนิดต่อสัตว์ป่า (wildlife) บนเกาะอังกฤษ (FESC & SSC, 2003)

#### กรอบที่ 4 การประเมินผลกระทบต่อสัตว์ป่าในฟาร์มจากการปลูกทดลองพืชจีเอ็มโอทนสารกำจัดวัชพืชในเกาะอังกฤษ (FSE, Farm Scale Evaluation)

การทดลองที่ได้ชื่อว่าใหญ่ที่สุดในโลก ใช้เวลา 3 ปี งบประมาณ 7 ล้านปอนด์สเตอร์ลิง (515 ล้านบาท) ทำการวัดผลกระทบจากการปลูกพืชจีเอ็มโอ 4 ชนิด คือข้าวโพด ผักกาดน้ำตาล (บีท) ผักกาดน้ำมันฤดูใบไม้ผลิ (Spring sown oilseed rape) และผักกาดน้ำมันฤดูหนาว (Winter sown oilseed rape) ซึ่งทนต่อสารกำจัดวัชพืช (GMHT, Genetically Modified for Herbicide Tolerance) ในแปลงเกษตรกร ทั่วเกาะอังกฤษ (ภาพที่ 1) พบผลกระทบต่อวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในแปลง ต่อแมลงและสัตว์เล็กๆที่กินพืชเหล่านี้เป็นอาหาร และต่อไปที่นกและสัตว์อื่นในห่วงโซ่อาหารถัดขึ้นไปว่า

- การปลูกผักกาดน้ำตาล และผักกาดน้ำมันฤดูใบไม้ผลิ พันธุ์ธรรมดา (ไม่จีเอ็มโอ) มีผลดีต่อสัตว์ป่าหลายกลุ่มมากกว่าพันธุ์จีเอ็มโอ ในแปลงพันธุ์ไม่จีเอ็มโอ มี ผี ผีเสื้อ และนกมากกว่าแปลงจีเอ็มโอ เพราะมีอาหารจากเกสรและเมล็ดวัชพืช และมีที่พักอาศัยดีกว่าในแปลงจีเอ็มโอ
- แต่ในทางตรงข้ามแปลงข้าวโพดจีเอ็มโอกลับมีผลดีต่อสัตว์ป่าหลายกลุ่มมากกว่าข้าวโพดธรรมดา มีผีเสื้อ และผึ้งมากกว่าในบางฤดู และมีเมล็ดวัชพืชซึ่งเป็นอาหารนกมากกว่า

ผักกาดน้ำมันฤดูหนาว พันธุ์ธรรมดาและจีเอ็มโอ มีผลต่อจำนวนวัชพืชไม่ต่างกัน แต่ในแปลงจีเอ็มโอมีวัชพืชทั้งใบกว้างและใบแคบมากกว่า มีผลดีต่อสัตว์ป่าหลายกลุ่มมากกว่าในแปลงพันธุ์ไม่จีเอ็มโอแต่ มี ผี และผีเสื้อ น้อยกว่า แต่มีจำนวนแมลงอื่น หอยทาก และแมลงมุมไม่ต่างกัน

##### ข้อสรุปจากการทดลองใหญ่นี้มีบทเรียนสำคัญ 2 เรื่องคือ

ก) ผลกระทบจากการปลูกพืชจีเอ็มต่อสภาพแวดล้อมในธรรมชาตินั้น แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดพืช และชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้อง ไม่อาจเหมารวมไปด้วยกันว่ามีมากกว่าหรือน้อยกว่าพืชธรรมดาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการตัดแต่งพันธุกรรมไปทั้งหมด

ข) ผลกระทบจากพืชจีเอ็มโอในการศึกษาคั้งนี้ไม่ใช่ผลกระทบจากการตัดแต่งยีนโดยตรง แต่เป็นผลกระทบจากการตัดแต่งยีนที่มีผลต่อการทนต่อสารกำจัดวัชพืช ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนชนิดสารกำจัดวัชพืช และเวลาการพ่น ซึ่งมีผลต่อการฆ่าวัชพืชบางกลุ่ม และการเจริญเติบโต และมีดอก ติดเมล็ดของวัชพืชบางกลุ่ม ซึ่งมีผลกระทบไปถึงสัตว์ป่ากลุ่มต่างๆ ที่อาศัยพืชเหล่านี้เป็นอาหาร และที่อยู่อาศัย ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าผลกระทบต่อธรรมชาติที่เกิดขึ้น มิได้แตกต่างไปจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการเพาะปลูกอื่นใด ที่ได้มีมาตลอดประวัติศาสตร์การเกษตรมากกว่าหนึ่งหมื่นปี ไม่ว่าจะเป็น การถางและเผาเพื่อทำไร่ การทำนา การชลประทาน การเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูก การปลูกพืชหมุนเวียน ฯลฯ

##### แต่อย่างไรก็ตามการศึกษา FSE นี้บ่งว่ามีข้อจำกัด 2 ข้อ คือ

ก) ผลกระทบที่วัดจำกัดอยู่เพียงแมลงและสัตว์เล็กๆที่กินพืชปลูกและวัชพืชเป็นอาหาร และอีกเพียงหนึ่งทอดต่อไปที่นกและสัตว์อื่นในห่วงโซ่อาหารถัดขึ้นไป แต่ยังขาดข้อมูลผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น เช่นแมลงและสัตว์เล็กๆในดิน รวมทั้งจุลินทรีย์ดิน และระบบพันธุกรรมของวัชพืชและพืชป่าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียง โดยเฉพาะผักกาดน้ำมันที่สามารถผสมข้ามได้กับพืชป่าพื้นเมืองในท้องถิ่นหลายชนิด และผลกระทบในระยะยาว

ข) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี ในปี 2546 สหภาพยุโรปได้ประกาศห้ามใช้สารกำจัดวัชพืช 3 ชนิดที่ใช้อยู่แพร่หลายในข้าวโพดไม่ตัดแต่งพันธุกรรม รวมทั้งอะตราซีน (Atrazine) ซึ่งมีฤทธิ์ตกค้างเป็นพิษอยู่ในสภาพแวดล้อมค่อนข้างนาน ผลการทดลองที่ได้จึงไม่อาจนำมาใช้ได้ เพราะสารกำจัดวัชพืชในข้าวโพดไม่จีเอ็มโอที่ได้เปลี่ยนไป

ที่มา: FESC & SSC, 2003; BBC News, 2005

จริงอยู่สหราชอาณาจักรคงไม่ต้องเป็นห่วงเรื่องผลกระทบจากการผสมข้ามพันธุ์และข้ามเหล่าจากข้าวโพดจีเอ็มโอ เพราะข้าวโพดมีศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมอยู่ไกลถึงทวีปอเมริกา แต่ในเกาะอังกฤษยังมีพืชป่าอีกมากมายหลายชนิด ที่ขึ้นอยู่ทั่วไปรวมทั้งเป็นวัชพืชในแปลงเพาะปลูกผักกาดน้ำมัน สามารถผสมข้ามกับผักกาดน้ำมันได้ อาทิ ชาลล็อก (*charlock, Sinapis arvensis*) เทอร์นิบป่า (*Brassica rapa*) กะหล่ำปลีป่า (*B. oleracea*) มัสตาร์ดสีน้ำตาล (*B. juncea*) มัสตาร์ดโฮรี (*Hoary mustard, Herschfeldia incana*) และหัวผักกาดป่า (*Raphanus raphanistrum*) มีรายงานการศึกษาเรื่องการแลกเปลี่ยนยีนในพืชเหล่านี้กับผักกาดน้ำมัน ที่พบว่ามียัตตราการผสมข้ามเหล่าต่ำมาก และได้ถูกที่ไม่สมบูรณ์ นำไปสู่การสรุปว่าผลกระทบอันนี้ไม่น่าจะมีอันตราย (Bing et al, 1995; Moyes et al, 2002) ต่อเมื่อมีการพบต้นชาลล็อก และเทอร์นิบป่าที่ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชขึ้นในบริเวณทดลองปลูกผักกาดน้ำมัน ซึ่งการวิเคราะห์ดีเอ็นเอได้ยืนยันว่าได้เกิดการแลกเปลี่ยนยีนกันจริงระหว่างผักกาดน้ำมันจีเอ็มโอกับพืชป่า การค้นพบครั้งนี้ดูจะมีผลกระทบต่อการดำเนินนโยบายรัฐบาลสหราชอาณาจักร โดยนายเอลเลียต มอร์ลี รัฐมนตรีกระทรวงสิ่งแวดล้อมได้ให้สัมภาษณ์ว่า

“เราจำเป็นต้อง มุ่งมั่นความรู้ในเรื่องการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมนี้มากขึ้นในทุก ๆ ด้าน และจำเป็นต้องนำเรื่องการแลกเปลี่ยนยีนนี้มาพิจารณาในคำร้องเกี่ยวกับพันธุ์พืชจีเอ็มโอแต่ละครั้ง”

## 6. อันตรายต่อทรัพยากรพันธุกรรมเชื้อพันธุ์ข้าวไทยจากข้าวจีเอ็มโอ<sup>5</sup>

ข้าวมีความสำคัญต่อประเทศไทยและคนไทยมากมายหลายด้าน นอกเหนือจากความเป็นพืชเศรษฐกิจอันดับหนึ่ง นับแต่โบราณกาลเด็กไทยจะถูกสอนว่า “ข้าวเป็นเจ้า” แม้ระบบเศรษฐกิจและสังคมไทยจะได้เปลี่ยนแปลงไปมากในเวลา 50 ปีที่ผ่านมา ชาวนาในหลายพื้นที่ยังคงถือว่าการทำนาเป็นวิถีชีวิตมากกว่าการประกอบกิจการที่วัดความสำเร็จจากผลกำไรหรือขาดทุนเพียงอย่างเดียว ถึงแม้ว่าในพืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่เมล็ดพืชที่ใช้ทำพันธุ์ (เมล็ดพันธุ์) จะมีราคาสูงกว่าเมล็ดที่ใช้บริโภค ความแตกต่างนี้สูงเป็นหลายเท่าตัวของราคาเมล็ดที่ใช้บริโภคในบางพืช แต่สำหรับข้าวถือเป็นกรณีพิเศษ ชาวนาหลายคนยังมีความเชื่อว่าการแสวงหากำไรจากการขายเมล็ดพันธุ์แก่เพื่อนบ้านเป็นการทำบาป มีการเผื่อแผ่ให้แก่เพื่อนบ้านหรือแม้แต่คนต่างบ้าน ในการแลกเปลี่ยนพันธุ์ข้าวด้วยข้าวเปลือกที่เก็บไว้บริโภคโดยไม่คิดราคา คนไทยจำนวนมากถือเป็นเรื่องภาคภูมิใจและเป็นหน้าตาของประเทศ ที่ประเทศไทยยังสามารถครองตำแหน่งผู้นำการส่งออกข้าว โดยเฉพาะข้าวคุณภาพดี มาโดยตลอด ความกังวลเรื่องผลกระทบจากข้าวจีเอ็มโอต่อข้าวไทยจึงอยู่ในความคิดของคนไทยส่วนใหญ่ที่รับรู้เรื่องข้าวจีเอ็มโอ

<sup>5</sup> องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับข้าวไทย (รวมข้าวปลูก ข้าวป่า ข้าววัชพืช) ในเรื่องนี้นำเสนอในที่นี้ มาจาก 2 โครงการวิจัยที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เรื่องการอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวไทย สนับสนุนโดยมูลนิธิบีเคเอ็นท์ และเรื่องการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูกสนับสนุนโดย USAID

ผลกระทบจากข้าวจีเอ็มโอ ในส่วนหนึ่งคงไม่แตกต่างกันนัก ไปจากผลกระทบจากพืชจีเอ็มโออื่นๆ สำหรับในทางเศรษฐกิจจำเป็นต้องมีการคำนึงถึงผลได้ผลเสียต่อเกษตรกรผู้ทำนาทั้งประเทศ ผู้บริโภคข้าว ซึ่งรวมไปถึงผลกระทบต่อต้นทุนการทำนา และราคาข้าวที่ขายได้ในประเทศและจากการส่งออก ข้าวจีเอ็มโอแต่ละชนิดคงต้องได้รับการพิจารณาเป็นรายๆ ไป ว่า

- มีพันธุกรรมต่างเหล่ามาจากไหนมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระบบการทำนาและคุณภาพข้าวเพื่อบริโภคอย่างไร
- ความกลัวจีเอ็มโอโดยไม่มีสาเหตุมีความสำคัญเท่าใด ในตลาดข้าวไทยในประเทศ และตลาดส่งออกหลักๆ
- หากผู้บริโภคข้าวไทยในประเทศและตลาดหลักคือจีน ฮองกง และอื่นๆยอมรับการตรวจสอบและยืนยันของ อย. เรื่องความปลอดภัยของข้าวจีเอ็มโอแล้ว เรายังจะต้องเป็นห่วงเรื่องการไม่ยอมรับจีเอ็มโอในในตลาดข้าวไทยที่เล็กกว่า เช่นยุโรปและญี่ปุ่นหรือไม่
- ฯลฯ

ในต่างประเทศมีความกังวลต่อผลกระทบจากข้าวจีเอ็มโออย่างมาก ดังในตัวอย่างต่อไปนี้ที่เกี่ยวข้องกับข้อเสนอที่ยื่นขอทดลองปลูกข้าวจีเอ็มโอในแปลงในประเทศออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกาที่พยายามชี้แจงถึงความปลอดภัยของข้าวจีเอ็มโอ

1. “Factors limiting cross-pollination in rice include flower morphology, inability of pollen to remain viable longer than a few minutes, and a lack of insect vectors for pollen spread” (Agbios 2001)
2. “Rice is a self pollinating plant, the pollen of which is short lived (5 minutes) and there are no known insect pollinators.” (CSIRO 2004)
3. “..(cross pollination) is not a problem with rice, Deeter (CEO ของบริษัทจีเอ็มโอ Ventria ที่นำเอายีนมนุษย์ไปใส่ให้แก่พืชเพื่อผลิตยา) insists, because the plant is self-pollinating –each seed containing everything it needs to produce another plant, so there is no risk of transplanted genes leaking to other plants.” (Business Week 2005)
4. “Years ago, the USDA-ARS published a massive study on the ‘Insect pollination of cultivated crop plants’ (Agriculture Handbook No. 496, 1996). It lists many crops traditionally not thought to be pollinated by bees (eg, soybean) but which do have a low frequency of bee pollination. It does not even list rice– rice entirely lacks the necessary components to attract bees.” (International Academy of Life Sciences, 2005)
5. Rice is highly self-pollinated, and is not generally pollinated by insects (USDA 2004)

## ข้อสังเกต

**ข้อ 2** อ้างอิง CSIRO ซึ่งเป็นหน่วยงานวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศออสเตรเลียและ

**ข้อ 5** อ้างอิง USDA ผู้ทำหน้าที่รักษาภาวะเบียบความปลอดภัยทางชีวภาพหน่วยหนึ่งของประเทศสหรัฐอเมริกา

จะเห็นได้ว่านักวิชาการในต่างประเทศ ยังเชื่อว่ามีความเสี่ยงน้อยมากที่จะเกิดอันตรายจากข้าวจีเอ็มโอ เพราะข้าวเป็นพืชที่ผสมเกสรในดอกเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจจะพองขึ้นสำหรับพื้นที่ในประเทศเหล่านี้ที่ไม่มีตัวการสำคัญ คือข้าวป่าสามัญ (*Oryza rufipogon*) ในทางกลับกันเป็นการเสี่ยงมากที่จะเกิดอันตรายจากข้าวจีเอ็มโอ สำหรับประเทศไทยหากจะนั่งนอนใจปล่อยตามไปด้วยด้วยเหตุผลและหลักฐานสำคัญต่อไปนี้จากในประเทศ

1. ข้าวพันธุ์สมัยใหม่ที่นิยมปลูกในพื้นที่นาชลประทาน ในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง เช่น สุพรรณบุรี 1 ปทุมธานี 1 ชัยนาท 1 สามารถผสมพันธุ์ติดเมล็ดได้ดีกับข้าวป่าในพื้นที่สามารถได้เมล็ดสมบูรณ์ ออกได้ดี เจริญเติบโตเป็นต้น มีดอกและสร้างเมล็ด แพร่พันธุ์ต่อไปได้เป็นปกติ หรือดีกว่าพ่อแม่ (ธีระศักดิ์ 2547; Niruntrayakul 2004; Jamjod 2005)
2. กลุ่มต้นข้าวที่มีลักษณะเป็นพันธุ์ทาง (hybrid swarm) ระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกเกิดขึ้นในนาในประเทศ (Oka, 1988; Morishima et al., 1984; Chitrakorn, 1995) ข้าวพันธุ์ทางเหล่านี้ส่วนใหญ่มีลักษณะไม่ดีคล้ายวัชพืชมากกว่าข้าว รู้จักเป็นอย่างดีในบางท้องถิ่นเรียกว่าข้าว “อีเห็น” ซึ่งต้องคัดออกในการเก็บเมล็ดพันธุ์ (Rerkasem and Rerkasem, 1984) แต่ในบางคราวจะพบต้นที่มีลักษณะดีเด่นของพันธุ์ลูกผสม (hybrid vigour) คาดว่าน่าจะเป็นแหล่งหนึ่งของข้าวพันธุ์พื้นเมืองพันธุ์ใหม่ๆ (Morishima et al., 1984)
3. ข้าววัชพืชที่กำลังรุกรบอดอยู่ในนาทั่วภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง (จรรยา 2005; Maneechote et al 2004) ที่มีลักษณะทางสัณฐานและสรีระของข้าวป่า (เกสรตัวผู้ใหญ่ เกือบเท่าเมล็ด ยอดเกสรตัวเมียสีม่วงเมล็ดมีหาง ระวัง่าง รวงเล็ก เมล็ดร่วงจัด เหลือแต่ก้านเมื่อถึงฤดูเกี่ยวข้าว) ปะปนอยู่กับลักษณะของข้าวปลูก (เกสรตัวผู้เล็ก ยอดเกสรตัวเมียสีขาว เมล็ดไม่มีหาง ระวัง่าง รวงใหญ่ เมล็ดมากไม่ร่วง)
4. หลักฐานดีเอ็นเอยืนยันการปะปนของพันธุกรรมข้าวป่าข้าวปลูกในต้นเดียว
  - พบหลักฐานดีเอ็นเอจากข้าวป่าในเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ เช่น สุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 และ ปทุมธานี 1 ของเกษตรกร ที่ดูสะอาดบริสุทธิ์จากภายนอก
  - พบหลักฐานดีเอ็นเอจากข้าวป่า และดีเอ็นเอจากข้าวปลูกพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ เช่น สุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 และ ปทุมธานี 1 อยู่ด้วยกันในข้าววัชพืชจากในท้องนา

- พบหลักฐานดีเอ็นเอจากข้าวปลูกพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ เช่นสุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 และ ปทุมธานี 1 ในข้าวป่าที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ
- (Jamjod et al, 2005; รณชิต 2547 เทอดศักดิ์ 2547 Niruntrayakul, 2004)

และจากนอกประเทศที่เริ่มมีข้อมูลยืนยันว่าข้าวจีเอ็มโอผสมข้ามกันได้ดีกับข้าวป่าและข้าววัชพืช ดิดเมลิ็ด ได้ลูกหลานที่สมบูรณ์

- การผสมข้าวจีเอ็มโอ 4 สายพันธุ์ ที่ได้รับการตัดแต่งพันธุกรรมเพื่อเพิ่มความสามารถทนแล้ง (HAV1) ที่ 4 ตำแหน่ง กับข้าวป่า (Leverich and Bashir, 2005)
- ระหว่างข้าวจีเอ็มโอที่มีการตัดแต่งพันธุกรรมให้ต้านทานสารกำจัดวัชพืช Basta (Glufosinate ammonium) ด้วยยีน *bar* กับข้าวพันธุ์ทางที่เป็นลูกผสมระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูก ในการทดลองในแปลงในประเทศเกาหลีใต้ (Chen et al, 2004)
- ระหว่างข้าวจีเอ็มโอที่ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชกลูโคซิเนต (glufosinate) 3 สายพันธุ์ กับข้าววัชพืช ในประเทศสเปน (Messeguer et al 2001; Ferrero, 2003; Messeguer et al 2004)

**ข้าวป่าสามัญจึงเป็นตัวการสำคัญ ที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากผลกระทบของข้าว จีเอ็มโอต่อทรัพยากรเชื้อพันธุ์ข้าวไทยโดยเฉพาะ และทรัพยากรเชื้อพันธุ์ข้าวของโลกด้วย**

ข้าวป่าสามัญนับว่าเป็นแหล่งพันธุกรรมข้าวที่สำคัญยิ่ง มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากกว่าข้าวปลูกหลายเท่า ประเทศไทยมีพื้นที่อยู่ในศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าว (*Oryza sativa*) มีประชากรข้าวป่าสามัญ ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของข้าวขึ้นอยู่ทั่วประเทศ (เบญจวรรณ 2548; Chang, 1989) การได้พบหลักฐานการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกในแปลงเกษตรกรรมมากมาย ดังกล่าวแล้วข้างต้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาผลกระทบของข้าวจีเอ็มโออย่างรอบคอบ ข้าวป่าจากท้องถิ่นต่างๆ มีพันธุกรรมเป็นที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นนั้นๆ เพื่อ

1. รักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวป่าในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งเป็นมรดกทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญเอาไว้ และ
2. ป้องกันอันตรายจากการเกิด SUPERWEED ในนาข้าวไปพร้อมๆกัน

ซึ่งต้องการความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าและเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในแต่ละท้องถิ่นในหลายด้านๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

1. ความเข้าใจในลักษณะโครงสร้าง และเงื่อนไขของความแตกต่างระหว่างประชากรข้าวป่าสามัญ ในท้องถิ่นต่างๆของประเทศ
2. พลวัตในระบบพันธุกรรม ข้าวปลูก-ข้าวป่า-ข้าววัชพืช

### 3. เงื่อนไขสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม นิเวศ รวมทั้งเทคโนโลยี ที่เปลี่ยนไป ต่อ วิวัฒนาการในระบบพันธกรรม

ความเสี่ยงจากข้าวจีเอ็มโอ เกิดจากการผสมข้ามระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูกที่ได้รับการตัดต่อยีนให้มีลักษณะพิเศษ แล้วมีลูกผสมที่สมบูรณ์ เจริญพันธุ์ได้ดีเป็นปกติ หรือมากกว่าข้าวปลูกหรือข้าวป่าที่เป็นพ่อแม่ มีผลกระทบซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ 2 ทางคือ

1. เกิดวัชพืชร้ายแรง (Superweed) รุกระบาดลงในนาของข้าววัชพืช (invasive weedy rice) ดังที่กำลังเกิดขึ้นในทุ่งนาภาคกลาง ทำความเสียหายนับเป็นพันล้านบาทแล้ว ในแต่ละฤดูปลูก (กรอบที่ 5)
2. เกิดการไหลของยีน (Gene flow) เข้าไปสะสมอยู่ในแหล่งแหล่งเชื้อพันธุกรรม ข้าวป่า-ข้าวปลูก และมีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อไปแก่แมลง และสัตว์อื่นๆ ในธรรมชาติ หรือมีผลกระทบย้อนกลับมาทำความเสียหายแก่การทำนา

#### กรอบที่ 5 ข้าววัชพืช ข้าวหาง ข้าวดีด ข้าวแดง ทุกข์ใหม่ของชาวนาไทย

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีวัชพืชใหม่เกิดขึ้นในนาข้าว ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้าวปลูกมาก แต่มีบางลักษณะเด่นของข้าวป่า คือบางต้นสูงเบียดและล้มทับข้าวปลูก บางมีหางยาวที่ปลายยอดดอก (“ข้าวหาง”) บางมีลักษณะเหมือนข้าวปลูกจนแยกไม่ออกแต่เมล็ดร่วงไปหมดเมื่อถึงตอนก่อนเกี่ยว (“ข้าวดีด” “ข้าวแดง”) บางเมล็ดไม่ร่วงแต่เป็นข้าวแดงมาก ลักษณะทั้งหมดของข้าววัชพืชนี้ล้วนมีผลกระทบต่อผลตอบแทนจากการทำนา ทำให้ผลผลิตลดลงจนถึงกับไม่ได้ผลผลิตเลยก็มี ข้าวที่เป็นข้าวแดงมากก็จะถูกตัดราคา และหากมีลักษณะเมล็ดเป็นข้าวป่ามากเกินไปจะถูกปฏิเสธจากโรงสี ต้องขายเป็น”ข้าวเปิด”ได้ราคาเพียงเกี่ยวนละไม่กี่ร้อยบาท ปัญหาข้าววัชพืชนี้กำลังระบาดอยู่ในทุ่งนารวมนับล้านไร่แล้ว สร้างความเสียหายนับพันล้านบาทแล้วในแต่ละฤดูปลูก ในนาภาคกลางถึงภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาชลประทานที่ปลูกข้าวได้ 2-3 ครั้งต่อปี ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุดของประเทศ

ข้าววัชพืชมาจากไหน เกษตรกรมีความเห็นต่าง ๆ กัน บ้างบอกว่ามากับรถเกี่ยวข้าว บ้างบอกว่ามากับเบ็ดไล่ทุ่ง หรือข้าวคุณภาพต่ำที่ใช้เลี้ยงเบ็ด บ้างบอกว่ามากับปุ๋ยและยา ฯลฯ ซึ่งหลายเรื่องมีหลักฐานยืนยันเห็นได้ในนา เช่นข้าวที่ใช้เลี้ยงเบ็ดมีเมล็ดและต้นที่ออกมาเป็นลักษณะของข้าวป่าปนมาอย่างชัดเจน และพบต้นข้าวที่มีลักษณะผสมของข้าวป่าและข้าวปลูกขึ้นในพื้นที่นาตรงที่รถเกี่ยวข้าวพ่นฟางที่ติดมาจากแปลงอื่น แต่จากการวิเคราะห์พันธุกรรมไปจนถึงระดับดีเอ็นเอทำให้ชี้ชัดได้ว่าข้าววัชพืชนี้เป็นลูกผสมข้าวป่ากับข้าวปลูกสมัยใหม่ อาทิพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 อย่างแน่นอน

ถึงแม้ข้าวป่าจะเคยได้รับความสนใจจากชาวนาและนักวิจัยไทยน้อยมาก หลักฐานทางพันธุกรรมและผลการศึกษาวิวัฒนาการของข้าวและข้าวป่าบ่งชี้ชัดว่าข้าวป่าอยู่คู่การปลูกข้าวในพื้นที่นี้มานานหลายพันปี ก่อนจะมีประเทศไทยเสียอีก ข้อมูลองค์ความรู้ที่สามารถตอบคำถามว่าทำไมปัญหาข้าววัชพืชจึงมาเกิดระบอบเอาตอนนี้ น่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการผลกระทบจากข้าวจีเอ็มโอในทำนองเดียวกัน จากข้อมูลเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถตั้งเป็นข้อสังเกตและสมมติฐานได้บ้างดังต่อไปนี้

### กรอบที่ 5 (ต่อ)

- ขณะที่ข้าวป่าโดยทั่วไปเป็นพืชไวแสง ออกดอกและติดเมล็ดในช่วงปลายฤดูฝนเท่านั้น ข้าววัชพืชในนาชลประทานที่ทำนาปรังปลูกข้าวตลอดปี มีดอกติดเมล็ดได้ตลอดปี การทำนาปรังในภาคกลางเริ่มขึ้นหลังจากการแนะนำพันธุ์ กข 1 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสงพันธุ์แรกสู่เกษตรกรใน พ.ศ. 2512 และหลังจากนั้นอีกหลายปีในภาคเหนือตอนล่างเมื่อการชลประทานฤดูแล้งได้ขยายไปถึงทุ่งเจ้าพระยาตอนบนในจังหวัดพิษณุโลกและกำแพงเพชร ลักษณะพันธุกรรมความไม่ไวแสงจากข้าวปลูกพันธุ์สมัยใหม่ ที่ทำให้ข้าววัชพืชสามารถมีดอกติดเมล็ดได้ตลอดปี มีอัตราการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นในทุกฤดูปลูก น่าจะเป็นตัวการสำคัญอันหนึ่งในการรุกรานของข้าววัชพืช
- นอกจากลักษณะไม่ไวแสงที่พบในข้าววัชพืชแล้ว ยังเริ่มมีการพบยีนอื่นในข้าวป่าที่อาจจะเป็นผลของการไหลของยีนจากข้าวปลูกสมัยใหม่ เช่นความทนทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Samanwong et al, 2005)
- หลักฐานการแลกเปลี่ยนยีนพบได้ในหัวไร่ปลายนาในพื้นที่ที่มีแปลงข้าวป่าธรรมชาติขึ้นอยู่ทั่วภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนบน ในรูปของข้าวพันธุ์ทางไม้กึ่งต้นของลูกผสมข้าวป่าและข้าวปลูกที่ยังเป็นพันธุ์ไวแสง เช่น กข 6 ขาวดอกมะลิ 105 กข 15 หรือพันธุ์พื้นเมือง แต่ไม่มีวิวัฒนาการข้าวพันธุ์ทางเหล่านี้จะรุกรานลงนากลายเป็นข้าววัชพืชได้
- การทำนาในภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังคงเป็นระบบนาดำ ในขณะที่การทำนาในภาคกลางและภาคเหนือตอนบนเป็นนาหว่านเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะการเตรียมดินและการปลูกในระบบนาดำนับว่าไม่เอื้ออำนวยแก่ข้าววัชพืช และให้อากาศข้าวปลูกบดบังเบียดข้าววัชพืชจนสามารถยับยั้งการรุกรานได้
- มีความแตกต่างระหว่างการทำนาในพื้นที่ที่มีข้าววัชพืชรุกรานและที่ไม่มีข้าววัชพืชอีกหลายอย่างได้แก่ การเลี้ยงเปิดไร่ทุ่งที่มีมากในภาคกลาง การเกี่ยวข้าวด้วยรถเกี่ยว
- แต่เนื่องจากค่าแรงที่สูงขึ้นการทำนาหว่าน และการเกี่ยวข้าวด้วยรถเกี่ยวกำลังขยายจากภาคกลางไปภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ

ในระหว่างที่ทั้งหมดนี้ยังรอการพิสูจน์ ประเมินว่าถึงฤดูปลูกนาปรัง 2548 ได้มีข้าววัชพืชรุกรานลงไปแล้วประมาณ 3 ล้านไร่ ทำความเสียหายตั้งแต่ประมาณไร่ละ 100 – 4,000 บาท ในพื้นที่นาที่ทำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง หากไม่มีการจัดการ ระดับความเสียหายอาจเพิ่มจากไร่ละ 100 บาท เป็นไร่ละ 4,000 บาทได้ภายในเวลา 2 ปี

จากวิธีการการควบคุมข้าววัชพืชอย่างผสมผสาน (Integrated weedy rice management) ที่ได้พัฒนาโดยสำนักวิจัยและพัฒนาอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ร่วมกับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CMUPN/ab) สามารถควบคุมข้าววัชพืชในนาได้ผล กำลังถูกนำไปสู่การพัฒนาระบบแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยกระทรวงเกษตรโดยกรมวิชาการและกรมส่งเสริมการเกษตรได้เริ่มร่วมมือกับเกษตรกร ฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องในท้องถิ่น ตลอดจนภาครัฐกิจ

- **ข้อมูลจาก:** อริยา 2547 จรรยา 2548 Oka, 1988; Morishima et al., 1984; Chitrakorn, 1995; Maneechote et al, 2005.



### 6.1. จากข้าวพันธุ์ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช กลายเป็นข้าววัชพืชที่เป็น “Superweed”

ความต้องการพันธุ์ข้าวที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช (Herbicide resistant rice) มีสาเหตุมาจากปัญหาการระบาดของวัชพืชในนาข้าวที่จำเป็นต้องมีวิธีการควบคุมกำจัดอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้สารกำจัดวัชพืชที่ทำลายพืชที่ไม่ต้องการโดยไม่ทำลายพืชปลูก (Selective herbicide) เป็นแนวทางพัฒนาการควบคุมกำจัดวัชพืชที่ได้ผลดีมากที่สุดและได้รับการนิยมมากที่สุดอย่างหนึ่ง การสร้างพืชจีเอ็มโอที่ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช จึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมที่แพร่หลายที่สุดดังเห็นได้จากการที่มากกว่า 80% ของพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอในปี พ.ศ. 2547 ปลูกพันธุ์พืชจีเอ็มโอเพื่อการทนต่อสารกำจัดวัชพืช (Herbicide resistant GM) (ตารางที่ 3) แต่เมื่อเกิดการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ข้าวทนสารกำจัดวัชพืชกับข้าววัชพืชหรือข้าวป่าขึ้น ยีนทนต่อสารกำจัดวัชพืชถูกถ่ายทอดแก่ลูกผสมที่ได้ ลูกผสมที่ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชมีโอกาสแพร่พันธุ์และกระจายพันธุ์อย่างรวดเร็ว เพราะไม่มีการเบียดและแก่งแย่งจากวัชพืชอื่นที่ไม่ทนทานต่อการถูกทำลาย

ความเสี่ยงต่อการเกิดข้าววัชพืชร้ายแรงหรือ Superweed นี้ อาจมีสาเหตุจาก (1) ความทนสารกำจัดวัชพืชแบบ selective ของข้าวปลูกที่ถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกผสมกับข้าวป่าจนกลายเป็นข้าววัชพืช แต่ดังที่กำลังเกิดขึ้นกับข้าววัชพืช (กรอบที่ 5) หรือ (2) จากยีนต่างเหล่าที่นำมาใช้ในพันธุวิศวกรรมสร้างจีเอ็มโอ หรือ (3) จากกระบวนการผ่าเหล่าเมื่อมีการใช้สารกำจัดวัชพืชซ้ำหลายฤดู เกิดการพัฒนาประชากรวัชพืชที่ต่อสารกำจัดวัชพืช มีตัวอย่างให้เห็นจากในประเทศออสเตรเลีย มีหญ้าไรย์ซึ่งได้กลายเป็น Superweed ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชหลากชนิด ตั้งแต่ยังไม่พืชจีเอ็มโอ (กรอบที่ 3) ดังนั้นการนำยีนทนทานสารกำจัดวัชพืชที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมาใช้ดังในกรณี ข้าวเคลียร์ฟิลด์ (Clearfield Rice) ของบริษัท BASF (BASF 2001) ที่ทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชชัชกลุ่ม Imidazolinones (Imazethapyr – Pursuit; Imazaquin – Scepter; Imazapyr – Arsenal, Chopper; Imazamethabenz – Assert) และมีการโฆษณาว่าเป็นยีน”ธรรมชาติ” ไม่ใช่จีเอ็มโอ เมื่อหลุดออกไปผสมข้ามกับข้าวป่าหรือข้าววัชพืช ก็มีความเสี่ยงต่อการเกิดข้าววัชพืชร้ายแรงหรือ Superweed ได้ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ายีนจีเอ็มโอที่ให้คุณสมบัติต้านทานสารกำจัดวัชพืช

ในการประเมินระดับความเสี่ยงจากการข้าวจีเอ็มโอที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช ส่วนหนึ่งอาจ infer ได้จากเงื่อนไขพื้นที่และเวลา (timing) ของการเกิดปัญหาข้าววัชพืชในปัจจุบัน คำตอบของคำถามต่อไปนี้

- (ก) ข้าวป่าและปลูกในประเทศไทยมีอยู่คู่กัน และมีการแลกเปลี่ยนยีนมาตลอดชั่วเวลาหลายพันปี แต่ทำไมข้าววัชพืชมาระบาดเอาในเวลาไม่ถึง 10 ปีที่ผ่านมา
- (ข) Gene flow ระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูก เกิดขึ้นทั่วประเทศ ทุกๆแห่งที่มีประชากรข้าวป่าขึ้นอยู่ในพื้นที่เดียวกันกับข้าวปลูก โดยเฉพาะข้าวป่าแปลงใหญ่หนักร้อยถึงพันไร่ (ต.ย. หนองหารจังหวัดสกลนคร) ที่มีแปลงนาอยู่ติดกันมาช้านาน แต่ทำไมข้าววัชพืชจึงระบาดรุนแรงอยู่ในนาชลประทาน ภาคกลาง และภาคเหนือตอนล่างเท่านั้น (รายงานข่าวข้าววัชพืชเริ่มไปปรากฏในแปลงข้าวขาวดอกมะลิทุ่ง

ถูกร้องให้ อาจจะเป็นการเพิ่มความสลับซับซ้อนของปัญหา หรืออาจจะเป็นเครื่องชี้ทางสว่าง)

จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง โดยไม่ต้องเสี่ยงนำข้าวจีเอ็มโอทนต่อสารกำจัดวัชพืชเข้ามาทดลอง การศึกษาผลกระทบข้าวเคลียร์ฟิลด์ (Clearfield Rice) (ร่วมมือกับบริษัท BASF) ที่มีสารกำจัดวัชพืชเฉพาะกลุ่ม Imidazolinones กำกับ ก็น่าจะได้เงื่อนไขทางนิเวศและพันธุกรรมประชากรใกล้เคียงกับข้าวจีเอ็มโอที่มีสารกำจัดวัชพืชเฉพาะ (Roundup หรือ Liberty) มากขึ้นโดยไม่ต้องเสี่ยงต่อผลกระทบทางการเมืองจากกลุ่มต่อต้านจีเอ็มโอ

## 6.2. ผลกระทบจากข้าวจีเอ็มโอต่อระบบนิเวศในธรรมชาติ

ลูกผสมข้าวปลูกพันธุ์จีเอ็มโอกับข้าวป่า ที่สมบูรณ์ เจริญพันธุ์ได้ดีเป็นปกติ หรือมากกว่าพ่อแม่ มีความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศตามธรรมชาติในนาข้าว นอกเหนือไปจากการเกิดข้าววัชพืชที่เป็น Superweed สองทางคือ

1. ความสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวป่า
2. ผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร

ข้าวป่าสามัญ (*O. rufipogon*) ที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติเป็นแหล่งพันธุกรรมสำคัญสำคัญของข้าวปลูก เพราะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากกว่าข้าวปลูกหลายเท่าตัว ประชากรข้าวป่านี้ได้สูญพันธุ์ไปหมดหรือเกือบหมดแล้ว ในหลายประเทศ เช่น จีน ไต้หวัน เวียดนาม ความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวป่าสามัญในประเทศไทย ลาว เขมร และพม่า จึงนับว่าสำคัญมากสำหรับโลกส่วนที่บริโภคข้าว นอกจากลักษณะทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชที่ได้กล่าวมาแล้ว ยีนจากข้าวจีเอ็มโอหรือไมจีเอ็มโอที่ให้ลักษณะพิเศษหากได้หลุดไปอยู่ในข้าววัชพืชด้วยการผสมเกสรกับข้าวป่า อาจมีผลกระทบในทางลบต่อประชากรและความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวป่าธรรมชาติได้เช่นเดียวกัน ในลักษณะที่กำลังมีการพัฒนาในข้าวจีเอ็มโอ เพื่อหวังผลได้ในทางต่างๆ (ตารางที่ 4) มีหลายลักษณะที่อาจก่ออันตรายได้

- ยีน C4 จากข้าวโพดมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงมาก นอกจากอาจกลายเป็นข้าววัชพืชที่เป็น Superweed แล้วยังอาจได้ลูกผสมที่รุกรานดัดแปลงข้าวป่าธรรมชาติ และเบียดบังสายพันธุ์เดิมตามธรรมชาติให้สูญพันธุ์ ทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรนั้นลดลง (Genetic erosion)
- ยีนเกสรตัวผู้เป็นหมันมีโอกาสลดอัตราการเจริญพันธุ์ และอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ของประชากรในที่สุด
- ฯลฯ

นอกจากนี้ลักษณะมากมายหลากหลายที่กำลังพัฒนาให้แก่ข้าวจีเอ็มโอ (ตารางที่ 4) ความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในทางอื่นอีกมากมายหลายทาง เช่น

1. ลักษณะจีเอ็มโอที่ให้ความต้านทานต่อแมลงศัตรู ต่อโรค อาจเป็นอันตรายต่อแมลงที่มีประโยชน์และสิ่งมีชีวิตอื่นในธรรมชาติ
2. ลักษณะจีเอ็มโอที่ใช้ผลผลิตยาต่างๆ อาจมีผลกระทบที่ไม่ตั้งใจ ต่อสิ่งมีชีวิตอื่น รวมทั้งจุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อม
3. ลักษณะที่ก่อให้เกิดการต้อยา ต้อสารกำจัดวัชพืช อาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ในแมลงศัตรู วัชพืชและเชื้อโรคสำคัญ

จำเป็นอย่างยิ่งที่การทดลองข้าวจีเอ็มโอในแปลงจะต้องมีการกักกันไม่ให้มีโอกาสที่ยีนต่างเหล่าจะหลุดลอดออกไปในแหล่งพันธุกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบความปลอดภัยอย่างเข้มงวด เพื่อประเมินความเสี่ยง ก่อนจะมีการนำออกสู่การทดลองในระดับแปลงและเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดเพื่อตรวจสอบผลกระทบในระยะยาว ไม่อาจพึ่งพาท้องถิ่นความรู้เก่าๆ ถ่ายทอดมาจากระบบนิเวศอื่นในเขตอบอุ่น แต่เพียงอย่างเดียว จำเป็นต้องมีการศึกษากระบวนการที่เกี่ยวข้องในระบบนิเวศท้องถิ่นอย่างละเอียดถี่ถ้วน ในประเด็นต่างๆ อาทิเช่น

1. ผลกระทบจากลักษณะพิเศษของข้าวจีเอ็มโอแต่ละชนิดต่อ สิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศของการทำนา ว่ามีผลอย่างไร ต่อ
  - ความหลากหลายของระบบพันธุกรรมร่วม ข้าวป่า-ข้าวปลูก
  - สิ่งมีชีวิตต่างๆในห่วงโซ่อาหาร
2. บทบาทของนกและสัตว์อื่น ในการกระจายพันธุ์
  - ด้วยเมล็ดที่มีหางและขนของข้าวป่าหรือข้าวลูกผสมข้าวป่าข้าวปลูก ที่ติดไปกับขนนก
  - เมล็ดข้าวเปลือกในส่วนต่างๆของระบบทางเดินอาหารของนกและสัตว์อื่นๆ (ในหมู่บ้านชาวเขาในที่สูงหลายหมู่บ้านมีตำนานว่า ข้าวปือขอมี่ ซึ่งเป็นภาษากะเหรี่ยงแปลว่าข้าวไก่อปา ได้มาจากในกระเพาะไก่อปา)
3. บทบาทแมลงท้องถิ่นในการผสมเกสรข้าว แม้ตำราจากยุโรปและอเมริกายังจะสอนว่าข้าวปลูกเป็นพืชผสมเกสรในดอกเดียวกัน บางคนทำงานใกล้ชิดกับการผสมเกสรของข้าวโดยธรรมชาติรู้ดีว่าในช่วงดอกบานทั้งข้าวป่าและข้าวปลูกในประเทศไทยมีผึ้งและแมลงมาตอมเป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่เคยได้มีการวัดในกระบวนการที่เกี่ยวข้องหลายเรื่อง อาทิ
  1. มีแมลงท้องถิ่นชนิดใดบ้างมีความสำคัญต่อการผสมข้ามดอกของข้าว
  2. ระยะทางการบินและอาณาเขตการหาเกสรของแมลงแต่ละชนิด
  3. บทบาทของแมลงพาหะแต่ละชนิด ต่ออัตราการผสมข้ามในระหว่างข้าวปลูกด้วยกัน และระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูก

#### ตารางที่ 4 ตัวอย่างลักษณะต่าง ๆที่กำลังถูกพัฒนาในข้าวจีเอ็มโอ

ประโยชน์ที่คาดหวัง	ลักษณะเฉพาะ
ความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช	ทนต่อสาร Glufosinate (Liberty Link; Basta) ทนต่อสาร Glyphosate (Roundup Ready) ทนต่อสาร Imidazolinone (มีพันธุ์ทนทานที่ไม่ใช่จีเอ็มโอด้วย) ทนต่อสาร Sulfonylurea
ความทนทานต่อแมลงและโรค	ทนต่อเชื้อรา <i>Rhizoctonia solani</i> (sheath blight) ทนต่อเชื้อรา <i>Pyricularia oryzae</i> (blast) ทนต่อเชื้อแบคทีเรีย <i>Xanthomonas oryzae</i> (bacterial blight) ทนต่อเชื้อไวรัส หลายชนิด ทนต่อแมลง Lepidopteran ทนต่อแมลง Coleopteran ทนต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Homopteran)
การทนต่อภาวะเครียด	ทนเกลือ ทนแล้ง ทนหนาว
เพิ่มผลผลิต	เพิ่มผลผลิต เพิ่มการสังเคราะห์แสงด้วยยีนสร้างเอ็นไซม์ C4 จากข้าวโพด
อื่น ๆ	เปลี่ยนแปลงโปรตีน แป้ง และกระบวนการเมตาโบลิซึม เกษตรผู้เป็นหมัน สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม การใช้ข้าวเพื่อดูดสารพิษ โลหะหนักจากดิน (Phytoremediation) เพิ่มเหล็ก สังกะสี ในเมล็ด เพิ่มบีตาแคโรทีน ข้าวที่มีคุณสมบัติเป็นยาด้วยยีนจากมนุษย์ ฯลฯ

ที่มา: Lu and Snow (2005)

ความสำคัญของเชื้อพันธุ์พื้นเมืองของพืชเกษตรต่ออนาคตการผลิตอาหารของมวลมนุษยชาตินั้น เป็นที่ยอมรับทั่วโลกดังเห็นได้จากอนุสนธิสัญญาความหลากหลายทางชีวภาพหรือ Convention on Biological Diversity, CBD (United Nations, 1992) ได้เจาะจงชี้ชัดถึงความสำคัญของการอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืชพื้นเมืองไว้ทั้งในท้องถิ่น (*In situ* conservation) และในที่ปลอดภัยนอกท้องถิ่น (*Ex situ* conservation) แต่ในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรมในเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงการถ่ายทอดแลกเปลี่ยนพันธุกรรมข้าวในพื้นที่นี้ ที่ได้เกิดขึ้นมาตลอดประวัติศาสตร์การท่านา

- มีการนำเข้ยีนจากต่างถิ่นตั้งแต่มีการอพยพย้ายถิ่นของกลุ่มคนปลูกและกินข้าวชาติพันธุ์ต่างๆเข้ามาในพื้นที่ประเทศไทยปัจจุบัน
- มีการนำเข้ยีนข้าวจากต่างถิ่นสู่ประเทศไทยเป็นจำนวนมากเกิดขึ้นเมื่อมีความร่วมมือกับสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ มีพันธุ์ข้าวลูกผสมที่พ่อแม่มาจากหลายแหล่งถูกส่งไปทดลองตามศูนย์และสถานีทดลองข้าวทั่วประเทศตั้งแต่ พ.ศ. 2503
- การกระจายของยีนข้าวจากต่างถิ่นสู่ท้องนาในประเทศไทยเริ่มจากการนำพันธุ์ข้าว กข 1 ซึ่งเป็นลูกผสมข้าวพื้นเมืองไทยพันธุ์เหลืองทอง กับ IR8 (ซึ่งเป็นลูกผสมข้าวจีนกับอินโดนีเซีย) ออกแนะนำแก่เกษตรกรผู้ทำนาในเขตชลประทานทั่วประเทศใน พ.ศ. 2512 และ
- จากนั้นจนถึงในปัจจุบันมีการนำข้าวพันธุ์ปรับปรุงออกแนะนำแก่เกษตรกรอีกนับ 30 พันธุ์ ซึ่งทุก ๆ พันธุ์ได้รับการผสมพันธุ์เพื่อถ่ายทอดยีนสำคัญที่ต้องการมาจากต่างประเทศ
- ข้าวหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 มีสายเลือดของข้าวป่า *Oryza nivara* ที่เป็นแหล่งของยีนต้านทานโรคฉ่ำ
- ในการผสมพันธุ์ข้าวเพื่อลักษณะเฉพาะบางลักษณะ เช่นยีนไม่ไวแสง ยีนต้นเตี้ย (เพื่อให้ข้าวไม่ล้ม) ยีนต้านทานโรคและแมลง ไม่อาจหลีกเลี่ยงให้ยีนอื่นปะปนเข้ามาได้
- การนำเข้ยีนยังคงดำเนินไปอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยมียีนแปลกๆมีความต่างเหล่าห่างไกลในทางพันธุกรรมจากข้าวในท้องถิ่นมากขึ้น ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพที่ก้าวหน้าไปมากทำให้สามารถผสมพันธุ์ระหว่างข้าวปลูกกับข้าวชนิดอื่นที่มีพันธุกรรมห่างไกลกันได้ง่ายขึ้น เช่น
  - (ก) ข้าวลูกผสม (Hybrid rice) ที่มียีนที่ทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน (cytoplasmic male sterility)
  - (ข) ยีนจากข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima*)
  - (ค) ยีนจากข้าวป่าต่าง species (Wide crosses)

การผสมข้ามแลกเปลี่ยนยีนระหว่างพืชป่าและพืชปลูกนี้น่าจะมีบทบาทสำคัญในวิวัฒนาการของเชื้อพันธุ์พืชเกษตรพื้นเมืองมาแต่ในอดีตกว่าหมื่นปีตั้งแต่เริ่มมีการเพาะปลูก และส่วนใหญ่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่ำ เมื่อผลการแลกเปลี่ยนยีนนี้มีศักยภาพในการเจริญพันธุ์ต่ำและไม่พบผลกระทบในทางลบ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ว่าการผสมข้ามแลกเปลี่ยนยีนระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกที่ได้พบในประเทศไทย ได้ลูกผสมที่แข็งแรงมีอัตราการเจริญพันธุ์สูงมาก ประกอบกับรุกรานลดลงของลูกผสมที่กลายเป็นข้าววัชพืชร้ายแรง แสดงให้เห็นว่า

1. ผลกระทบจากลักษณะพิเศษที่ถ่ายทอดไปให้แก่ลูกผสมอาจกลายเป็นปัญหาร้ายแรงได้ ไม่ว่าจะลักษณะนั้นจะเป็นลักษณะที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือมาจากจีเอ็มโอ
2. แต่ลักษณะที่เป็นจีเอ็มโอมีความเสี่ยงอีกชั้นหนึ่ง จากผลกระทบพิเศษเนื่องจากยีนต่างเหล่า
  - ต่อธุรกิจ (โปรตีนคนในเบียร์ หรืออาหาร) และ
  - ต่อสภาพแวดล้อม

## 7. ชีตความสามารถด้านจีเอ็มโอของไทย – ข้อบกพร่องทางนโยบาย

เทคโนโลยีจีเอ็มโอเปรียบได้เหมือนไฟ คือให้ได้ทั้งคุณและโทษ ชีตความสามารถทางวิชาการด้านจีเอ็มโอของไทยและประเทศทั้งหลายที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา ในปัจจุบัน เทียบได้กับเด็กที่เพิ่งค้นพบไม้ขีด จุดไม้ขีดเป็น และก่อไฟเป็น อาจจะได้ฟังมาบ้างว่าไฟนี้มีอันตราย บางคนอาจถูกไฟไหม้มือ แต่ยังไม่รู้ได้ไม่ชัดเจนว่าอันตรายที่อาจเกิดขึ้นมีอย่างไรบ้าง และจะป้องกันอย่างไรจึงไม่ให้ไฟไหม้เสื้อผ้า และลูกกลมไหม้บ้าน ในช่วงเวลา 20 ปีที่ผ่านมา มีการลงทุนเพื่อสร้างชีตความสามารถทางเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทยในระดับสูงกว่าสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพ มีการตั้งหน่วยงานระดับชาติ ตั้งแต่ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ (ศูนย์ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของกรมวิชาการเกษตร ในมหาวิทยาลัย รัฐบาลได้สนับสนุนและลงทุนของให้มีการเรียนการสอนหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ การให้ทุนสนับสนุนการวิจัยของรัฐบาลรวมทั้งการให้ทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีการเน้นให้ทุนสนับสนุนโครงการที่เกี่ยวข้องกับพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพมากเป็นพิเศษ ทั้งหมดนี้ยังได้รับการสนับสนุนในระดับนานาชาติ มีเครือข่ายไบโอเทคทางเกษตรสนับสนุนโดยธนาคารแห่งเอเชีย เครือข่ายไบโอเทคพืชอาหารสำคัญของมูลนิธิร็อกกี้เฟลเลอร์ แต่สังเกตได้ว่าการลงทุนทั้งหมดนี้ล้วนพุ่งเป้าไปที่เทคโนโลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรม (Biotechnology และ Genetic Engineering) เพื่อมุ่งใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกและการตลาด โครงการวิจัยต่างๆ มีเป้าหมายในการสร้างพันธุ์พืชให้ดีกว่าที่มีอยู่เดิม เพื่อทนโรค ทนแมลงศัตรู ทนแล้ง ทนน้ำท่วม มีคุณภาพเมล็ดที่ดีขึ้น ฯลฯ ชีตความสามารถทางวิชาการในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ และ พันธุวิศวกรรม นับว่าอยู่ในขั้นสูงไม่แพ้ประเทศที่พัฒนาแล้ว อาทิเช่น

- ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
  - มีหน่วยปฏิบัติการพันธุกรรมด้านพืช ซึ่งเป็นหน่วยปฏิบัติการเครือข่ายของศูนย์ไบโอเทค ในระยะเกือบ 10 ปี ใช้งบราว 60 ล้านบาท จนถึงขณะนี้วิจัยและพัฒนาพืชจีเอ็มโอหลายชนิด เช่น พริก มะเขือเทศ มะละกอ เพื่อให้มีความต้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส และยังมี ถั่วฝักยาว ฝ้าย เพื่อให้ต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช ข้าวหอมมะลิ เพื่อให้ต้านทานโรคฉ่ำและเพิ่มความทนดินเค็ม

- กล้วยไม้ ที่เปลี่ยนการแสดงออกของสีดอก
- ม.มหิดล มีโครงการวิจัยเพื่อสร้างพันธุ์มะละกอต้านทานโรคจุดต่างวงแหวนที่เกิดจากเชื้อไวรัส
- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครศรีธรรมราช สร้างพันธุ์สับปะรดทนทานสารเคมีกำจัดวัชพืช
- ม.แม่โจ้ ร่วมมือกับบริษัทเอกชนผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจีเอ็มโอ
- กรมวิชาการเกษตร มีงานวิจัยพัฒนาพันธุ์ รวม 9 ชนิด รวมทั้ง มะละกอ, สับปะรด, กล้วยไม้
- มีการตื่นตัวในกลุ่มนักวิชาการและนักปรับปรุงพันธุ์ที่จะนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชหลากหลายชนิด ทั้งพืชไร่ (ข้าวหอมมะลิ มันสำปะหลัง อ้อย ถั่วเหลือง) พืชผัก (พริก มะเขือ ถั่ว) ไม้ผล (มะม่วง มะละกอ สับปะรด กล้วย) กล้วยไม้ ต้นไม้ (ต้นสัก ยูคาลิปตัส)

โครงการวิจัยในหน่วยงานและเครือข่ายทั้งหมดที่กล่าวมานี้ รวมทั้งวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาบัณฑิตศึกษาทางเทคโนโลยีชีวภาพ มีน้อยโครงการที่พุ่งเป้าไปในเรื่องของความปลอดภัยจากจีเอ็มโอ หรือที่เรียกว่าความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety) ซึ่งเป็นประเด็นในการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่นานาชาติให้ความสำคัญ พิธีการคาร์ตาเฮน่า (Cartagena Protocol on Biosafety, CPB) ที่กำหนดแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการนำเข้าและส่งออกจีเอ็มโอที่มีชีวิตเพื่อใช้เป็นอาหาร อาหารสัตว์ หรือแปรรูป (LMO-FFP, Living Modified Organisms intended for direct use as food or feed or processing) ที่ได้มีการรับรองแล้วโดย 130 ประเทศ ดังนั้นแม้ประเทศไทยยังไม่ได้ทำการรับรอง CPB เงื่อนไขกฎเกณฑ์เหล่านี้ก็จะมีผลต่อการค้าและการส่งออกโดยเฉพาะผลผลิตผลการเกษตรของประเทศอย่างแน่นอน หลักการสำคัญของ CPB คือ Precautionary Principal ซึ่งอนุญาตให้มีการปฏิเสธการนำเข้าสิ่งมีชีวิตที่เป็นจีเอ็มโอได้หากมีเหตุสมควรว່อาจเกิดอันตรายถึงแม้จะยังไม่มีหลักฐานว่าเกิดอันตรายจริงการตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพแห่งชาติถือได้ว่าเป็นก้าวสำคัญของประเทศไทยในการจัดการจีเอ็มโอ แต่การตั้งคณะกรรมการขึ้นมาทดแทนคณะที่ได้สิ้นสุดสภาพลงเมื่อปลายปี 2547 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงผลกระทบของจีเอ็มโอตามแนว CPB ซึ่งมีขอบเขตครอบคลุมถึงความปลอดภัย สุขภาพ และอาหารของประชากรมนุษย์ ระบบเศรษฐกิจและสังคม สภาพแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพ (ดิน น้ำ ป่า พืชพรรณ wildlife จุลลินทรีย์) และทรัพยากรธรรมชาติ เมื่อพิจารณาถึง

- การเจริญเติบโตของเทคโนโลยีจีเอ็มโอทั่วโลก
- การแพร่กระจายเข้ามาในประเทศของเทคโนโลยีและผลิตผลจีเอ็มโอ และ
- การลงทุนในการศึกษาและวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพของภาครัฐ
- การขาดความบูรณาการในการติดตามดูแลเรื่องความปลอดภัยทางชีวภาพ และการขาดความเข้มแข็งในทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง มีต้องความสามารถในหลายด้านนอกเหนือไปทางเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม เป็นจุดอ่อนที่น่าเป็นห่วงมากและทำให้ระบบการเพาะปลูกสุขภาพคนไทย ทรัพยากรชีวภาพและสิ่งแวดล้อม ต้องตกอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อ

- อันตรายจากผลิตผลและเทคโนโลยีพีชจีเอ็มโอที่แพร่กระจายเข้ามาจากต่างประเทศ
- อันตรายจากผลิตผลและเทคโนโลยีพีชจีเอ็มโอที่ได้ลงทุนสร้างในประเทศ
- การสูญเสียโอกาสรักษาขีดความสามารถการแข่งขันของประเทศ จากการใช้เทคโนโลยีจีเอ็มโอทั้งที่สร้างเองหรือถ่ายทอดนำเข้าจากต่างประเทศ

นอกจากนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น ประเด็นความปลอดภัยทางชีวภาพนี้เป็นเรื่องซับซ้อน มีหลายเงื่อนไข แต่ยังคงขาดแคลนความเข้าใจพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในหลายๆทาง ความปลอดภัยหรืออันตรายต่อพืชพันธุ์ป่าและวัชพืชที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับพืชปลูกสำคัญ ถือเป็นเรื่องของแต่ละพืชและระบบการจัดการ ไม่ใช่คุณสมบัติโดยเหมารวมของทั้งเทคโนโลยี โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับพืชพรรณและสิ่งแวดล้อมในประเทศที่ไม่เหมือนใคร และเป็นข้อได้เปรียบเชิงการค้า จำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างจำเพาะเจาะจงสำหรับแต่ละกรณี เป็นเรื่องเฉพาะของแต่ละท้องถิ่น แต่ละประเทศจะให้ความสำคัญต่อประชากรพืชป่าของพืชสำคัญของตนเองเท่านั้น การอ้างอิงผลงานจากต่างประเทศจึงจำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง

เพราะในประเทศสหรัฐอเมริกาไม่มีประชากรพืชป่าของถั่วเหลือง ข้าวโพด และข้าว อยู่เลย ข้ออ้างจากนักวิทยาศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ว่ามีโอกาสเป็นศูนย์ ที่แหล่งพันธุกรรมในประชากรพืชป่า ของถั่วเหลือง ข้าวโพด หรือแม้กระทั่งข้าว จะถูกทำลายด้วยการผสมข้ามเหล่าจากพีชจีเอ็มโอ ก็นับว่าจริงอยู่แต่เฉพาะในประเทศของเขาเท่านั้น สำหรับในประเทศไทยคงมีความปลอดภัยจากผลกระทบดังกล่าวเช่นเดียวกันในกรณีของถั่วเหลืองและข้าวโพด เพราะเราไม่มีประชากรพืชป่าของข้าวโพด และถั่วเหลือง อยู่ในธรรมชาติ แต่จะหนึ่งนอนใจไม่ได้เลยสำหรับข้าวถั่วในกลุ่มถั่วเขียว (*Vigna spp.*) แตง (Cucurbits) และพืชอื่นอีกหลายชนิด ที่มีศูนย์กลางความหลากหลาย และประชากรพืชป่าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกันอยู่ในประเทศไทย หลายคนอาจเป็นห่วงแหล่งพันธุกรรมของหลายพืช ที่แม้อาจมิใช่พืชเศรษฐกิจ แต่อาจมีความสำคัญเฉพาะถิ่น เช่น ข้าวโพดข้าวเหนียว และผักกาดต่างๆ (Cruciferae)

การเลือกที่จะบริโภคอาหารที่มาจากพีชจีเอ็มโอหรือไม่ เป็นสิทธิมนุษยชนส่วนบุคคลของแต่ละคนตามรัฐธรรมนูญ แต่การตัดสินใจเชิงนโยบายของรัฐที่ดี การดำเนินการของคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพแห่งชาติที่ดี ต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ของประเทศชาติโดยรวม ซึ่งหมายถึงผลกระทบต่อคนส่วนใหญ่และต่อทรัพยากรที่เป็นมรดกของคนรุ่นหลัง และควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลองค์ความรู้ที่ยืนยันได้ ไม่สมควรเป็นอย่างยิ่งที่นโยบายเทคโนโลยีชีวภาพในระดับชาติจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของความกลัวสิ่งที่ไม่รู้ ข้อมูลองค์ความรู้เรื่องอันตรายและความปลอดภัยจากพีชจีเอ็มโอนี้ ส่วนหนึ่งสามารถถ่ายทอดมาใช้ได้จากนอกประเทศโดยไม่ต้องลงทุนมากมาย แต่ระบบการเพาะปลูกประเทศไทยมีเอกลักษณ์หลายอย่างที่เป็นข้อได้เปรียบในเชิงการผลิตและส่งออกพืชผล และวัฒนธรรมอาหารการกินของคนไทยก็แตกต่างไปประเทศตะวันตกที่เป็นแหล่งข้อมูลและองค์ความรู้สากลส่วนใหญ่ ซึ่งหมายความว่าหลายๆปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาเฉพาะถิ่น ไม่อาจหวังได้คำตอบจากนอกประเทศได้



ประเทศไทยนับว่ามีระบบการเตือนภัยจีเอ็มโอที่ได้ผลในระดับหนึ่ง ดังเห็นได้จากการยับยั้งกระบวนการวิจัยและส่งเสริมของรัฐ ในขณะที่ยังขาดข้อมูลเรื่องความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม และสุขภาพของผู้บริโภค ในกรณีฝ่ายบีทีและมะละกอจีเอ็มโอ ด้วยการรณรงค์ขององค์กรเอกชน (NGO) ซึ่งมีเครือข่ายกลุ่มต่อต้านจีเอ็มโอกลุ่มต่างๆในประเทศ อาทิ สหพันธ์องค์กรผู้บริโภค องค์กรความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาไทย และเครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก มีการสนับสนุนจากองค์กรเอกชนนานาชาติ บางองค์กรมีสำนักงานสาขาอยู่ในประเทศไทย เช่น กรีนพีซ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ฝ่ายรณรงค์ด้านพันธุวิศวกรรม ที่ให้การสนับสนุนในด้านวิชาการ เช่นการตรวจหาหลักฐานยีนจีเอ็มโอในพืชจากแปลงเกษตรกรในท้องปฏิบัติการณ์ต่างประเทศ แต่องค์กรเอกชนต่างๆจากทั้งในและนอกประเทศ ที่มารวมตัวกันต่อต้านพืชจีเอ็มโอ มีเป้าหมายต่าง ๆ นานา บ้างส่งเสริมให้เกษตรกรปฏิเสธระบบการตลาด บ้างปฏิเสธวิทยาการแผนใหม่โดยสิ้นเชิง และส่งเสริมการอนุรักษ์ระบบการผลิตและเชื้อพันธุ์พืชดั้งเดิม และบ้างมีนโยบายหลักคือการปฏิเสธและต่อต้านพืชจีเอ็มโอในอาหารหรือในการเพาะปลูก (“Say no to genetic engineering” Greenpeace, 2005) และมีนัยยะที่มิใช่เป้าหมายคือผลประโยชน์ต่อประเทศไทยโดยรวมในระยะยาว การพึ่งพาข้อมูลจากองค์กรเอกชนที่มีนโยบายปฏิเสธคัดค้านการใช้เทคโนโลยีจีเอ็มโอเพียงฝ่ายเดียว นับว่าไม่พอเพียงสำหรับการตัดสินใจในระดับนโยบายรัฐที่มีผลประโยชน์ของชาติโดยรวมเป็นเป้าหมาย และเป็นการเสี่ยงต่อการสูญเสียโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชและความสามารถแข่งขันของประเทศ

ในแผนงานวิจัยของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่รับผิดชอบงานวิจัยด้านจีเอ็มโอของประเทศ (Tanticharoen 2000; Tanticharoen et al 2001; Biotec 2005a) มีแต่เน้นผลได้จากเทคโนโลยีชีวภาพและการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ และแม้จะมีการกล่าวถึงการพัฒนา นโยบายพันธุวิศวกรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biotec 2005b) แต่ไม่มีที่ใดที่กล่าวถึงความจำเป็นหรือแผนวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการใช้ประโยชน์จากพืชจีเอ็มโออย่างปลอดภัย กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศ พ.ศ. 2547-2552 โดยคณะกรรมการนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (2547) มีเป้าหมายระดับชาติ 6 เป้าหมาย ได้แก่

1. ธุรกิจชีวภาพสมัยใหม่เกิดและพัฒนา
2. ใช้เทคโนโลยีชีวภาพช่วยให้ประเทศไทยเป็นครัวของโลก
3. ประเทศไทยมีสังคมที่มีสุขภาพดีและเป็นศูนย์กลางสุขภาพแห่งเอเชีย
4. ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมละผลิตพลังงานสะอาด
5. ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเป็นปัจจัยสำคัญของเศรษฐกิจพอเพียง
6. พัฒนาระบบสร้างกำลังคนที่มีคุณภาพ

เป้าหมายระดับชาติทั้ง 6 ข้อนี้ ล้วนแต่มุ่งใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพทั้งสิ้น แม้แต่ในข้อ 4 ซึ่งบ่งถึงการรักษาสิ่งแวดล้อม ก็มีได้ส่วนใดในรายละเอียดและกลยุทธ์สำคัญที่ชี้ถึงโอกาสเกิดอันตรายจากพืชจีเอ็มโอ และความจำเป็นในการเฝ้าระวังติดตามผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น กับแหล่งพันธุกรรมของพืชสำคัญในท้องถิ่น และสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ และหาแนวทางป้องกัน เพราะผลกระทบ

ในทางลบจากพีชจีเอ็มโอ อาจมีผลเสียหายต่อเป้าหมายการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพตั้งแต่ข้อ 1 ถึง 5 และ ในข้อ 6 หากเกิดความบกพร่องขาดแคลนกำลังคนในสาขาวิชาที่จำเป็น

โดยเฉพาะเป้าหมายการเพาะบ่มและพัฒนาธุรกิจชีวภาพ นับว่าเป็นโอกาสทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ที่จะมีการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตยาและฮอร์โมนจากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ หลังจากประสบอุปสรรคจากกฎระเบียบความปลอดภัยทางชีวภาพที่เข้มงวดในสหรัฐฯ บริษัทเทคโนโลยีชีวภาพเริ่มมองหาโอกาสการผลิตในประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น เวเนซุเอลา ไบโอสายส์ จากแคลิฟอร์เนีย กำลังพิจารณาที่จะย้ายฐานการผลิตไปแอฟริกาใต้และบราซิล ความสำเร็จจะแยกพีชจีเอ็มโอเพื่อผลิตยาออกจากพืชอาหาร ทำให้ประเทศไทยมีข้อได้เปรียบในการผลิตยาจากพีชจีเอ็มโอที่มีการผลิตเพื่ออาหารเชิงการค้าในประเทศน้อยมากหรือไม่มีเลย เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวทริติคัลเลย์ ตลอดจนพืชเมืองหนาวอื่นๆ แต่การขาดองค์ความรู้พื้นฐานจะช่วยในการเฝ้าระวังอันตรายอันเกิดจากผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากพืช (และสัตว์) จีเอ็มโอที่เป็นโรงงานเภสัชกรรมเหล่านี้ ถือว่าเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าว

จำเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศไทยต้องมีการลงทุนสร้างองค์ความรู้ และหาข้อมูลเรื่องผลกระทบต่อพีชจีเอ็มโอเฉพาะของเราเอง นอกจากเรื่องข้าวที่จะได้นำเสนอในลำดับต่อไป ประเด็นความปลอดภัยทางชีวภาพ หรือไบโอเซฟตี้ นี้สมควรอย่างยิ่งที่จะได้รับการใส่ใจกับทุกพืชที่เป็นพีชจีเอ็มโอ ทั้งที่กำลังมีโครงการตัดแต่งพันธุกรรมอยู่ ที่มีศักยภาพในทางอุตสาหกรรมทางยา และพืชที่มีโอกาสเล็ดลอดเข้ามาสู่ระบบนิเวศอย่างผิดกฎหมาย นอกจากประเทศตะวันตก ประเทศเพื่อนบ้านยักษ์ใหญ่ 2 ประเทศ คือจีนและอินเดียมีการทุ่มลงทุนปรับปรุงพันธุ์พีชจีเอ็มโอมหาศาล มีพืชสำคัญคล้ายคลึงกับไทยมากมาย การถ่ายยีนจีเอ็มโอ เช่น ยีนทนโรคสำคัญ ยีนที่ให้คุณสมบัติลักษณะเพื่อการตลาดและการบริโภคต่างๆ จากข้าว ข้าวโพด ถั่ว พริก มะเขือ แตง มาสู่พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศสามารถทำได้ง่าย ๆ โดยการนำมาผสมเกสรกับพันธุ์ท้องถิ่น ที่เกษตรกรหรือใครๆก็สามารถทำได้

นอกจากข้าวที่มีความสำคัญในอันดับหนึ่ง ยังมีฝ้ายบีบี และมะละกอจีเอ็มโอ ที่ได้หลุดออกไปสู่แปลงเกษตรกรแล้ว เพราะผลประโยชน์ที่ชัดเจนของการตัดแต่งพันธุกรรม ถั่วเหลืองค่อนโลกเป็นจีเอ็มโอไปแล้ว (และข้าวโพดจีเอ็มโอที่เริ่มนำเข้าแล้วเช่นเดียวกัน แต่ยังไม่เห็นว่าน้อยกว่าถั่วเหลือง)

- ฝ้ายที่ทนต่อการทำลายของแมลงศัตรู จากยีนที่ถ่ายทอดมาจากแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (Bt) ช่วยลดต้นทุนการพ่นยาฆ่าแมลง และผลกระทบจากการใช้ยาฆ่าแมลงต่อสุขภาพของเกษตรกรและคนงานปลูกฝ้าย
- ไวรัสใบด่างวงแหวนเป็นโรครุนแรงมาก สามารถทำให้มะละกอเสียหายทั้งสวน จนเก็บผลไม่ได้เลย มะละกอจีเอ็มโอต้านทานโรคนี้อาจได้ผลชัดเจน

- ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดและกากถั่วเหลืองจีเอ็มโอเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอาหารสำหรับคนด้วย เป็นจำนวนมากและเป็นเวลาหลายปีแล้ว เพราะประเทศผู้ส่งออกถั่วเหลืองรายใหญ่ เช่นสหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา และบราซิล ล้วนแต่ปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอกันหมดน่าจะเป็นกรณีตัวอย่างของการศึกษาผลกระทบและความปลอดภัยของพีซีจีเอ็มโอได้เป็นอย่างดี
- ฝ่ายปีที่ที่ได้มีการปลูกในแปลงเกษตรกรมาแล้วเป็นเวลาร่วมสิบปี น่าจะวัดผลได้ในระดับหนึ่งว่ามีผลกระทบทำอันตรายสิ่งแวดล้อมไปมากน้อยเท่าใด และ การที่ไม่ต้องใช้ยาฆ่าแมลงมากมายให้ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ และความปลอดภัยทางสุขภาพแก่เกษตรกรไปแล้วเท่าใด ส่วนหนึ่งอาจอาศัยข้อมูลจากประเทศจีนและอินเดียที่ได้มีการศึกษามาก่อนข้างมาก แต่ยังคงต้องมีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเฉพาะถิ่นของไทย
- การเริ่มศึกษาผลกระทบของพีซีจีเอ็มโอในประเทศ นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดี แต่ยังคงขาดการบูรณาการ การศึกษาเรื่องมะละกอจีเอ็มโอคงต้องขยายออกไปจากการศึกษาทางชีวภาพที่มะละกอโดยตรง ให้ครอบคลุมสิ่งแวดล้อม และระบบเศรษฐกิจ และการศึกษาการนำเข้าถั่วเหลืองจีเอ็มโอคงต้องขยายจากการศึกษาระบบการใช้ถั่วเหลืองในการทำน้ำมัน การใช้เป็นอาหารสัตว์ ให้ครอบคลุมการใช้ประโยชน์แบบอื่น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น ตั้งแต่ วัชพืช wildlife ไปจนถึงไรโซเบียมและจุลินทรีย์ดินอื่นๆ

จากการลงทุนของรัฐและการสนับสนุนจากหน่วยงานนานาชาติ ประเทศไทยนับว่าประสบความสำเร็จในการสร้างขีดความสามารถในด้านอณูชีววิทยาและพันธุวิศวกรรมในระดับที่น่าพอใจ สามารถผลิตบัณฑิตปริญญาตรีถึงปริญญาเอก ในสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพได้ปีละหลายร้อยคน มีห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีในประเทศนับได้หลายสิบแห่ง ที่สามารถทำการตรวจสอบหาหลักฐานยีนจีเอ็มโอได้ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพหลายศูนย์มีความสามารถในทางพันธุวิศวกรรมตัดแต่งยีนสร้างพีซีจีเอ็มโอได้ ทั้งหมดนี้มีหลักฐานตรวจสอบได้ในวิทยานิพนธ์บัณฑิตศึกษาจากมหาวิทยาลัยต่างๆ และบทความตีพิมพ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องในวารสารวิชาการชั้นนำนานาชาติ แต่การเฝ้าระวังประเมินผลกระทบและอันตรายจากพีซีจีเอ็มโอต้องการความสามารถทางวิชาการที่นอกเหนือไปจากนี้มากในหลายสาขาวิชา ความพร้อมทางวิชาการเพื่อจัดการพีซีจีเอ็มโอของประเทศไทยในปัจจุบัน นับว่ายังขาดส่วนสำคัญคือ ขีดความสามารถในสาขาวิชาอื่น นอกเหนือไปจากเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม ที่จำเป็นแต่ขาดการสนับสนุน การประเมินอันตรายและเฝ้าระวังผลกระทบจากจีเอ็มโอ ยังต้องการความชำนาญในสาขาต่อไปนี้อย่างน้อยที่สุด

- พืชวิทยาและชีวเคมี และพันธุศาสตร์ ในกรณีที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในอาหาร
- พันธุศาสตร์ ในทุกระดับไปจนถึงอณูพันธุศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางพันธุกรรม และกระบวนการวิวัฒนาการ การผ่าเหล่า ในกรณีที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมและแหล่งพันธุกรรมของพืชอาหาร

- นิเวศวิทยาของประชากร (Population ecology) ในพืชปลูกและพืชป่าที่มีพันธุกรรมใกล้เคียง สามารถแลกเปลี่ยนพันธุกรรมกันได้ ไปจนถึงสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อยู่ร่วมระบบนิเวศ

**ที่สำคัญคือการบูรณาการความรู้ในสาขาเหล่านี้เข้ากับขีดความสามารถที่มีอยู่ทางอนุชีววิทยา และทางสาขาอื่น ตั้งแต่ agronomy agroecology ตลอดจนเศรษฐศาสตร์ ในการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากพีซีจีเอ็มโอ โดยเฉพาะต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมในประเทศไทย**

## 8. ข้อเสนอแนะ

เพื่อรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และเพื่อรองรับการกระจายเข้ามาในประเทศไทยของเทคโนโลยี พืช และผลิตภัณฑ์จีเอ็มโอ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ มีความจำเป็นต้องมี

1. การพัฒนาขีดความสามารถทางวิชาการ
  - 1.1 ที่มีบูรณาการสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง อาทิ population ecology, พืชวิทยาและเคมีชีววิทยา ตลอดจน agronomy agroecology และเศรษฐศาสตร์ เข้ากับความรู้ทางอนุชีววิทยา และพันธุวิศวกรรม
  - 1.2 เพื่อสร้างองค์ความรู้เรื่องผลกระทบทั้งด้านบวกและลบ ของพีซีจีเอ็มโอ ต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อมเฉพาะถิ่นของไทย โดยอาจหยิบยกเอาเรื่องเฉพาะหน้ามาเป็นจุดเริ่มต้น 4 เรื่อง
    - ผลกระทบของข้าวจีเอ็มโอต่อแหล่งพันธุกรรมร่วม ข้าวปลูก-ข้าวป่า และการทำนา
    - ผลกระทบจากการนำเข้าเมล็ดและกากถั่วเหลืองจีเอ็มโอ
    - ผลกระทบของมะละกอจีเอ็มโอต้านทานไวรัสจุดต่างวงแหวน รวมถึงตั้งแต่ความปลอดภัยจากการบริโภคผลมะละกอจีเอ็มโอ และผลกระทบต่อแมลงและสัตว์ป่าต่าง ๆ ในธรรมชาติ
2. ข้อดีข้อเสียทางเศรษฐกิจ ทางสุขภาพของเกษตรกร ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากฝ้ายบีบีที่ได้หลุดออกไปสู่แปลงเกษตรกรแล้ว
3. การพัฒนาระบบกำกับดูแล ฝ้าระวัง ป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากผลกระทบจีเอ็มโอ โดยการ
  - 2.1 นำองค์ความรู้เฉพาะถิ่นจากข้อ 1 มาใช้ประกอบกับ องค์ความรู้จากฐานข้อมูลรวมทั้งระเบียบการสากล เช่น Cartagena Protocol จาก Convention on Biological Diversity (CBD) และอีกส่วนหนึ่งอาจได้มาจากการศึกษารูปแบบของระบบกำกับดูแลใน ประเทศอื่น ที่มีความแตกต่างในด้านระดับการยอมรับ การใช้ การปลูกพีซีจีเอ็มโอ ระดับความเข้มงวดในการกำกับดูแล ฝ้าระวัง จีเอ็มโอ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ และภูมิประเทศ ที่มีและไม่มีทรัพยากรพันธุกรรมพืชสำคัญ

2.2 ควรจะมีบูรณาการของคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับชาติ และคณะกรรมการเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือทางที่ดีน่าจะได้รวมเป็นกรรมการชุดเดียว ที่สามารถประสานนโยบาย และอำนาจหน้าที่ของกระทรวงและฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง (กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฝ่ายออกกฎหมาย) ที่มีปริญญาทางวิชาการที่ประกอบด้วยด้วยนักวิชาการเฉพาะทางที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญที่ทันสมัย เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อทำหน้าที่

2.3 ให้ข้อมูลแก่ฝ่าย legislation กำหนดนโยบายและระเบียบการใช้จีเอ็มโอ อาทิ

- การทดลองและการผลิตพีซีเอ็มโอ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น
- กลุ่มเสี่ยงสูง เช่น ข้าวและพืชที่อาจมีปัญหาผลกระทบต่อแหล่งพันธุกรรม พืชสำคัญทางเศรษฐกิจ
- กลุ่มเสี่ยงน้อยกว่า และ
- กลุ่มที่ยังขาดข้อมูลเช่นพีซีเอ็มโอเพื่อการผลิตเกษตรกรรม
- ขอบเขตการรับผิดชอบของเจ้าของเทคโนโลยี
- ต่ออันตรายอันเกิดจากผลกระทบต่อสุขภาพ
- ต่อทรัพยากรพันธุกรรม ต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งต่อแปลงข้างเคียงของเพื่อนบ้าน
- ในการให้ข้อพิสูจน์ว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย มียื่นด้านทานสารปฏิชีวนะ กลุ่มต่างๆ ตกค้างรั่วไหล สารพิษ สารก่อภูมิแพ้ และผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม หรือไม่เท่าใด
- ระดับต่ำสุดของสารพิษ สารพันธุกรรม (เช่น ยีนด้านทานสารปฏิชีวนะ กลุ่มต่างๆ) ที่อนุญาตให้มีได้ในอาหาร (องค์การอาหารและยา) และพืช
- ฯลฯ

การขับเคลื่อนนโยบายสาธารณะด้านจีเอ็มโอ จะต้องอาศัยความรู้เหล่านี้ในการประเมิน ส่วนได้ส่วนเสีย ในการขับเคลื่อนนโยบายไม่จำเป็นต้องจัดการกับทุกประเด็นไปพร้อมๆกัน แต่ต้องมีองค์ความรู้เพียงพอที่นำมาประกอบการพิจารณาผลได้ผลเสีย ซึ่งการขับเคลื่อนนโยบายในลักษณะนี้ ยังนับว่ามีน้อยมากในประเทศไทย พีซีเอ็มโอนับว่าเป็นการเข้าสู่ knowledge economy ซึ่งมีโอกาสให้ประโยชน์มหาศาล การดำเนินนโยบายสาธารณะที่ปราศจากองค์ความรู้จึงเป็นการเสี่ยงต่ออันตรายเป็นอย่างยิ่ง

---

---

## เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2547. **กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.** 26 หน้า แหล่งที่มา: <http://policy.biotec.or.th/page/policy1.htm>
- จรรยา มณีโชติ. 2548. **ข้าวหาง ข้าวแดง ข้าวดีดี ภัยคุกคามของชาวนา.** กลีกร 77: 6-15.
- ธีระศักดิ์ สันธูเขียว. 2547. **การผสมพันธุ์ข้ามชนิดระหว่างข้าวพันธุ์ปลูกและข้าวพันธุ์ป่า.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .
- รณชิต จินดาหลวง. 2547. **ความหลากหลายทางพันธุกรรมในเชื้อพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 ของเกษตรกร.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อริยา เผ่าเครื่อง. 2547. **การประเมินค่าการสูญเสียกำไรของเกษตรกรจากการระบาดของข้าววัชพืชในจังหวัดกาญจนบุรี.** วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- “NGO วัชรรัฐช่วยแตกทำลายพืชจีเอ็มโอไม่ได้ผล.” 2548. **ผู้จัดการออนไลน์** (1 มิถุนายน).
- Agbios 2001. ACS-OS001-4, ACS-OS002-5 (LLRICE06, LLRICE62) [www.agbios.com](http://www.agbios.com)  
BASF,2001.Available:  
<http://www.corporate.basf.com/en/innovationen/preis/2001/clearfield.htm?id=V00-94Mqc7E6-bcp1-f>
- Bay A. 2005. More on Anheuser-Busch/Ventria Case. Capital Press Agriculture Weekly.  
Available: <http://www.organicconsumers.org/ge/ventria042505.cfm>
- BBC News, 2005. Scientists play down ‘superweed’. Available:  
<http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/science/nature/4715221.stm>
- Bing D J, Downey R K, Rakow G F W (1995) An evaluation of the potential of intergeneric gene transfer between *Brassica napus* and *Sinapis arvensis*. Plant Breeding 114, 481-484.
- Biotec 2005a. Available: <http://biotec.or.th>

---

Biotec 2005b. Available:

<http://policy.biotec.or.th/default.asp?idgroup=1393952779&sw=group>

BioTrek Wisconsin 2003. Nebraska Crop Contamination Issue Briefing. Available :

<http://www.biotech.wisc.edu/Education/prodigene.html>

Brown, F B. 1957. Natural cross pollination in rice in Malaya. Malay Agric. J. 40: 264-267.

Bucchini L and Goldman L. 2002. Starlink corn: a risk analysis. Environmental Health Perspectives 110: 5-13.

Burke J M, Gardner K A and Riesberg L H. 2002. The potential for gene flow between cultivated and wild sunflower (*Helianthus annuus*) in the United States. American Journal of Botany 89: 1550-1552.

Business Week 2005. What's so scary about rice?. Available :

[http://www.businessweek.com /print/magazine \(August 1, 2005\) .](http://www.businessweek.com /print/magazine (August 1, 2005) .)

CENEAR 2002. USDA Fines ProdiGene; Industry Reacts To Farm Interests. CENEAR Volume 80, Number 50 (December 16) p. 12. Available:

<http://pubs.acs.org/cen/topstory/8050/8050notw9.html>

Chang, T.T. 1989. Domestication and the spread of the cultivated rices. P. 408-417. In Harris, D.R. and Hillman, G.C. (eds.) Foraging and Farming: the Evolution of Plant Exploitation. Unwin-Hyman, London.

Chen L J, Lee D S, Song Z P, Suh H S and L B. 2004. Gene flow from cultivated rice (*Oryza sativa*) to its weedy and wild relatives. Ann. Bot. 93: 67-73.

Chen Y and Nelson R L. 2005. Relationship between origin and genetic diversity in Chinese soybean germplasm. Crop Science 45: 1645-1652.

Chitrakorn, S. 1995. Charaterization, evaluation and utilization of wild rice germplasm in Thailand. Pathum Thani Rice Research Center, Thailand Rice Research Institute, Bangkok.

- 
- Consumer Union 2005. Comments on USDA Animal Plant Health Inspection Service (APHIS) Environmental Assessment for Field Test of Permit of Ventria Bioscience rice genetically engineered to express human lactoferrin USDA/APHIS Docket No. 05-006-1. Available:  
[http://www.consumersunion.org/pub/core\\_food\\_safety/002090.html](http://www.consumersunion.org/pub/core_food_safety/002090.html)
- Cornell News, 1999. Toxic pollen from widely planted, genetically modified corn can kill monarch butterflies. Available:  
<http://www.news.cornell.edu/releases/May99/butterflies.bpf.html>
- CSIRO 2004. CSIRO Rice trial. Available: [www.ogtr.gov.au/rtf/ir/dir052notific.rtf](http://www.ogtr.gov.au/rtf/ir/dir052notific.rtf)
- FESC & SSC, 2003. Farmscale Evaluations Research Consortium and the Scientific Steering Committee. Available: <http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/index.htm>.  
The Royal Society website: <http://www.pubs.royalsoc.ac.uk/>.
- Ferrero A. 2003. Weedy rice, biological features and control. In FAO Plant Production and Protection Papers, Ed. R. Labrada. Available:  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/Y5031E/y5031e09.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y5031E/y5031e09.htm)
- Greenpeace 2005a. <http://www.greenpeace.org/international/campaigns/genetic-engineering>
- Greenpeace 2005b. Scandal: Greenpeace discovers illegal GE rice in China. April 13, 2005. Available: <http://www.greenpeace.org/china/en/news/scandal-greenpeace-ex>
- International Academy of Life Sciences, 2005. Comment on PMP rice report. Available: [www.plantpharma.org/ials/index](http://www.plantpharma.org/ials/index)
- ISAAA, 2005. ISAAA Briefs 32-2004: Preview: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004. Available: <http://www.isaaa.org/>
- James C. 2004. Dominant biotech crops. The International Service for the Acquisition of Agri-biotechApplications.  
[http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press\\_release/briefs32/figures/dominantcrops.jpg](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs32/figures/dominantcrops.jpg)



- 
- Leverich W J and Bashir A. 2005. Estimating fitnesses of GM cultivated rice, *Oryza rufipogon*, and their F1 hybrids. Presented at an international symposium on Diversity, Management, Protection and Utilization of Local Rice Germplasm, 1-2 August 2005, Chiang Mai, Thailand.
- Losey J E, Reyor L S and Carter H A. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399, 214.
- Lu B R and Snow A A. 2005. Gene flow from genetically modified rice and its environmental consequences. *BioScience* 55: 669-678.
- Maneechote C, Jamjod S, Rerkasem B and Rerkasem K. 2005. Invasion of weedy rice in the Central Plain of Thailand. Presented at an international symposium on Diversity, Management, Protection and Utilization of Local Rice Germplasm, 1-2 August 2005, Chiang Mai, Thailand.
- Mason I. 2000. Rice growing and irrigation practices. Australian Nuffield Farming Scholarship. Available : [www.nuffield.com.au/report\\_f/2000/mason.pdf](http://www.nuffield.com.au/report_f/2000/mason.pdf)
- Mellon M and Rissler, J. 2005. Environmental Effects of Genetically Modified Food Crops Recent Experiences. Available: <http://www.ucsus.org> (Based on 'Genetically Modified Foods—the American Experience', conference paper sponsored by the Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, June 12-13, 2003.)
- Messeguer J, Fogher C, Guiderdoni E, Marfa V, Catala M M, Baldi G and Mele E. 2001. Field assessments of gene flow from transgenic to cultivated rice (*Oryza sativa* L.) using a herbicide resistance gene as tracer marker *Theor. Appl. Genet.* 103:1151-1159
- Messeguer J, Marfa V, Catala M M, Guiderdoni E and Mele E. 2004. A field study of pollen-mediated gene flow from Mediterranean GM rice to conventional rice and the red rice weed. *Molecular Breeding* 13: 103-112, 2004. 103
- Morishima, H., S. Sano and H.I. Oka. 1980. Observations on Wild and Cultivated Rices and Companion Weeds in the Hilly Area of Nepal, India and Thailand. Report of a Study Tour in Tropical Asia, 1979. Mishima, Japan: National Institute of Genetics

- 
- Moyes C L, Lilley J M, Casais C A, Cole S G, Haeger P D and Dale P J. 2002. Barriers to gene flow from oilseed rape (*Brassica napus*) into populations of *Sinapis arvensis* Molecular Ecology 11: 103-112.
- Nassar N M A. 2003. Gene flow between cassava, *Manihot esculenta* Crantz, and wild relatives. Genetic and Molecular Research. Available :  
[http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2003/vol4-2/gmr0047\\_full\\_text.htm](http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2003/vol4-2/gmr0047_full_text.htm)
- New Scientist 2002. GM crop mishaps unite friends and foes. New Scientist 18 November 2002. Available : <http://newscientist.com>
- Niruntrayakul S. 2004. Gene flow between wild and cultivated rice. Paper presented at RGJ Congress V, Pattaya.
- Oka, H.I. 1988. Origin of Cultivated Rice. Japan Scientific Society Press and Elsevier.
- OSP, European Food Safety Authority, 2004. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on the use of antibiotic resistance genes as marker genes in genetically modified plants. (Question N<sup>o</sup> EFSA-Q-2003-109). Opinion adopted on 2 April 2004. The EFSA Journal 48, 1-18. Available :  
[http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo\\_opinions/384\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo_opinions/384_en.html)
- Pearson, H. 2002. Milk in rice could curdle. Nature, April 26, 2002. Available :  
<http://www.nature.com/news/2002/020422/full/020422-19.html>
- Powles S B and Holtum J A M. 2005. Herbicide Resistant Weeds In Australia. Available :  
<http://www.regional.org.au>
- Reano, R. and Pham, J.L. 1998. Does cross-pollination occur during seed regeneration at the International Rice Genebank? Int. Rice Res. Note 23:5-6
- Rerkasem, B. and K. Rerkasem 1984. The agroecological niche and farmer selection of rice varieties in the Chiangmai Valley, Thailand. p. 303-311. In: A.T. Rambo and P.E. Sajise (eds.), An Introduction to Human Ecology Research on Agricultural Systems in Southeast Asia. Los Banos: University of the Philippines at Los Banos.
- Rerkasem K, Stern W R and Goodchild N A. 1980. Associated growth of wheat and annual ryegrass. 1. Effect of varying total density and proportion in mixtures of wheat and annual ryegrass. Aust. J. Agric. Res. 31: 649-658

- 
- Rerkasem K, Stern W R and Goodchild N A. 1980. Associated growth of wheat and annual ryegrass. 2. Effect of varying the time of ryegrass germination in stands of wheat. Aust. J. Agric. Res. 31: 659-672
- Rerkasem K, Stern W R and Goodchild N A. 1980. Associated growth of wheat and annual ryegrass. III. Effects of early competition on wheat. Aust. J. Agric. Res. 31:1057-1067.
- Samanwong S, Tanasinchayakul S, Tantakom S and Chitrakorn S. 2005. Resistance of wild rice (*Oryza spp*) from Thailand to brown plant hopper (*Nilaparvta lugens* Stal). Presented at an international symposium on Diversity, Management, Protection and Utilization of Local Rice Germplasm, 1-2 August 2005, Chiang Mai, Thailand.
- Snow A A, Kristen L U and Culley T M. 2001. Fitness of hybrids between weedy and cultivated radish: implications for weed evolution. Ecological Applications 11: 934-943
- Strategy Unit, 2005. Field Work: weighing up the costs and benefits of GM crops- July 2003. Available: <http://www.strategy.gov.uk/downloads/su/gm/01.htm#05>
- Tanticharoen M, Valyasevi R, Donavanik J and Thanapaisal T. 2001. Recent major developments of science and technology in Thailand: biotechnology. Available: [www.us-asean.org/life\\_sciences/RECENT\\_MAJOR\\_DEVELOPMENTS.doc](http://www.us-asean.org/life_sciences/RECENT_MAJOR_DEVELOPMENTS.doc)
- Tanticharoen M. 2000. Thailand: biotechnology for farm products and agro-industries, Consultative Group on International Agricultural Research, Washington, D.C. Available: [www.us-asean.org/life\\_sciences/RECENT\\_MAJOR\\_DEVELOPMENTS.doc](http://www.us-asean.org/life_sciences/RECENT_MAJOR_DEVELOPMENTS.doc)
- Taylor M and J Tick. 2003. Post-Market Oversight of Biotech Foods: Is the Market Prepared? Washington, D.C.: Pew Initiative on Food and Biotechnology, 128 pp.
- United Nations 1992. Convention on Biological Diversity. Rio de Janiero, Brazil: United Nations Conference on the Environment and Development.
- USDA 2004. Available: [www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/03\\_36501r\\_ndd.pdf](http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/03_36501r_ndd.pdf)
- USDA ARS, 2005. Butterflies and *Bt* Corn. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Available: <http://www.ars.usda.gov/sites/monarch/index.htm>

Wang X W, Kaga A, Toomooka N and Vaughan D A. 2004. The development of SSR markers by a new method in plants and their application to gene flow studies in azuki bean [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi]. *Theor. Appl. Genet.* 109: 352-360.

Watabe, T. 1967. Glutinous Rice in Northern Thailand. Reports on Research in Southeast Asia. Natural Science Series N2. The Centre for Southeast Asian Studies, Kyoto University