เรื่องที่ 5.
ความกังวลและการประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดจากพืชเทคโนชีวภาพ

การส่งเสริมหรือการอนุญาตให้ปลูกพืชเทคโนชีวภาพที่ผ่านมานั้น ได้ก่อให้เกิดความกังวลอย่างมากจากหลายฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ความกังวลดังกล่าวสามารถจำแนกออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ และเป็นประเด็นที่สำคัญได้แก่

5.1 ความกังวลที่มีต่อสุขอนามัยของมนุษย์

ประเด็นสำคัญได้แก่

5.1.1 การกินอาหารที่ได้จากพืชเทคโนชีวภาพจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่

ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจกับความหมายของคำเหล่านี้ ได้แก่

สารภูมิแพ้ เป็นสารที่มีอยู่ทั่วไป ในอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ นมวัว ปลา กุ้ง หอย ปู ผลไม้ที่มีเปลือกแข็ง เช่น ถั่วเหลือง นัท และข้าวสาลี ซึ่งอาหารเหล่านี้จะก่อให้เกิดอาการแพ้ที่รุนแรงได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทานอาหารที่มีสิ่งเหล่านี้เข้าไป อาการแพ้ในอาหารชนิดอื่นๆ ก็พอมีบ้าง เช่น ความรุนแรงของอาการจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสารภูมิแพ้กับผู้บริโภคแต่คน สำหรับสารก่อภูมิแพ้ในนัทจะแสดงอาการรุนแรงมากกว่าอาหารชนิดอื่นๆ แต่เด็กๆ ที่แพ้ไข่หรือนมเมื่อตอนเด็ก อาจสามารถทานไข่หรือนมได้เมื่อโตขึ้น แต่โดยทั่วไป อาการแพ้มักจะอยู่ตลอดชีวิต

อาหารที่ได้จากพืชเทคโนชีวภาพมีสารภูมิแพ้อยู่หรือไม่

จากที่ทราบกันทั่วไปแล้วว่าโปรตีนที่เป็นสารภูมิแพ้ จะมีอยู่ในอาหารปกติอยู่แล้วและเมื่อได้นำมาดัดแปลงพันธุกรรม สารภูมิแพ้เหล่านี้ก็ยังคงอยู่ ก่อนที่จะอนุญาตให้นำพืชเทคโนชีวภาพไปผลิตเป็นอาหาร มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าระดับของสารภูมิแพ้ที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติกับในอาหารที่ได้จากพืชเทคโนชีวภาพไม่ได้มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากอาหารปกติ และตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อให้แน่ใจว่าโปรตีนในอาหารที่ได้จากพืชเทคโนชีวภาพ ไม่มีลักษณะที่จะเป็นสารภูมิแพ้ หากพบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ว่าโปรตีนใหม่ๆ ในอาหารที่ได้จากพืชเทคโนชีวภาพ เป็นสารภูมิแพ้ อาหารเหล่านั้นจะไม่อนุญาตให้จำหน่าย

สารพิษ คืออะไร

เป็นสารที่ก่อให้เกิดอัตรายต่อสุขภาพอาจเป็นสารธรรมชาติ หรือสารที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น สารพิษ glycoalkoids ในหัวมันฝรั่งสด สาร glycosinolates ในกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก หรือสารพิษที่เกิดจากเชื้อราซึ่งอาจพบปนเปื้อนในอาหาร เช่น สารแอลฟาทอกซินในเนยถั่วลิสง หรือไข่ไก่ที่ไก่กินเมล็ดข้าวโพดที่ปนเปื้อนสารพิษแอลฟาทอกซิน

อาหารที่ได้จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีสารพิษอยู่หรือไม่

จากที่ทราบกันแล้วว่า สารพิษมีปรากฏอยู่ในอาหารปกติและธรรมชาติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบระดับสารพิษที่ปรากฏในอาหารปกติกับสารพิษในอาหารที่ได้จากพืชเทคโนชีวภาพ จนแน่ใจว่า ไม่ปรากฏผลใดๆ ที่เป็นภัยต่อสุขภาพ รวมทั้งทำการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่า โปรตีนใหม่ๆ ในอาหารที่ได้จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมจะไม่เป็นสารพิษหรือมาจากแหล่งที่ทราบว่ามีสารพิษ หรือมีความคล้ายคลึงกับสารพิษ นอกจากนี้ยังได้ประเมินผลกับสัตว์ทดลอง เพื่อให้แน่ใจเพิ่มขึ้นว่า โปรตีนใหม่ๆ จะไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน

การรับประทานอาหารที่มีดีเอ็นเอจากพืช ไวรัสและแบคทีเรียจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่อาจก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ได้หรือไม่

เป็นความกังวลอีกส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับอาหาร แต่จากหลักฐานการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญเชื่อได้ว่าคนและสัตว์ที่กิน cauliflower masaic virus promoter (CaMV promoter) ซึ่งนิยมใช้เป็น promoter ในการพัฒนาพืช

ดัดแปลงพันธุกรรมมาเป็นเวลานานไม่มีผลทางลบเกิดขึ้น จริงๆ มนุษย์ก็รับประทานไวรัสจากพืชซึ่งปนเปื้อนอยู่ในพืชผักเป็นประจำ แต่ไม่พบอาการป่วยใดๆ

การใช้ยีนที่ต้านทานต่อสารปฏิชีวนะในการพัฒนาพืชเทคโนชีวภาพมีโอกาสทำให้เกิดการถ่ายทอดยีนดังกล่าวสู่เชื้อโรคของมนุษย์ที่ไม่มีโอกาสป้องกันได้หรือไม่

ความกังวลในเรื่องการใช้สารปฏิชีวนะ "กานามัยซิน" ซึ่งนิยมใช้เป็นยีนเครื่องหมาย (marker) ในพืชดัดแปลงพันธุกรรม จากการศึกษาพบว่า ไม่มีหลักฐานใดๆ ที่แสดงว่าเกิดการส่งผ่านไปยังแบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรค อย่างไรก็ตามเพื่อลดความกังวลดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นเปลี่ยนยีนเครื่องหมายที่ใช้ในพืชดัดแปลงพันธุกรรม

มีงานทดลองที่เสี่ยงต่อสุขอนามัยของมนุษย์ เช่น การฝากถ่ายยีนของโปรตีนจากบราซิลนัทสู่ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มโปรตีน ผลการตรวจสอบ พบว่า คนที่แพ้ต่อบราซิลนัท จะแสดงอาการแพ้ต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรม (บราซิลนัท) ด้วย การพัฒนาพันธุ์นี้จึงได้ยุติลง

5.2 ความกังวลที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

มีหลายประเด็นที่กล่าวถึง ประกอบด้วย

5.2.1 พืชเทคชีวภาพจะคุกคามสิ่งมีชีวิตอื่นในสิ่งแวดล้อม

ข้าวโพดบีที มียีนจากแบคทีเรีย ที่สร้างสารพิษที่เฉพาะเจาะจงต่อตัวหนอนผีเสื้อและผีเสื้อกลางคืน แต่มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ชี้แจงว่าเกสรข้าวโพดบีทีที่ตกอยู่บนใยของ milk weed จะเป็นอันตรายต่อตัวหนอน monarch butterfly ที่กินใบ milk weed แต่การศึกษาต่อมาแสดงให้เห็นว่าเกสรจากข้าวโพดบีทีค่อนข้างยากที่จะมีระดับความเป็นพิษต่อตัวหนอนของ monarch butterfly และการศึกษาล่าสุดในแคนาดา พบว่า การปลูกข้าวโพดบีทีจะลดหรือจำกัดการฉีดพ่นสารเคมี ซึ่งมีอันตรายมากต่อประชากรแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมาย

ในสหรัฐอเมริกา Environmental Protection Agency (EPA) ทำการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเข้มข้นที่จะประเมินศักยภาพของความเสี่ยงใดๆ ที่จะมีต่อสิ่งแวดล้อม โดยก่อนที่ผลิตผลของพืชเทคโนชีวภาพจะถูกนำเข้าประเมินความเสี่ยงนี้ จะต้องตรวจสอบทั้งความเป็นพิษโดยธรรมชาติของผลผลิตต่อชนิดที่ตั้งใจจะควบคุมและชนิดที่ไม่อยู่ในเป้าหมาย

การทดสอบใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเข้มข้นที่เป็นมาตรฐานที่พัฒนาขึ้นโดยนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ รัฐบาล และอุตสาหกรรม โดยจะต้องเลือกตัวแทนกลุ่มต่างๆ กันของสัตว์ทดลอง ได้แก่ นก ปลา สัตว์น้ำ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในดิน และแมลงที่เป็นประโยชน์

โปรตีนบีทีมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุม เฉพาะแมลงที่เกี่ยวข้อง และใช้มาเป็นเวลาหลายสิบปีเพื่อคอยคุมแมลงโดยการพ่นพืชที่ปลูกแบบอินทรีย์ (organic plant) บีทีโปรตีนจะรวมกับตัวรับเฉพาะในกระเพาะของแมลงที่อ่อนแอต่อโปรตีนบีทีที่จะมีตัวรับ ส่วนผีเสื้อกลางคืนและผีเสื้อซึ่งในกลุ่ม Lepidoptera ไม่ได้รับผลกระทบจากโปรตีนบีทีนี้

5.2.2 เกสรจากพืชเทคโนชีวภาพจะปะปนไปยังพันธุ์พืชที่ไม่ได้ดัดแปลงพันธุกรรมทั้งที่เป็นพันธุ์ปลูกปกติ พันธุ์ป่า หรือวัชพืชใกล้เคียง

การถ่ายละอองเกสรจากพืชต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่งเป็นกระบวนการทางธรรมชาติ โดยอาจถ่ายทอดได้ทางลมและแมลง การป้องกันความเสี่ยงในลักษณะนี้ จำเป็นต้องทราบลักษณะทางชีวภาพของแต่ละพืช รวมถึงโอกาสที่จะเกิดการผสมข้าว University of maine ได้ทำการศึกษาถึงระยะปลูกของการผสมข้าวจากข้าวโพดเทคโนชีวภาพไปสู่ข้าวโพดปกติที่ปลูกในแปลงใกล้เคียงกันพบว่าที่ระยะห่าง 100 ฟุต มีการผสมข้ามเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่าง 1,000 ฟุต มีการผสมข้ามกัน 0 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ดี หลายคนได้แสดงความกังวลว่า ยีนที่เพิ่มเข้าไปในพืชเทคโนชีวภาพ เช่น ความต้านทานต่อแมลง หรือความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช อาจแพร่ไปสู่พันธุ์ป่าหรือวัชพืชใกล้เคียง แล้วก่อให้เกิดวัชพืช

มหัศจรรย์นั้น พบว่ามีโอกาสเกิดได้น้อยมาก เนื่องจากในพื้นที่ปลูกข้าวโพดไม่มีพันธุ์ป่าใกล้เคียงของข้าวโพด จึงจะไม่มีการเคลื่อนย้ายของยีนไปยังพันธุ์ป่า สำหรับในถั่วเหลือง เป็นพืชผสมตัวเอง จึงไม่มีโอกาสที่จะผสมข้าวกับวัชพืชใกล้เคียง

5.2.3 พืชเทคโนชีวภาพจะทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง

พืชดัดแปลงพันธุกรรมจะปลูกแทนที่พืชปลูกพันธุ์ปกติ ก่อให้เกิดการสูญหายของความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งความเสี่ยงนี้อาจเป็นจริงแต่ไม่จำกัดเฉพาะพืชดัดแปลงพันธุกรรมเท่านั้น พืชพันธุ์ใหม่ก็เป็นเช่นเดียวกัน เพียงแต่ต้องรู้จักการอนุรักษ์พันธุ์พืชปกติที่กำลังสูญหายไป เพื่อเก็บรักษายีนที่มีประโยชน์ไว้

5.2.4 แมลงศัตรูพืชจะมีความต้านทานต่อสารพิษบีที

ความกังวลที่ว่าการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม ที่มียีนบีทีที่ฆ่าแมลงในพื้นที่กว้างๆ จะทำให้แมลงที่ได้รับสารพิษบีที ค่อยๆ พัฒนาความต้านทานบีที ได้มีการบันทึกถึงศัตรูพืชผัก diamond back moth ที่ผู้ปลูกได้ใช้บีทีเป็นสารป้องกันแมลงพ่นเป็นเวลาหลายปี ในอเมริกาและบางประเทศของเอเชียพบว่า มีความต้านทานต่อสารบีที

กลยุทธ์ที่ใช้ในการป้องกันความต้านทานที่เกิดขึ้นจากการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรม ได้แก่ การปลูกพืชปกติไว้เป็นที่อาศัยของแมลง เพื่อทำให้การพัฒนาความต้านทานต่อบีทีในประชากรของแมลงลดช้าลง

5.3 การประเมินความเสี่ยงหรือความปลอดภัยทางชีวภาพ

5.3.1 ความหมาย

ความปลอดภัยทางชีวภาพ มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า **Biosafety** เป็นคำที่มีความหมายแตกต่างกันไปไม่มากก็น้อยตามสภาวการณ์ของแต่ละประเทศ เช่น

ประเทศแคนาดา หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมได้ให้ความหมายไว้ว่า

ความปลอดภัยทางชีวภาพ หมายถึง การดูแล การเคลื่อนย้ายและการใช้อย่างปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการดัดแปลงผ่านทางเทคโนโลยีชีวภาพ

ประเทศอัฟริกาใต้ หน่วยงานของกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้ความหมายในเว็บ Public Understanding of Biotechnology ไว้ดังนี้

ความปลอดภัยทางชีวภาพ หมายถึง การประเมินผลกระทบและความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมและการพัฒนานโยบายเพื่อปกป้องรวมถึงการพัฒนาขั้นตอนในการยอมรับเพื่อสร้างความมั่นใจ

แต่เนื่องจากการดำเนินชีวิตในทุกๆ ด้านไม่สามารถกล่าวได้ว่ามีความปลอดภัยได้เต็มร้อย โดยจะพบว่าการกระทำทุกอย่างมักจะมีโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงได้ทั้งนั้น เพราะฉะนั้น **เมื่อพูดถึงความปลอดภัยทางชีวภาพก็เป็นที่เข้าใจว่าเป็นการพูดถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น** ในกรณีนี้จึงเป็นความเสี่ยงที่เกิดจากการใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

อย่างไรก็ดี ในภาพโดยรวม

การประเมินความเสี่ยง จะหมายถึง การตรวจสอบอย่างระมัดระวัง ในสิ่งซึ่งอาจทำอันตรายให้กับมนุษย์ เพื่อจะได้ชั่งดูว่า มีการระแวดระวังเพียงพอแล้วหรือไม่ หรือควรจะทำอะไรเพิ่มเติมเพื่อปกป้องอันตรายที่จะเกิดขึ้น ดังนั้น

ความปลอดภัยทางชีวภาพ จึงน่าจะเป็นเพียงแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาผลกระทบและประเมินความเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจมีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยมนุษย์ ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม หรือ สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

จากความเข้าใจดังกล่าว

การทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ จึงอาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า **เป็นการทดสอบหรือการประเมินความเสี่ยง** ซึ่งหมายถึง **กระบวนการในการจำแนกอันตรายที่อาจมีต่อสุขอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่**

อาจเกิดขึ้นในกิจกรรมของการปลดปล่อยอย่างจงใจ รวมถึงกระบวนการในการกำหนดขนาดและโอกาสที่จะเกิดผลกระทบที่เป็นภัย

5.3.2 ขั้นตอนในการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ/การประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนในการประเมินความเสี่ยงจะมีความแตกต่างกันไปบ้างไม่มากก็น้อยตามลักษณะงาน เช่น การประเมินความเสี่ยงในที่ทำงานทั่วไป จะมีอยู่ 5 ขั้นตอนได้แก่

1. มองหาอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้
2. พิจารณาว่าใครจะได้รับอันตรายและได้รับอย่างไร
3. ประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น และพิจารณาว่าการระวังที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ หรือควรจะต้องระวังเพิ่มเติม
4. บันทึกสิ่งที่ค้นพบ
5. ตรวจสอบการประเมินและพิจารณาใหม่ถ้าจำเป็น

ในกรณีของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม พิธีสารคาร์ตาเฮนาว่าด้วยความปลอดภัยทางชีวภาพ ได้กำหนดให้ประเทศภาคีสมาชิกดำเนินการประเมินความเสี่ยงเป็นแต่ละกรณี ตามมาตรฐานนานาชาติ ก่อนการตัดสินใจนำเข้าหรืออีกนัยหนึ่งก่อนการใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ที่สำคัญการประเมินความเสี่ยงจะต้องอยู่บนพื้นทางวิทยาศาสตร์และมีความโปร่งใส โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

1. การจำแนกลักษณะ (ของความเสียงที่อาจเกิดขึ้น)
2. การประเมินความเป็นไปได้ (ของความเสี่ยงที่จำแนกได้นั้น)
3. การประเมินสิ่งที่อาจจะเกิดตามมา
4. การประมาณการณ์ความเสี่ยงโดยรวม รวมทั้งระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และ
5. ในบางกรณี การประเมินความเสี่ยงอาจคำถึงถึงรายละเอียดทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

5.3.3 วิธีการที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

- **หลักการที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง**

ในส่วนของการประเมินความเสี่ยงนี้ มีสิ่งแรกที่จะต้องทำความเข้าใจคือ หลักการที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง ทั้งนี้เพื่อให้การประเมินความเสี่ยงมีความหน้าเชื่อถือ จำเป็นต้องวางหลักในการประเมิน ซึ่งมีอยู่ 7 หลักการคือ

1. การประเมินนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือต้องมีเหตุ มีผลที่สามารถอธิบายได้
2. การประเมินนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ นั่นคือการประเมินจะต้องทำที่ตัวพืชดัดแปรพันธุกรรม ไม่ใช่ ทำที่กระบวนการพัฒนาพืชดัดแปรพันธุกรรม แต่ข้อมูลในการพัฒนาพันธุ์ก็จะใช้เป็นเพียงข้อมูลประกอบในการประเมิน
3. การประเมินนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของความคุ้นเคย นั่นคือ บนความรู้ที่มีอยู่ ไม่ใช่ประเมินในสิ่งที่ไม่รู้
4. การประเมินนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของแต่ละกรณีไป นั่นคือ จะต้องประเมินในพืชดัดแปรพันธุกรรมในแต่ละชนิดไป ไม่ใช่ว่าพันธุ์นี้ประเมินแล้ว สามารถอ้างอิงถึงพันธุ์อื่นได้
5. การประเมินนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานการประเมินเป็นขั้นตอน นั่นคือ ต้องมีระบบในการประเมิน ตัวอย่างเช่น ที่ได้กำหนดไว้โดยกรมวิชาการเกษตร ว่าจะต้องประเมินในโรงเรือนที่ปิดมิดชิดก่อน จึงจะทำการประเมินต่อในโรงเรือนที่ควบคุมได้บางส่วน ไม่ใช่มาเริ่มที่ส่วนหลังเลย ดังนี้เป็นต้น

6. การประเมินนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเทียบเท่า นั่นคือ การที่จะบอกว่า พืชดัดแปลงพันธุกรรมนั้นมีผลกระทบทางลบหรือไม่นั้น จะต้องมีการเปรียบเทียบกับพืชปกติ ถ้าการประเมินนั้นได้ผลเหมือนกับพืชปกติ ก็แสดงว่ามีความเทียบเท่า หรือไม่ได้ส่งผลกระทบที่แตกต่างไปจากพืชปกติ

7. การประเมินนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานที่สาธารณชนได้มีส่วนร่วมเช่นการมีผู้แทนของสาธารณชนร่วมเป็นคณะกรรมการ หรือ การให้สาธารณชนได้มีส่วนร่วมในการพิจารณาผลการประเมิน ก่อนการตัดสินใจ

- **วิธีการ**

สำหรับวิธีการประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดจากการใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม มีองค์ประกอบพออธิบายได้ ต่อไปนี้

1. จำแนกลักษณะที่ปรากฏและลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ที่อาจจะมีผลทางลบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ในศักยภาพที่น่าจะได้รับจากสิ่งแวดล้อม และคำนึงถึงความเสี่ยงที่มีต่อสุขอนามัยของมนุษย์

2. ประเมินความน่าจะเป็นของผลทางลบที่กำลังห่วงกังวล โดยคำนึงถึงระดับและชนิดของการได้รับที่น่าจะเป็นในสิ่งแวดล้อมต่อสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

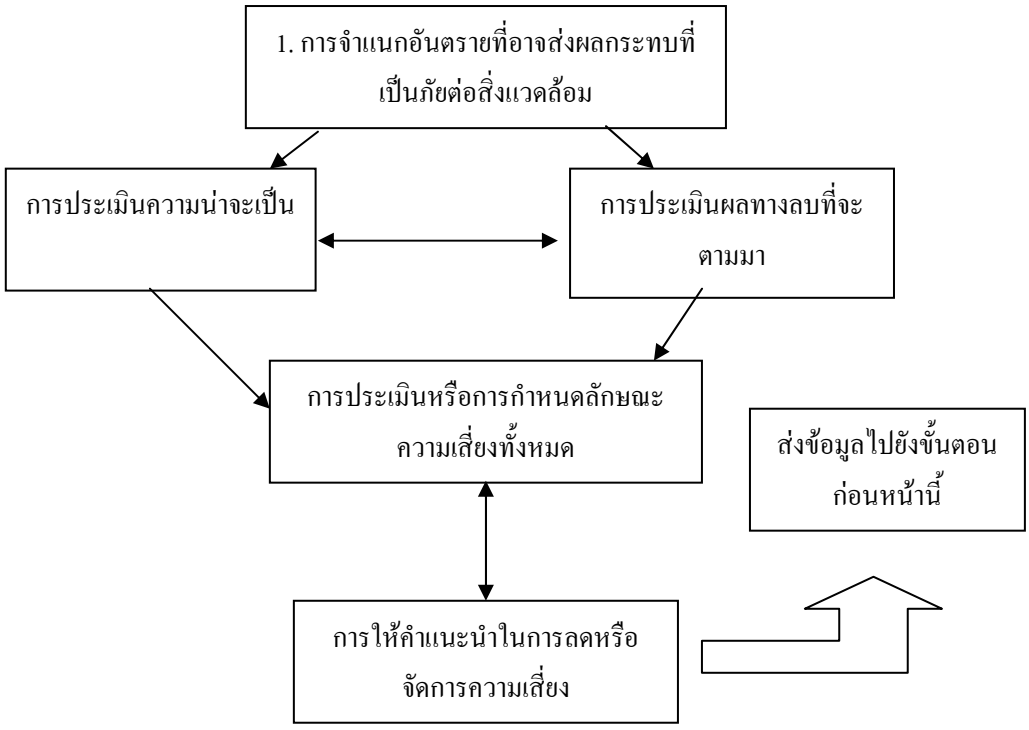
3. ประเมินผลทางลบที่อาจเกิดขึ้นตามมา

4. ประเมินความเสียงทั้งหมดที่อาจเกิดจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ที่อยู่บนฐานของการประเมินความน่าจะเป็นและผลที่น่าจะเกิดตามมาของผลกระทบทางลบที่ห่วงกังวล

5. ให้คำแนะนำว่าความเสี่ยงนั้นยอมรับได้หรือจัดการได้หรือไม่ รวมทั้งจำแนกกลยุทธ์ที่จะจัดการความเสี่ยงเหล่านั้นเท่าที่จำเป็น

6. ถ้าไม่มีความแน่ใจในระดับของความเสี่ยง อาจจะต้องร้องขอข่าวสารเพิ่มเติมในเรื่องที่ห่วงกังวลเฉพาะนั้นหรือการใช้กลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสม และ/หรือการติดตามสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมในสิ่งแวดล้อมที่ได้รับ

ซึ่งพอจะเขียนองค์ประกอบของวิธีการประเมินเป็นไดอะแกรม ให้เห็นได้ชัดเจนขึ้นดังนี้



- **จุดที่จะต้องพิจารณา**

ขึ้นอยู่กับกรณีที่ศึกษา การประเมินความเสี่ยงจะต้องพิจารณา รายละเอียดทางด้านเทคนิคและวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้ เช่น สิ่งมีชีวิตผู้รับหรือสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นพ่อแม่ สิ่งมีชีวิตผู้ให้ พาหะที่ใช้พันธุกรรมที่ถ่ายฝาก สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม การตรวจสอบและการจำแนกสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ข่าวสารที่เกี่ยวกับการใช้อย่างจงใจ สิ่งแวดล้อมที่ได้รับ

- **เป้าหมายของการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม**

เป้าหมายของการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมของพืชดัดแปลงพันธุกรรมคือ การจำแนกและการประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยและการเพาะปลูกพืชเหล่านี้ในการเปรียบเทียบกับพืชเดิมที่มีประวัติการใช้อย่างปลอดภัย และมักจะเป็นกรณี กรณีไป ในการอนุญาตให้ปลูกเป็นการค้า สิ่งที่อยู่ในความกังวลคือ

1. การเคลื่อนย้ายยีนไปยังพืชที่มีความใกล้ชิด (สามารถผสมข้ามชนิดพันธุ์กันได้และลูกที่ได้สามารถมีชีวิตรอด) ในการประเมินศักยภาพในการผสมข้าม สิ่งที่จะต้องรู้คือ ชีววิทยาด้านการสืบพันธุ์ของพืชและการกระจายผ่านทางเพศที่เข้ากันได้กับพืชที่มีความใกล้ชิด รวมทั้งผลกระทบของลักษณะที่รวมเข้าไปอยู่ในพืชชนิดพันธุ์อื่น ข่าวสารดังกล่าวอาจจะได้จากการตรวจเอกสาร หรือจากการสำรวจพืช

2. การเคลื่อนย้ายยีนไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใกล้ชิด (การเคลื่อนย้ายที่ไม่ได้เกิดจากการผสมพันธุ์ ที่เกิดจากต่างสิ่งมีชีวิตกัน โดยเฉพาะความเป็นไปได้ที่จะมีการเคลื่อนย้ายระหว่างพืชกับแบคทีเรีย)

3. ศักยภาพที่จะเป็นวัชพืช (เป็นการวัดความสามารถของพืชที่จะคงอยู่ในระบบนิเวศโดยเฉพาะความสามารถที่จะทดแทนชนิดพันธุ์อื่น) โดยจะทำการตรวจสอบในลักษณะต่อไปนี้คือ การกระจายของเมล็ดพันธุ์ การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ การงอกของเมล็ด/การอยู่รอด ความสามารถในการแข่งขัน ลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ และความทนทานแรงกดดัน

4. ผลกระทบทางลบในลำดับที่สองและที่มิใช่เป้าหมาย เป็นการพิจารณาผลที่จะเกิดขึ้นอย่างไม่ตั้งใจของการปลดปล่อยพืชดัดแปลงพันธุกรรมสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นการปฏิบัติทางการเกษตรที่มีอยู่และนิเวศเกษตร ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงศักยภาพที่จะเกิดผลกระทบลำดับสองหรือสิ่งมีชีวิตที่มิใช่เป้าหมาย

- **เป้าหมายของการประเมินความเสี่ยงด้านสุขอนามัยต่อมนุษย์**

โดยทั่วไปพืชที่ดัดแปลงพันธุกรรมส่วนใหญ่เป็นพืชที่มนุษย์ต้องการใช้ประโยชน์ และพืชที่ใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะเป็นพืชอาหาร ดังนั้นผลผลิตที่ได้จากพืชดัดแปลงทางพันธุกรรมจะถูกนำไปประเมินความเสี่ยงก่อนที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป และในความเป็นจริงการประเมินความปลอดภัยทางอาหารมักจะเริ่มพร้อมๆ กับการประเมินความปลอดภัยด้านสิ่งแวดล้อม ถือเป็นข้อมูลที่จำเป็นก่อนการส่งเสริมให้ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม การดำเนินการประเมินก็มีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับการประเมินด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งพอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเด็นใหญ่ๆ คือ

ประเด็นที่ 1 เป็นการประเมินความปลอดภัยของยีนและโปรตีน โดยดูในเรื่องแหล่งที่มาของยีน ลักษณะทางโมเลกุล ดูในเรื่องความปลอดภัยของโปรตีน โดยพิจารณาถึงประวัติความปลอดภัยในการบริโภค หน้าที่ของโปรตีนนั้น ระดับการแสดงออก และดูต่ออีกว่าโปรตีนนั้นมีความเป็นพิษหรือไม่ โดยพิจารณาจากการเทียบเคียงการเรียงตัวของกรดอะมิโน ที่ทราบการเรียงตัวอยู่แล้วว่ามีความเป็นพิษ ขณะเดียวกันก็เทียบเคียงกับการเรียงตัวของกรดอะมิโน ที่ทราบการเรียงตัวอยู่แล้วว่าสามารถก่อให้เกิดภูมิแพ้ ในประเด็นหลัง ยังต้องทดสอบความสามารถในการย่อย โปรตีนที่ก่อให้เกิดสารภูมิแพ้จะย่อยได้ยาก ซึ่งถ้าพบว่าไม่ปลอดภัยก็ไม่สามารถแนะนำให้ใช้ได้กับมนุษย์ แน่ในบางครั้งเราสามารถแนะนำให้ใช้เป็นอาหารของสัตว์โดยเฉพาะ

ประเด็นที่ 2 จะเป็นการประเมินในเรื่องขององค์ประกอบของอาหาร หรือคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่การวิเคราะห์สารอาหารหลัก รวมทั้งสารต่อต้านสารอาหารหลัก เพื่อดูว่าพืชดัดแปลงพันธุกรรมนั้นมีผลกระทบที่ทำให้สารอาหารที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนไปหรือไม่ การประเมินในกรณีเช่นนี้ยึดหลักการของความเท่าเทียมกัน ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างอาหารที่ได้จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมกับอาหารที่ได้จากพืชปกติ ทั้งนี้อาจยกเว้นเฉพาะสารอาหารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากผลของยีนที่ถ่ายฝากเข้าไป เช่นการเพิ่มวิตามินเอในข้าวเป็นต้น

การประเมินไม่ว่าจะดูในเรื่องของสิ่งแวดล้อมหรือในด้านอาหารก็ตาม จะต้องดำเนินในลักษณะที่เป็นกรณีๆ ไป ไม่สามารถนำข้อมูลที่ผ่านการประเมินแล้วมาใช้ได้กับพืชดัดแปลงพันธุกรรมหรืออาหารที่ได้จากพืชนั้นซึ่งเป็นตัวอย่างใหม่

เอกสารอ่านประกอบ