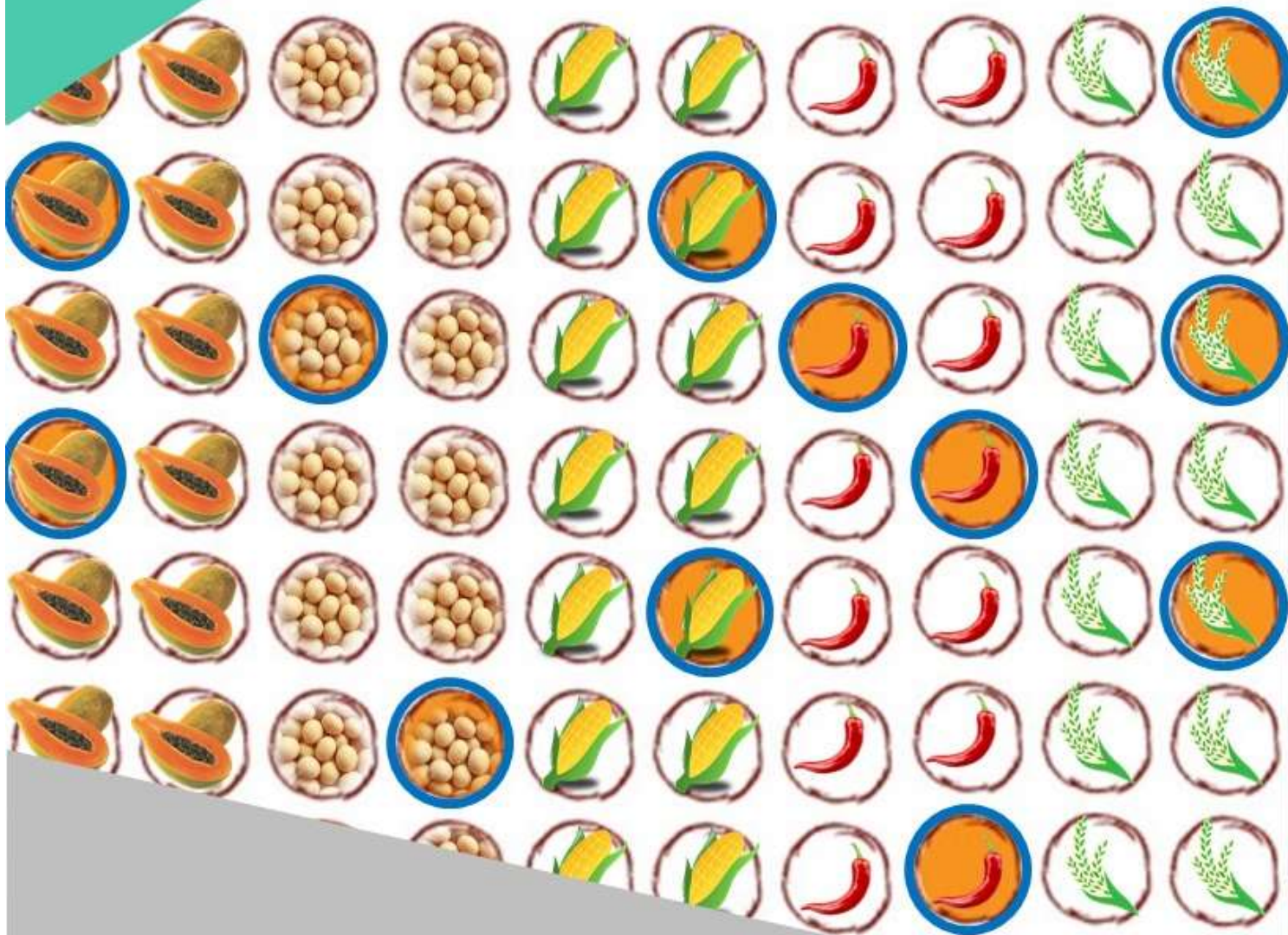




การสุ่มตัวอย่างพืช เพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs



เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการความรู้

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

พุทธศักราช ๒๕๖๐

การสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร. การสุ่มตัวอย่าง
พืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:
2560. 37 หน้า.

คณะผู้จัดทำ	นางปิยรัตน์	ธรรมกิจวัฒน์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
	นายพงศกร	สรรค์วิทยากุล	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ
	นายธีระ	ชูแก้ว	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ
	น.ส.ปิยนุช	ศรชัย	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ
	น.ส.จิตติรัตน์	อัครวมงคลศิริ	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ

เผยแพร่ครั้งแรก	: ตุลาคม 2560
รูปแบบการเผยแพร่	: เอกสารออนไลน์ทางอินเทอร์เน็ต
จัดพิมพ์และเผยแพร่	: กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ถนนพหลโยธิน 50 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2579-1533-5 โทรสาร 0-2579-1533

คำนำ

เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม เป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ เพื่อให้มีคุณลักษณะที่ดีมีประโยชน์ด้านการเกษตร อุตสาหกรรม สาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม โดยพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีการปลูกและใช้ในเชิงการค้าตั้งแต่ปี 2539 ปัจจุบันมีพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ได้รับการพัฒนาและอนุญาตใช้กว่า 25 ชนิด ชนิดพืชที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์มาก ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย และคาโนลา ในปี 2559 มีปลูกเป็นทางการใน 26 ประเทศทั่วโลก และอีก 40 ประเทศที่อนุญาตนำเข้าเพื่อใช้ประโยชน์รวมถึงประเทศไทย ซึ่งไม่อนุญาตให้ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม ยกเว้นการนำเข้าอาหารสำเร็จรูป ข้าวโพดและถั่วเหลืองที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ หรืออาหารสำหรับมนุษย์ หรือใช้เพื่อการอุตสาหกรรม ถึงแม้ว่าทั่วโลกจะมีการปลูกและใช้ประโยชน์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ผู้บริโภคบางส่วนยังมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัย ทำให้หลายประเทศใช้เป็นข้อกีดกันทางการค้า ประเทศไทยในฐานะที่เป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรส่งออกที่สำคัญของโลก ต้องเพิ่มศักยภาพในการตรวจรับรองสินค้าเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สร้างความเชื่อมั่นในการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชดัดแปลงพันธุกรรม สนับสนุนศักยภาพการแข่งขันให้กับสินค้าเกษตรไทย สร้างความเชื่อมั่นให้กับประเทศคู่ค้า

กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ โดยกลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม จัดทำคู่มือ “การสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management) วัตถุประสงค์เพื่อเป็นคู่มือประกอบการปฏิบัติงานด้านการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs ให้กับบุคลากรในหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงานสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ และผู้สนใจทั่วไป ปรับปรุงเพิ่มเติมจากเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การสุ่มตัวอย่างและการจัดการตัวอย่างเพื่อการตรวจวิเคราะห์พืชดัดแปลงพันธุกรรม” ระหว่างวันที่ ๑๖-๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐ ณ อาคารปฏิบัติการ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร โดยมุ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้จะเป็นพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs และเป็นแนวทางการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารคู่มือ “การสุมตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs” ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการความรู้ (Knowledge Management) ของสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ตามแผนจัดการความรู้ของกรมวิชาการเกษตร การรวบรวมองค์ความรู้ นำมาเรียบเรียงเป็นเอกสารวิชาการ โดยการสนับสนุนของผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ และได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานส่วนภูมิภาค ผู้ประกอบการ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอ ที่ให้ความอนุเคราะห์พาลงพื้นที่เพื่อสุมเก็บตัวอย่างพืชและอนุเคราะห์ภาพประกอบ และจากความร่วมมือของบุคลากร กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์พืช ดัดแปรพันธุกรรม ในการจัดทำเรียบเรียงจนเอกสารคู่มือนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อย่างไรก็ดีหากมีข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องประการใด ทางคณะทำงานฯ ขอน้อมรับคำติชม ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อจะนำไปปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

คณะทำงานการจัดการความรู้

กลุ่มวิจัยพัฒนาตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร

กันยายน 2560

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ง
1. บทนำ	1
2. คำจำกัดความ	3
3. ความรู้เกี่ยวกับพืชดัดแปลงพันธุกรรม	6
3.1 สถานภาพพืชดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศไทย	6
3.2 การดำเนินงานของกรมวิชาการเกษตร	7
3.3 หลักการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs	8
4. การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานของ ISTA	9
4.1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาตรวจสอบ	11
5. การสุ่มตัวอย่างเมล็ดเพื่อใช้สำหรับอาหารสัตว์หรือแปรรูปตามกฎหมายของ GAFTA	16
5.1 การสุ่มตัวอย่างจากสินค้าเมล็ดพืช	16
6. การสุ่มตัวอย่างพืชสดจากแปลงปลูกตามมาตรฐาน EEP-DR	18
6.1 การประเมินความเสี่ยงก่อนการสุ่มตัวอย่าง	18
6.2 การสุ่มตัวอย่างจากผลสด และต้นกล้าจากแปลงปลูก	22
7. การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์แปรรูป กรณีมะละกอ ซึ่งประกาศเป็นพืชควบคุมเฉพาะ	31
7.1 การสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะละกอแปรรูปแช่แข็ง อบแห้ง และบรรจุกระป๋อง	31
7.2 การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และน้ำผลไม้บรรจุขวด	32
8. การจัดการตัวอย่างเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์	34
ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชดัดแปรพันธุกรรม	
บรรณานุกรม	36

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 น้ำหนักสูงสุดของกองเมล็ดพันธุ์	10
ตารางที่ 2 ตารางน้ำหนักของตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบขั้นต่ำ	12-13
ตารางที่ 3 ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นจากกองเมล็ดพันธุ์ในภาชนะบรรจุขนาด 15 – 100 กิโลกรัม	14
ตารางที่ 4 ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นจากกองเมล็ดพันธุ์ขนาดมากกว่า 100 กิโลกรัม	14
ตารางที่ 5 แสดงปริมาณการสุ่มตัวอย่างสินค้าโดยพิจารณาจากขนาดของจำนวนเมล็ดพืชและขนาดของภาชนะบรรจุ	16
ตารางที่ 6 กรณีการเกิดความเสี่ยงในการประเมินความเสี่ยงจากแปลงปลูกก่อนการสุ่มตัวอย่าง	20
ตารางที่ 7 หลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อน GMOs ในแปลงปลูก	21
ตารางที่ 8 ระดับความเสี่ยงและร้อยละการสุ่มที่เหมาะสม	21
ตารางที่ 9 การสุ่มตัวอย่างผลจากโรงคัดบรรจุหรือกองตัวอย่าง (ชนิดพืช : ผัก)	22
ตารางที่ 10 การสุ่มตัวอย่างผลจากโรงคัดบรรจุหรือกองตัวอย่าง (ชนิดพืช : ผลไม้)	22
ตารางที่ 11 การสุ่มตัวอย่างแบบการกระจายตัวไม่ทั่วถึง (Heterogeneous distribution) สำหรับผลิตภัณฑ์มะละกอแปรรูปแช่แข็ง อบแห้ง และบรรจุกระป๋อง	31
ตารางที่ 12 วิธีปฏิบัติในการสุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการสุ่ม	32
ตารางที่ 13 การสุ่มตัวอย่างแบบการกระจายตัวทั่วถึง (Homogeneous distribution) สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และน้ำผลไม้บรรจุขวด	33

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์	9
รูปที่ 2 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากสินค้าเมล็ดพืชตามกฎหมายของ GAFTA	17
รูปที่ 3 สรุปขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างพืชสดจากแปลงปลูก ตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชตัดแปรพันธุกรรม	19
รูปที่ 4 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากพืชสดในลักษณะของต้นกล้า	23
รูปที่ 5 วิธีการเก็บตัวอย่างเมื่อมีการรายงานผลว่าตัวอย่างที่ 1 มีการปนเปื้อนของ GMOs แต่ตัวอย่างที่ 2 ไม่เป็น GMOs	24
รูปที่ 6 สติกเกอร์สำหรับติดถุงเก็บตัวอย่าง	25
รูปที่ 7 กล่องโฟมสำหรับเก็บตัวอย่าง	26
รูปที่ 8 แอลกอฮอล์	26
รูปที่ 9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่าง	26
รูปที่ 10 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของแปลงตัวอย่าง	27
รูปที่ 11 แสดงการทำสัญลักษณ์ต้นมะละกอเพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้	27
รูปที่ 12 ลักษณะตัวอย่างใบอ่อนที่เหมาะสม/ ไม่เหมาะสมในการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงมะละกอ	28
รูปที่ 13 ลักษณะตัวอย่างผลอ่อนของมะละกอที่เหมาะสมในการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงมะละกอ	28
รูปที่ 14A สวมถุงมือในการเก็บตัวอย่าง (วิธีที่ถูกต้อง)	29
รูปที่ 14B ไม่สวมถุงมือในการเก็บตัวอย่าง (วิธีที่ผิด)	29
รูปที่ 15 แสดงวิธีการเก็บที่ถูกต้องโดยใส่ถุงมือยางชนิดใช้แล้วทิ้ง เก็บใบอ่อนขนาดประมาณ 1 ฝ่ามือ ต้นละ 1 ใบรวม 50 ใบ เป็น 1 ตัวอย่างบรรจุใส่ถุงพลาสติกหรือถุงซิปล็อคที่ใหม่สะอาด โดยต้องเจาะรูระบายอากาศไว้รอบๆ ถุง (กรณีไม่เก็บตัวอย่างค้างคืน)	29
รูปที่ 16 แสดงวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง (กรณีเก็บตัวอย่างค้างคืน)	30
รูปที่ 17 ตัวอย่างลักษณะใบมะละกอที่ไม่เหมาะสม	30
รูปที่ 18 ตัวอย่างฉลากติดบนพัสดุส่งตัวอย่าง (สามารถถ่ายเอกสารนำไปใช้ได้)	35

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและมีศักยภาพสูงในการสร้างประโยชน์ให้กับมนุษยชาติอย่างกว้างขวางในด้านต่างๆ เช่น ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรม และด้านการเกษตร ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์พืชด้วยเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ประสบความสำเร็จและอนุญาตใช้ในเชิงพาณิชย์ในพืชหลายชนิด โดยวัตถุประสงค์ของการดัดแปลงพันธุกรรมแตกต่างกันไป ได้แก่ การสร้างพืชให้มีคุณลักษณะทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม พืชทนแล้ง พืชทนเค็ม การปรับปรุงพันธุ์พืชทนทานสารกำจัดวัชพืช ด้านทานโรคที่เกิดจากไวรัส แบคทีเรีย และแมลงศัตรูพืช การเพิ่มคุณภาพทางโภชนาการ การเพิ่มไวตามินเอ ตลอดจนการปรับปรุงให้พืชมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น สร้างพืชที่ให้ดอกไม้สีสนับเปลี่ยนใหม่

พืชดัดแปลงพันธุกรรมได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก มีแนวโน้มการพัฒนาผลิตและใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้นทุกปี นับจากเริ่มเปิดตลาดด้วยมะเขือเทศที่ทำให้สุกช้าลง ซึ่งเริ่มผลิตเป็นการค้าครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1994 พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ปลูกกันมากในปัจจุบัน เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย และคาโนลา เป็นต้น โดยมีประเทศที่เป็นผู้ผลิตหลักคือสหรัฐอเมริกา บราซิล อาร์เจนตินา อินเดีย และแคนาดา สำหรับในภูมิภาคเอเซียนั้นประเทศที่มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมได้แก่ จีน อินเดีย ฟิลิปปินส์ ปากีสถาน เมียนมาร์ และบังคลาเทศ ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีการสร้างพืชดัดแปลงพันธุกรรมได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์มากมาย แต่ปัญหาของพืชดัดแปลงพันธุกรรมคือผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์

แม้ว่าจะมีการปลูกและจำหน่ายพืชดัดแปลงพันธุกรรมทั่วโลก แต่ยังมีอีกหลายประเทศที่ไม่อนุญาตให้ปลูกแต่อนุญาตให้นำเข้าพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อใช้ประโยชน์ รวมถึงประเทศไทยซึ่งอนุญาตให้นำเข้าถั่วเหลืองและข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยเริ่มประสบปัญหาในเรื่องการตรวจพบการปนเปื้อนพืช GMOs ในสินค้าเกษตรของไทย โดยในปี พ.ศ. 2555 มีการรายงานการตรวจพบมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมนำเข้าจากประเทศไทย และจากข้อมูลการแจ้งเตือนปัญหาความปลอดภัยสินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชส่งออกปี พ.ศ. 2557 ถึงปัจจุบัน พบว่ามีการแจ้งเตือนการปนเปื้อนพืช GMOs ในสินค้าเกษตรไทย สำหรับการส่งออกไปยังสหภาพยุโรป ญี่ปุ่น และเกาหลี ซึ่งสินค้าทางการเกษตรที่ตรวจพบการปนเปื้อน GMOs ได้แก่ มะละกอ ผลไม้กระป๋อง หรือการแปรรูปที่มีส่วนผสมของมะละกอ และข้าว ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เกษตรกร และประเทศไทยเป็นจำนวนมาก เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ประกาศให้มะละกอเป็นพืชควบคุมเฉพาะในการส่งออกไปสหภาพยุโรป ญี่ปุ่น และประเทศจีน และประกาศให้มีผลการตรวจวิเคราะห์ปลอดภัย

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

ปนเปื้อนการดัดแปลงพันธุกรรม เป็นมะละกอที่ต้องขึ้นทะเบียนแปลง GAP มีการระบุที่มาของเมล็ดพันธุ์ มะละกอที่จะปลูก มีกระบวนการสุ่มตรวจการปนเปื้อนและสุ่มตรวจติดตามแปลงที่ได้รับการรับรอง นอกจากนี้ กรมวิชาการเกษตร ยังได้ดำเนินการสุ่มติดตามเพื่อเฝ้าระวังพืชดัดแปลงพันธุกรรมชนิดอื่นๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฝ้าย เป็นต้น

เพื่อเป็นการรักษามาตรฐานสินค้าเกษตรไทย เพิ่มศักยภาพในการตรวจสอบรับรองสินค้าเกษตร เพื่อการส่งออกให้เป็นที่เชื่อถือของประเทศคู่ค้า กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร จึงได้จัดทำเอกสารคู่มือ “การสุ่ม ตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs” เพื่อพัฒนาศักยภาพของบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในวิธีการและขั้นตอนการสุ่มเก็บตัวอย่าง การจัดการตัวอย่างเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ความรู้เกี่ยวกับพืชดัดแปลงพันธุกรรม สถานการณ์การปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม กฎระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง มาตรการควบคุมการส่งออกมะละกอของประเทศไทย รวมถึงการสุ่มเมล็ดพันธุ์พืช และพืชที่ปลูก เพื่อการเฝ้าระวัง เพิ่มประสิทธิภาพสร้างความเชื่อมั่นในการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนศักยภาพการแข่งขันให้กับสินค้าเกษตรไทย

2. คำจำกัดความ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ และพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากขึ้นจึงอธิบายคำจำกัดความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากคู่มือ แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ปี 2559 ดังนี้

เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ (modern biotechnology) หมายถึง

1. กระบวนการใช้เทคนิคกรดนิวคลีอิกในหลอดทดลอง (in vitro) หรือในสภาพของห้องปฏิบัติการ รวมถึงการติดต่อสารพันธุกรรม หรือการใช้สารพันธุกรรมลูกผสม หรือการใส่กรดนิวคลีอิกเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งข้ามขอบเขตของการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ และไม่ได้ใช้เทคนิคในการขยายพันธุ์หรือคัดเลือกพันธุ์แบบดั้งเดิม (ธรรมชาติ)

2. การรวมตัวกันของเซลล์ (fusion of cells) นอกวงศ์ (family) ทางอนุกรมวิธาน ซึ่งข้ามขอบเขตของการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ และไม่ได้ใช้เทคนิคในการขยายพันธุ์ หรือคัดเลือกพันธุ์แบบดั้งเดิม (ธรรมชาติ)

สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (Genetically Modified Organism; GMOs) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีการปรับเปลี่ยนสารพันธุกรรม ซึ่งได้จากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

สารพันธุกรรม (genetic materials) หมายถึง กรดนิวคลีอิก ยีน จีโนม และ โครโมโซม ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการถ่ายทอดพันธุกรรม

เซลล์เจ้าบ้าน (host หรือ recipient cell) หมายถึง เซลล์ที่ใช้ในการรับชิ้นดีเอ็นเอ หรือยีน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมให้แสดงคุณลักษณะที่ต้องการ

สิ่งมีชีวิตผู้ให้ (donor organism) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เป็นเจ้าของสารพันธุกรรมที่ถูกตัดแยกออกมา แล้วนำเข้าสู่เจ้าบ้านเพื่อให้แสดงคุณลักษณะที่ต้องการ

พาหะ (vector) หมายถึง สารพันธุกรรมที่สามารถเพิ่มจำนวน หรือนำพาชิ้นส่วนของสารพันธุกรรมเข้าไปในสิ่งมีชีวิต เพื่อเชื่อมต่อกับชิ้นดีเอ็นเอ หรือยีนที่ต้องการเพื่อนำเข้าสู่เจ้าบ้าน เช่น พลาสมิด และไวรัส เป็นต้น

ชิ้นดีเอ็นเอที่สอดแทรก (inserted DNA) หมายถึง ดีเอ็นเอหรือยีนที่มาจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (heterologous gene) หรือยีนสังเคราะห์ที่ต้องการนำเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน เพื่อให้แสดงลักษณะที่ต้องการ โดยอาจอาศัยพาหะ หรือเทคนิคการดัดแปลงพันธุกรรมอื่นๆ

จีโนม (genome) หมายถึง สารพันธุกรรมทั้งหมดที่อยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งสารพันธุกรรมที่อยู่ในไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ ข้อมูลพันธุกรรมในจีโนมจะทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

ความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety) หมายถึง หลักการ มาตรการ และการปฏิบัติ เพื่อป้องกันอันตรายจากชีววัตถุอันตราย (biohazard materials) ผู้ปฏิบัติงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมแบบไม่ตั้งใจ (unintentional exposure)

ความมั่นคงทางชีวภาพ (biosecurity) หมายถึง มาตรการเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากความตั้งใจ (intentional release) ก่อให้เกิดความสูญหาย การขโมย หรือลักลอบนำสารชีวภาพ เชื้อก่อโรค สารพิษ และสิ่งที่เกี่ยวข้อง เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยที่มีการปนเปื้อน สัตว์ทดลองที่ได้รับเชื้อ เป็นต้น รวมถึงการปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม และการนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อคน สัตว์ สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ

ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety level) หมายถึง ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพในการทำงานที่มีการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม โดยใช้ในสภาพควบคุมสิ่งมีชีวิต ดัดแปลงพันธุกรรมในระดับต่างๆ ทั้งนี้ ในบางประเทศ ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ มีความหมายเดียวกับระดับสภาพควบคุม

ตู้ชีวนิรภัย (biosafety cabinet) หมายถึง ตู้ที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษสำหรับป้องกันอันตรายของผู้ปฏิบัติงานจากการทดลองหรือวิจัยทางชีววิทยา รวมทั้งป้องกันอันตรายที่จะออกไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

การทดลองในสภาพควบคุม (contained use) หมายถึง การทดลองหรือวิจัยในสภาพควบคุมปิดมิดชิด ซึ่งมีการใช้สิ่งของหรือสภาพ เพื่อกีดขวางทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีววิทยา หรือหลายลักษณะรวมกัน เพื่อจำกัดการสัมผัสกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมภายนอก

การปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม (environmental release หรือ deliberate release) หมายถึง การดำเนินการใดๆ ซึ่งผู้นำเข้า ผู้ผลิต ผู้ใช้ในสภาพควบคุม และผู้ใช้ในการทดลองภาคสนามในสภาพจำกัด มี

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

เจตนาปลดปล่อยสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือสิ่งมีชีวิตปนเปื้อนสารดัดแปลงพันธุกรรมสู่สิ่งแวดล้อม โดยไม่ควบคุมและจำกัดการติดต่อสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก

การประเมินความเสี่ยง (risk assessment) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์เพื่อประเมินความเสี่ยงอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ไม่ว่าความเสี่ยงนั้นจะเกิดขึ้นโดยตรงหรือโดยอ้อม หรือเกิดขึ้นทันที หรือเกิดตามมาภายหลัง ซึ่งเป็นผลจากการดำเนินการใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับสถาบัน (Institutional Biosafety Committee; IBC) หมายถึง คณะกรรมการที่สถาบันหรือหน่วยงานแต่งตั้งขึ้นเพื่อทำหน้าที่พิจารณา ให้คำแนะนำ และตรวจสอบการดำเนินงานหรือโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ ให้เป็นไปตามแนวทางปฏิบัติความปลอดภัยทางชีวภาพ ทั้งนี้ให้หมายรวมถึง คณะกรรมการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพตามพระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2558 ด้วย

คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ (Technical Biosafety Committee; TBC) หมายถึง คณะกรรมการที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาด้านเทคนิคในการดำเนินกิจกรรมใดๆ ที่เกี่ยวกับการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ ให้เป็นไปตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ รวมถึงการบ่งชี้ประเภทของงานที่มีระดับความเสี่ยงอันตรายที่ยังไม่มีความแน่ชัด ตลอดจนทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม และเป็นแกนกลางในการประสานงานควบคุมเกี่ยวกับการสร้างขีดความสามารถของคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับสถาบัน (IBC)

ผู้ปฏิบัติงาน (Operator) หมายถึง ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

3. ความรู้เกี่ยวกับพืชดัดแปลงพันธุกรรม

พืชดัดแปลงพันธุกรรม คือ พืชที่ได้รับการปรับเปลี่ยนสารพันธุกรรมด้วยเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ ข้อมูลล่าสุด ปี 2559 ทั่วโลกมีพื้นที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม 1,158 ล้านไร่ จาก 26 ประเทศ แบ่งเป็น ประเทศกำลังพัฒนา 19 ประเทศและประเทศอุตสาหกรรม 7 ประเทศ โดยอยู่ในทวีปอเมริกา 12 ประเทศ ได้แก่ประเทศ สหรัฐอเมริกา แคนาดา บราซิล อาร์เจนตินา ปารากวัย อุรุกวัย โบลิเวีย แม็กซิโก โคลัมเบีย ฮอลแลนด์ ชิลี และคอซตาริกา ทวีปเอเชีย 8 ประเทศ ได้แก่ อินเดีย ปากีสถาน จีน ออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ พม่า เวียดนาม และบังกลาเทศ ทวีปยุโรป 4 ประเทศ ได้แก่ สเปน โปรตุเกส สาธารณรัฐเช็ก และสโลวาเกีย และ ทวีปแอฟริกา 2 ประเทศ ได้แก่ อัฟริกาใต้และซูดาน (ISAAA, 2016)

พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีการปลูกมากที่สุดได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย และคาร์โนล่า และประเทศที่ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมมากที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ สหรัฐอเมริกา บราซิล อินเดีย อาร์เจนตินา และแอฟริกาใต้ ปัจจุบันยังมีพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่วางจำหน่ายอีกหลายชนิดเช่น ชูการ์บีท มะละกอ สควอช มะเขือม่วง มันฝรั่ง แอปเปิ้ล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีหลายลักษณะ (stacked traits) ในต้นเดียวกัน เช่น ถั่วเหลืองที่สามารถต้านทานแมลงศัตรูพืชและทนทานสารกำจัดวัชพืช สำหรับในแถบเอเชียที่อนุญาตให้มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเชิงการค้าแล้ว ได้แก่ อินเดีย (ฝ้าย) จีน (ฝ้าย มะละกอ มะเขือเทศ ต้นกระดาศ และsweet pepper) ปากีสถาน (ฝ้าย) ฟิลิปปินส์ (ข้าวโพด) เมียนมาร์ (ฝ้าย) อินโดนีเซีย (อ้อย) และเวียดนาม (ข้าวโพด)

3.1 สถานภาพพืชดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศไทย

ประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการนำเข้าพืชดัดแปรพันธุกรรม โดยอำนาจ พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507 ยกเว้นเพื่อการศึกษาทดลอง และประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กำหนดพืชจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม พ.ศ. 2553 ให้พืช 33 ชนิด 51 สกุล 1 วงศ์ เป็นสิ่งต้องห้าม ยกเว้น ข้าวโพดและถั่วเหลืองที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์หรืออาหารสำหรับมนุษย์หรือใช้เพื่อการอุตสาหกรรม สำหรับงานวิจัยพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศไทยดำเนินการได้ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับสถาบัน (IBC) ในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดสอบ สำหรับการทดสอบภาคสนามจะต้องดำเนินการตามมติ ครม. 2550 จากข้อมูลการวิจัยพัฒนาดังแต่ปี 2541-2557 มีการดำเนินงานวิจัยมากถึง 96 โครงการ มีเพียง 4 โครงการที่ทดสอบถึงระดับโรงเรือน และไม่มีการทดสอบระดับภาคสนาม ปัจจุบันงานวิจัยพัฒนาอยู่เพียงระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

3.2 การดำเนินงานของกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร ในฐานะที่เป็นหน่วยงานกำกับดูแลการนำเข้าพืชดัดแปลงพันธุกรรมภายใต้อำนาจของพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 ควบคุมพืชดัดแปลงพันธุกรรม ได้มีการดำเนินงานดังนี้

1. การควบคุมการนำเข้า กำหนดให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นสิ่งต้องห้าม และมีประกาศกำหนดแนวทางปฏิบัติในการขออนุญาตนำเข้า หรือนำผ่านสิ่งต้องห้าม ผู้ประสงค์จะนำเข้าพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อการศึกษาทดลอง จะต้องผ่านการพิจารณาและดำเนินการภายใต้การกำกับดูแลของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งด่านตรวจพืช สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร และกลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช สุ่มตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพหากตรวจพบการปนเปื้อนสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร แจ้งผู้ประกอบการและควบคุมการเผาทำลาย

2. การควบคุมการส่งออกเป็นมาตรการควบคุมมาตรฐานสินค้าเกษตรกรณีสินค้าพืชทั่วไป ผู้ประกอบการที่ต้องการใบรับรองผลการตรวจวิเคราะห์ประกอบการส่งออกตามความต้องการของประเทศคู่ค้า ต้องส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ กรมวิชาการเกษตร หรือห้องปฏิบัติการภาคเอกชนที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการตรวจวิเคราะห์ ในกรณีมะละกอที่พบปัญหาการส่งออกไปสหภาพยุโรป มีประกาศกรมวิชาการเกษตร ให้ผู้ประกอบการส่งออกต้องมีใบรับรองผลวิเคราะห์ดังกล่าว

3. การตรวจติดตามเพื่อเฝ้าระวังภายในประเทศ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ สุ่มและสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตรกรเพื่อตรวจวิเคราะห์ พืชในข่ายเฝ้าระวัง (มะละกอ ข้าว ถั่วเหลือง ข้าวโพด ทานตะวัน พริก สับปะรด ฝ้าย และมะเขือเทศ) และหน่วยงานในภูมิภาค เฝ้าระวังแปลงมะละกอ ที่ได้รับรอง GAP ต้องไม่เป็นพืชดัดแปลงพันธุกรรม

ทั้งนี้การควบคุมการนำเข้าและการส่งออกสินค้าพืชทั่วไป รวมไปถึงการตรวจติดตามเพื่อเฝ้าระวังพืชในข่ายเฝ้าระวังภายในประเทศของกรมวิชาการเกษตรมีหลายขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติเช่น การสำรวจพื้นที่เกษตรที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน GMOs การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs การทำลายตัวอย่างหากตรวจพบการปนเปื้อน และการออกใบรับรองผลการวิเคราะห์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกๆขั้นตอนมีความสำคัญต่อการดำเนินงานของกรมวิชาการเกษตร นอกจากนั้นขั้นตอนการดำเนินงานที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งคือ กระบวนการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน

3.3 หลักการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) โดยใช้เทคโนโลยีการตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอที่ติดต่อกับพันธุกรรมเข้าไปในพืช เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ มีความไวและแม่นยำสูง สามารถตรวจสอบการเจือปนในระดับต่ำ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างที่มีแผนการสุ่มและการจัดการตัวอย่างที่ดี จะทำให้ได้จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมที่เป็นตัวแทนของการตรวจวิเคราะห์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างความเชื่อมั่นในการตรวจวิเคราะห์ ทั้งนี้ในการตรวจวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการจะให้การรับรองเฉพาะล็อต โดยมีหลักเกณฑ์การสุ่มตามชนิดของตัวอย่าง ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์ (seed) จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานของ International Seed Testing Association (ISTA)
2. เมล็ด (grain) จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างของ The Grain and Feed Trade Association (GAFTA) Sampling Rules No. 124
3. ตัวอย่างพืชสดจากแปลง หรือตัวอย่างภาคสนาม จะใช้หลักการสุ่มที่ดัดแปลงจากมาตรฐาน European Joint Enforcement Group on Deliberate Release of GMOs (EEP-DR)
4. ผลิตภัณฑ์คงรูปในรูปแบบต่างๆ ใช้มาตรฐานสากล FAO/WHO Codex ซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้นำมาปรับใช้เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในการสุ่มตัวอย่าง มอก. 456-2027

4. การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานของ ISTA

การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตามกฎของ ISTA ใช้เกณฑ์ขนาดของล็อตเมล็ดพันธุ์ฟืชกองหนึ่งๆ ซึ่งกำหนดไว้แตกต่างกันตามชนิดและปริมาณเมล็ดพันธุ์โดยมีน้ำหนักมาตรฐานของเมล็ดฟืช (ต่อ 1 ล็อต) ในปี ค.ศ. 2004 ISTA Handbook on Seed Sampling (2nd edition) ได้ปรับปรุงข้อกำหนดประเภทเมล็ดพันธุ์และขนาดล็อตที่ใหญ่สุดไว้และบวกค่าที่ยอมรับได้อีก 5 เปอร์เซ็นต์ (5 percent tolerance) ทั้งนี้หากมีน้ำหนักเกินกว่าน้ำหนักสูงสุดของเมล็ดพันธุ์ต่อหนึ่งล็อตตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ต้องแบ่งเมล็ดออกเป็นอีกล็อตหนึ่ง

ตารางที่ 1 น้ำหนักสูงสุดของกองเมล็ดพันธุ์

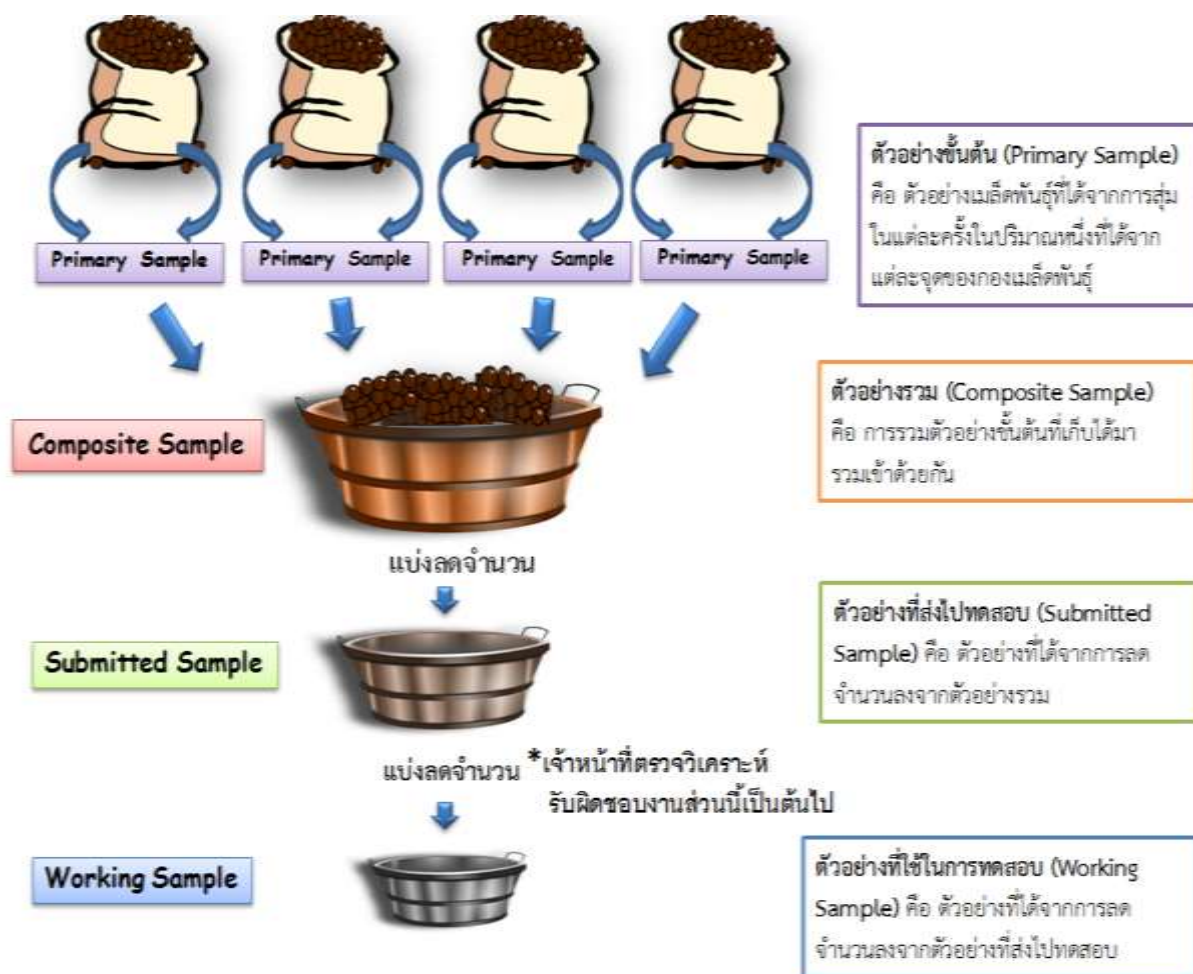
ชนิดเมล็ดพันธุ์ฟืช	น้ำหนักเมล็ดสูงสุดต่อ 1 ล็อต (กก.)	ค่าที่ยอมรับได้ในกรณีที่ปริมาณไม่พอดีกับค่ามาตรฐาน (กก.)
เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (<i>Zea mays</i>)	40,000	42,000
เมล็ดพันธุ์ธัญฟืช และเมล็ดฟืชที่ใหญ่กว่า	25,000	26,500
เมล็ดพันธุ์ฟืชอื่นที่มีขนาดใกล้เคียงเมล็ดพันธุ์ธัญฟืช	20,000	21,000
เมล็ดพันธุ์ฟืชที่มีขนาดเล็กกว่าเมล็ดพันธุ์ธัญฟืช	10,000	10,500
เมล็ดพันธุ์ไมยต้น เช่น เฮเซลนัท	5,000	5,250
เมล็ดพันธุ์ไมยต้นที่มีขนาดเล็ก	1,000	1,050
เมล็ดพันธุ์ไม้ดอกขนาดใหญ่ เช่น ทานตะวัน	10,000	10,500
เมล็ดพันธุ์ไม้ดอกขนาดเล็ก	5,000	5,250
เมล็ดพันธุ์ที่มีการเคลือบเมล็ด (coated seed)	40,000	42,000

การสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เพื่อนำมาตรวจสอบ จำเป็นต้องมีการคัดตัวอย่างเมล็ดพันธุ์อย่างถูกต้องและเพื่อให้เป็นตัวแทนของเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดและให้แสดงถึงคุณภาพหรือองค์ประกอบที่มีอยู่ในกองหรือล็อตเมล็ดพันธุ์นั้นๆ ซึ่งในการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มี 4 ขั้นตอน (รูปที่ 1) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ตัวอย่างขั้นต้น (primary sample) คือตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากแต่ละจุดสุ่มของกองเมล็ดพันธุ์
2. ตัวอย่างรวม (composite sample) คือ ตัวอย่างที่ได้จากการรวมตัวอย่างขั้นต้นมารวมเข้าเป็นตัวอย่างเดียวกัน

3. ตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบ (submitted sample) คือ ตัวอย่างที่ได้จากการลดจำนวนลงของตัวอย่างรวม

4. ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (working sample) คือ ตัวอย่างที่ได้จากการลดจำนวนลงจากตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์

4.1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาตรวจสอบ

การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ จะเริ่มจากการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นจากการสุ่มจุดต่างๆในกองหรือล้อยอตเมล็ดพันธุ์ (primary sample) แล้วนำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) โดยคลุกเคล้าให้เข้ากันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งตัวอย่างรวมที่ได้ส่วนใหญ่มีปริมาณมากเกินไปสำหรับการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องลดปริมาณของตัวอย่างลงสำหรับนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ให้กับห้องปฏิบัติการ โดยสุ่มจากตัวอย่างรวมอีกครั้งเรียกตัวอย่างที่สุ่มได้ขั้นนี้ว่าตัวอย่างเมล็ดพันธุ์นำส่งทดสอบ (submitted sample) ทั้งนี้จำนวนและปริมาณตัวอย่างขั้นต้นที่สุ่มนั้นจะต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืชและขนาดของกองเมล็ดพันธุ์รวมถึงขนาดและจำนวนของภาชนะบรรจุ (container) เช่น ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ กระสอบและกระป๋อง เป็นต้น

หลักเกณฑ์ในการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ขั้นต้นแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามปริมาณของตัวอย่างคือ 1) ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในภาชนะขนาดเล็กกว่า 15 กิโลกรัม 2) ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในภาชนะขนาดตั้งแต่ 15 – 100 กิโลกรัม และ 3) ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในภาชนะขนาดมากกว่า 100 กิโลกรัม

4.1.1 การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในภาชนะขนาดเล็กกว่า 15 กิโลกรัม

ในกรณีที่เมล็ดบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 15 กิโลกรัม การสุ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างขั้นต้นจะต้องดำเนินการหลายครั้ง เพื่อให้ได้ปริมาณสุดท้ายไม่เกิน 100 กิโลกรัม ทั้งนี้จะคำนวณจำนวนหน่วยที่ต้องสุ่มจากสมการที่ 1

$\text{จำนวนหน่วยสุ่มตัวอย่างขั้นต้น} = \frac{\text{จำนวนของภาชนะบรรจุ} \times \text{ขนาดของภาชนะบรรจุ (กิโลกรัม)}}{100}$	สมการ (1)
---	----------------

ตัวอย่างที่ 1:

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อการส่งออกกองหนึ่งบรรจุในถุง จำนวน 3,000 กระสอบ โดย 1 กระสอบ บรรจุ 10 ถุง รวมเป็น 30,000 ถุง แต่ละถุงหนัก 2 กิโลกรัม กองเมล็ดพันธุ์นี้จึงมีน้ำหนักรวม 60,000 กิโลกรัม ซึ่งเกินปริมาณน้ำหนักสูงสุดของกองเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่กำหนดไว้ (เกิน 40,000 กิโลกรัม) จึงต้องแบ่งการสุ่มตัวอย่างนี้ออกเป็น 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 จำนวน 40,000 กิโลกรัม หรือ 20,000 ถุง หรือ 2,000 กระสอบ

ครั้งที่ 2 คือจำนวนตัวอย่างที่เหลือ เท่ากับ 20,000 กิโลกรัม หรือ 10,000 ถุง หรือ 1,000 กระสอบ

จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\text{จำนวนหน่วยสุ่มครั้งที่ 1} &= [\text{จำนวนของภาชนะบรรจุ} \times \text{ขนาดของภาชนะบรรจุ (กิโลกรัม)}] / 100 \\ &= (20,000 \text{ ถุง} \times 2 \text{ กิโลกรัม}) / 100 \\ &= 400 \text{ ถุง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จำนวนหน่วยสุ่มครั้งที่ 2} &= [\text{จำนวนของภาชนะบรรจุ} \times \text{ขนาดของภาชนะบรรจุ (กิโลกรัม)}] / 100 \\ &= (10,000 \text{ ถุง} \times 2 \text{ กิโลกรัม}) / 100 \\ &= 200 \text{ ถุง}\end{aligned}$$

ดังนั้นปริมาณการสุ่มขั้นต่ำทั้งหมด คือ 400 และ 200 ถุง รวมเป็น 600 ถุง โดยสุ่มจากกระสอบต่างๆ แล้วนำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) โดยรวมเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันคลุกเคล้าให้กระจายทั่วถึงกัน

จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อส่งไปทดสอบ (submitted sample) โดยสุ่มทั้งหมด 6 กิโลกรัม (สุ่ม 2 กิโลกรัม จากทุกๆ 20,000 กิโลกรัม (ตารางที่ 2, ข้าวโพด)) รวมเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

ขนาดของตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบ (submitted sample)

ตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบ (submitted sample) ได้จากการสุ่มจากตัวอย่างรวม (composite sample) อีกครั้งหนึ่งโดยปริมาณของตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดกองของเมล็ดพืชซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางน้ำหนักของตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบขั้นต่ำ

ชนิดพืช ไทย/ชื่อสามัญ ภาษาอังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนักเมล็ดสูงสุดต่อ 1 ล็อต (กิโลกรัม)	น้ำหนักของตัวอย่างที่ ส่งไปทดสอบขั้นต่ำ (กรัม)
กระเจี๊ยบ (Okra)	<i>Hibiscus esculentus</i> L.	20,000	1,000
ข้าว (Rice)	<i>Oryza sativa</i> L.	20,000	400
ข้าวบาร์เลย์ (Barley)	<i>Hordeum vulgare</i> L.	20,000	1,000
ข้าวโพด (Corn)	<i>Zea mays</i> L.	20,000	2,000*
ข้าวฟ่าง (Sorghum)	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Monech	10,000	900
ข้าวไรย์ (Rye)	<i>Secale cereale</i> L.	20,000	1,000
ข้าวสาลี (Wheat)	<i>Triticum aestivum</i> L.	20,000	1,000
ข้าวโอ๊ต (Oat)	<i>Avena sativa</i> L.	20,000	1,000
คะน้า (Chinese kale)	<i>Brassica oleracea</i> L.	10,000	100
กะหล่ำปลี (Cabbage)	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	10,000	100
กะหล่ำดอก (Cauliflower)	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	10,000	100
งา (Sesame)	<i>Sesamum indicum</i> L.	10,000	70

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

ตารางที่ 2 ตารางน้ำหนักของตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบขั้นต่ำ (ต่อ)

ชนิดพืช ไทย/ชื่อสามัญ ภาษาอังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนักเมล็ดสูงสุดต่อ 1 ล็อต (กิโลกรัม)	น้ำหนักของตัวอย่างที่ ส่งไปทดสอบขั้นต่ำ (กรัม)
แตงกวา, แตงร้าน (Cucumber)	<i>Cucumis sativus L.</i>	10,000	150
แตงโม (Water melon)	<i>Citrus vulgaris Schrad</i>	20,000	1,000
แตงไทย (Musk melon)	<i>Cucumis melo L.</i>	10,000	150
ถั่วแขก (Garden bean)	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	20,000	1,000
ถั่วทอง (Golden gram)	<i>Phaseolu saureus Roxb.</i>	20,000	1,000
ถั่วลันเตา (Golden Pea)	<i>Pisum sativum L.</i>	20,000	1,000
ถั่วปากอ้า (Broad bean)	<i>Vicia faba L.</i>	20,000	1,000
ถั่วฝักยาว (Yard long bean)	<i>Vigna unguiculat (L.) Walpers</i>	20,000	1,000
ถั่วลิสง (Groundnut)	<i>Arachis hypogaca L.</i>	20,000	1,000
ถั่วเหลือง (Soybean)	<i>Glycine max L.</i>	20,000	2,000*
ทานตะวัน (Sunflower)	<i>Helianthus annus L.</i>	20,000	1,000
ปวยเล้ง (Spinach)	<i>Spinacia oleracea L.</i>	10,000	250
ผักกาดกวางตุ้ง (Chinese cabbage)	<i>Brassica chinensis L.</i>	10,000	40
ผักกาดเขียวปลี (Chinese mustard)	<i>Brassica juncca (L.) Czern</i>	10,000	40
ผักกาดขาวปลี (Pe-tsai cabbage)	<i>Brassica pekinensis Rupr</i>	10,000	40
ผักกาดหนู (Radish)	<i>Raphanus sativus L.</i>	10,000	300
ผักกาดหอม (Lettuce)	<i>Lectuca sativa L.</i>	10,000	30
ฝ้าย (Cotton)	<i>Gossypium spp.</i>	20,000	1,000
พริก (พันธุ์ต่างๆ) (Bird chili, Hot pepper และ Sweet pepper)	<i>Capsicum spp.</i>	10,000	150
ฟักทอง (Pumpkin)	<i>Cucurbita moschata (Duch.) Peir</i>	10,000	350
มะเขือยาว (Eggplant)	<i>Solanum melongena L.</i>	10,000	150
มะเขือเทศ (Tomato)	<i>Lycopersicon esculentum Mill.</i>	10,000	15
ยาสูบ (Tobacco)	<i>Nicotina tabacum L.</i>	10,000	25

หมายเหตุ * มาตรฐานห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

อ้างอิง: International Rules for Seed Testing, handbooks, proceedings (Edition 2004)

: มาตรฐานการตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเทคโนโลยีชีวภาพ คณะทำงานกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบและ
ออกใบรับรองสินค้าเทคโนโลยีชีวภาพ พ.ศ. 2544

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

4.1.2 การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในภาชนะขนาด ตั้งแต่ 15 – 100 กิโลกรัม

ในกรณีที่เมล็ดบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุซึ่งมีขนาด 15 – 100 กิโลกรัม และขนาดกองเมล็ดพันธุ์มากกว่า 100 กิโลกรัม นั้น ปริมาณการสุ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างขั้นต้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของภาชนะบรรจุใน 1 กองเมล็ดพันธุ์โดยดูจากตารางที่ 3 และสามารถดูแนวทางการสุ่มตัวอย่างได้จากตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ 3 ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นจากกองเมล็ดพันธุ์ในภาชนะบรรจุขนาด 15 – 100 กิโลกรัม

จำนวนภาชนะบรรจุ (containers) ใน 1 กองเมล็ดพันธุ์	ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้น
1-4	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 3 ตัวอย่าง จากแต่ละ Container
5-8	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 2 ตัวอย่าง จากแต่ละ Container
9-15	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 1 ตัวอย่าง จากแต่ละ Container
16-30	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 15 ตัวอย่าง จากกองเมล็ดพันธุ์
31-59	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 20 ตัวอย่าง จากกองเมล็ดพันธุ์
มากกว่าหรือเท่ากับ 60	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 30 ตัวอย่าง จากกองเมล็ดพันธุ์

4.1.3 การสุ่มตัวอย่างตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในภาชนะขนาดมากกว่า 100 กิโลกรัม

ในกรณีที่เมล็ดบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุซึ่งมีขนาดมากกว่า 100 กิโลกรัม และขนาดกองเมล็ดพันธุ์มากกว่า 100 กิโลกรัม นั้น ปริมาณการสุ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างขั้นต้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของภาชนะบรรจุ ทั้งนี้ สามารถดูตัวอย่างการคำนวณได้จากตัวอย่างที่ 2 เพียงแต่ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นให้พิจารณาตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นจากกองเมล็ดพันธุ์ขนาดมากกว่า 100 กิโลกรัม

ขนาดของกองเมล็ดพันธุ์ (กก.)	ปริมาณการสุ่มตัวอย่างขั้นต้น
101 - 500	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 5 ตัวอย่าง จากกองเมล็ดทั้งหมด
501 -3,000	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 1 ตัวอย่างจากทุกๆ 300กก.ของกองแต่ไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง
3,001-20,000	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 1 ตัวอย่างจากทุกๆ 500 กก.ของกองแต่ไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง
มากกว่า 20,000	สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 1 ตัวอย่างจากทุกๆ 700 กก.ของกองแต่ไม่น้อยกว่า 40 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 2:

จากตารางที่ 3 และ 4 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อการส่งออกหนึ่งบรรจุในกระสอบ จำนวน 1000 กระสอบ โดย 1 กระสอบหนัก 50 กิโลกรัม กองเมล็ดพันธุ์นี้จึงมีน้ำหนักรวม 50 ตัน ซึ่งเกินปริมาณน้ำหนักสูงสุดของกองเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่กำหนดไว้ (เกิน 40,000 กิโลกรัม) จึงต้องแบ่งการสุ่มตัวอย่างนี้ออกเป็น 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 จำนวน 40,000 กิโลกรัม หรือ 800 กระสอบ

ครั้งที่ 2 คือจำนวนตัวอย่างที่เหลือ เท่ากับ 10,000 กิโลกรัม หรือ 200 กระสอบ

ดังนั้น จากตารางที่ 3 จำนวนหน่วยสุ่มทั้ง 2 ครั้ง สุ่มตัวอย่างขั้นต้น 30 ตัวอย่าง/ชุดสุ่ม จากกองเมล็ดพันธุ์รวม 60 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม โดยสุ่มจากกระสอบต่างๆ แล้วนำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) โดยรวมเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันคลุกเคล้าให้กระจายทั่วถึงกัน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อส่งไปทดสอบ (submitted sample) โดยสุ่มทั้งหมด 6 กิโลกรัม (สุ่ม 2 กิโลกรัม จากทุกๆ 20,000 กิโลกรัม (ตารางที่ 2, ข้าวโพด)) รวมเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

5. การสุ่มตัวอย่างเมล็ดเพื่อใช้สำหรับอาหารสัตว์หรือแปรรูปตามกฎหมายของ GAFTA

GAFTA (Grain and Feed Trade Association) เป็นสมาคมการค้าอาหารและเมล็ดพันธุ์พืชระหว่างประเทศที่มีสมาชิกกว่า 1650 รายใน 94 ประเทศ เป้าหมายของการจัดตั้งสมาคมคือ การส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร สินค้าเครื่องเทศและผลิตภัณฑ์ทั่วไป เพื่อปกป้องผลประโยชน์ของสมาชิกทั่วโลก

สำหรับเมล็ดเพื่อใช้สำหรับอาหารสัตว์หรือแปรรูป (grain) ที่มีการนำเข้าจะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างของ The Grain and Feed Trade Association (GAFTA) Sampling Rules No. 124 โดยการสุ่มหรือการชักตัวอย่างต้องดำเนินการตามขั้นตอนของกฎภาพตาในระหว่างการขนเมล็ดพืชผ่านจุดชักตัวอย่าง โดยจุดที่ชักตัวอย่างต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ควบคุมคุณภาพ และเลือกด้วยความระมัดระวัง เพราะจะต้องเป็นตัวแทนของสินค้าทั้งหมด

5.1 การสุ่มตัวอย่างจากสินค้าเมล็ดพืช

การสุ่มตัวอย่างสินค้าจะต้องได้รับการชักตัวอย่างด้วยความมีระบบและสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของสินค้าทั้งหมด จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างเหล่านั้นไว้ในที่มืดชิด และปลอดภัยจากการปนเปื้อน หลังจากนั้นตัวอย่างที่ได้จากการชักสินค้าทั้งหมดจะต้องนำมารวมและผสมให้เข้ากันอย่างดี แล้วจึงแบ่งออกให้ได้ขนาดเพียงพอที่จะนำไปส่งตรวจ (ตารางที่ 5) ซึ่งสามารถดูแนวทางการสุ่มตัวอย่างได้จากตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณการสุ่มตัวอย่างสินค้าโดยพิจารณาจากขนาดของจำนวนเมล็ดพืชและขนาดของภาชนะบรรจุ

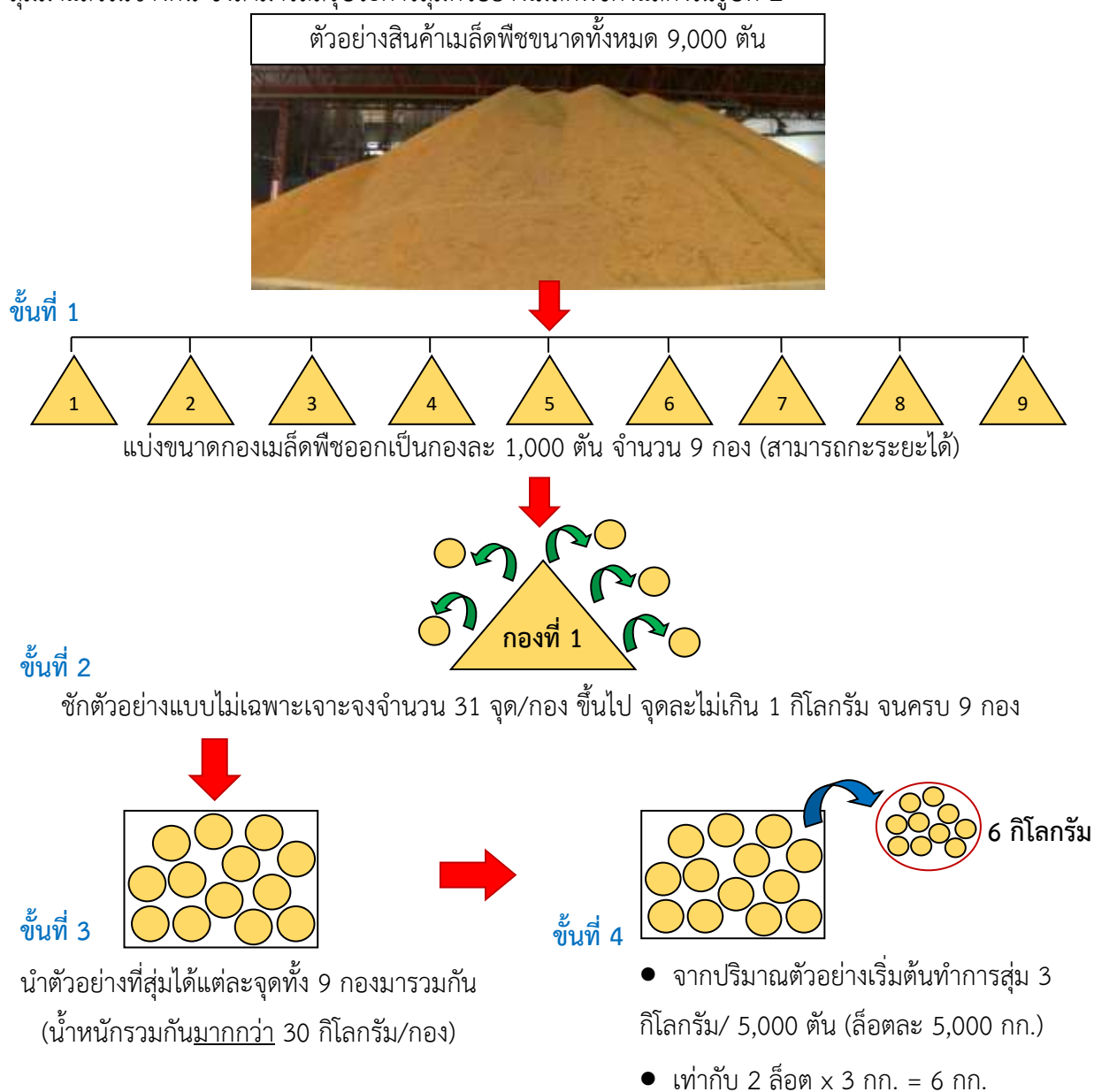
ขนาดสินค้า (ตัน)	0-5000	5001-10,000	10,001-25,000	>25,000
ขนาดของกอง (ตัน/กอง)	500	1,000	2,500	5,000
จำนวนจุดขั้นต่ำของสินค้าที่ต้องสุ่มต่อกอง (จุด/กอง)	21 จุด ขึ้นไป	31 จุด ขึ้นไป	41 จุด ขึ้นไป	51 จุด ขึ้นไป
น้ำหนักสูงสุดของตัวอย่างขั้นต่ำจากการสุ่ม (กิโลกรัม/จุด)	1	1	1	1
น้ำหนักตัวอย่างรวมขั้นต่ำจากการสุ่มต่อกอง (กิโลกรัม/กอง)	20	30	40	50

* ตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์จะดำเนินการสุ่มจากตัวอย่างรวมที่มีการผสมให้กระจายตัวอย่างทั่วถึงโดยสุ่มมา 3 กิโลกรัมทุกๆ ล็อตสินค้าขนาด 5,000 ตัน

ตัวอย่างที่ 3: การสุ่มตัวอย่างจากสินค้าเมล็ดพืชขนาดทั้งหมด 9,000 ตัน

วิธีการ จากการเปรียบเทียบข้อมูลจากตารางที่ 5 พบว่าผู้สุ่มจะต้องดำเนินการสุ่มตัวอย่างโดยแบ่งขนาดกองเมล็ดพืชออกเป็นกองละ 1,000 ตัน จำนวน 9 กอง แต่ละกองจะต้องสุ่มชักตัวอย่างแบบไม่เฉพาะเจาะจงจำนวน 31 จุด/กอง ขึ้นไป โดยในแต่ละจุดต้องทำการชักตัวอย่างมาไม่เกิน 1 กิโลกรัม จากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มได้ในแต่ละจุดมารวมกัน ซึ่งควรจะได้น้ำหนักรวมกันมากกว่า 30 กิโลกรัม/กอง

นอกจากนี้ล๊อตสินค้าเมล็ดพืชเริ่มต้นขนาด 5,000 ตัน จะต้องทำการสุ่มตัวอย่างมา 3 กิโลกรัม ดังนั้นสินค้าเมล็ดพืชขนาดทั้งหมด 9,000 ตัน จึงสามารถแบ่งตัวอย่างได้เป็น 2 ล๊อต จึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นเท่ากับ 6 กิโลกรัม (2 ล๊อต x 3 กิโลกรัม) โดยทำการสุ่มตัวอย่าง 6 กิโลกรัมนี้จากตัวอย่างที่ได้รวบรวมสุ่มมาแล้วในข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปวิธีการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพืชดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากสินค้าเมล็ดพืชตามกฎของ GAFTA

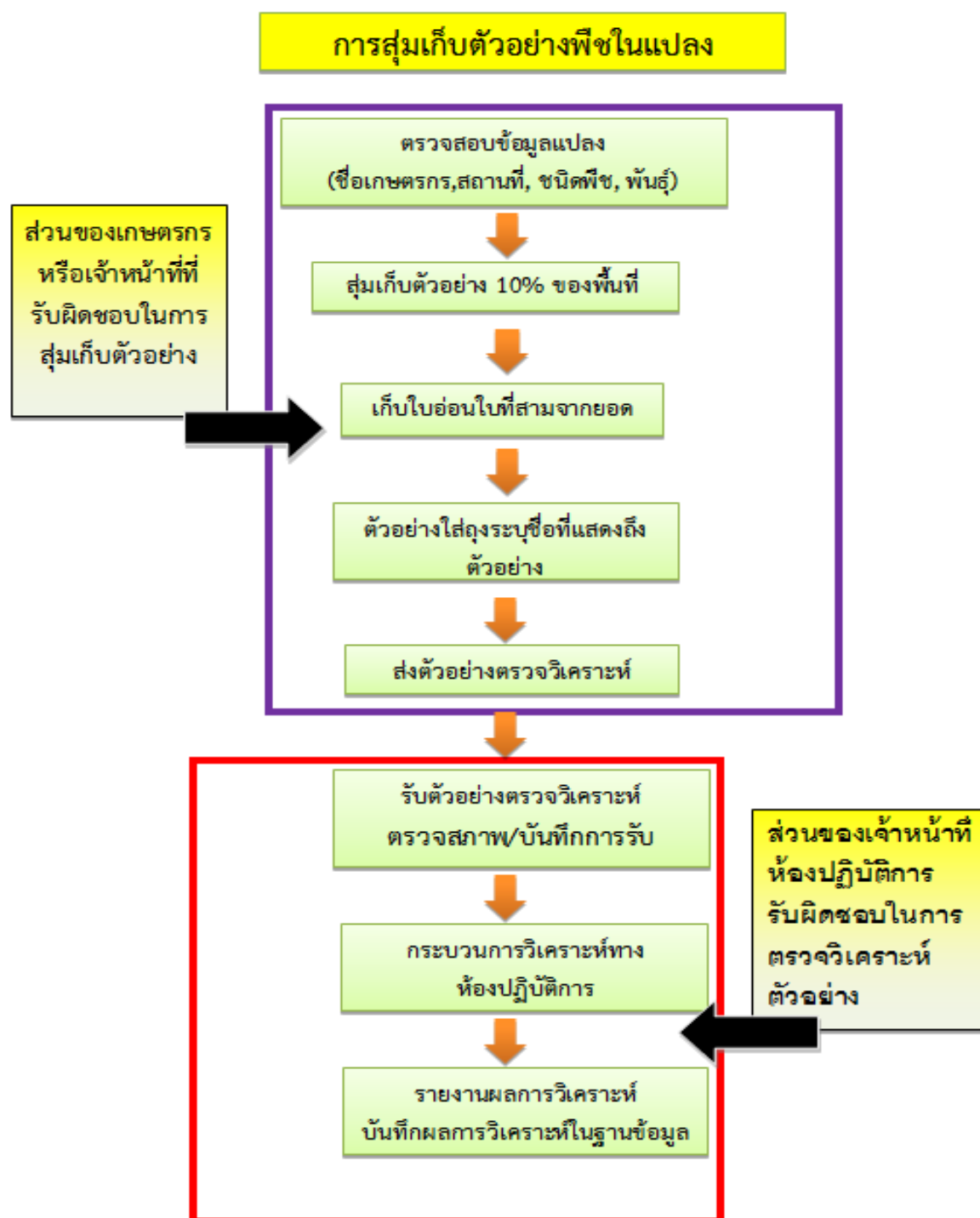
6. การสุ่มตัวอย่างพืชสดจากแปลงปลูกตามมาตรฐาน EEP-DR

European Joint Enforcement Group on Deliberate Release of GMOs (EEP-DR) เป็นเครือข่ายของผู้ตรวจการของสหภาพยุโรปเกี่ยวกับการปล่อย GMOs โดยเจตนา จึงได้มีการรวมกลุ่มกันเพื่อพัฒนาขั้นตอนการดำเนินงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) ของการสุ่มตัวอย่างในแปลงภาคสนาม และการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ในยุโรป เพื่อให้ตัวอย่างที่ได้รับการสุ่มเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดสำหรับการวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

ในปัจจุบันประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้มีการวิจัยพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมหลากหลายชนิด และประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกพืชหลากหลายชนิดเพื่อการส่งออกโดยมีการนำเข้าทั้งเมล็ดพันธุ์ เชื้อพันธุ์ หน่อพันธุ์ จากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามประเทศไทยห้ามมิให้มีการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเชิงการค้าจึงทำให้เกิดความเสี่ยงจากการหลุดรอด หรือการลักลอบนำเข้าเมล็ดพันธุ์ที่มีการดัดแปลงพันธุกรรม การสุ่มตัวอย่างพืชจากแปลงของเกษตรกรเพื่อเฝ้าระวังจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกลุ่มพืชที่มีความเสี่ยงสูง เช่น มะละกอ ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย และพืชชนิดอื่นๆ ที่มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนต่ำ เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด มันฝรั่ง พริก มะเขือเทศ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและอ้างอิงในกรณีที่เกิดปัญหาข้อพิพาททางการส่งออกกับต่างประเทศได้ โดยห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชดัดแปลงพันธุกรรม กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ได้กำหนดขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างพืชสดจากแปลงปลูกดังได้อธิบายไว้ในรูปที่ 3

6.1 การประเมินความเสี่ยงก่อนการสุ่มตัวอย่าง

เพื่อให้สามารถกำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะสุ่มตัวอย่างพืชสดจากแปลงปลูกได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ การประเมินความเสี่ยงของแปลงปลูกก่อนที่จะดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์จึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่จะช่วยกำหนดปริมาณตัวอย่างให้มีความครอบคลุมเพียงพอสำหรับการตรวจวิเคราะห์พืชจากแปลงปลูก และจากปัญหาการปนเปื้อนของมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศไทย คู่มือฉบับนี้จึงขอยกตัวอย่างการสุ่มมะละกอจากแปลงปลูก เพื่ออธิบายให้ผู้อ่านได้เห็นภาพที่ชัดเจน และยังสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการสุ่มพืชชนิดอื่นที่มีความเสี่ยงได้อีกด้วย โดยการประเมินความเสี่ยงจากแปลงปลูกก่อนการสุ่มตัวอย่างมีหลากหลายกรณี ซึ่งสามารถดูเพิ่มเติมได้ในตารางที่ 6



รูปที่ 3 สรุปขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างพืชสดจากแปลงปลูก ตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์
สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชตัดแปรพันธุกรรม

ตารางที่ 6 กรณีการเกิดความเสียหายในการประเมินความเสี่ยงจากแปลงปลูกก่อนการสุ่มตัวอย่าง

กรณีการเกิดความเสียหาย	คำอธิบาย
กรณีที่ 1 แปลงที่จะดำเนินการสุ่มเป็นแปลง Non-GAP (กรมวิชาการเกษตร) และไม่เคยได้รับการรับรองแปลง GAP มาก่อน	หากแปลงปลูกเป็นแปลง Non-GAP แปลงปลูกจะไม่มีระบบการควบคุมการปลูก ไม่มีที่มาของเมล็ดพันธุ์และมีการสุ่มตรวจติดตามซึ่งทำให้มีความเสี่ยงสูงมากที่จะมีการปนเปื้อนมะละกอ GM
กรณีที่ 2 มีข้อมูลว่าแปลงติดกันหรือในรัศมี 10 กม. เป็นแปลง Non-GAP ที่เป็นพืชชนิดเดียวกัน (เช่นปลูก มะละกอ เหมือนกัน)	ถึงแม้ว่าแปลงมะละกอที่จะดำเนินการสุ่มเป็นแปลง GAP แต่หากแปลงรอบๆ เป็นแปลงมะละกอ Non-GAP ทั้งหมด ย่อมมีความเสี่ยงที่ผลมะละกอที่ได้จะเกิดการปนเปื้อน GMOs เช่นเดียวกัน และหากความหนาแน่นของแปลง Non-GAP รอบๆ สูง แปลงที่จะดำเนินการสุ่มก็ยิ่งมีความเสี่ยงสูง เพราะมะละกอเป็นพืชผสมข้าม
กรณีที่ 3 ไม่มีที่มาของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกที่มาจากเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการเก็บรวบรวมรุ่นต่อรุ่น	หากเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกในแปลงปลูกไม่มีที่มาว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ Non-GMOs มะละกอที่ปลูกในแปลงปลูกอาจมีการปนเปื้อนมะละกอ GMOs ได้
กรณีที่ 4 ทราบที่มาของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการเก็บรวบรวมรุ่นต่อรุ่น	หากเมล็ดที่ใช้ปลูกในขั้นต้นได้รับการรับรองว่าเป็น Non-GMOs ความเสี่ยงในการเก็บเมล็ดรุ่นก่อนหน้ามาปลูกในรุ่นต่อไปถือว่าความเสี่ยงต่ำ แต่ก็ยังมีความเสี่ยงหากว่าแปลงปลูกไม่ใช่แปลงเดี่ยวและตั้งอยู่โดยมีแปลง Non-GAP อยู่รอบการเก็บเมล็ดจากรุ่นก่อนหน้ามาปลูกย่อมทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะปนเปื้อน GMOs
กรณีที่ 5 มีข้อมูลว่าแปลงติดกันในรัศมี 10 กม. เป็นแปลง GMOs หรือมีประวัติตรวจพบ GMOs	เนื่องด้วยมะละกอเป็นพืชผสมข้ามจึงอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ลูกจะเกิดการปนเปื้อน GMOs ในแต่ละรอบปลูก
กรณีที่ 6 เจ้าของแปลงหรือบริษัทที่ดูแลแปลงไม่มี หรือไม่เคยมีแผนการสุ่มตรวจ GMOs ในรอบปลูก รายปี หรือรายไตรมาส	แปลงขาดการควบคุมและมีความเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อน GMOs ได้
กรณีที่ 7 แปลงที่จะดำเนินการสุ่มมีลักษณะตรงตามลักษณะของ GMOs เช่น มะละกอหนานหวาน ไวรัส หากพบว่าแปลงมะละกอที่จะไปสุ่มมะละกอในแปลงไม่มีโรคใบด่างวงแหวน ทั้งที่ระบบการดูแลไม่ดี เป็นต้น	แปลงมะละกอดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงหากมีลักษณะตรงตามลักษณะของ GMOs

* GAP (Good Agriculture Practices) คือ การผลิตพืชตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม ซึ่งมีการรับรองระบบ GAP ภายใต้กรมวิชาการเกษตร

จากหลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อน GMOs ในแปลงปลูก สามารถดูข้อมูลในแปลงที่ทำการสำรวจนั้นๆ แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับตารางที่ 7 เพื่อทำการให้คะแนนความเสี่ยง ภายหลังจากการรวมคะแนนแล้วสามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของแปลงออกเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ กลาง และ สูง ซึ่งในแต่ละระดับความเสี่ยงนั้นได้กำหนดร้อยละการสุ่มที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มพืชในแปลงปลูกโดยคิดจากคะแนนความเสี่ยง ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 หลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อน GMOs ในแปลงปลูก

ลำดับที่	ข้อมูลแปลงที่มีผลต่อความเสี่ยงปนเปื้อน GMOs	คะแนนความเสี่ยง*
1	แปลงที่จะดำเนินการสุ่มเป็นแปลง Non-GAP และไม่เคยได้รับการรับรองแปลง GAP มาก่อน	5
2	ที่มาของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการเก็บรวบรวมรุ่นต่อรุ่น	3
3	ไม่มีที่มาของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก	5
4	พืชที่จะดำเนินการสุ่มเป็นพืชที่มีการสืบพันธุ์แบบเกษตรผสมข้าม	2
5	มีข้อมูลว่าแปลงติดกันเป็นแปลง GMOs หรือมีประวัติตรวจพบ GMOs	5
6	มีข้อมูลว่าแปลงในรัศมี ๑๐ กม. เป็นแปลง GMOs หรือมีประวัติตรวจพบ GMOs	3
7	มีข้อมูลว่าแปลงติดกันหรือในรัศมี ๑๐ กม. เป็นแปลง Non-GAP ที่เป็นพืชชนิดเดียวกัน	2
8	เจ้าของแปลงหรือบริษัทที่ดูแลแปลงไม่มีหรือไม่เคยมีแผนการสุ่มตรวจ GMOs ในรอบปลูก รายปีหรือรายไตรมาส	2
9	พืชที่จะดำเนินการสุ่มมีลักษณะตรงตามลักษณะของ GMOs เช่น มะละกอนทานไวรัส หากพบว่าแปลงมะละกอที่จะไปสุ่ม มะละกอในแปลงไม่มีโรคใบด่างวงแหวน ทั้งที่ระบบการดูแลไม่ดี เป็นต้น	3

หมายเหตุ: *การให้คะแนนหากมีความเสี่ยงให้ใส่คะแนนตามระบุในช่องคะแนนความเสี่ยง หากไม่มีให้คิดคะแนนเป็นศูนย์

ตารางที่ 8 ระดับความเสี่ยงและร้อยละการสุ่มที่เหมาะสม

ช่วงคะแนนจากการประเมินความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง	ร้อยละการสุ่มที่เหมาะสม (%)
0-10	ต่ำ	10 % ของจำนวนต้นทั้งหมด
11-20	กลาง	15 % – 20 % ของจำนวนต้นทั้งหมด
21-30	สูง	30 % ของจำนวนต้นทั้งหมด

หมายเหตุ: ทั้งนี้ในกรณีที่ไม่ทราบระดับความเสี่ยงให้ทำการสุ่มที่ 10% ของจำนวนต้นทั้งหมดเป็นอย่างน้อย

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

6.2 การสุ่มตัวอย่างจากผลสด และต้นกล้าจากแปลงปลูก

เนื่องจากพืชสดจากแปลงมีในหลายลักษณะจึงส่งผลให้มีวิธีในการสุ่มที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับตัวอย่างลักษณะนั้นๆ ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงการสุ่มตัวอย่างจากพืชสด 2 ลักษณะ คือการสุ่มตัวอย่างผลสดจากโรงคัดบรรจุและท่อนพันธุ์พืช และการสุ่มตัวอย่างต้นกล้า

6.2.1 การสุ่มตัวอย่างผลสดจากโรงคัดบรรจุและท่อนพันธุ์พืช

ในกรณีที่เจ้าหน้าที่สุ่ม เจ้าหน้าที่ด่านกักพืชและเกษตรกรผู้ปลูกต้องการทราบว่าผลสดหรือท่อนพันธุ์พืชมีการปนเปื้อน GMOs หรือไม่ สามารถดำเนินการสุ่มผลสดหรือท่อนพันธุ์ตามตารางการสุ่มตัวอย่างจากโรงคัดบรรจุหรือกองตัวอย่าง (ตารางที่ 9: ผัก และตารางที่ 10: ผลไม้)

ตารางที่ 9 การสุ่มตัวอย่างผลจากโรงคัดบรรจุหรือกองตัวอย่าง (ชนิดพืช : ผัก)

น้ำหนักของกอง (กิโลกรัม)	จำนวนจุดเก็บ	น้ำหนักต่อจุด (กรัม)	น้ำหนักรวมต่อตัวอย่าง (กรัม)
น้อยกว่า 50	3	100	300 – 1000
50 – 500	5	100	500 – 1000
มากกว่า 500	10	100	1000

ตารางที่ 10 การสุ่มตัวอย่างผลจากโรงคัดบรรจุหรือกองตัวอย่าง (ชนิดพืช : ผลไม้)

น้ำหนักของกอง (กรัม)	ตัวอย่างผลไม้	ปริมาณขั้นต่ำต่อตัวอย่าง (กรัม)
น้อยกว่า 25	ลองกอง ลำไย	1000 กรัม
25 – 250	ส้ม มังคุด มะม่วง	1000 กรัม (ไม่น้อยกว่า 10 หน่วย, ผล)
มากกว่า 250	มะละกอ สับปะรด ทุเรียน	2000 กรัม (ไม่น้อยกว่า 5 หน่วย, ผล)

6.2.2 การสุ่มตัวอย่างต้นกล้า

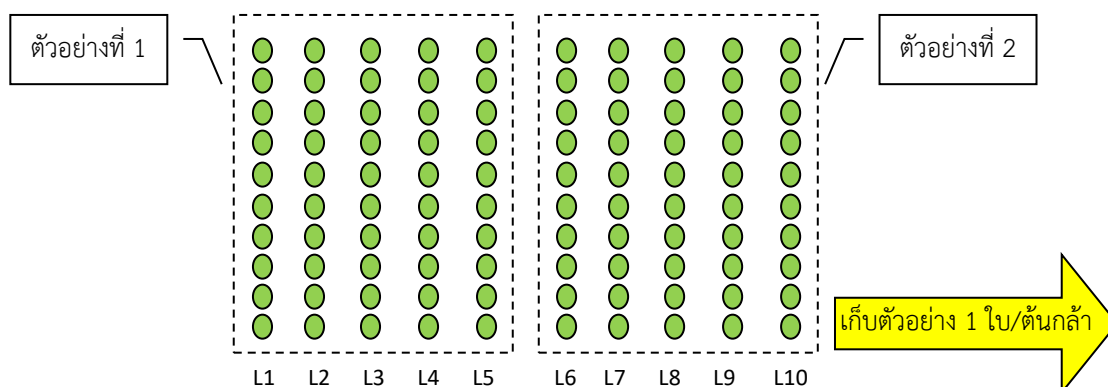
การสุ่มตัวอย่างจากพืชสดในลักษณะของต้นกล้า มีวิธีในการสุ่มซึ่งจะยกตัวอย่างเพื่อประกอบการอธิบายดังนี้

1) วิธีการสุ่มตัวอย่างต้นกล้า

ตัวอย่างที่ 4: การสุ่มต้นกล้าจำนวน 100 ต้น

ให้แบ่งออกเป็น 10 แถว แถวละ 10 ต้น และตั้งชื่อแต่ละแถว เช่น L 1 – L 10 ดำเนินการเก็บใบอ่อนของต้นกล้าทุกต้น ต้นละ 1 ใบ โดยให้เก็บอย่างเรียงลำดับไปที่ละแถว จากนั้นทำการรวมตัวอย่างจำนวน 50 ใบ เป็น 1 ตัวอย่าง ดังนั้นตัวอย่างต้นกล้า 100 ต้น จะมี 2 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4 และดำเนินการส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชดัดแปรพันธุกรรม

(GMOs Lab) อาคารปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์พืชดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร หรือห้องปฏิบัติการอื่นๆ ที่ได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร



รูปที่ 4 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากพืชสดในลักษณะของต้นกล้า

2) การรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ GMOs และการดำเนินการ

ภายหลังจากทราบผลการตรวจวิเคราะห์ว่า ต้นกล้าดังกล่าวไม่มีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรม (Negative: Not detected) ทั้ง 2 ตัวอย่าง นั้นแสดงว่าต้นกล้าทั้ง 100 ต้น มีความปลอดภัยและเป็น Non-GMOs สามารถนำไปลงแปลงปลูกได้

แต่ถ้าหากมีการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ว่ามีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรม (Positive: Detected) สามารถแปลความเป็นกรณีได้ดังนี้

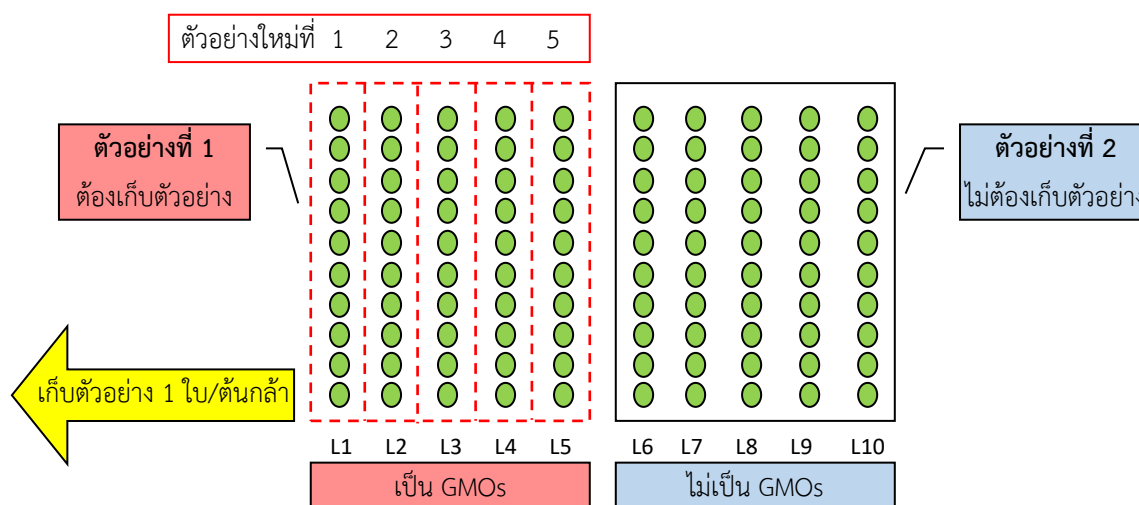
- ผลการตรวจวิเคราะห์ทั้ง 2 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรม แสดงว่าในต้นกล้าจำนวน 100 ต้น มีโอกาสปนเปื้อน GMOs
- เฉพาะผลการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 1 มีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรม (ตัวอย่างที่ 2 เป็น Not-detected) แสดงว่าในต้นกล้าจำนวน 50 ต้น ในแถวที่ L1-L5 มีโอกาสปนเปื้อน GMOs (แสดงในรูปที่ 5)
- เฉพาะผลการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 2 มีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรม (ตัวอย่างที่ 1 เป็น Not-detected) แสดงว่าในต้นกล้าจำนวน 50 ต้น ในแถวที่ L6-L10 มีโอกาสปนเปื้อน GMOs

เมื่อพบการรายงานผลว่ามีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรมให้ทำการเก็บตัวอย่างใหม่อีกครั้ง เพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการฯ โดยมีวิธีการเก็บตัวอย่างดังนี้คือ เก็บใบอ่อนของต้นกล้า 1 ใบ/ต้น ในแต่ละแถวของกลุ่มตัวอย่างที่พบว่ามีการปนเปื้อน GMOs นั้นคือจำนวน 10 ใบ เป็น 1 ตัวอย่าง ดังนั้นตัวอย่างต้นกล้า 50 ต้น จะมี 5 ตัวอย่าง ดังอธิบายในรูปที่ 5 เมื่อผลการตรวจวิเคราะห์ว่าต้นกล้าแถวใดมีการปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรม ให้ทำลายต้นกล้าในแถวนั้นๆ ทั้งทั้งหมด หรือหากต้องการทราบผลการตรวจ

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

วิเคราะห์เป็นรายต้น ให้ทำการเก็บตัวอย่างต้นกล้า 1 ใบ/ต้น คิดเป็น 1 ตัวอย่าง และภายหลังจากทราบผลการตรวจวิเคราะห์แล้วสามารถทำลายเฉพาะต้นกล้าที่เป็น GMOs ได้



รูปที่ 5 วิธีการเก็บตัวอย่างเมื่อมีการรายงานผลว่าตัวอย่างที่ 1 มีการปนเปื้อนของ GMOs แต่ตัวอย่างที่ 2 ไม่เป็น GMOs

6.2.3 การสุ่มตัวอย่างมะละกอจากแปลงเพื่อขอรับรองแปลง GAP

ในหัวนี้จะอธิบายการสุ่มตัวอย่างมะละกอจากแปลงปลูกในการตรวจวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของพืชตัดแปลงพันธุกรรม เพื่อขอการรับรองเป็นแปลง GAP ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้คือ

1) การสุ่มตัวอย่างมะละกอจากแปลงเพื่อยื่นขอรับรองแปลง GAP ครั้งแรกหรือต่ออายุ

เจ้าหน้าที่ผู้สุ่มตัวอย่างจะต้องดำเนินการประเมินความเสี่ยงก่อนที่จะดำเนินการสุ่มและจะต้องดำเนินการสุ่มตามร้อยละความเสี่ยงที่ประเมินได้ (ดูหัวข้อ 6.1 การประเมินความเสี่ยงก่อนการสุ่มตัวอย่าง) ทั้งนี้การสุ่มตัวอย่างเพื่อยื่นขอรับรองแปลง GAP นั้นจะดำเนินการดังนี้

- ทำการสุ่มโดยการเก็บใบมะละกอโดยเดินสุ่มในแปลงแบบไร้ทิศทาง (Random) และสุ่มเก็บใบอ่อนต้นละ 1 ใบ
- ทำสัญลักษณ์ต้นมะละกอที่เก็บตัวอย่างทุกต้น
- หากมีความจำเป็นต้องสุ่มเมล็ด ให้ดูวิธีการสุ่มเมล็ดตามวิธีการสุ่มเมล็ดในคู่มือฉบับนี้
- หากแปลงมีความเสี่ยงในระดับสูงต้องดำเนินการสุ่มเก็บผลมะละกอด้วย

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

2) การสุ่มตัวอย่างมะละกอเพื่อการเฝ้าระวังแปลง GAP ประจำปี (หลังจากได้รับการรับรองแปลงแล้ว)

เจ้าหน้าที่ผู้สุ่มตัวอย่างจะมีหลักในการสุ่มตัวอย่างมะละกอลำบากกับการสุ่มตัวอย่างมะละกอจากแปลงเพื่อยื่นขอรับรองแปลง GAP ครั้งแรกหรือต่ออายุในข้างต้น เพียงแต่จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้

- ทำการสุ่มโดยการเก็บผลมะละกอ ต้นละ 1 ผล โดยเดินสุ่มในแปลงแบบไร้ทิศทาง (Random)
- ทำสัญลักษณ์ต้นมะละกอที่เก็บตัวอย่างทุกต้น
- หากมีการปลูกซ่อมหรือปลูกมะละกอเพิ่ม ต้องเก็บตัวอย่างใบของต้นที่ปลูกซ่อมหรือปลูกเพิ่มมาด้วย

6.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างพืช

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างพืชนั้นมีความจำเป็น และสำคัญ ดังนั้นจึงควรเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนที่จะมีการเก็บตัวอย่าง ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้คือ

1) สติกเกอร์สำหรับติดถุงเก็บตัวอย่าง

ควรมีรายละเอียดต่างๆ ที่ระบุชื่อเกษตรกรหรือบริษัท ชนิดตัวอย่างพืช อายุพืช ลักษณะตัวอย่าง วิธีการส่งตัวอย่าง การบรรจุตัวอย่าง ลักษณะแปลง ที่อยู่แปลง ชื่อผู้สุ่มตัวอย่าง เป็นต้น (รูปที่ 6)

1. ชื่อเกษตรกร/บริษัท:.....	
2. ชนิดพืชที่สุ่ม :..... พันธุ์..... อายุพืช..... ปี	
3. ลักษณะของตัวอย่าง: ☐ ใบ ☐ ผล ☐ เมล็ด ☐ อื่นๆ.....	
4. วิธีการส่งตัวอย่าง: ☐ ไปรษณีย์ ☐ รถยนต์ ☐ รถไฟ ☐ อื่นๆ.....	
5. การบรรจุตัวอย่าง: ☐ บรรจุถุงพลาสติก ☐ กล่องโฟม ☐ อื่นๆ.....	
6. ลักษณะแปลง ☐ GAP รหัสแปลง GAP:..... ☐ Non-GAP	
7. ที่อยู่แปลง ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....	
ชื่อผู้สุ่มตัวอย่าง..... (.....)	
โทรศัพท์.....	
วันที่สุ่มตัวอย่าง/...../.....	

รูปที่ 6 สติกเกอร์สำหรับติดถุงเก็บตัวอย่าง

2) กล่องโฟม และน้ำแข็งสำหรับเก็บตัวอย่าง

เมื่อเก็บตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มลงในกล่องโฟมแล้ว (รูปที่ 7) จะมีการใส่น้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่างพืชไม่ให้เน่าเสีย



รูปที่ 7 กล่องโฟมสำหรับเก็บตัวอย่าง

3) แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์สำหรับทำความสะอาดอุปกรณ์ (รูปที่ 8) เช่น กรรไกร มีด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตัวอย่างพืชในแต่ละต้น



รูปที่ 8 แอลกอฮอล์

4) อุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

เช่น ทิชชู หน้ากาก กรรไกร ปากกา ดินสอ ยางวง ถุงดำ ถุงพลาสติกใส และตะกร้า เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่าง

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

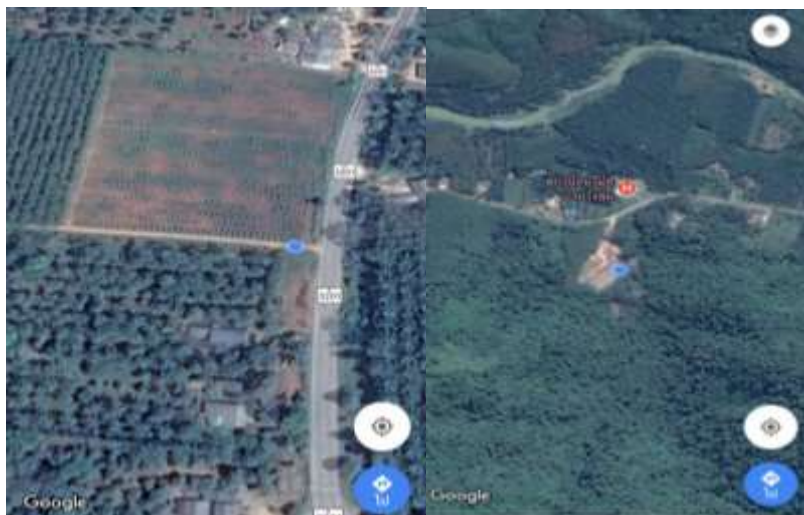
กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

6.2.5 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างใบและผลมะละกอ

ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างใบและผลมะละกามีข้อที่พึงปฏิบัติดังนี้

- 1) ตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของแปลงปลูก และจดบันทึกเพื่อใช้ในการตรวจสอบกลับกรณีวิเคราะห์ผลแล้วพบพืชตัดแปลงพันธุกรรม (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของแปลงตัวอย่าง

- 2) การเก็บตัวอย่างใบมะละกอในการสุ่มเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs จากแปลงปลูกนั้นให้เดินเก็บแบบสุ่มไร้ทิศทาง และควรติดแท็กต้นหรือทำสัญลักษณ์ต้นเพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 แสดงการทำสัญลักษณ์ต้นมะละกอเพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

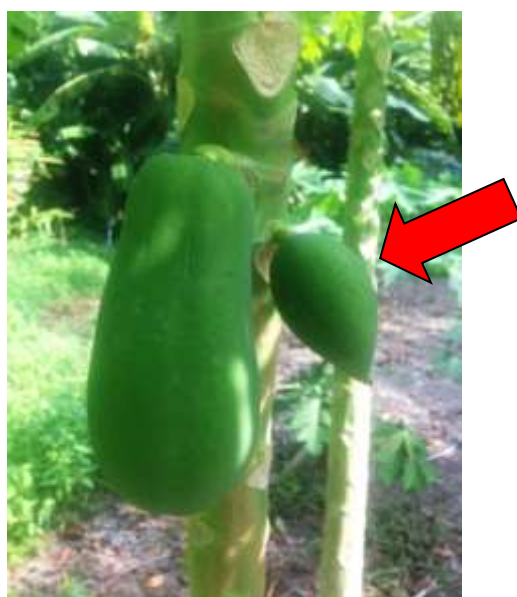
คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

- 3) เก็บเฉพาะตัวอย่างใบอ่อน และผลอ่อนของต้นละกอ เพื่อความสะดวกในการตรวจวิเคราะห์ และประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษาตัวอย่าง (รูปที่ 12 และ 13)



รูปที่ 12 ลักษณะตัวอย่างใบอ่อนที่เหมาะสม/ ไม่เหมาะสมในการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงมะละกอ



รูปที่ 13 ลักษณะตัวอย่างผลอ่อนของมะละกอที่เหมาะสมในการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงมะละกอ

- 4) ในการเก็บตัวอย่างควรสวมถุงมือทุกครั้ง และทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือกลุ่มตัวอย่างในการเก็บใหม่ (รูปที่ 14) และควรติดฉลากข้อมูลพืชให้เรียบร้อยดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 14A สวมถุงมือในการเก็บตัวอย่าง (วิธีที่ถูกต้อง) รูปที่ 14B ไม่สวมถุงมือในการเก็บตัวอย่าง (วิธีที่ผิด)



รูปที่ 15 แสดงวิธีการเก็บที่ถูกต้องโดยใส่ถุงมือยางชนิดใช้แล้วทิ้ง เก็บใบอ่อนขนาดประมาณ 1 ฝ่ามือ ต้นละ 1 ใบรวม 50 ใบ เป็น 1 ตัวอย่างบรรจุใส่ถุงพลาสติกหรือถุงซิปลิที่ใหม่สะอาด โดยต้องเจาะรูระบายอากาศไว้รอบๆ ถุง (กรณีไม่เก็บตัวอย่างค้างคืน)

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

- 5) บรรจุตัวอย่างลงในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้มิดชิด และใส่ลงในกล่องโฟม จากนั้นใส่น้ำแข็งเพื่อรักษา สภาพตัวอย่างไม่ให้เน่าเสีย เพื่อทำการขนส่งสำหรับตรวจวิเคราะห์ ในกรณีต้องเก็บตัวอย่างค้างคืน (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 แสดงวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง (กรณีเก็บตัวอย่างค้างคืน)

- 6) ตัวอย่างลักษณะใบมะละกอที่ไม่เหมาะสมที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างของเกษตรกร (รูปที่ 17)



ใบแก่ ขาดแหว่ง ไม่สมบูรณ์



ใบมีการเน่าและขนาดเล็กเกินไป



การสุ่มเก็บใบมะละกอในขณะที่ตัวอย่างเปียก แล้วทำการขนส่ง อาจทำให้ตัวอย่างเน่าเสียได้

รูปที่ 17 ตัวอย่างลักษณะใบมะละกอที่ไม่เหมาะสม

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

7. การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์แปรรูป กรณีมะละกอ ซึ่งประกาศเป็นพืชควบคุมเฉพาะ

เนื่องจากมะละกอได้ถูกประกาศเป็นพืชควบคุมเฉพาะ ดังนั้นนอกจากจะมีการสุ่มตรวจการปนเปื้อน GMOs ในมะละกอสตจากแปลงปลูกแล้ว ผลิตภัณฑ์แปรรูปต่างๆ ที่มาจากมะละกอ หรือมีมะละกอเป็นส่วนประกอบก็จำเป็นต้องมีการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ด้วยเช่นกัน ซึ่งมีหลักในการสุ่มตัวอย่างดังนี้

7.1 การสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะละกอแปรรูปแช่แข็ง อบแห้ง และบรรจุกระป๋อง

ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปพืชแช่แข็ง และอบแห้ง เช่น มะละกอแช่แข็ง มะละกอบกรอบ มะละกอบแห้ง และอาหารกระป๋อง หรือบรรจุในกระปุก เช่น มะละกอดองน้ำปลา มะละกอดองเปรี้ยว เป็นต้น จะใช้หลักการสุ่มแบบกระจายตัวไม่ทั่วถึง (Heterogeneous distribution) โดยการกำหนดจำนวนจุดที่สุ่มตัวอย่าง และน้ำหนักตัวอย่างรวมในการสุ่ม มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณการส่งออกทั้งหมดในแต่ละครั้งนั้นๆ ซึ่งมีหลักในการพิจารณาดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การสุ่มตัวอย่างแบบการกระจายตัวไม่ทั่วถึง (Heterogeneous distribution) สำหรับผลิตภัณฑ์มะละกอแปรรูปแช่แข็ง อบแห้ง และบรรจุกระป๋อง

ปริมาณการส่งออกทั้งหมด (ตัน)	จำนวนจุดสุ่มตัวอย่าง (อย่างน้อย) (จุด)*	น้ำหนักตัวอย่างรวม (อย่างน้อย) (กก.)**	จำนวนตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการ (จำนวนตัวอย่าง)
≤ 0.1	10	3	1 (≥ 3 กก./ตัวอย่าง)
>0.1 - ≤ 0.2	15	4.5	1 (≥ 4.5 กก./ตัวอย่าง)
>0.2 - ≤ 0.5	20	6	1 (≥ 6 กก./ตัวอย่าง)
>0.5 - ≤ 1.0	30	9 - <12	1 (≥ 9 กก./ตัวอย่าง)
>1.0 - ≤ 2.0	40	12	2 (≥ 6 กก./ตัวอย่าง)
>2.0 - ≤ 5.0	60	18	2 (≥ 9 กก./ตัวอย่าง)
>5.0 - ≤ 10.0	80	24	3 (≥ 8 กก./ตัวอย่าง)
>10.0 - ≤ 15.0	100	30	3 (≥ 10 กก./ตัวอย่าง)

* น้ำหนักของจุดที่สุ่มแต่ละจุดจะต้องมากกว่า 300 กรัม

**ในกรณีของตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะขนาดเล็ก เช่น กระป๋อง กระปุก ถัง น้ำหนักรวมสามารถเปลี่ยนแปลงได้

เนื่องจากบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเพื่อให้สามารถสุ่มตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง จึงมีวิธีปฏิบัติในการสุ่มตัวอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 11) อย่างไรก็ตามหากวิธีการสุ่มตามตารางที่ 11 ไม่สามารถดำเนินการได้ในทางปฏิบัติเนื่องด้วยข้อจำกัดของราคาสินค้า ให้พิจารณาใช้วิธีอื่นที่ทำให้ได้ตัวแทนตัวอย่างของล็อตส่งออกให้มีความใกล้เคียงตามตารางที่ 11 มากที่สุด โดยต้องทำบันทึกวิธีการการสุ่มแนบตัวอย่างมาด้วย

ตารางที่ 12 วิธีปฏิบัติในการสุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการสุ่ม

เกณฑ์น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ ที่ทำการสุ่ม	วิธีปฏิบัติในการสุ่มตัวอย่าง
300 ± 20 กรัม (280-320 กรัม)	บรรจุภัณฑ์หนึ่งหน่วยนั้นสามารถใช้เป็น 1 จุดได้ (300 กรัม/จุด)
มากกว่า 320 กรัม	ให้เปิดบรรจุภัณฑ์นั้นๆ และสุ่มตัวอย่างมา 300 กรัม จากบรรจุภัณฑ์แต่ละหน่วยเพื่อใช้เป็นตัวแทนจุดที่สุ่ม
น้อยกว่า 280 กรัม	ทำการเปิดบรรจุภัณฑ์หลายๆ อันออก เพื่อรวมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ได้อย่างน้อย 300 กรัม เพื่อนับเป็น 1 จุดสุ่ม

ตัวอย่างที่ 5: การสุ่มตัวอย่างมะละกอแช่แข็ง ที่มีปริมาณการส่งออก 2 ตัน และบรรจุภัณฑ์มีขนาด 310 กรัม

วิธีการ เมื่อพิจารณาหลักเกณฑ์ตามตารางที่ 11 และ 12 แล้วพบว่าต้องทำการสุ่มตัวอย่างมะละกอแช่แข็งจำนวน 40 จุด โดยน้ำหนักของจุดที่สุ่มแต่ละจุดจะต้องมากกว่า 300 กรัม ซึ่งบรรจุภัณฑ์มะละกอแช่แข็งมีขนาด 310 กรัม สามารถใช้เป็น 1 จุ่มสุ่มได้ ดังนั้นตัวอย่างรวมทั้งหมดจะมีน้ำหนักเท่ากับ 12.4 กิโลกรัม (40 จุด × 310 กรัม) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์คือ > 12 กิโลกรัม จากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มได้ส่งให้แก่ห้องปฏิบัติการจำนวน 2 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นอย่างน้อยตัวอย่างละ 6 กิโลกรัม

7.2 การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และน้ำผลไม้บรรจุขวด

ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous distribution) และน้ำผลไม้บรรจุขวด เช่น ซอสพริกผสมมะละกอ ซอสมะละกอ เครื่องดื่มมะละกอ เป็นต้น จะใช้หลักการสุ่มแบบกระจายตัวทั่วถึง (Homogeneous distribution) โดยการกำหนดจำนวนจุดที่สุ่มตัวอย่าง และน้ำหนักตัวอย่างรวมในการสุ่ม มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณการส่งออกทั้งหมดในแต่ละครั้งนั้นๆ ซึ่งมีหลักในการพิจารณาดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การสุ่มตัวอย่างแบบการกระจายตัวทั่วถึง (Homogeneous distribution) สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และน้ำผลไม้บรรจุขวด

ลักษณะ/ขนาดของบรรจุภัณฑ์เพื่อจำหน่าย	น้ำหนักหรือปริมาตรของรุ่นการผลิต (กก.หรือลิตร)	จำนวนจุดสุ่มตัวอย่าง (จุด)	น้ำหนักหรือปริมาตรรวมของตัวอย่าง (กก.หรือ ลิตร)	จำนวนตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการ*
ถังขนาดใหญ่ (Bulk)	-	ไม่น้อยกว่า 3	ไม่น้อยกว่า 1	1
Bottles/Packages	ไม่เกิน 50	ไม่น้อยกว่า 3	ไม่น้อยกว่า 1	1
Bottles/Packages	51 – 500	ไม่น้อยกว่า 5	ไม่น้อยกว่า 1	1
Bottles/Packages	มากกว่า 500	ไม่น้อยกว่า 10	ไม่น้อยกว่า 1	1

* น้ำหนักของจุดที่สุ่มแต่ละจุดจะต้องมากกว่า 100 กรัม โดยที่ปริมาณของตัวอย่างรวมจะต้องไม่ต่ำกว่า 1 กิโลกรัม หรือ 1 ลิตร เพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการ

อ้างอิง : CAC/GL 33-1999 : Recommended methods of sampling for the determination of pesticide residues for compliance with MRLs

8. การจัดการตัวอย่างเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์

ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชดัดแปรพันธุกรรม

เนื่องจากการส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของพืชดัดแปรพันธุกรรมจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่ง ซึ่งในระหว่างการเดินทางอาจทำให้ตัวอย่างเกิดความเสียหาย หรือกลายสภาพได้ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการตัวอย่างที่ดีก่อนการตรวจวิเคราะห์ เพื่อให้ตัวอย่างที่ขนส่งมาตรวจวิเคราะห์อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย ซึ่งมีปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

1) อุณหภูมิที่เก็บตัวอย่างก่อนส่ง

ตัวอย่างแห้งเสถียร : อุณหภูมิตามสภาพแวดล้อม เก็บในสภาพแห้ง

ตัวอย่างแช่แข็ง : เก็บที่อุณหภูมิเยือกแข็ง

ตัวอย่างสด เช่น ใบ หรือ ผลสด : เก็บที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส

2) กรณีส่งตัวอย่างเป็นผล

นำผลห่อด้วยถุงพลาสติกหรือพลาสติกหุ้มอาหารทั้งหมด บรรจุใส่กล่องโฟมพร้อมน้ำแข็ง หรือเจลแช่แข็งเพื่อรักษาความเย็น แล้วจัดส่งมาที่ห้องปฏิบัติการให้เร็วที่สุดเพื่อป้องกันการเน่าเสีย

3) กรณีส่งตัวอย่างเป็นใบ

กรณีส่งตัวอย่างทันที นำใบอ่อนพืชบรรจุถุงพลาสติกหรือถุงซิปล็อคที่เจาะรูระบายอากาศได้ดีหลายๆ เพื่อป้องกันความชื้นซึ่งจะทำให้ตัวอย่างเน่าเสียระหว่างขนส่ง บรรจุในช่องกระดาษหรือกล่องกระดาษอีกชั้น แล้วจัดส่งมาที่ห้องปฏิบัติการให้เร็วที่สุด (รูปที่ 15)

กรณีส่งตัวอย่างค้างคืน บรรจุตัวอย่างลงในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้มิดชิดไม่ต้องเจาะรู และใส่ลงในกล่องโฟม จากนั้นใส่น้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างไม่ให้เน่าเสีย เพื่อทำการขนส่งสำหรับตรวจ (รูปที่ 16)

4) การบรรจุตัวอย่าง

บรรจุตัวอย่างในภาชนะบรรจุที่สะอาด (หรือปลอดเชื้อหากสามารถหาได้) และปิดผนึกเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างเกิดความเสียหาย หรือเกิดการกลายสภาพระหว่างขนส่ง

5) การเขียนฉลากติดบนพัสดุส่งตัวอย่าง

ฉลากติดบนถุงบรรจุตัวอย่างประกอบด้วย

1. ชื่อของเจ้าของสินค้าหรือหน่วยงานที่ส่งตัวอย่าง, ผู้ใช้บริการ, ชื่อแปลงเกษตรกร
2. ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง
3. วันที่ส่งตัวอย่าง

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

4. ชนิดพืชที่สุ่ม (เช่น มะละกอ ข้าวโพด อ้อย เป็นต้น)
 5. ลักษณะของตัวอย่าง (ใบ ผล หรือเมล็ด)
 6. วิธีการส่งตัวอย่าง (ไปรษณีย์ รถยนต์ รถไฟ)
 7. การบรรจุตัวอย่าง (บรรจุถุงพลาสติก หลอดทดลอง กล่องโฟม)
 8. ลักษณะแปลง (GAP, Non-GAP)
- หมายเหตุ : ในกรณีที่เปลี่ยนแปลง GAP ขอให้ระบุรหัสแปลงด้วย
9. ลายเซ็นและชื่อของผู้สุ่มตัวอย่าง

1. ชื่อเกษตรกร/บริษัท:	
2. ชนิดพืชที่สุ่ม :	พันธุ์..... อายุพืช.....ปี
3. ลักษณะของตัวอย่าง: ☐ ใบ ☐ ผล ☐ เมล็ด ☐ อื่นๆ.....	
4. วิธีการส่งตัวอย่าง: ☐ ไปรษณีย์ ☐ รถยนต์ ☐ รถไฟ ☐ อื่นๆ.....	
5. การบรรจุตัวอย่าง: ☐ บรรจุถุงพลาสติก ☐ กล่องโฟม ☐ อื่นๆ.....	
6. ลักษณะแปลง ☐ GAP รหัสแปลง GAP:	
☐ Non-GAP	
7. ที่อยู่แปลง ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....	
ชื่อผู้สุ่มตัวอย่าง.....	
(.....)	
โทรศัพท์.....	
วันที่สุ่มตัวอย่าง/...../.....	

รูปที่ 18 ตัวอย่างฉลากติดบนพัสดุส่งตัวอย่าง (สามารถถ่ายเอกสารนำไปใช้ได้)

6) สถานที่ในการส่งตัวอย่าง

50 อาคารปฏิบัติการ

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (สทช.)

ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สินค้าพืชและผลิตภัณฑ์พืชดัดแปรพันธุกรรม (Lab GMOs)

กรมวิชาการเกษตร ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว

เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร: 02-579-1534

Fax: 02-579-1533

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

บรรณานุกรม

- กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม. 2560. คู่มือการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการสุ่มตัวอย่างและการจัดการตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์พืชดัดแปลงพันธุกรรม; 16-17 กุมภาพันธ์ 2560; อาคารปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรุงเทพฯ. กรมวิชาการเกษตร
- กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช. 2560. คู่มือการให้บริการตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 3). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 96 หน้า.
- คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.มปป. **คู่มือการขออนุญาตนำเข้าและศึกษาทดลองพืชดัดแปลงพันธุกรรม.** กรมวิชาการเกษตร (คู่มือเล่มเขียว)
- คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2556. **แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ สำหรับดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ หรือพันธุวิศวกรรม.** บริษัท พี.เอ.ลีฟวิ่งจำกัด. ปทุมธานี.
- คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2556. **แนวทางปฏิบัติในการสร้างโรงเรือนทดลองสำหรับพืชดัดแปลงพันธุกรรม.** บริษัท พี.เอ.ลีฟวิ่งจำกัด. ปทุมธานี.
- คณะทำงานกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเทคโนโลยีชีวภาพ. 2544. มาตรฐานการตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเทคโนโลยีชีวภาพ.
- EFSA.2009. Scientific opinion of the GMO and BIOHAZ Panels on the "Use of antibiotic resistance genes as marker genes in genetically modified plants". European Food Safety Authority. 1034: 1-82.
- FAO/WHO. 1999. Recommended Methods of Sampling for the Determination of Pesticide Residues for Compliance with MRLs (CAC/GL 33-1999). Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome.
- International Seed Testing Association (ISTA). ISTA Handbook on Seed Sampling 2nd Edition. Switzerland: Bassersdorf; 2004.

คู่มือองค์ความรู้ เรื่องการสุ่มตัวอย่างพืชเพื่อการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน GMOs

กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560

International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). Approved transgenic plant events, 1992-2016. [Online] 2016 [cited 2017 April 14]. Available from: <http://www.isaaa.org/resources/infographics/gmapprovaldatabase/gm-approval-infographic-01.pdf>.

International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). Where are biotech crop in the world?. [Online] 2015 [cited 2017 April 14]. Available from: http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/51/infographic/pdf/B51-Infographic_PlantingCountries.pdf.

Lubeck Mette. Detection of genetically modified plants-methods to sample and analyse GMO content in plant products.
http://www.naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/REPORT_rev_maj.pdf (cited 2017 September 27)

The Grain and Seed Trade Association. Sampling Rules No.124. England: GAFTA The Grain and Seed Trade Association 9 Lincoln's Inn Fields, London; 2012.