



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กองการเจ้าหน้าที่ กลุ่มสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง โทร./โทรสาร ๐ ๒๕๗๙ ๘๕๑๓

ที่ กษ ๐๙๐๒/ จ ๗๔๐ วันที่ ๓๑ ตุลาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ประกาศรายชื่อผู้ได้รับการคัดเลือก

เรียน ลนท./ผอ.กอง/สถาบัน/สำนัก/ศทส./สวท. ๑ - ๘/สชช./กตท./กพร./สนท./กปร./กกย./กวม. และ กศก.

สทช. ส่งเรื่องของนางสาวปิยนุช ศรีชัย ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการ (ตล.๑๐๐๖) กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สทช. ซึ่งขอรับการประเมินบุคคลเพื่อประเมินผลงาน ให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ซึ่งกรมฯ ได้เห็นชอบการประเมินบุคคลแล้ว เมื่อวันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๖๘

ขอประกาศรายชื่อผู้ได้รับการคัดเลือก ชื่อผลงาน พร้อมเค้าโครงผลงาน และสัดส่วนของผลงาน โดยสามารถดูเค้าโครงผลงาน (บทคัดย่อ) และสัดส่วนของผลงานได้จาก Website ของ กกจ. และหากประสงค์ จะทักท้วงโปรดแจ้งที่ กกจ. ภายในเวลา ๓๐ วัน นับแต่วันประกาศ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(นายปรัชญา วงษา)  
ผู้อำนวยการกองการเจ้าหน้าที่

แบบเสนอเค้าโครงผลงานและข้อเสนอแนวคิดที่เสนอเพื่อขอรับการประเมิน

๑. ผลงาน จำนวนไม่เกิน ๓ เรื่อง (โดยเรียงลำดับความดีเด่นหรือความสำคัญ)

ผลงานลำดับที่ ๑ การพัฒนาชุดตรวจสอบภาคสนามมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคนิค PACHA

ทะเบียนวิจัยเลขที่ แหล่งทุนสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

สัญญาเลขที่ ๖๓๐๕๐๓๐๓๘๐

ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการ) ตุลาคม ๒๕๖๒ ถึง มีนาคม ๒๕๖๔

สัดส่วนของผลงาน

รายชื่อ/ตำแหน่ง/สังกัด ผู้ขอประเมิน/ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน (ถ้ามี)	สัดส่วนของ ผลงาน (%)	รับผิดชอบในฐานะ
นางสาวปิยนุช ศรชัย นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	๘๐	หัวหน้าการทดลอง
นางปิยรัตน์ ธรรมกิจวัฒน์ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	๑๐	ผู้ร่วมการทดลอง
นายวีระศักดิ์ พิทักษ์ศฤงคาร นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	๑๐	ผู้ร่วมการทดลอง

เค้าโครงผลงาน (บทคัดย่อ)

สืบเนื่องจากอุตสาหกรรมแปรรูปมะละกอของประเทศไทยตรวจพบการปะปนมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมในผลิตภัณฑ์แปรรูปมะละกอที่ส่งออก ผู้ประกอบการต้องทำการตรวจคัดกรองมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมก่อนการส่งออก ปัจจุบันห้องปฏิบัติการที่ได้รับมาตรฐานสากล ISO/IEC ๑๗๐๒๕ ตรวจสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคนิค Real-time PCR ซึ่งใช้ระยะเวลา ๓-๕ วัน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย ๒,๕๐๐ บาทต่อตัวอย่าง คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาชุดตรวจสอบมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมสำหรับภาคอุตสาหกรรมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์เจาะเก็บเนื้อมะละกอ ชุดสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย และชุดตรวจสอบมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมอย่างง่าย ที่มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากสามารถตรวจสอบได้ภายใน ๑ วัน และมีค่าใช้จ่ายไม่สูง ผลของการพัฒนาชุดตรวจสอบสนามมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมพบว่า สามารถพัฒนาอุปกรณ์สำหรับเจาะเก็บเนื้อมะละกอรูปทรงหลอดขนาด ๗ มม.ผลิตจากวัสดุสแตนเลสเกรดอุตสาหกรรมอาหารเหมาะสมต่อการเจาะเนื้อมะละกอและระบบของโรงงาน ชุดสกัดดีเอ็นเอจากพืชอย่างง่ายที่สามารถสกัดเนื้อมะละกอได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเข้มข้นเหมาะสมต่อชุดตรวจวิเคราะห์มะละกอตัดแปลงพันธุกรรม และ ชุดตรวจวิเคราะห์การดัดแปลงพันธุกรรมมะละกอด้วยเทคนิคเปเปอร์โครมาโทกราฟีดีออกทอโบไฮบริโดเซชัน (PACHA) ซึ่งสามารถอ่านผลด้วยตาเปล่าโดยมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมจะเกิดจุดสีม่วง และมะละกอกปกติจะไม่เกิดสี นอกจากนี้ได้วิจัยพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพชุดตรวจ PACHA พบว่า สามารถลดขั้นตอนและระยะเวลาในการตรวจวิเคราะห์จากเดิม ๒ วัน เหลือเพียง ๓ ชั่วโมง ด้วยการใช้เทคนิค LAMP และ RPA ทำให้ได้ชุดตรวจ LAMP-Mo, PACHA และ RPA-Mo, PACHA ซึ่งมีข้อดีคือ มีประสิทธิภาพสูงสามารถเพิ่มปริมาณยีนที่อุณหภูมิเดียวมีความไวสูง และไม่ใช้เครื่อง PCR แต่มีต้นทุนค่าสารเคมีสูง

ซึ่งในภาพรวมสามารถคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ชุดตรวจสอบมะละกอดัดแปลงพันธุกรรม Mo. PACHA สำหรับ ๑๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย ชุดเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ และชุดตรวจวิเคราะห์ Mo. PACHA ราคา ๗๕ บาทต่อตัวอย่าง ซึ่งชุดดังกล่าวสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิ ๔ องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา ๒ เดือน สำหรับชุดตรวจสอบภาคสนามมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมถือเป็นต้นแบบสำหรับใช้ในภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งสามารถขยายผลนำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์พืชดัดแปลงพันธุกรรมชนิดอื่นๆ ได้ ถือเป็นการสร้างความยั่งยืนของการผลิตพืชอาหารให้ปลอดภัยรองรับประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น

## ผลงานลำดับที่ ๒

เรื่อง การพัฒนาวิธี Matrix Approach Multiplex Real-time PCR ในการตรวจคัดกรองและจำแนกยีนข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ๑๔ events (Bt11, GA21, TC1507, DAS59122-7, T25, MIR604, Mon810, Mon88017, Mon 89034, NK603, MIR162, Mon87460, Mon87427 และ DAS40278-9)

ทะเบียนวิจัยเลขที่ แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

รหัสการทดลอง ๐๓-๗๐-๖๓-๐๑-๐๐-๐๔-๖๓

ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการ) ตุลาคม ๒๕๖๒ ถึง กันยายน ๒๕๖๔

## สัดส่วนของผลงาน

รายชื่อ/ตำแหน่ง/สังกัด ผู้ขอประเมิน/ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน (ถ้ามี)	สัดส่วนของ ผลงาน (%)	รับผิดชอบในฐานะ
นางสาวปิยนุช ศรชัย นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	๘๐	หัวหน้าการทดลอง
นางปิยรัตน์ ธรรมกิจวัฒน์ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	๑๐	ผู้ร่วมการทดลอง
นายวีระศักดิ์ พิทักษ์ศฤงคาร นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	๑๐	ผู้ร่วมการทดลอง

## เค้าโครงผลงาน (บทคัดย่อ)

ประเทศไทยไม่อนุญาตให้ปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม แต่สามารถนำเข้าเมล็ดข้าวโพดและถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรม มาใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารคนและอาหารสัตว์ได้ ปัจจุบันทั่วโลกมีข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมที่ได้รับการยอมรับและอนุญาตให้มีการขายเชิงพาณิชย์มากที่สุดจำนวน ๒๕๗ สายพันธุ์ โดยประเทศไทยมีแนวทางในการตรวจสอบเพื่อจำแนกสายพันธุ์ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมที่อนุญาตให้นำเข้าเฉพาะที่ผ่านการประเมินความปลอดภัยแล้วเท่านั้น กรมวิชาการเกษตร โดยสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ได้ใช้ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ๑๔ สายพันธุ์ที่ได้รับการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพและอนุมัติให้ขายเชิงพาณิชย์จากสหภาพยุโรปเป็นต้นแบบเพื่อศึกษาวิธีการตรวจคัดกรองและจำแนกยีนในปฏิกิริยาเดียวกันเพื่อลดต้นทุนการตรวจวิเคราะห์และระยะเวลา ด้วยเทคนิค Matrix Approach Multiplex Real-time PCR ผลการทดลอง พบว่า การตรวจจำแนกยีน CaMV35S promoter, Nos terminator, Maize Ubiquitin1 promoter (Ubi-1), Figwort Mosaic Virus promoter (FMV) และ ยีน *Phosphinothricin Nacetyltransferase (Pat)* ในปฏิกิริยาเดียวกันมีประสิทธิภาพสามารถใช้ในตรวจจำแนกยีนข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ๑๔ สายพันธุ์ โดยโพรบและไพรเมอร์มีความจำเพาะ และเหมาะสมต่อการจำแนกยีน อีกทั้งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบวิธี Multiplex Real-time PCR อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ JRC-EURL กำหนดไว้ และเมื่อทดสอบใช้ในการจำแนกยีนพบว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถจำแนกยีนได้ถูกต้องโดยไม่มี False positive/negative ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเทคนิคการตรวจจำแนกยีน CaMV35S promoter, Nos terminator, Ubi-1, FMV และ Pat รวมกันในปฏิกิริยาเดียว แบบ Multiplex Real-time PCR สามารถใช้เป็นวิธีการตรวจจำแนกสายพันธุ์ของตัวอย่างข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมได้

๒. ข้อเสนอแนวคิด จำนวน ๑ เรื่อง

เรื่อง การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมในจุลินทรีย์ทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

๓. ชื่อผลงานเผยแพร่ (ถ้ามี)

ผลงานเผยแพร่จากเรื่อง การพัฒนาชุดตรวจสอบภาคสนามมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคนิค PACHA มีผลงานดังนี้

๑. ได้รับการจดอนุสิทธิบัตรจำนวน ๓ รายการ ดังนี้

๑.๑ ชุดตรวจสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรม. เลขที่อนุสิทธิบัตร ๒๒๔๓๐. วันที่ออกอนุสิทธิบัตร ๑๑ กันยายน ๒๕๖๖.

๑.๒ ชุดสกัดดีเอ็นเอจากพืช. เลขที่อนุสิทธิบัตร ๒๒๖๖๓. วันที่ออกอนุสิทธิบัตร ๑๖ ตุลาคม ๒๕๖๖.

๑.๓ อุปกรณ์เจาะพืช. เลขที่อนุสิทธิบัตร ๒๒๕๒๙. วันที่ออกอนุสิทธิบัตร ๑๑ กันยายน ๒๕๖๖.

๒. ได้ผลงานวิชาการจำนวน ๑๘ เรื่อง ดังนี้

๒.๑ Development of Screening Method for CaMV 35S promoter, Nos terminator, *NptII* and Papaya Endogenous Gene in GM Papaya using Tetraplex Real-time PCR.

๒.๒ The Innovation LAMP-PACHA kit for GM papaya screening apply to food processing industry. In E-NNOVATE 2021 Poland. (22<sup>nd</sup> - 24<sup>th</sup> June 2021): ได้รับรางวัลเหรียญทอง GOLD AWARD

๒.๓ Innovation RPA-PACHA kit for GM papaya screening apply to food processing industry. In 2021 Japan Design, Idea and Invention Expo Japan. (18<sup>th</sup> - 24<sup>th</sup> August 2021): ได้รับรางวัลเหรียญ GOLD AWARD

๒.๔ GM Papaya detection Modified PACHA kit. In 2021 Thailand Research Expo. Bangkok. Thailand.

๒.๕ Refinement of Polymerase Chain Reaction (PCR) Process for GM Papaya detection in Small Laboratory Thai Agricultural Research Journal. 39(3). <https://doi.org/10.14456/thaidoa-agres.2021.20>

๒.๖ The Study on Robustness and Repeatability of Modified PACHA Testing Kit for GM Screening in Papaya Industrial.

๒.๗ The Study on Robustness and Repeatability of Rapid Plant DNA Extraction Kit.

๒.๘ The Study of the Genetically Modified Screening Process for Exporting Papaya Seeds to Japan.

๒.๙ ชุดตรวจคัดแยกมะละกอปลอด GM ในระยะต้นกล้าและผลเพื่ออุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร

๒.๑๐ การคัดแยกมะละกอไม่ดัดแปลงพันธุกรรมด้วยสารปฏิชีวนะกานามัยซิน.

๒.๑๑ ชุดตรวจสอบมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมภาคอุตสาหกรรม Mo.PACHA. งาน “วันนักประดิษฐ์” ประจำปี ๒๕๖๔ (Thailand Inventors' Day ๒๐๒๑)

๒.๑๒ ขยายผลงานวิจัยการใช้ชุดทดสอบตรวจการปะปนมะละกอตัดแปลงพันธุกรรม  
ให้ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร และเกษตรกร

๒.๑๓ การพัฒนาชุดตรวจคัดแยกมะละกอปลอด GM ในระยะต้นกล้าและผลเพื่อ  
อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร

๒.๑๔ การคัดแยกมะละกอ non-GM อย่างง่ายในแปลงเกษตรกรโดยชุดทดสอบเจล  
กานามัยซิน

๒.๑๕ การพัฒนาชุดตรวจมะละกอตัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคนิค Modified PHACA

๒.๑๖ การพัฒนาชุดตรวจคัดแยกมะละกอปลอด GM ในระยะต้นกล้าและผลเพื่อ  
อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร ปีที่ ๒

๒.๑๗ หนังสือคู่มือการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชควบคุมเฉพาะ กองพัฒนาระบบและรับรอง  
มาตรฐานสินค้าพืช

๒.๑๘ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง บทบาทของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่กับการพัฒนา  
ด้านการเกษตร. E-book (online)

ผลงานเผยแพร่จากเรื่อง การพัฒนาวิธี Matrix Approach Multiplex Real-time PCR ในการตรวจคัดกรองและ  
จำแนกยีนข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ๑๔ events (Bt11, GA21, TC1507, DAS59122-7, T25, MIR604,  
Mon810, Mon88017, Mon 89034, NK603, MIR162, Mon87460, Mon87427 และ DAS40278-9)  
มีผลงานดังนี้

๑. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการปรับเปลี่ยนเทคนิคการตรวจจำแนกยีนด้วยเทคนิค  
Multiplex Real-time PCR ร่วมกับ Matrix Approach ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดตามมาตรฐาน  
ISO/IEC ๑๗๐๒๕

๒. เรื่อง เครื่องกะเทาะเมล็ดพันธุ์ และการตรวจคัดกรองยีนพืชดัดแปลงพันธุกรรมในพืช  
นำเข้า (ข้าวโพด) ด้วยเทคนิค Multiplex Real-time PCR.

๓. เรื่อง การตรวจวิเคราะห์ยีนคัดกรองและจำแนกเชิงคุณภาพของข้าวโพดดัดแปลง  
พันธุกรรมด้วยวิธี Triplex Real-time PCR รหัสเอกสาร T7.2-06.

๔. การพัฒนาเทคนิค Matrix Approach ร่วมกับ Multiplex Real-time PCR ในการตรวจ  
คัดกรองและจำแนกสายพันธุ์ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม.

#### ๔. ชื่อเอกสารวิชาการ

เรื่อง การตรวจวิเคราะห์และการกำกับดูแลมะละกอดัดแปลงพันธุกรรม

## แบบการเสนอข้อเสนอแนวความคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน

ชื่อผู้ขอประเมิน นางสาวปิยนุช ศรีชัย ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ (ตำแหน่งเลขที่ ๑๐๐๖) สังกัด กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ขอประเมินบุคคลเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ (ตำแหน่งเลขที่ ๑๐๐๖) สังกัดกลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

๑. เรื่อง การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรมในจุลินทรีย์ทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

### ๒. หลักการและเหตุผล

การพัฒนาด้านการเกษตรของประเทศไทยอย่างก้าวกระโดด ผลผลิตบางส่วนหนึ่งมาจากการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์เพื่อ ส่งเสริม ป้องกัน และกำจัดโรคหรือศัตรูพืชทางด้านเกษตรกรรม โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา แอคโนมายซีท สาหร่าย โปรโตซัว และไวรัส ซึ่งมีทั้งที่ก่อให้เกิดโรคต่อพืชและที่เป็นประโยชน์ต่อภาคเกษตรกรรม สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ แบ่งออกตามคุณสมบัติได้ ๒ กลุ่มใหญ่ คือ ๑) กลุ่ม Biological control agents (BCAs) เป็นจุลินทรีย์มีความสามารถในการเป็น Biological control กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืช การกระตุ้นการแข่งขันในแหล่งอาหารและพื้นที่ การควบคุมสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ตัวอย่างเช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma spp.*) เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสทูริงจิส *Bacillus thuringiensis* (บีที) เป็นต้น และ ๒) กลุ่ม Plant Growth-Promoting Microorganisms (PGPMs) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชผ่านกลไก อาทิเช่น การตรึงไนโตรเจนจาก *Rhizobium* การเปลี่ยนรูปของฟอสเฟตโดยเชื้อราไมโครไรซา การตรึงไนโตรเจน การสร้างสารไซโตไคน์ การละลายฟอสเฟต และการสร้าง กรดอินโดล-๓-แอซิดจากแบคทีเรียแกรมลบ เป็นต้น

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกมีความต้องการผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของประเทศไทยเป็นอย่างมาก แต่ก็มีข้อจำกัดสำหรับบางประเทศที่ต้องการตรวจวิเคราะห์การมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรนั้นๆ ทั้งนี้ประเทศไทยมีระบบการตรวจวิเคราะห์พืชดัดแปรพันธุกรรมที่เป็นมาตรฐานสากลของสหภาพยุโรป (Joint Research Center-European Commission; JRC-EU) ได้แบ่งระดับของการตรวจวิเคราะห์เป็น ๓ ระดับคือ ๑.การตรวจคัดกรอง (screening method) ในตำแหน่งโปรโมเตอร์ หรือเทอร์มินเตอร์ ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในพืชดัดแปรพันธุกรรมเกือบทุกชนิดแต่ไม่สามารถระบุชนิดหรือสายพันธุ์ของพืชดัดแปรพันธุกรรม ๒.การตรวจวิเคราะห์ยีนที่ถูกถ่ายเข้าไปในพืชดัดแปรพันธุกรรม (target or construct gene) ซึ่งมีความจำเพาะต่อลักษณะของพืชดัดแปรพันธุกรรมเป็นกลุ่มๆ เช่น ยีน *Cry๑Ab* ยีน *cp๔epsps* เป็นต้น ๓. การตรวจจำแนกชนิดหรือสายพันธุ์ของพืชดัดแปรพันธุกรรม (Event specific) จะตรวจสอบบริเวณเอกลักษณ์คือตำแหน่งที่ยีนถูกถ่ายเข้าไปต่อกับส่วนของจีโนมพืช จึงมีความจำเพาะต่อชนิดพืชดัดแปรพันธุกรรมสูง ซึ่งส่งผลกับค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ด้วย

แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยยังไม่มีห้องปฏิบัติการที่ดำเนินการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรมใน Biological control agents และ Plant Growth-Promoting Microorganisms และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากจุลินทรีย์ทางการเกษตรจึงเป็นที่มาของการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรมของประเทศไทยเพื่อสนับสนุนการส่งออกสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ด้านการเกษตรของประเทศไทยต่อไป

### ๓. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

ปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ในระดับสากล ได้มีการรายงานวิธีการตรวจวิเคราะห์ในพืช สัตว์ จุลินทรีย์ โดย European Union Reference Laboratory for Genetically Modified Food and Feed (EURL GMFF) ได้รายงานวิธีการตรวจวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมไว้ ๓ สปีชีส์ คือ พืช แบคทีเรีย และ รา (EURL GMFF, ๒๐๒๔) ทั้งนี้สำหรับพืชมีการตรวจวิเคราะห์พืชดัดแปลงพันธุกรรมอย่างแพร่หลายและอยู่ในระดับสากล โดยมีมาตรฐานสากลของสหภาพยุโรป (Joint Research Center-European Commission; JRC-EU) รองรับ ซึ่งแบ่งระดับของการตรวจวิเคราะห์เป็น ๓ ระดับคือ ๑) การตรวจคัดกรอง (screening method) ในตำแหน่งโปรโมเตอร์ หรือเทอร์มินเตอร์ ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในพืชดัดแปลงพันธุกรรมเกือบทุกชนิดแต่ไม่สามารถระบุชนิดหรือสายพันธุ์ของพืชดัดแปลงพันธุกรรม ๒) การตรวจวิเคราะห์ยีนที่ถูกถ่ายเข้าในพืชดัดแปลงพันธุกรรม (target or construct gene) ซึ่งมีความจำเพาะต่อลักษณะของพืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นกลุ่มๆ เช่น ยีน *Cry๑Ab* ยีน *cp๔epsps* เป็นต้น ๓) การตรวจจำแนกชนิดหรือสายพันธุ์ของพืชดัดแปลงพันธุกรรม (Event specific) จะตรวจสอบบริเวณเอกลักษณ์คือตำแหน่งที่ยีนถูกถ่ายเข้าไปต่อกับส่วนของจีโนมพืช จึงมีความจำเพาะต่อชนิดพืชดัดแปลงพันธุกรรมสูง ซึ่งส่งผลกับค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ด้วย (European Commission, ๒๐๒๔; JRC-EU, ๒๐๒๔)

สำหรับการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียดัดแปลงพันธุกรรมที่ได้รายงานวิธีตรวจสอบของ European Union Reference Laboratory for Genetically Modified Food and Feed (EURL GMFF) ในแบคทีเรีย ดังนี้ *E. coli* K-๑๒ event AG๓๑๓๙ (EURL GMFF, ๒๐๐๙) และ *E. coli* K-๑๒ event ๑๙E (EURL GMFF, ๒๐๑๕) และการตรวจวิเคราะห์เชื้อราดัดแปลงพันธุกรรม ได้รายงานการตรวจเชื้อรา *Komagataella phaffii* event MxY๐๕๔๑ (EURL GMFF, ๒๐๒๔) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ในระดับสากลมีการรายงานการตรวจวิเคราะห์พืชและสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรมจำนวนมาก แต่สำหรับจุลินทรีย์มีการรายงานน้อยมากทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายประเทศอนุญาตให้ใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมในกระบวนการผลิตอาหาร ในขณะที่จุลินทรีย์ทางการเกษตรยังไม่มีรายงานไว้

ในยุคปัจจุบันการพัฒนาด้านการเกษตรของประเทศไทยเป็นไปอย่างก้าวกระโดด ส่วนหนึ่งมาจากการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์เพื่อ ส่งเสริม ป้องกัน และกำจัดโรคหรือศัตรูพืชทางด้านเกษตรกรรม โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา แอคโนมายซีท สาหร่าย โปรโตซัว และไวรัส ซึ่งมีทั้งที่ก่อให้เกิดโรคต่อพืชและที่เป็นประโยชน์ต่อภาคเกษตรกรรม (Mohamed et al., ๒๐๒๑) สำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ แบ่งออกตามคุณสมบัติได้ ๒ กลุ่มใหญ่ (Kumar, ๒๐๒๔) ได้แก่ ๑) Biological control agents (BCAs) เป็นจุลินทรีย์มีความสามารถในการเป็น Biological control ได้ โดยอาศัยกลไกการออกฤทธิ์ต่าง ๆ เช่น การกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืช การกระตุ้นการแข่งขันในแหล่งอาหารและพื้นที่ การควบคุมสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (Manoharachary, ๒๐๒๒) ตัวอย่างเช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสทริงจิวเอนซิส *Bacillus thuringiensis* (บีที) (Fiuza et al., ๒๐๑๗) เป็นต้น ๒) Plant Growth-Promoting Microorganisms (PGPMs) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชผ่านกลไก อาทิเช่น การตรึงไนโตรเจนจาก *Rhizobium* การเปลี่ยนรูปของฟอสเฟตโดยเชื้อราไมโครไรซา การตรึงไนโตรเจน การสร้างสารไซโตไคน์ การละลายฟอสเฟต และการสร้าง กรดอินโดล-๓-แอซิดิกจากแบคทีเรียแกรมลบ เป็นต้น

ทั้งนี้การผลิตชีวภัณฑ์ทางการเกษตร ปุ๋ยชีวภาพ และสารเสริมประสิทธิภาพจากธรรมชาติจากจุลินทรีย์ และสาหร่าย เพื่อเชิงพาณิชย์ และหลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น (Maheshwari, ๒๐๑๐) อีกทั้งสินค้าเกษตรจากประเทศไทยเป็นที่ยอมรับไปทั่วโลกในด้านคุณภาพและสารสำคัญที่แตกต่างจากประเทศอื่นๆ แต่ยังคงมีความต้องการในการตรวจวิเคราะห์การปะปนสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากประเทศปลายทาง และเมื่อวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น พบว่า ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะส่งผลกระทบต่อการตรวจวิเคราะห์การปะปนของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่เกิดจากการใช้จุลินทรีย์ในการผลิตสารชีวภัณฑ์ อาทิเช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่เกิดจากการใช้

จุลินทรีย์โดยตรง อาทิเช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสทูริงจิเอนซิ เป็นต้น ซึ่งทำให้การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมจึงจำเป็นต้องมีวิธีที่แตกต่างกันไปดังนี้

ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่เกิดจากการใช้จุลินทรีย์ในการผลิตสารชีวภัณฑ์ สามารถตรวจวิเคราะห์การปะปนสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมได้ ๓ กรณี ได้แก่

๑) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จุลินทรีย์ไม่ดัดแปลงพันธุกรรมและมีความปลอดภัยไม่อยู่ในรายชื่อเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคพืชหรือพิษจากสัตว์แต่ใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมหรือพืชที่มีโอกาสปะปนพืชดัดแปลงพันธุกรรม (Case ๑) อาทิเช่น ปุยชีวภาพ ปุยหมัก ผลิตภัณฑ์จากการหมักกากถั่วเหลือง เป็นต้น

๒) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จุลินทรีย์ที่มีความปลอดภัยตามรายชื่อเจ้าบ้านหรือพาหะที่ปลอดภัยตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ (คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, ๒๕๕๙) แต่ใช้พืชหรือสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีโอกาสในการดัดแปลงพันธุกรรม (Case ๒) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การขยายเชื้อเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) จากข้าวสุก

๓) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมและมีความปลอดภัยตามรายชื่อเจ้าบ้านหรือพาหะที่ปลอดภัยตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ (คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, ๒๕๕๙) ซึ่งสามารถผลิตสารที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ อาทิเช่น เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสทูริงจิเอนซิ เป็นต้น

สำหรับกรณีที่ ๑ โดยปกติแล้วอาจไม่ได้มีการดัดแปลงพันธุกรรมโดยตรงแต่อาจมีการเคลื่อนย้ายยีนจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่มีความใกล้ชิด (horizontal gene transfer) (Gao et al., ๒๐๑๔) ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมจึงใช้การประเมินความสามารถในการเคลื่อนย้ายยีนไปสู่สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันโดยเฉพาะแบคทีเรีย จึงต้องดำเนินการตรวจวิเคราะห์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีโอกาสเสี่ยงโดยการตรวจคัดกรอง (screening method) ในตำแหน่งโปรโมเตอร์ หรือเทอร์มิเนเตอร์ ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในพืชดัดแปลงพันธุกรรมเกือบทุกชนิดแต่ไม่สามารถระบุชนิดหรือสายพันธุ์ของพืชดัดแปลงพันธุกรรม การวิเคราะห์ประเภทของจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวิเคราะห์ โดยถ้าหากเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากการหมักพืชดัดแปลงพันธุกรรม ให้ใช้ยีนอ้างอิง (endogenous gene) ของพืช อาทิเช่น tRNA (Leu) หรือ ยีนอ้างอิงของพืชที่มีความเสี่ยง อาทิเช่น ถั่วเหลือง (*lectin*) มะละกอ (*papain*) และ ข้าวโพด (*HMG*) เป็นต้น และถ้าหากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเกิดจากจุลินทรีย์โดยตรงให้ใช้วิธีที่ผ่านการทดสอบความใช้ได้ของวิธีโดยใช้ยีนอ้างอิง (endogenous gene) เป็น แบบ universal อาทิเช่น ตำแหน่ง V<sub>๓</sub> ถึง V<sub>๖</sub> region ของยีน ๑๖S ribosomal DNA (Jolanda and Elsas, ๒๐๐๘; Gursoy and Can, ๒๐๑๙) ซึ่งจะสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ในแบคทีเรียทุกชนิด และสำหรับเชื้อราจำพวกไตรโคเดอร์มา ใช้ส่วนของ The Nuclear Ribosomal Internal Transcribed Spacer (ITS) (Yuksel et al., ๒๐๒๓) ในการประกันคุณภาพ

สำหรับกรณีที่ ๒ และ กรณีที่ ๓ การตรวจวิเคราะห์การปะปนจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม มีความจำเป็นต้องได้รับข้อมูลจากผู้ผลิตว่ามีการดัดแปลงพันธุกรรม โดยมีรายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิต กระบวนการผลิต การหลงเหลือดีเอ็นเอสุดท้าย ยีนเจ้าบ้านหรือยีนที่สอดแทรกเข้าไปอย่างไร และยีนที่สามารถตรวจสอบได้

การเปิดให้บริการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ด้วยเทคนิค Real-time PCR เพื่อสนับสนุนการส่งออกสินค้าเกษตร โดยมีลำดับการดำเนินการดังนี้ การวิเคราะห์ประเภทของจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวิเคราะห์ โดยถ้าหากเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากการหมักพืชดัดแปลงพันธุกรรม ให้ใช้ยีนอ้างอิง (endogenous gene) ของพืช อาทิเช่น tRNA (Leu) หรือ ยีนอ้างอิงของพืชที่มีความเสี่ยง อาทิเช่น ถั่วเหลือง (*lectin*) มะละกอ (*papain*) และ ข้าวโพด (*HMG*) เป็นต้น และถ้าหากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเกิดจากจุลินทรีย์โดยตรงให้ใช้วิธีที่ผ่านการทดสอบ

ความใช้ได้ของวิธีโดยการใช้ยีนอ้างอิง (endogenous gene) เป็น แบบ universal อาทิเช่น ตำแหน่ง V๓ ถึง V๖ region ของยีน ๑๖S-ribosomal DNA (Jolanda and Elsas, ๒๐๐๘; Gursoy and Can, ๒๐๑๙) ซึ่งจะสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ในแบคทีเรียทุกชนิด และสำหรับเชื้อราจำพวกไตรโครเดอร์มา ใช้ส่วนของ The Nuclear Ribosomal Internal Transcribed Spacer (ITS) (Yuksel et al., ๒๐๒๓)

สำหรับขั้นตอนการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมลำดับถัดไป ควรต้องมีการดำเนินการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ และดำเนินการขอรับรองวิธีการดังกล่าวตามระบบมาตรฐาน ISO/IEC ๑๗๐๒๕ กับหน่วยรับรองประเทศต่อไป อย่างไรก็ตามเพื่อให้การบริการดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานและผู้รับบริการอย่างสูงสุดและมีประสิทธิภาพ ควรดำเนินการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการใช้วิธีการทดสอบดังกล่าวโดยดำเนินการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมตามหลักเศรษฐศาสตร์ รวมไปถึงการสร้างเชื่อมั่นของผลการทดสอบต่อไป

#### ๔. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

กรมวิชาการเกษตรสามารถพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์การปะปนของจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมได้เอง นับเป็นก้าวสำคัญประเทศไทยในการกำกับดูแลการใช้จุลินทรีย์ทางการเกษตรอย่างปลอดภัยและได้มาตรฐานสากล วิธีการดังกล่าวจะช่วยให้นักวิจัย เกษตรกร และผู้ประกอบการสามารถใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ทางเกษตรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และยังสร้างความมั่นใจในการใช้จุลินทรีย์หรือผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์โดยไม่ต้องกังวลถึงการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของผู้บริโภค อีกทั้งยังรองรับการส่งออกสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ไปยังประเทศปลายทางที่มีข้อกำหนดด้านความปลอดภัยทางชีวภาพอย่างเข้มงวด และมีความน่าเชื่อถือในระดับสากล นอกจากนี้ วิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวยังสามารถเป็นต้นแบบให้กับห้องปฏิบัติการของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนทั่วประเทศ ช่วยสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการกำกับดูแลสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม และยกระดับมาตรฐานการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งจะสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค อันจะส่งผลดีต่อความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรกรรมไทยและเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจในระยะยาว.

#### ๕. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๑. ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมในจุลินทรีย์ทางการเกษตรและสินค้าด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ทางการเกษตร

๒. การได้รับการรับรองวิธีการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทางการเกษตรดัดแปลงพันธุกรรมในจุลินทรีย์ทางการเกษตรและสินค้าด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้อง จากหน่วยรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการของประเทศไทย

๓. จำนวนผู้มารับบริการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมในจุลินทรีย์ทางการเกษตรและสินค้าด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ทางการเกษตร

๔. ระดับความพึงพอใจต่อการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทางการเกษตรดัดแปลงพันธุกรรมในจุลินทรีย์ทางการเกษตรและสินค้าด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ทางการเกษตร

(ลงชื่อ) .....  
 (.....)  
 ผู้ขอประเมิน  
 (วันที่) ..... ๒๙ / ..... ๕๙ / ..... ๖๕