

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-
1. แผนงานวิจัย : มาตรการสุขอนามัยพืช
2. โครงการวิจัย : มาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้าและส่งออกสินค้าเกษตร
กิจกรรม : การประเมินมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้าสินค้าเกษตร
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของเมล็ดพันธุ์มะเขือนำเข้าจาก
สาธารณรัฐอินเดียและสาธารณรัฐอินโดนีเซีย
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on Pest Risk Analysis for the Importation of Eggplant
Seeds from the Republic of India and the Republic of
Indonesia
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- หัวหน้าการทดลอง : วาริรัตน์ สมประทุม
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
- ผู้ร่วมงาน : วาสนา ฤทธิไธสง^{1/}
ณัฐสุดา บรรเลงสุวรรณ^{1/}
ปรียพรรณ พงศาพิชณ์^{1/}
เกศสุดา สนศิริ^{2/}
พรทิพย์ แยมสุวรรณ^{3/}
ณัฐพร อุทัยมงคล^{4/}
- ^{1/} กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
^{2/} กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
^{3/} ด่านตรวจพืชสะเดา สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร
^{4/} รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญ
สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร

5. บทคัดย่อ :

Pest risk analysis (PRA) on eggplant seeds from India and Indonesia were conducted by using the guideline of the International Standards for Phytosanitary Measures and the Australian assessment

methods. PRA on eggplant seeds was initiated by the revision of phytosanitary import regulations. Thailand was considered as a PRA area. The result from pest categorization identified that there were 282 and 9 quarantine pests of eggplant seeds from India and Indonesia respectively must be required for phytosanitary measures. Specific phytosanitary measures for importation of eggplant seeds including: (1) the consignment of eggplant seeds was produced in a pest free production site that inspected during growing season and laboratory tested to be free from *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Candidatus Phytoplasma solani*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Phytophthora vignae*, *Verticillium albo-atrum*, *Alfalfa mosaic virus*, *Broad bean wilt virus*, *Pepino mosaic virus*, *Tobacco rattle virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato black ring virus*, *Tomato mosaic virus*, *Tomato ringspot virus*, *Columnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid*, *Tomato apical stunt viroid* and *Tomato chlorotic dwarf viroid*. (2) The consignment was inspected and found free from *Trogoderma granarium*, *Trogoderma inclusum* and quarantine weeds. (3) A phytosanitary certificate issued by the National Plant Protection Organization (NPPO) of India/ Indonesia were required and certified that the consignment was free from all quarantine pests.

การศึกษาการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของเมล็ดพันธุ์เขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย ดำเนินการโดยอาศัยแนวทางตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ร่วมกับ แนวทางการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งจุดเริ่มต้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูเมล็ดพันธุ์เขือเกิดจากการทบทวนกฎระเบียบ โดยมีประเทศไทยเป็นพื้นที่วิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช ผลการศึกษาพบศัตรูพืช กักกันจำนวน 28 และ 9 ชนิด จากเมล็ดพันธุ์เขือของประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย ตามลำดับ ที่มีความเสี่ยงในระดับที่ต้องกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืช ซึ่งมีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนว่าต้องบริหารจัดการ ความเสี่ยงศัตรูพืช โดยมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์เขือประกอบด้วย (1) เมล็ดพันธุ์เขือ ต้องมาจากแหล่งผลิตที่ปลอดจากเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยตรวจสอบตลอดช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตและตรวจสอบ ยืนยันในห้องปฏิบัติการ หรือตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ก่อนส่งออกว่าปลอดจาก *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Candidatus Phytoplasma solani*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Phytophthora vignae*, *Verticillium albo-atrum*, *Alfalfa mosaic virus*, *Broad bean wilt virus*, *Pepino mosaic virus*, *Tobacco rattle virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato black ring virus*, *Tomato mosaic virus*, *Tomato ringspot virus*, *Columnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid*, *Tomato apical stunt viroid* และ *Tomato chlorotic dwarf viroid* (2) ต้องตรวจเมล็ดพันธุ์เขือและให้การรับรองว่าปลอดจาก *Trogoderma granarium*, *Trogoderma inclusum* และวัชพืชกักกัน และ (3) ต้องมีใบรับรองสุขอนามัยพืชซึ่ง

ออกให้โดยองค์การอารักขาพืชแห่งชาติของประเทศอินเดีย/ ประเทศอินโดนีเซียให้การรับรองว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือ ได้รับการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชกักกันทั้งหมด

6. คำนำ :

ตามมาตรา 8(2) แห่งพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม กำหนดให้ การนำเข้าหรือนำผ่านซึ่งสิ่งต้องห้ามเพื่อการค้าหรือเพื่อกิจการอื่นต้องผ่านการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช ประกอบกับประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดพืช และพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ข้อยกเว้นและเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2550 ได้ประกาศกำหนดให้พืชในวงศ์โซลานาซีอี Solanaceae (ไม่รวมถึง บุหรี่ ยาเส้น ชิการ์) จากทุกแหล่งเป็นสิ่งต้องห้าม การนำเข้าเพื่อการค้าต้องผ่านการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชและปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550)

เมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซียได้รับการผ่อนผันให้นำเข้าประเทศไทยได้ โดยไม่มีมาตรการด้านสุขอนามัยพืชใด ๆ กำกับ มีเพียงใบรับรองสุขอนามัยพืชแนบมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเพื่อให้ทราบรายชื่อศัตรูพืชกักกันและข้อมูลทางวิชาการเพื่อนำมา กำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ ซึ่งการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชดำเนินการตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช (International Standards for Phytosanitary Measures; ISPM) ฉบับที่ 2 เรื่อง กรอบสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช (FAO, 2011) และฉบับที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับศัตรูพืชกักกัน (FAO, 2014) ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะที่สัมพันธ์กัน ดังนี้ 1) จุดเริ่มต้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช 2) การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืช และ 3) การบริหารจัดการความเสี่ยงศัตรูพืช ร่วมกับแนวทางการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งผลของการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชทำให้ทราบชนิดศัตรูพืชกักกันและมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสมสำหรับการบริหารจัดการความเสี่ยงศัตรูพืช และนำผลที่ได้มายกร่างประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง เงื่อนไขการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซียต่อไป เพื่อป้องกันการเข้ามาของศัตรูพืชที่ร้ายแรงจากทั้ง 2 ประเทศ อย่างมีประสิทธิภาพและลดผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้นหากมีการเล็ดลอดของศัตรูพืชกักกันเข้ามา เนื่องจากพื้นที่ปลูกมะเขือของประเทศไทยมีการปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาค และเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย หากมีการเล็ดลอดของศัตรูพืชกักกันจากต่างประเทศเข้ามาแพร่กระจายในแหล่งปลูกมะเขือของเกษตรกร ย่อมส่งผลกระทบต่อและสร้างความเสียหายเชิงเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อมได้อย่างแน่นอน ดังนั้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชจึงเป็นงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเกษตรกรโดยตรง ภาคธุรกิจที่มีการนำเข้าส่งออกสินค้าเกษตร ระบบเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศให้ขยายตัวเพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ทราบชนิดศัตรูพืชกักกันที่ต้องมีการบริหารจัดการ ความเสี่ยงศัตรูพืช และได้ข้อมูลทางวิชาการประกอบการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1) เอกสารวิชาการ ฐานข้อมูลศัตรูพืช ผลงานวิจัย เอกสารการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของต่างประเทศ หนังสือที่เกี่ยวข้องกับมะเขือ

2) CAB INTERNATIONAL online (2018) และข้อมูลวิชาการบนฐานข้อมูลระบบออนไลน์

3) คอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องพิมพ์ และกระดาษ

4) เมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย

5) กล้องจุลทรรศน์

6) ตู้ปลอดเชื้อ

7) งานอาหารเลี้ยงเชื้อ

8) สารเคมีต่าง ๆ สำหรับตรวจสอบเชื้อสาเหตุโรคพืช และชุดตรวจสอบ

- วิธีการ

1. การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล

1.1 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลทั่วไปของมะเขือ เช่น ชื่อ ชนิด สายพันธุ์ สถิติการนำเข้า ส่งออก แหล่งผลิต ผลผลิต เป็นต้น

1.2 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลศัตรูมะเขือ เช่น ชื่อ ชนิด สายพันธุ์ พืชอาศัย ลักษณะการทำลาย การแพร่ระบาด ความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการทำลายของศัตรูพืช ศัตรูพืชที่มีรายงานว่าเป็นศัตรูของเมล็ดพันธุ์มะเขือในประเทศอินเดีย ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศไทย

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกข้อมูลทั่วไปของมะเขือ เช่น ชื่อ ชนิด สายพันธุ์ แหล่งผลิต ผลผลิต เป็นต้น

- บันทึกข้อมูลศัตรูมะเขือ เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ สายพันธุ์ พืชอาศัย ลักษณะการทำลาย และข้อมูลการพบศัตรูมะเขือแต่ละชนิดในประเทศอินเดีย ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศไทย

2. การสุ่มตัวอย่างและตรวจสอบศัตรูพืชจากพืชนำเข้า

2.1 สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานของ International Seed Testing Association (ISTA) โดยมีหลักการสุ่ม ดังนี้

2.1.1. การสุ่มตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในกระสอบ หรือภาชนะอื่นๆ ที่มีขนาดบรรจุของภาชนะแต่ละใบเท่า ๆ กัน โดยมีน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ จำนวน 15 กิโลกรัม - 100 กิโลกรัม

- เมล็ดพันธุ์ จำนวน 1-4 ภาชนะบรรจุ สุ่ม 3 ตัวอย่างขั้นต้น จากแต่ละภาชนะบรรจุ

- เมล็ดพันธุ์ จำนวน 5-8 ภาชนะบรรจุ สุ่ม 2 ตัวอย่างขั้นต้น จากแต่ละภาชนะบรรจุ

- เมล็ดพันธุ์ จำนวน 9-15 ภาชนะบรรจุ สุ่ม 1 ตัวอย่างขั้นต้น จากแต่ละภาชนะบรรจุ

- เมล็ดพันธุ์ จำนวน 16-30 ภาชนะบรรจุ สุ่มอย่างน้อย 15 ตัวอย่างขั้นต้น จากภาชนะบรรจุ

ทั้งหมด

- เมล็ดพันธุ์ จำนวน 31-59 ภาชนะบรรจุ สุ่มอย่างน้อย 20 ตัวอย่างขั้นต้น จากภาชนะบรรจุ

ทั้งหมด

- เมล็ดพันธุ์ จำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ภาชนะบรรจุ สุ่มอย่างน้อย 30 ตัวอย่างขั้นต้น จากภาชนะบรรจุทั้งหมด

การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุอยู่ในภาชนะขนาดเล็ก เช่น กระป๋อง กล่องกระดาษ หรือซองกระดาษ ให้นำเมล็ดพันธุ์มาชั่งน้ำหนักในภาชนะขนาดเล็กมารวมกันเป็นกอง กองละไม่เกิน 100 กิโลกรัม ซึ่งเทียบเท่ากับ 1 ภาชนะบรรจุ เช่น เมล็ดพันธุ์บรรจุกระป๋องละ 5 กิโลกรัม จำนวน 20 กระป๋อง นับเป็น 1 ภาชนะบรรจุ เป็นต้น การสุ่มตัวอย่างใช้หลักการเดียวกับการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในกระสอบ

2.1.2 การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์จากกองใหญ่ที่ไม่อยู่ในภาชนะบรรจุ หรือระหว่างการไหลของเมล็ดพันธุ์ โดยมีน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ จำนวนมากกว่า 100 กิโลกรัม

- เมล็ดพันธุ์ น้ำหนักไม่เกิน 500 กิโลกรัม สุ่มอย่างน้อย 5 ตัวอย่างขั้นต้น

- เมล็ดพันธุ์ น้ำหนัก 501-3,000 กิโลกรัม สุ่ม 1 ตัวอย่างขั้นต้น จากเมล็ดพันธุ์ทุก 300 กิโลกรัม แต่ต้องไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่างขั้นต้น

- เมล็ดพันธุ์ น้ำหนัก 3,001-20,000 กิโลกรัม สุ่ม 1 ตัวอย่างขั้นต้น จากเมล็ดพันธุ์ทุก 500 กิโลกรัม แต่ต้องไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่างขั้นต้น

- เมล็ดพันธุ์ น้ำหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 20,001 กิโลกรัม สุ่ม 1 ตัวอย่างขั้นต้น จากเมล็ดพันธุ์ทุก 700 กิโลกรัม แต่ต้องไม่น้อยกว่า 40 ตัวอย่างขั้นต้น

ทำการสุ่มตัวอย่าง ณ จุดนำเข้า โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากด่านตรวจพืช หรือกลุ่มวิจัยการกักกันพืช เพื่อตรวจสอบศัตรูพืชที่อาจติดมากับเมล็ดพันธุ์ นำตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาตรวจสอบศัตรูพืชหรือศัตรูพืชกักกัน หรือสิ่งอื่นใดที่มีศักยภาพเป็นศัตรูพืชกักกันหรือพาหะที่อาจติดมากับเมล็ดพันธุ์

2.2 ตรวจสอบศัตรูพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มะเขือที่ได้จากการสุ่มตามข้อ 2.1 มาอย่างน้อย 150 กรัม เพื่อมาตรวจสอบดังนี้

2.2.1 ตรวจสอบและจำแนกชนิดเมล็ดวัชพืช ใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereo microscope) โดยทำการคัดแยกองค์ประกอบทางกายภาพ ได้แก่ เมล็ดพืชบริสุทธิ์ เมล็ดพืชอื่น และสิ่งเจือปน นำแต่ละส่วนมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และจำแนกชนิดเมล็ดวัชพืช

2.2.2 การตรวจสอบแมลงและไร

ตรวจสอบตัวอย่างด้วยตาเปล่าหรือกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและสูงมาตรวจสอบโดยนำตัวอย่างแมลงที่เก็บได้ แช่ในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้จำแนกชนิด และนำตัวอย่างไรที่เก็บได้ ทำสไลด์ถาวรภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอโดยใช้น้ำยา Hoyer's อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 7 วัน เพื่อจำแนกชนิด

2.2.3 ตรวจสอบเชื้อราด้วยวิธีการ Blotter โดยการนำเมล็ดที่วางไว้บนกระดาษกรอง 3 แผ่น ที่ชุ่มน้ำและให้ความชื้นวางใต้แสง near ultra violet (NUV) โดยให้แสงสลับมืด 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน และตรวจจำแนกชนิดของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูงต่อไป

2.2.4 แยกตรวจสอบจำแนกเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการ Dilution plate เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) หรืออาหารกึ่งเฉพาะเจาะจง เพื่อตรวจสอบและจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล เช่น Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) หรือ Polymerase Chain Reaction (PCR)

2.2.5 ตรวจสอบเชื้อไวรัสและไวรอยด์ ด้วย ELISA หรือ PCR หรือ Reverse Transcriptase PCR (RT-PCR) หรือ Real time PCR/RT-PCR หรือ Loop-mediated isothermal amplification PCR (LAMP PCR) โดยตรวจจากเมล็ดพันธุ์โดยตรงหรือต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่นำเข้า

2.2.6 เพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือ เพื่อสังเกตลักษณะอาการผิดปกติของต้นพืชในโรงเรือน หากพบอาการผิดปกติให้ทำการแยกเชื้อและจำแนกชนิด

2.2.7 ติดตามตรวจสอบภายหลังการนำเข้า โดยติดตามตรวจสอบในแปลงผลผลิตหรือโรงเรือนปลูกพืชของบริษัทนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย

การบันทึกข้อมูล โดยบันทึกชนิดของศัตรูพืชกักกัน ศัตรูพืช หรืออื่น ๆ ที่ปนเปื้อนหรือติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือนำเข้าจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย เช่น วัน เวลา สถานที่ และวิธีการที่ใช้ในการจำแนกชนิดศัตรูพืช ลักษณะอาการบนพืช

3. การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช

ดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 2 และฉบับที่ 11 ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สัมพันธ์กัน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเริ่มต้นวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 1: Initiation) วิเคราะห์เพื่อให้ทราบ ว่า

1.1 จุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชว่าอาจเกิดจากปัจจัยใด ดังนี้ ศัตรูพืช (pest) หรือเส้นทางที่ศัตรูพืชจะติดเข้ามา (pathway) หรือการทบทวนนโยบาย (policy) ของประเทศ ซึ่งเกี่ยวข้องกับทางกักกันพืช

1.2 กำหนดพื้นที่ที่จะทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชให้ชัดเจน

1.3 ตรวจสอบว่าเคยมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยศัตรูพืช หรือเส้นทางศัตรูพืช หรือนโยบายของรัฐมาก่อนหรือไม่ ทั้งภายในประเทศและในต่างประเทศ กรณีที่มีการดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชมาแล้ว ให้ตรวจสอบดูว่ายังมีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้ได้หรือไม่ เนื่องจากสภาพอาจเปลี่ยนแปลงไป พิจารณาความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากเส้นทางศัตรูพืชที่เหมือนกัน หรือศัตรูพืชที่เหมือนกัน มาใช้เพียงบางส่วนหรือทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 2: Pest Risk Assessment) มี 4 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ดังนี้

2.1 การจัดกลุ่มศัตรูพืช (Pest categorization)

2.1.1 พิจารณาแบ่งกลุ่มของชนิดศัตรูมะเขือ เช่น แมลง ไร ไวรัส ไวรอยด์ แบคทีเรีย รา วัชพืช เป็นต้น

2.1.2 ตรวจสอบว่าเป็นศัตรูพืชที่มีพบในประเทศไทยหรือไม่ รวมถึงสถานภาพการควบคุมศัตรูพืชดังกล่าวในประเทศไทย

2.1.3 พิจารณาคัดเลือกเฉพาะศัตรูมะเขือที่ไม่พบในประเทศไทย หรือพบแต่มีการควบคุมอย่างเป็นทางการ ที่มีศักยภาพในการเข้ามา ตั้งรกราก และแพร่กระจายในประเทศไทยได้ ตลอดจนอาจก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจหากศัตรูเข้ามาได้ในประเทศไทยในภาพรวม

การบันทึกข้อมูล บันทึกรายละเอียดของศัตรูมะเขือแต่ละชนิด เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อสามัญ แหล่งแพร่กระจาย ส่วนของพืชที่ถูกทำลาย/ อาศัย และเป็นพาหะของศัตรูพืชชนิดอื่นหรือไม่

2.2 การประเมินโอกาสการเข้ามาตั้งรกรากอย่างถาวร และแพร่ระบาดของศัตรูพืช (Assessment of the probability of introduction and spread)

2.2.1 ประเมินโอกาสการเข้ามา โดยให้ประเมินโอกาสที่ศัตรูมะเขือจะปะปนมากับเส้นทางศัตรูพืชเข้ามาในพื้นที่วิเคราะห์ความเสี่ยง โดยมีปัจจัยที่นำมาพิจารณา เช่น ระยะการเจริญเติบโตของศัตรูพืช (ไช้หนอน สปอร์ ที่มีความเสี่ยงติดเข้ามาพร้อมกับส่วนของพืชที่นำเข้า) ลักษณะการติดเข้ามาพร้อมกับส่วนของพืชที่นำเข้า ความยากง่ายในการตรวจพบ การมีชีวิตรอดระหว่างขนส่ง การเล็ดลอดจากการตรวจที่จุดนำเข้า การเคลื่อนย้ายไปยังพืชอาศัย/ พืชอาหารที่เหมาะสม

2.2.2 ประเมินโอกาสการตั้งรกรากอย่างถาวร โดยให้ประเมินโอกาสที่ศัตรูมะเขือสามารถมีชีวิตอยู่รอดในประเทศไทยได้ ซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ ข้อมูลชีววิทยาของศัตรูพืช เช่น วงจรชีวิต จำนวนรุ่นต่อปี พืชอาหาร/ พืชอาศัย จำนวนและการกระจายตัวของพืชอาหาร/ พืชอาศัย พาหะ การแพร่ขยายพันธุ์ ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์

2.2.3 ประเมินโอกาสการแพร่ระบาด โดยให้ประเมินโอกาสที่ศัตรูมะเขือสามารถแพร่ระบาดในพื้นที่วิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณา เช่น การเคลื่อนย้ายของศัตรูพืชไปกับผลิตภัณฑ์สินค้า หรือพาหะขนส่ง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายหาพืชอาหารโดยศัตรูพืชเอง หรือต้องอาศัยพาหะ ซึ่งต้องพิจารณาต่อว่าพาหะดังกล่าวมีปรากฏในประเทศไทยหรือไม่ ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในสภาพธรรมชาติ สิ่งกีดขวางโดยธรรมชาติ และพืชอาหาร/ พืชอาศัย (รวมทั้งพืชที่มีความใกล้เคียงกับพืชอาหาร/ พืชอาศัย)

2.3 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้น (Assessment of potential economic consequence)

นำรายชื่อศัตรูมะเขือที่ได้จากข้อ 2.2 มาพิจารณาความเป็นไปได้ที่ศัตรูพืชจะก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจทางตรงต่อพืช สัตว์ มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้พืชสูญเสียผลผลิต หรือมีผลกระทบทางอ้อม เช่น การเพิ่มต้นทุนในการป้องกันกำจัด กระทบต่อระบบการผลิตพืชภายในประเทศ กระทบต่อการค้าภายในประเทศและระหว่างประเทศ โดยพิจารณาว่ามีผลกระทบจนถึงระดับที่ประเทศไทยไม่สามารถยอมรับได้

2.4 ข้อสรุปของการประเมินความเสี่ยงของศัตรูพืช (Conclusion of the pest risk assessment stage)

สรุปผลของการประเมินโอกาสการเข้ามา การตั้งรกรากถาวร และการแพร่ระบาด รวมถึง ศักยภาพที่อาจเกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจทางตรงและทางอ้อมภายหลังการเข้ามาของศัตรูพืช โดยใช้แนวทางการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของอนุสัญญาอารักขาพืชระหว่างประเทศ

ขั้นตอนที่ 3 การจัดการความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 3: Pest Risk Management)

การจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชโดยจำแนกวิธีการที่จะดำเนินการกับความเสียหายจากการประเมินโอกาสการเข้ามาเจริญและแพร่ขยายพันธุ์ของศัตรูพืชและผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ ในขั้นตอนที่ 2 ของศัตรูพืชแต่ละชนิด โดยมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติโดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการค้าระหว่างประเทศ สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเงื่อนไขการนำเข้าตามพระราชบัญญัติ กักพืช พ.ศ. 2507 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2551 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551) ประกอบด้วยวิธีการพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ระดับความเสี่ยง (Level of risk): ใช้หลักการจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่มีระดับที่เหมาะสมซึ่งสามารถยอมรับได้ (Appropriate Level of Protection; ALOP) หรือระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ (acceptable)

3.2 ข้อมูลวิชาการประกอบการพิจารณาจัดการความเสี่ยง: พิจารณาจากข้อมูลที่รวบรวมได้

3.3 การยอมรับความเสี่ยง (Acceptable of risk): นำผลของการประเมินความเสี่ยงนับตั้งแต่การเข้ามาตั้งรกรากอย่างถาวร การแพร่ระบาด และผลกระทบต่อเศรษฐกิจที่แสดงความเสี่ยงว่าไม่สามารถยอมรับได้นั้นมาจัดการจำแนกมาตรการสุขอนามัยพืชเพื่อลดความเสี่ยงลงให้ถึงระดับต่ำสุดที่ยอมรับได้

3.4 จำแนกและคัดเลือกวิธีการที่มีประสิทธิภาพ: เพื่อลดโอกาสการเข้ามาตั้งรกรากอย่างถาวรและแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่เหมาะสม มีเหตุผลภายใต้ข้อจำกัดเกี่ยวกับวิธีการที่สามารถดำเนินการได้ในการจัดการความเสี่ยง มาตรการสุขอนามัยพืชที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบัน ที่มีการกำหนดให้ดำเนินการในประเทศต้นทาง และประเทศผู้นำเข้า ประกอบด้วยมาตรการ ดังต่อไปนี้

- มาตรการที่ใช้กับสินค้าโดยตรง เช่น กำหนดเงื่อนไขสำหรับการเตรียมสินค้า กำหนดมาตรการป้องกันกำจัดศัตรูพืชกับสินค้า โดยวิธีการกำจัดศัตรูพืชนั้นอาจดำเนินการกำจัดศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและอาจจะรวมถึงการใช้สารเคมี อุณหภูมิ รังสี และวิธีการทางฟิสิกส์อื่น ๆ

- มาตรการเพื่อป้องกันหรือลดการเข้าทำลายของศัตรูพืชในแหล่งผลิต เช่น การป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงผลิต หรือสถานที่ผลิต การปลูกภายใต้สภาพควบคุมเฉพาะ เก็บเกี่ยวพืชในช่วงอายุที่เหมาะสม ผลิตพืชภายใต้กระบวนการรับรอง

- มาตรการที่ทำให้เชื่อมั่นว่าพื้นที่ผลิตหรือสถานที่ผลิตปราศจากศัตรูพืช เช่น การกำหนดพื้นที่ที่ผลิตปลอดศัตรูพืช แหล่งผลิตปลอดศัตรูพืช และการตรวจสอบพืชเพื่อยืนยันว่าสินค้าปราศจากศัตรูพืช

- มาตรการภายในประเทศนำเข้า พิจารณามาตรการที่สามารถตรวจสอบ การเข้ามาของศัตรูพืชให้พบตั้งแต่เริ่มแรกเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อกำหนดแผนการกำจัดให้หมดสิ้น ณ จุดที่มีการเข้าทำลาย และ/หรือปฏิบัติการควบคุมเพื่อจำกัดการแพร่ระบาด

- มาตรการห้ามนำเข้าสินค้า กรณีไม่มีมาตรการใดที่สามารถลดความเสี่ยงได้จนถึงระดับที่ยอมรับได้ อาจใช้มาตรการห้ามนำเข้าสำหรับสินค้าที่มีความเสี่ยงจะนำศัตรูพืชที่มีความเสี่ยงสูงเข้ามาระบาด

3.5 ใบรับรองสุขอนามัยพืช (Phytosanitary certificate) พิจารณากำหนดให้มีการรับรองว่าสินค้าที่นำเข้าปราศจากศัตรูพืชกักกัน เพื่อยืนยันว่าได้มีการจัดการความเสี่ยงตามที่กำหนด และอาจกำหนดให้ระบุข้อความเพิ่มเติม (additional declaration) เพื่อแสดงให้เห็นว่าได้มีการดำเนินมาตรการสุขอนามัยพืชเป็นการเฉพาะ ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับในสากล

การบันทึกข้อมูล บันทึกชนิดของศัตรูพืชกักกัน และมาตรการจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชกักกันของเมล็ดพันธุ์มะเขือนำเข้าจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนที่ 2 ตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 2 และ 11

4. สรุปผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช

สรุปผลดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ รายชื่อศัตรูพืชที่มีรายงานว่าเป็นศัตรูมะเขือ และมีรายงานพบในประเทศอินเดีย ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศไทย ผลการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนการจัดกลุ่มศัตรูพืชและผลการประเมินโอกาสการเข้ามา ตั้งรกราก แพร่ระบาด/ แพร่กระจาย รวมถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะได้รายชื่อศัตรูพืชที่มีคุณสมบัติเป็นพืชกักกันของการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดีย และประเทศอินโดนีเซีย โดยมีความเสี่ยงของศัตรูพืชกักกันที่ระดับแตกต่างกัน ตลอดจนสรุปมาตรการทางวิชาการด้านสุขอนามัยพืชสำหรับจัดการศัตรูพืชแต่ละชนิด และมาตรการสนับสนุนอื่น ๆ สำหรับใช้เป็นข้อมูลกำหนดมาตรการทางกฎหมายต่อไป

- เวลาและสถานที่

ระยะ เวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2558 - กันยายน 2561 (3 ปี)

สถานที่ กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

8. ผลการทดลองและวิจารณ์ :

1) สืบค้นและรวบรวมข้อมูลทั่วไปของมะเขือ

มะเขือจัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae สกุล *Solanum* มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Solanum melongena* L. (เต็ม, 2544) มีมากกว่า 1,500 ชนิด พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 25 ชนิด มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อนทางตอนกลางและตอนใต้ของทวีปอเมริกา ทวีปออสเตรเลีย และทวีปแอฟริกา (Sayed and Jensen, 1994) สามารถปลูกได้ทั้งเขตร้อนและอบอุ่น ผลผลิตของมะเขือประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ผลิตในทวีปเอเชีย (Edmonds and Chewya, 1997)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของมะเขือคือ 22-30 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส พืชจะชะงักการเจริญ ละอองเกสรส่วนใหญ่จะเป็นหมัน เจริญได้ดีในสภาพดินร่วนซุย ดินอุดมสมบูรณ์ ระบายน้ำได้ดี เมื่อมีน้ำขังจะทำให้ระบบรากเน่าและตายได้ง่าย ค่าความเป็นกรดต่างของดินประมาณ 6.0-6.8 ไม่ควรปลูกมะเขือซ้ำกับพื้นที่ที่เคยปลูกมะเขือเทศ พริก หรือยาสูบ เพราะอาจจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อสาเหตุโรคพืชที่สามารถเข้าทำลายมะเขือได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2559)

ในสภาพธรรมชาติมะเขือเป็นพืชที่มีการผสมข้าม สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับเพาะปลูกมะเขือเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ควรปลูกในช่วงฤดูที่มีสภาพอากาศที่อบอุ่นเป็นระยะเวลาสั้นๆ จึงจะประสบความสำเร็จในการผลิตเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากมะเขือมีความอ่อนแอต่ออุณหภูมิต่ำมากกว่ามะเขือเทศและพริก ช่วงอุณหภูมิในตอนกลางวันประมาณ 25 องศาเซลเซียส และกลางคืนประมาณ 21-27 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่การเจริญเติบโตและการพัฒนาผลเกิดขึ้นได้ดี มะเขือเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและฝนตกหนักได้ อย่างไรก็ตามมีคำแนะนำว่าควรคัดเลือกสภาพภูมิอากาศที่แห้งหรืออย่างน้อยควรเป็นฤดูที่ความชื้นต่ำสำหรับการเพาะปลูก เพื่อป้องกันโรคผลเน่าและโรคอื่น ๆ เข้าทำลาย มะเขือเป็นพืชที่อ่อนแอต่อเชื้อสาเหตุโรคทางดิน (soil borne) ที่เข้าทำลายพืชในวงศ์โซลานาซีอี ดังนั้นการปลูกพืชที่ไม่ใช่พืชในวงศ์โซลานาซีอีหมุนเวียนน่าจะเป็นแนวทางในการป้องกันการสะสมโรคในแปลงปลูกมะเขือและลดความเสียหายของผลผลิตมะเขือได้ การผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นจะคัดผลที่มั่นใจว่าแก่เต็มที่เพราะเมล็ดจะมีการพัฒนาตัวที่สมบูรณ์ ซึ่งโดยทั่วไปพบว่าพริกสายพันธุ์ลูกผสมเมล็ดจะแก่เต็มที่ภายหลังจากผสมเกสรประมาณ 50-55 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์พ่อแม่ โดยจะเก็บผลแก่ที่ผ่านการผสมเกสรและทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น นำเมล็ดที่ผ่านขบวนการคัดแยกมาทำให้แห้งด้วยวิธีการตากแดดหรือกำจัดความชื้นด้วย electric dehydrator ความชื้นสุทธิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเมล็ดพันธุ์คือ 8 เปอร์เซ็นต์ (AVRDC, nd.)

แหล่งปลูกมะเขือที่สำคัญในประเทศไทย เช่น เพชรบุรี ชลบุรี ราชบุรี สุราษฎร์ธานี กาญจนบุรี เพชรบูรณ์ สงขลา พิจิตร นราธิวาส ในปี 2558 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะเขือรวมทั้งสิ้นประมาณ 78,800 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศกรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ซึ่งพบว่าแหล่งปลูกมะเขือมีการกระจายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย หากมีการเคลื่อนย้ายของศัตรูพืชที่ร้ายแรงที่อาจติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้า ย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตมะเขือในบริเวณกว้าง โดยเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าจากประเทศอินเดียนั้น พบว่าผู้นำเข้าได้นำไปปลูกเพื่อขยายเมล็ดพันธุ์ในจังหวัดต่าง ๆ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง มุกดาหาร ขอนแก่น กาฬสินธุ์ กาญจนบุรี นอกจากนี้พบว่าเมล็ดพันธุ์ส่วนหนึ่งนำไปจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมะเขือโดยตรงทั่วประเทศ ดังนั้นถ้ามีการเคลื่อนย้ายของศัตรูพืชเข้ามา ตั้งรกราก แพร่กระจายในแหล่งปลูกมะเขือจะสร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรได้อย่างมาก

ประเทศอินเดีย

สายพันธุ์มะเขือในประเทศอินเดียพบว่ามีอัตราการผสมข้ามประมาณ 2-48 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ปลูกมะเขือประมาณ 3,437,500 ไร่ (550,000 เฮกเตอร์) ผลผลิตของมะเขือประมาณ 8-9 ล้านตันต่อปี คิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตโลก (Crop Protection Research Institute, 2016) มะเขือที่ปลูกในประเทศอินเดียมีความหลากหลายของพันธุ์และสายพันธุ์มะเขือที่มีการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ไปต่างประเทศ เช่น Bharta hybrid, Black chu chu hybrid, Harabegan hybrid, Raavayya hybrid, Raja hybrid, Red chu chu hybrid, Udumalapet (Cross Country Nurseries, 2016)

ประเทศอินโดนีเซีย

มีชื่อเรียกมะเขือว่า “terong/” (Kitazawa Seed Company, 2016) ปี 2550 การผลิตผลมะเขือสดในประเทศอินโดนีเซียมีปริมาณการผลิตประมาณ 391,000 ตัน เป็นลำดับที่ 5 ของโลกรองจากประเทศจีน อินเดีย อียิปต์ และตุรกี (AVRDC, nd.) ทวีปเอเชียมีพื้นที่การผลิตมะเขือ 94 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การผลิตมะเขือโลก และ

มีปริมาณผลผลิตมะเขือ 92 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตมะเขือที่ผลิตได้ (Srinivasan, 2009) ในปี 2559 มีปริมาณการส่งออกเมล็ดพันธุ์มะเขือประมาณ 93 ตัน (China-ASEAN Expo Trade Portal, 2016) มะเขือสามารถปรับตัวในสภาพภูมิอากาศที่ความชื้นและอุณหภูมิสูงได้ดี และสามารถให้ผลผลิตที่สูงในสภาพอากาศที่ร้อนชื้น (Srinivasan, 2009) ลักษณะการเพาะปลูกในช่วงเวลา 1 ปี พบว่าสามารถปลูกเพื่อเก็บผลผลิตได้ 2-3 ครั้ง สามารถเริ่มเก็บผลผลิตได้ที่ 60 วัน หลังจากปลูก โดยมีช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวประมาณ 90-120 วัน (AVRDC, nd.)

2) ข้อมูลการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือ และการสุ่มตรวจสอบศัตรูพืชด้วยกัน

ประเทศอินเดีย

การนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียระหว่างเดือนตุลาคม 2558–เดือนกันยายน 2559 จำนวน 8 ครั้ง มีปริมาณการนำเข้ารวมประมาณ 17.39 ตัน ซึ่งนำเข้าทางด่านตรวจพืชท่าเรือ ด่านตรวจพืชสุวรรณภูมิ และด่านไปรษณีย์ บริษัทที่นำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดีย 4 บริษัท ได้แก่ East West Seeds, HM Clause, Jack Seeds, Lion Seeds และ Syngenta โดยทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าจากประเทศอินเดียตามมาตรฐานการสุ่มของ ISTA และนำเข้าเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบเชื้อราด้วยเทคนิค Blotter โดยใช้เมล็ดพันธุ์ที่สุ่มตัวอย่าง 400 เมล็ดต่อสายพันธุ์ สำหรับการตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียแยกเชื้อโดยตรงจากเมล็ดพันธุ์มะเขือที่สุ่มจำนวน 100-5,000 เมล็ดหรือตามความเหมาะสมด้วยวิธี Dilution plate และจำแนกชนิดของแบคทีเรียด้วยวิธีการมาตรฐาน เช่น การทดสอบ Gram's strain ทดสอบปฏิกิริยา hypersensitivity บนใบยาสูบ ทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี เป็นต้น และทดสอบเชื้อไวรัสโดยการปลูกสังเกตอาการผิดปกติบนต้นกล้าและตรวจสอบเชื้อด้วยเทคนิคเซรุ่มวิทยา เช่น ELISA ผลการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าจากประเทศอินเดียไม่พบศัตรูพืชด้วยกันติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้า (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2559)

ประเทศอินโดนีเซีย

การนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินโดนีเซียระหว่างเดือนตุลาคม 2559–เดือนธันวาคม 2560 จำนวน 4 ครั้ง ปริมาณการนำเข้ารวมประมาณ 78 กิโลกรัม ซึ่งนำเข้าทางด่านตรวจพืชสุวรรณภูมิและไปรษณีย์ โดยบริษัท East West Seeds เป็นผู้นำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือดังกล่าว โดยทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าจากอินโดนีเซียตามมาตรฐานการสุ่มของ ISTA และนำเข้าเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบเชื้อสาเหตุโรคพืชด้วยเทคนิค เช่นเดียวกับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดีย ผลการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าจากประเทศอินโดนีเซียไม่พบศัตรูพืชด้วยกันติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้า (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2560) ซึ่งในช่วงเดือนมกราคม-เดือนพฤษภาคม 2561 ไม่มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินโดนีเซีย

การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจากทั้ง 2 ประเทศ มาตรวจสอบศัตรูพืชด้วยกันในช่วงที่ดำเนินวิจัยนั้น ถึงจะไม่พบศัตรูพืชด้วยกันติดเข้ามา กับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้า แต่ทำให้ทราบถึงช่วงเวลาที่มีการนำเข้า ลักษณะของเมล็ดพันธุ์มะเขือและบรรจุภัณฑ์ รวมถึงด่านตรวจพืชที่มีการนำเข้า ซึ่งนำข้อมูลข้างต้นนำมาใช้ประกอบการพิจารณาการยกเว้นประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องเงื่อนไขการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ และมาตรการในการจัดการศัตรูพืชได้

3) สืบค้นและรวบรวมข้อมูลศัตรูมะเขือ

ประเทศอินเดีย

จากการสืบค้นข้อมูลศัตรูมะเขือจากแหล่งข้อมูลทางวิชาการต่าง ๆ พบศัตรูพืชรวม 384 ชนิด แบ่งเป็นแมลง 203 ชนิด ไร 12 ชนิด หอยทาก 1 ชนิด แบคทีเรีย 21 ชนิด รา 73 ชนิด ไฟโตพลาสมา 6 ชนิด ไวรัส 22 ชนิด ไวรอยด์ 3 ชนิด ไส้เดือนฝอย 22 ชนิด และวัชพืช 21 ชนิด

จากการจัดกลุ่มศัตรูมะเขือพบว่ามศัตรูพืชที่ไม่มีในประเทศไทยแต่มีในประเทศอินเดียและมีโอกาสติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้ามาได้ 28 ชนิด ดังนี้ **แมลง 2 ชนิด** ได้แก่ *Trogoderma granarium* และ *Trogoderma inclusum* **แบคทีเรีย 7 ชนิด** ได้แก่ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas viridiflava* และ *Pseudomonas cichorii* **ไฟโตพลาสมา 1 ชนิด** ได้แก่ *Candidatus Phytoplasma solani* **รา 4 ชนิด** ได้แก่ *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* และ *Verticillium albo-atrum* **ไวรัส 8 ชนิด** ได้แก่ *Alfalfa mosaic virus*, *Broad bean wilt virus*, *Pepino mosaic virus*, *Tobacco rattle virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato black ring virus*, *Tomato mosaic virus* และ *Tomato ringspot virus* **ไวรอยด์ 3 ชนิด** ได้แก่ *Columnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato chlorotic dwarf viroid* **วัชพืช 3 ชนิด** ได้แก่ *Orobanche aegyptiaca*, *Orobanche ramose* และ *Parthenium hysterophorus* (Table 1)

ประเทศอินโดนีเซีย

จากการจัดกลุ่มศัตรูมะเขือพบว่ามศัตรูพืชที่ไม่มีในประเทศไทยแต่มีในประเทศอินโดนีเซียและสามารถติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้ามาได้ 9 ชนิด ดังนี้ **แบคทีเรีย 5 ชนิด** ได้แก่ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* และ *Pseudomonas viridiflava* **ไวรัส 2 ชนิด** ได้แก่ *Tobacco ringspot virus* และ *Tomato ringspot virus* **ไวรอยด์ 2 ชนิด** ได้แก่ *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato apical stunt viroid* (Table 1)

4) การประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการนำเข้ามา การแพร่กระจาย และศักยภาพทางเศรษฐกิจ

ประเทศอินเดีย

ผลการประเมินพบว่าศัตรูพืชทั้ง 28 ชนิด สามารถจัดระดับความเสี่ยงศัตรูพืช (Table 2) ได้ดังนี้

ความเสี่ยงสูง ได้แก่ แบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata* และ *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* **ไวรัส 6 ชนิด** คือ *Alfalfa mosaic virus*, *Broad bean wilt virus*, *Tobacco rattle virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato black ring virus* และ *Tomato ringspot virus* **ไวรอยด์ 3 ชนิด** คือ *Columnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato chlorotic dwarf viroid*

ความเสี่ยงปานกลาง ได้แก่ แมลง 2 ชนิด คือ *Trogoderma granarium* และ *Trogoderma inclusum* **แบคทีเรีย 4 ชนิด** คือ *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* และ *Pseudomonas viridiflava* **ไฟโตพลาสมา 1 ชนิด** คือ *Candidatus Phytoplasma solani* **รา 4 ชนิด** คือ

Boeremia exigua var. *exigua*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* และ *Verticillium albo-atrum* ไวรัส 2 ชนิด คือ *Pepino mosaic virus* และ *Tomato mosaic virus*

ความเสี่ยงต่ำ ได้แก่ วัชพืช 3 ชนิด คือ *Orobanche aegyptiaca*, *Orobanche ramosa* และ *Parthenium hysterophorus*

ประเทศอินโดนีเซีย

ผลการประเมินพบว่าศัตรูพืชทั้ง 9 ชนิด สามารถจัดระดับความเสี่ยงศัตรูพืช (Table 3) ได้ดังนี้

ความเสี่ยงสูง ได้แก่ แบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* และ *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ไวรัส 2 ชนิด ได้แก่ *Tobacco ringspot virus* และ *Tomato ringspot virus* ไวรอยด์ 2 ชนิด คือ *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato apical stunt viroid*

ความเสี่ยงปานกลาง ได้แก่ แบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* และ *Pseudomonas viridiflava*

5) การบริหารจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือ

รวบรวมข้อกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือหรือพืชชนิดอื่นที่ต่างประเทศ กำหนด สำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือ ดังนี้

- ประเทศญี่ปุ่นกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับส่วนขยายพันธุ์ของมะเขือจาก European third countries ว่าต้องมีการรับรองเพิ่มเติมในใบรับรองสุขอนามัยพืช โดยกำหนดศัตรูพืชกักกัน ได้แก่ *Ralstonia solanacearum*, *Liriomyza sativae*, *Amauromyza maculosa*, *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza trifolii* และ *Thrips palmi* (Animal Plant Health Agency, 2015)

- ประเทศมาเลเซีย กำหนดให้มีข้อความรับรองเพิ่มเติมในใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศไทยที่ส่งไปยังประเทศมาเลเซีย ต้องผ่านการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชต่าง ๆ ดังนี้ *Eggplant mosaic virus* และ *Alfalfa mosaic virus* (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2561)

- ประเทศกัวเตมาลา กำหนดให้มีข้อความรับรองเพิ่มเติมในใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศไทยที่ส่งไปยังประเทศกัวเตมาลาต้องผ่านการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชต่าง ๆ ดังนี้ *Cucumber mosaic virus*, *Imperata cylindrica* และ *Paspalum scrobiculatum* (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2561)

- สหรัฐอเมริกากำหนดมาตรการสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์พืชที่มีปริมาณน้อย (small seed lot) ว่าเมล็ดพันธุ์ต้องปราศจากดิน วัสดุปลูก เศษซากพืชต่าง ๆ รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่มีชีวิต เช่น เชื้อสาเหตุโรค แมลง หอย และไร (USDA, 2014)

- สหภาพยุโรปกำหนดให้มีมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์พืชในวงศ์โซลานาเซีย (Solanaceae) เช่น การทดสอบเมล็ดพันธุ์มะเขือว่าปลอดจากเชื้อ *Citrus exocortis viroid* (CEVd) (European Seed Association, 2013)

- ประเทศฝรั่งเศสกำหนดให้มีข้อความรับรองเพิ่มเติมในใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศไทยที่ส่งไปยังฝรั่งเศสต้องผ่านการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชต่าง ๆ ดังนี้ *Pseudomonas* (*Ralstonia*)

solanacearum, *Phoma lingam*, *Pythium* spp., *Tomato bushy stunt virus* และ *Tomato mosaic virus* (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2559)

- ประเทศเนเธอร์แลนด์ กำหนดให้มีข้อความรับรองเพิ่มเติมในใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศไทยที่ส่งไปยังประเทศเนเธอร์แลนด์ต้องผ่านการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชต่าง ๆ ดังนี้ *Eggplant mosaic virus*, *Phomopsis vexans* และ *Potato spindle tuber viroid* (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2561)

- Mediterranean third countries กำหนดชนิดศัตรูพืชกักกันสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือ ได้แก่ *Ralstonia solanacearum*, *Liriomyza sativae*, *Amauromyza maculosa*, *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza trifolii*, *Thrips palmi* และ *Bemisia tabaci* (Animal Plant Health Agency, 2015)

- ประเทศซีเรีย กำหนดให้มีข้อความรับรองเพิ่มเติมในใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศไทยที่ส่งไปยังประเทศซีเรียต้องผ่านการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชต่าง ๆ ดังนี้ *Eggplant mosaic virus*, *Alfalfa mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Broadbean wilt virus*, *Tobacco streak virus*, *Tobacco mosaic virus*, *Tomato bushy stunt virus* และ *Tomato black ring virus* (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2561)

- ประเทศนิวซีแลนด์มีข้อกำหนดสำหรับการส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชในสกุลโซลานัม (*Solanum*) ว่า NPPO ของประเทศผู้ส่งออกต้องยืนยันข้อความเพิ่มเติมลงในใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าเมล็ดพันธุ์พืชในสกุลโซลานัมสำหรับนำมาเพาะปลูกนั้นต้องมาจากพื้นที่ที่ปลอด (pest free area) จากเชื้อ *Potato spindle tuber viroid* หรือมาจากแหล่งผลิตที่ปลอด (pest free place of production) จากเชื้อ *Potato spindle tuber viroid* หรือเมล็ดพันธุ์พืชในสกุลโซลานัมต้องผ่านการตรวจสอบอย่างเป็นทางการ โดยการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เพื่อเป็นตัวแทนและใช้วิธีการตรวจสอบที่เหมาะสม ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่าปลอดจากเชื้อ *Potato spindle tuber viroid* (Ministry for Primary Industries, 2017)

ประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย

ศัตรูพืชทั้ง 28 และ 9 ชนิด ของเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย ตามลำดับ มีศักยภาพเป็นศัตรูพืชกักกัน จึงกำหนดมาตรการเพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชที่อาจจะติดเข้ามากับเมล็ดพันธุ์มะเขือที่นำเข้าจากทั้ง 2 ประเทศ โดยมีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

1. มาตรการสุขอนามัยพืชที่ปฏิบัติ ณ ประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซียก่อนส่งออกเมล็ดพันธุ์มะเขือ เช่น

- เมล็ดพันธุ์มาจากแหล่งปลอดศัตรูพืช (Pest free area) หรือแหล่งผลิตปลอดศัตรูพืช (Pest free production site)

- เมล็ดพันธุ์ต้องมาจากต้นพ่อแม่ที่ผ่านการตรวจสอบในระยะการเจริญเติบโตว่าปราศจากศัตรูพืชกักกัน หรือเมล็ดพันธุ์ต้องผ่านการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการว่าปลอดจากศัตรูพืชกักกัน

- การคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

- มีการสุ่มตรวจเมล็ดพันธุ์ก่อนส่งออกว่าปลอดจากศัตรูพืชกักกันที่กำหนดทุกชนิดและดำเนินการตามที่ประเทศคู่ค้ากำหนด

- มีใบรับรองสุขอนามัยพืชที่ออก ณ ประเทศต้นทาง และต้องระบุข้อความเพิ่มเติมว่าได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดก่อนการนำเข้า

2. มาตรการสุขอนามัยพืชที่ปฏิบัติ ณ จุดนำเข้า เช่น

- เมล็ดพันธุ์มะเขือต้องถูกสุ่มเพื่อตรวจสอบศัตรูพืชในเบื้องต้น (หากพบแมลงศัตรูพืชกักกันที่มีชีวิตให้ทำการกำจัดหรือส่งกลับ)

- ส่งเมล็ดพันธุ์ที่สุ่มมาตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบในชั้นละเอียดต่อไป โดยเมล็ดพันธุ์มะเขือทั้งหมดต้องถูกกักไว้ในที่ที่ได้รับอนุญาตให้เป็นที่กักและรอผลการตรวจสอบจากห้องปฏิบัติการและโรงเรือนที่ปลูก เพื่อสังเกตอาการว่าปลอดจากศัตรูพืชกักกัน จึงอนุญาตให้นำเมล็ดพันธุ์ออกไป

ผลของการศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของเมล็ดพันธุ์มะเขือนำเข้าจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซียทำให้ทราบชนิดศัตรูพืชกักกันที่มีความเสี่ยงที่จะติดมากับเมล็ดพันธุ์มะเขือ สามารถตั้งรกรากแพร่กระจาย และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อมกับประเทศไทย มาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ โดยมีการพิจารณามาตรการสุขอนามัยพืชที่มีประสิทธิภาพเหมาะสม และประเทศต้นทางสามารถนำไปปฏิบัติก่อนการส่งออกเมล็ดพันธุ์มะเขือได้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรการสุขอนามัยพืชที่สากลกำหนด โดยนำรายชื่อศัตรูพืชกักกันแต่ละชนิด และมาตรการสุขอนามัยพืชที่ได้จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชไปกำหนดเป็นเงื่อนไขการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ รวมถึงสามารถใช้ข้อมูลศัตรูพืชและมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือที่ได้รวบรวมไว้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป สำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือหรือเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่นจากต่างประเทศได้ ทำให้การดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือหรือเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่นดำเนินการได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น เพื่อสนับสนุนให้ประเทศไทยก้าวสู่การเป็นฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชที่มีคุณภาพและเป็นที่ต้องการของตลาดโลก ซึ่งในปัจจุบันบริษัทเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ ให้ความสนใจที่จะนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศเข้ามาเพื่อปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาสายพันธุ์ในประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งเป็นการขยายธุรกิจและตอบโต้ภัยความต้องการของเกษตรกรและการเป็นศูนย์กลางการผลิตเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเพื่อกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชที่มีประสิทธิภาพสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์นั้น จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อปกป้องระบบการเกษตรจากศัตรูพืชที่ร้ายแรง และสร้างเสถียรภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ ทำให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตเมล็ดพันธุ์ในภูมิภาคได้อย่างมั่นคง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเป็นบริบทหนึ่งที่สำคัญอย่างมากต่องานด้านกักกันพืช เพื่อปกป้องระบบการเกษตรจากศัตรูพืชร้ายแรงที่ไม่มีปรากฏในประเทศไทย ไม่ให้เข้ามาแพร่ระบาดได้ ซึ่ง ณ ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าผลิตผลพืชจากต่างประเทศอย่างต่อเนื่องจากแหล่งต่าง ๆ จึงมีโอกาสดูแลศัตรูพืชร้ายแรงจะติดเข้ามาพร้อมกับพืชและผลิตผลพืชได้ ปัจจุบันพบรายงานในหลายประเทศที่เป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรมายังประเทศไทยว่ามีการแพร่ระบาดของศัตรูพืชร้ายแรงชนิดใหม่ที่ไม่ปรากฏในประเทศไทย ดังนั้นการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการนำเข้าสินค้าเกษตรจากต่างประเทศ จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายของการดำเนินงานด้านกักกันพืช

ประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชที่ชัดเจนอีกประการหนึ่งคือ มีข้อมูลทางวิชาการเพื่อสนับสนุนในกรณีที่เกิดการโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับรายชื่อศัตรูพืชกักกันหรือ การกำหนดมาตรการ

สุขอนามัยพืชต่าง ๆ ที่ประเทศไทยกำหนดขึ้นกับประเทศคู่ค้า โดยชี้แจงข้อมูลทางวิชาการที่ได้จากวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชพร้อมเอกสารอ้างอิงแจ้งให้ประเทศคู่ค้าพิจารณา ซึ่งจะช่วยลดข้อพิพาทและทำให้ประเทศคู่ค้ายอมรับมาตรการ เพื่อลดความเสี่ยงของศัตรูพืชที่ประเทศไทยกำหนดขึ้น หากไม่มีการดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชจะขาดเหตุผลทางวิชาการที่สนับสนุนมาตรการสุขอนามัยพืชเพื่อบังคับใช้กับประเทศคู่ค้า นอกจากนี้การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชต้องมีการปรับปรุงข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์และเป็นปัจจุบัน เพราะในสภาพการณ์ปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของศัตรูพืชร้ายแรงชนิดใหม่ ซึ่งอาจมีการระบาดในแหล่งผลิตพืชส่งออกที่จะส่งมาประเทศไทย โดยนำข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมาใช้ประกอบการพิจารณาทบทวนหรือยกเลิกมาตรการสุขอนามัยพืชเดิม และกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชใหม่ที่สอดคล้องกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่ร้ายแรงชนิดใหม่ โดยประเทศคู่ค้าไม่สามารถโต้แย้งมาตรการสุขอนามัยพืชที่ประเทศไทยกำหนดขึ้นได้ เพราะอยู่บนพื้นฐานข้อมูลทางวิชาการที่นานาประเทศให้การยอมรับ

Table 1 Pest risk assessment for quarantine Pest of eggplant seeds.

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
INSECTS						
<i>Trogoderma granarium</i>	Khapra beetle	India	<p>Yes: Adult beetles about 2 to 3 mm long and Larvae size from 1.6 to 5 mm long (AGDA, 2016). Khapra beetle may become present in grain, bags, crates, containers and other storage (AGDA, 2016). Larvae in particular often conceal themselves in cracks and crevices and can be difficult to detect. Can occur in almost any stored commodity. Can be very persistent as pest of storage structures, handling machinery and transport vessels. Larvae can wander into and be transported in diapause in almost any dry cargo. Therefore, <i>T. granarium</i> likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.</p>	<p>Yes: Cotton, barley, rice, sorghum, wheat, maize (CABI, 2018) and dried plant or animal products, grain, seed, dried fruit (AGDA, 2016) are hosts. These host plants are growing in Thailand. Adult females lay 50-100 at eggs a time, which can produce up to nine generations a year (AGDA, 2016). <i>T. granarium</i> does not occur at temperatures below 21°C, but can proceed at very low humidity, for example at 25°C and 2% RH. Development is most rapid in hot, humid conditions, taking about 18 days at 35°C and 73% RH (CABI, 2018), without food, diapausing larvae may survive about 9 months; with food, they may live for 6 years (CABI, 2018). <i>T. granarium</i> may remain hidden deep in the stored food for relatively long periods (CABI, 2018). It may be established in Thailand. Its spread is probably dependent on movement of infested goods or in containers where it may be transported while in diapause (Harris, 2006). Therefore, <i>T. granarium</i> has the potential to establish and spread in of Thailand.</p>	<p>Yes: <i>T. granarium</i> is a serious pest of cereal grains and oilseeds, and many countries, including the USA, Australia, China, Kenya, Uganda and Tanzania, have specific quarantine regulations against possible importation (CABI, 2018) and it's the most serious pest of stored products throughout the world (Muhammad <i>et al.</i>, 2006). Khapra beetle is of highly economic importance (Muhammad <i>et al.</i>, 2007). There is a federal quarantine restricting the importation of rice into the USA (Banks, 1994). It is very persistent pest of structures and transport vessels. <i>T. granarium</i> was present in more than 50% of samples. Infestation levels ranged up to 685 insects/kg grain. Damage caused a loss in weight averaging 16.36% (CABI, s2018). Therefore, <i>T. granarium</i> has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Trogoderma inclusum</i>	large cabinet beetle	India	Yes: Larvae in particular often conceal themselves in cracks and crevices and can be difficult to detect (CABI, 2018). Risk of entry highest in mixed feeds, processed commodities or in grain in poor condition with significant admixture of other material. Therefore, <i>T. inclusum</i> may be associated with the pathway (seed) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Wide range of stored products, including raw grains and processed foods are hosts. The adults are short lived and the females lay about 100 eggs. Development can take place between 20-40°C. Under favourable conditions the entire life cycle may take as little as 50 days at 30°C and 70% RH. <i>T. inclusum</i> is very tolerant of low relative humidities (CABI, 2018). <i>T. inclusum</i> can breed on a variety of stored foodstuffs and also capable of establishing in the natural environment. It easily spread by movement of infested material in trade. Adults can fly. Therefore, this pest has the potential to establish and spread in of Thailand.	Yes: Seeds and other dried plant and animal material are affected. In Canada this species is the most frequently encountered species of <i>Trogoderma</i> infesting stored produce. Larval skins are highly allergenic. Presence of any <i>Trogoderma</i> species can lead to trade difficulties in its own right or due to its close similarity to the khapra beetle, <i>T. granarium</i> . It is a quarantine pest in Australia under existing legislation (CABI, 2018). Therefore, <i>T. inclusum</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes
BACTERIA						

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	bacterial canker of tomato	Indonesia, India	<p>Yes: <i>Cmm</i> is an economically important pathogen that is seed transmitted.</p> <p>Contaminated seeds and transplants are responsible for long-distance dissemination of the pathogen. Under conducive conditions, even low levels of seed contamination can result in disease outbreaks. Therefore, <i>Cmm</i> has the potential to entry into Thailand.</p>	<p>Yes: Contaminated seeds is as a source of inoculum. Seed contamination rates as low as 0.01-0.05% (1-5 seeds per 10,000) could be enough to initiate an epidemic of bacterial canker in production fields (Gitaitis <i>et al.</i>, 1991). The minimum, optimum and maximum temperatures for growth and survival of <i>Cmm</i> are 1°C, 24-28°C and 35°C, respectively (Strider, 1969). <i>Cmm</i> can survive for more than two years in crop residues on the soil surface but for a shorter time when buried in the soil (Chang <i>et al.</i>, 1992, Gleason <i>et al.</i>, 1993). <i>Cmm</i> has been found in overwintered crop residues in different climate zones. <i>Cmm</i> is spread by splashing water, during tying, staking and harvesting, during spraying with pesticides and on clothes during crop handling, particularly following guttation and where free water is available. Therefore, <i>Cmm</i> has the potential to establish and spread in Thailand.</p>	<p>Yes: <i>Cmm</i> is a quarantine pest in Thailand. Infections often result in high yield losses; in several cases losses of between 50-100 % have been reported. However, growers and the seed industry are putting considerable efforts into preventing the introduction and dissemination of <i>Cmm</i>. It should be considered of moderate phytosanitary risk due to its worldwide distribution and the availability of seed treatments (Dry heat treatment at 80 °C for 24-48 (Xiulan Xu, 2010) or 80°C for 1 h or 76–78 °C for 48 hr (Kannan and Bastas, 2016) to reduce seedborne inoculum. Seed testing has proven to be a good control option by discarding contaminated seed lots. Indirect evidence from seed disinfection studies indicate that a small percentage of seed infection may be deep-seated within the seed tissue (Dhanvantari and Brown, 1993). Therefore, <i>Cmm</i> has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pseudomonas cichorii</i>	bacterial blight of endive	Indonesia, India	Yes: <i>P. cichorii</i> is post harvest and seed borne. It is survived, in artificially inoculated seeds for 3 months at 5°C (Richardson, 1990). Some authors suggest seed is a pathway, however, no references found indicating seed as a pathway for <i>P. cichorii</i> in tomato. The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, this pest has the potential to entry into Thailand.	Yes: <i>P. cichorii</i> has a wide host range and has been cited as a causal agent of pith necrosis, speck-like symptoms, and a leaf spot in tomato. Disease develops over a wide temperature range, the optimum being 20-28°C. At higher temperatures, lesion expansion declines and ceases at temperatures above 36°C (Jones <i>et al.</i> , 1984). The very wide host range of <i>P. cichorii</i> suggests that there may exist many weed plants that act as alternative hosts. Splashing water (rain, sprinkler irrigation, water dripping from the roof of greenhouses, etc.) results in dispersal of <i>P. cichorii</i> within the crop, from soil to plant or from plant to plant. Adults of <i>Liriomyza trifolii</i> are able to acquire and transmit <i>P. cichorii</i> . Therefore, this pest has the potential to establish and spread in of Thailand.	Yes: <i>P. cichorii</i> is a quarantine pest in Thailand. Control of disease caused by <i>P. cichorii</i> is difficult to achieve when conditions favour the pathogen. <i>P. cichorii</i> cause severe damage to the host and can result in outbreaks. Severe disease outbreaks on lettuce leading to losses of up to 100%. <i>P. cichorii</i> is long distances as the bacterium may be carried in commodities either in tissue lesions (symptomatic plants) or epiphytically on asymptomatic plants. Therefore, <i>P. cichorii</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pseudomonas corrugata</i>	pith necrosis of tomato	India	Yes: <i>P. corrugata</i> was detected in Egypt in imported tomato seed lots. Also, seed liable to carry the pest in trade/transport. The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>P. corrugata</i> has the potential to entry into Thailand.	Yes: Tomato is main host. Eggplant, chrysanthemum, pepper, strawberry, grapevine, potato and cucumber are hosts (CABI, 2018). These host plants are growing in Thailand. The disease subsequently attacked plants grown in contaminated soil. Survival in soil is greater at 15°C than at 22°C (Ryder and Bird, 1993). <i>P. corrugata</i> has been isolated from water used for irrigation (Scarlett <i>et al.</i> , 1978). The infection was recorded in soil-less cultivated tomato; thus, the inoculum was probably introduced with infected plantlets (Fiori, 2002). Therefore, this pathogen has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: <i>P. corrugata</i> is a quarantine pest in Thailand. Its widespread occurrence and its weak and opportunistic pathogenic character (CABI, 2018). Under conditions favourable for the disease, severe economic losses or total crop loss can occur in plantlets. This disease has been observed in pepper mainly in areas where tomato pith necrosis was reported (CABI, 2018). Therefore, <i>P. corrugata</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>aptata</i>	leaf spot of sugarbeet	India	Yes: Field evidence suggested contaminated seed as the source (CABI, 2018). The pathogen can be carried on seed as a contaminant (David, 2000). <i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i> can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i> likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Eggplant, cucumber, lettuce, melon, sugar beet, sunflower are main hosts (CABI, 2018). Eggplant and cucumber are growing in wide area in Thailand. This pathogen is distribution in temperate, tropical and subtropical regions (CABI, 2018). Soil particles can lodge onto leaf spots, so brush lesions gently to remove loose debris (Mohamed <i>et al.</i> , 2013). It is capable of causing vascular blackening and root necrosis (David, 2000). The pathogen spreaded out by irrigation water (Riffaud and Morris, 2002). Therefore, this pathogen has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: <i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i> has been causing substantial losses in Cantaloupe in France (Naqvi, 2004). A severe bacterial leaf spot on commercial cultivars of sugar beet (Stojšin <i>et al.</i> , 2015). Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	wildfire	Indonesia, India	Yes: <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> attach with leaf, seed (seedborne), seedling (CABI, 2018). <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> has wide host such as capsicum, eggplant, cucumber, potato, soyabean, tobacco, tomato, etc., (Plantwise Knowledge Bank, nd.). <i>Capsicum</i> , eggplant, cucumber, soyabean, tobacco, and tomato are growing in Thailand. This pathogen is distribution in temperate, tropical and subtropical regions (CABI, 2018). The pathogen was isolated by inoculating rhizosphere and soil washings into tobacco leaves (Knoche <i>et al.</i> , 1993). <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> is seedborne on tobacco (CABI, 2018) and soil-borne (Richardson, 1990). Spread of the disease is usually observed after rain storms, with the direction of spread determined by the wind (Plantwise Knowledge Bank, nd.) and contaminated seed (seedborne) (CABI, 2018). Therefore, this pathogen has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: Disease incidence up to 76% was observed on tobacco in Zimbabwe, while an incidence of up to 95% occurred on soyabean in Kazakhstan (Plantwise Knowledge Bank, nd.). Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	bacterial speck	Indonesia, India	Yes: Tomato seeds contaminated by <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> . To detected the pathogen in 7 of 38 pepper seed lots at levels higher than 1,000 c.f.u./g seeds (Richardson, 1990). Flower, fruit, leaf, seed, seedling and stem liable to carry the pest in trade or transport. This bacterium survived on dry seeds for 20 years (Richardson, 1990). The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> has the potential to entry into Thailand.	Yes: Tomato is main hosts (CABI, 2018). Capsicum and eggplant are hosts (McDougall et al., 2013). They are growing in Thailand. High humidity and cool temperatures (18-24°C) favour disease development. The disease develops and spreads only at temperatures between 13-28°C and at high relative humidity when there is free water on the leaves. <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> can persist in the soil for long periods in the absence of tomato, but higher temperature can rapidly reduce survival of the bacteria. The bacterium is seedborne and carry over in soli or plant debris (Richardson, 1990). It is disseminated via splashing rain and machinery used in clipping transplants. It is seed transmission and spread by contaminated seeds. Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> is a quarantine pest in Thailand. Young leaf, stem, floral and fruit tissues are most susceptible. Bacterial speck is a significant source of economic loss in the tomato industry. Lesions may make fruit unfit for fresh market. In the field, yield losses varied from 75% in plants infected at an early stage of growth to 5% in plants infected later in the season. Occurrence of the outbreak resulted in approximately 20 and 25% seedling losses. The disease incidence was approximately 5% in 142 commercial greenhouses. Therefore, <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pseudomonas viridiflava</i>	bacterial leaf blight of tomato	Indonesia, India	Yes: In USA, it is causing soft rot lesions of petioles and isolated from symptomless roots and recovered from 20 g lots of two seed samples tested (Richardson, 1990). Seed, flower, fruit, leaf, seedling, stem are liable to carry the pest in trade/transport (CABI, 2018). The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>Pseudomonas viridiflava</i> has the potential to entry into Thailand.	Yes: Onoin, kiwifruit, melon, cucumber, tomato, capsicum are main hosts (CABI, 2018). Eggplant is host and growing in Thailand. The pathogen can infect all forms of vegetative tissue causing damage to leaves, stems, pedicels, petioles, floral and vegetative buds, fruits and roots at all times of the growing season (CABI, 2018). <i>P. viridiflava</i> has been reported from host plants in many countries and is likely to have a world-wide distribution (CABI, 2018). <i>P. viridiflava</i> has been shown to be transmissible on seed (Mariano and McCarter, 1992). The pathogen is thought to be carried in aerosols in wind-driven rain within and between crops (CABI, 2018). Therefore, <i>Pseudomonas viridiflava</i> has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: <i>P. viridiflava</i> is a quarantine pest in Thailand. <i>P. viridiflava</i> may very occasionally cause significant crop damage, though it is commonly isolated as a sub-population in the investigation of more vigorous pathogens (CABI, 2018). Therefore, <i>P. viridiflava</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes
FUNGI						

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i>	leaf spot	India	Yes: <i>B. exigua</i> var. <i>exigua</i> as a seedborne pathogen of sugarcane. It is recognized as one of the most widespread and damaging seedborne fungi of Phaseolus bean seeds in Ethiopia (CABI, 2018). The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>B. exigua</i> var. <i>exigua</i> likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Eggplant, cotton, ginger, lemon, okra, potato, etc., are hosts (Plantwise Knowledge Bank, nd.). These hosts are growing in Thailand. <i>B. exigua</i> var. <i>exigua</i> may be active in both in cool and warm conditions. Its optimum temperature for growth is from 20-24°C (Ephytia, 2013). It is a ubiquitous soilborne saprobe, weak pathogen or wound parasite (Plantwise Knowledge Bank, nd.). Likely it survives on plant debris. The conidia ensure the survival and dissemination of the pathogen (Ephytia, 2013). The pathogen spreaded out by soil, plant debris and seed. Therefore, <i>B. exigua</i> var. <i>exigua</i> has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: A weak pathogen but widespread in soils throughout the world. This pathogen is associated with stem and leaf lesions of a wide range of host plants and with rotting fleshy roots and tubers, often causing distinct symptoms such as leaf spots, stem lesions, damping off, dieback, root rots and tuber rots (gangrene of potato) (CABI, 2018). Therefore, this pest has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Didymella lycopersici</i>	canker of tomato	India	Yes: Hyphae and pycnidia of <i>D. lycopersici</i> are found within the hairy seed coat and endosperm but rarely in the embryos. <i>D. lycopersici</i> does not affect the viability of tomato seeds (CABI, 2018). Almost 30% seed transmission in tomato. In Poland, seed infection not viable after 1 year in store (Richardson, 1990). Also, the pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>D. lycopersici</i> has the potential to entry into Thailand.	Yes: Tomato is main host. Eggplant, pepper, potato are other hosts (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. <i>D. lycopersici</i> over winters on host plant debris in the soil, composting waste and plant supports. Survival is increased by high moisture, high organic matter levels and low temperature (CABI, 2018). Conidia can occur at temperatures up to 28°C, but is optimum at 17°C and infection is most likely during cool, humid weather (>90% RH) (CABI, 2018). Water-splash, soil dispersal of conidia, and contaminated nutrient solutions and tools are the main means of dissemination; air dispersal and seed transmission are less important (CABI, 2018). Therefore, <i>D. lycopersici</i> has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: Pre- and post emergence seedling losses of 50–90% have frequently been reported. In conventional production, the fungicide thiram is widely used for the control of seed-borne fungal pathogens, including <i>D. lycopersici</i> . Nitritee [sodium nitrite in citric acid buffer (pH 2)] at 300 mmol l ⁻¹ was completely effective, as was the fungicide, at controlling disease when applied for less than 20 minutes. Therefore, <i>D. lycopersici</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Fusarium crown rot	India	Yes: The infestation of tomato seed by <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> was investigated. <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> was isolated from all seeds in such fruit. The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> has the potential to entry into Thailand.	Yes: Eggplant is susceptible host and tomato is the main host (CABI, 2018). <i>Fusarium</i> is a soil inhabiting fungus which overwinters between crops in infected plant debris. Mycelium and spores enable it to remain in cropped or fallow soil for long periods. The spores can be spread to other plants or areas by wind, water or through the movement of soil. If the fungus reaches the fruit it may contaminate the seed, providing the soil moisture is high and the temperature is relatively low. Therefore, <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: The fungus survived on seed sent across Canada and stored for up to 12 weeks. The contact of clean seed with hands that had previously handled <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> -infested sawdust resulted in a high level of seed infestation. Treatment with NaOCl or NaHCl did not completely disinfest infested seed. Therefore, <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Verticillium albo-atrum</i>	verticillium wilt of lucerne	India	Yes: <i>V. albo-atrum</i> in infected seeds, tubers and hay or as surface contaminants on these commodities (CABI, 2018). In USA, <i>Solanum</i> field evidence of seed transmission (Richardson, 1990). This pathogen is attached with fruit, leaf, root, seed and stem. <i>V. albo-atrum</i> was detected in <i>Capsicum</i> spp. seeds from Guyana, Italy, Taiwan Province of China and USA that were processed for quarantine clearance at NBPGR, New Delhi. (Agarwal <i>et al.</i> , 2005). The pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, <i>V. albo-atrum</i> likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Tomato is main host and eggplant is host (CABI, 2018). Capsicum, tomato, potato and eggplant are the four vegetable crops most commonly affected by this disease. These hosts are growing in Thailand. <i>V. albo-atrum</i> has limited powers of survival and, for herbaceous hosts, loses viability too rapidly for it to be a major inoculum source in proper crop rotation (CABI, 2018). <i>V. albo-atrum</i> is favoured by moderate temperature and suppressed by high temperatures, in glasshouse tomato production is suppressed during the summer months when average temperatures exceed 25°C (CABI, 2018). In woody-host tissues survival may extend up to 4 years. The pathogen can be isolated from all parts of infected plants, including roots, stems, leaves, flowers, fruits and seeds (CABI, 2018). <i>V. albo-atrum</i> is contamination of debris of diseased plants and/or particles of infested soil on farm implements such as harvesting machines, insect and seed transmission (CABI, 2018). Therefore, <i>V. albo-atrum</i> the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: <i>V. albo-atrum</i> is a quarantine pest in Thailand. <i>V. albo-atrum</i> on lucerne is listed as a quarantine organism in Canada (Anonymous, 1983). <i>V. albo-atrum</i> occurs on numerous economically important plant species. The most prominent hosts are lucerne, potato, hop and tomato (CABI, 2018). Therefore, <i>V. albo-atrum</i> has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

VIRUSES

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Alfalfa mosaic virus</i>	alfalfa yellow spot	India	Yes: AMV is seed transmission, with a 2%, 30.3% and 1.7-3.3% transmission rate in <i>Capsicum</i> sp., petunia and tomato respectively. It is seed-borne in several Solanaceae (Richardson, 1990). Also, this virus is contaminated to eggplant seeds and can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, AMV has the potential to entry into Thailand.	Yes: Bean, cowpea, cucurbit, lettuce, potato, soyabean, tobacco, capsicum and tomato are main hosts, eggplant is another host (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. AMV has a very wide host range infecting at least 697 species in 167 genera of 71 families (Edwardson and Christie, 1997). AMV has a world-wide distribution (CABI, 2018). AMV is transmitted in the stylet-borne or non-persistent manner (Swenson, 1952) by many species of aphids including <i>Acyrtosiphon pisum</i> and <i>Myzus persicae</i> (presented in Thailand) (CABI, 2018). AMV is reported to be seedborne in several host species (CABI, 2018). Therefore, AMV the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: AMV is a quarantine pest in Thailand. AMV infection of parent lucerne plants can result in a 30-50% reduction in seed germination (CABI, 2016). Infection reduces the flowering and seed yield of <i>Trifolium subterraneum</i> (Jones, 1992) and the crop yield of <i>Vigna angularis</i> can be reduced by up to 70% (Iizuka, 1990). The host plants of AMV are growing wide area in Thailand and it survive and spread in all regions of Thailand. Therefore, AMV has the potential for economic consequences wide area of Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Broad bean wilt virus</i>	lamium mild mosaic	India	Yes: BBWV is seed transmission (CABI, 2018) transmitted at low levels from seed in France (Richardson, 1990). This pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, BBWV likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Eggplant, carrot, cowpea, soyabean, tobacco, tomato, etc. are main hosts (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. BBWV has been reported in natural infections of 180 species of 41 plant families and thus has a very extensive natural host range (CABI, 2018). BBWV is distributed in tropical and subtropical. BBWV is transmitted by aphids in a non-persistent manner such as, <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis faba</i> (Presented in Thailand) (CABI, 2018). BBWV has been reported to be seed transmitted in faba bean at a rate of 0.4-0.6% (Makkouk <i>et al.</i> , 1990). Therefore, BBWV the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: BBWV can cause substantial yield loss because of its effect on plant development and quality (CABI, 2018). In France, 50-80% yield loss by BBWV was measured in broad bean (Putz and Kuszala, 1973). Therefore, BBWV may be affected on economic impact.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Pepino mosaic virus</i>	PepMV	India	Yes: PepMV is tomato seed transmission and transmission rate of PepMV is 0.026-2% (Hanssen <i>et al.</i> , 2010). This pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, PepMV has the potential to entry into Thailand.	Yes: Host plant studies show that other Solanaceous crop plants like eggplant and potato can be infected (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. The virus can be present on the outside of seeds collected from infected fruits (CABI, 2018). Distribution in tropical and sub-tropical (CABI, 2018). It is transmitted by contact, contaminated tools, hands, clothing, direct plant-to-plant contact, and propagation (grafting, cuttings), as well as by seeds. Bumble bees (<i>Bombus</i> spp.) used as pollinators in tomato crops can also spread the virus (EPPO, 2016). PepMV is easily mechanically transmissible. Since symptoms are not always readily recognized, there is a danger that the virus can spread rapidly and unnoticed. The virus is thought to remain viable in dry plant material for as long as 3 months. Therefore, PepMV the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: PepMV is a quarantine pest in Thailand. Seed transmission of PepMV is a major concern to tomato industry. It appears that losses were not very significant (only 5% of the growers reported economic losses of less than 5%) (EPPO, 2016). It appears that the disease spreads very rapidly and that the virus can cause significant crop losses (EPPO, 2016). It should be considered of moderate phytosanitary risk due to its worldwide distribution and the availability of seed treatments (Dry heat treatment at 72-80 °C for 72 hr to reduce seedborne inoculum. Seed testing has proven to be a good control option by discarding contaminated seed lots. Therefore, PepMV has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tobacco rattle virus</i>	spraing of potato	India	Yes: TRV is seed transmission. In USA, detected by ELISA and ISEM in seeds of <i>Solanum sarachoides</i> (Richardson, 1990). Also, this virus is contaminated to eggplant seeds and can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, TRV likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Potato, bell pepper, rye, tobacco, etc. main host (CABI, 2018). Eggplant is host. TRV naturally infects many perennial bulbous ornamentals (Thomsen, 1986) and wild species, all important inoculum reservoirs (CABI, 2018). Substantial infections by nematodes occur only at temperatures above 10°C, with maximum viral transmission between 15-20°C (van Hoof, 1975). TRV is mainly transmitted by species belonging to two genera of plant parasitic nematodes, <i>Trichodorus</i> and <i>Paratrichodorus</i> , but not with the number of potential nematode vectors (CABI, 2018). Therefore, TRV has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: TRV is a quarantine pest in Thailand. In central Italy, pepper fields with 30-40% infected plants and significant yield losses have been reported (Marte <i>et al.</i> , 1979). Yearly losses in carrot from virus diseases including TRV exceeded 50% in eastern Germany (Wolf and Schmelzer, 1973). Therefore, TRV may be affected on economic impact.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tobacco ringspot virus</i>	TRSV	India	<p>Yes: TRSV is seed transmission and the rate of solanaceous seeds was 20% (petunia), 3.2-9.8% (eggplant) (Sastry, 2013). Long-range dispersal in trade is in host plants and parts of plants, including seeds; accompanying soil may harbour infective seeds and the nematode vector (EPPO, nd.). TRSV can survive in transport condition to prevent seed quality. Therefore, TRSV has the potential to entry into Thailand.</p>	<p>Yes: TRSV is wide host rang and suitable host are growing wide area and all regions of Thailand. Capsicum and tomato are main hosts and eggplant is another host. The optimum temperature for TRSV transmission is 15°C. At lower temperatures, up to 25 °C, the plants became systemically infected, but at higher temperatures, the infections were limited to the inoculated leaves. TRSV is distribution in temperate, tropical and subtropical regions. The virus is readily transmitted mechanically to herbaceous hosts. The percentage of infected seeds and the rate of transmission did not change after storage for 5 years either at room temperature or at 1-2°C. TRSV is transmitted by the nematode <i>Xiphinema americanum</i> (presented in Thailand; Sontirat, 1995) and <i>X. rivesi</i>, these nematodes can transmit to many different host species, at high efficiency. A number of other vectors have been suggested: <i>Thrips tabaci</i>, <i>Aphis gossypii</i> and <i>Myzus persicae</i> (these vectors are presented in Thailand; EK-Amnuay, 2010). Therefore, TRSV has the potential to establish and spread in Thailand.</p>	<p>Yes: The only really serious disease caused by TRSV is bud blight of soyabean in USA, which can involve serious damage to plants, yield losses of 25-100%, and poor seed quality (EPPO/CABI, 1996). Serious damage to plants, yield losses of 25-100% and poor seed quality (EPPO, nd.). TRSV causes serious damage to bell pepper crops (Green and Kim, 1991). TRSV has a certain impact on grapevines in northeastern USA, causing a decline (EPPO, nd.). TRSV has recently been added to the EPPO A2 list and is considered as a quarantine pest by APPPC (EPPO, nd.). Therefore, TRSV has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tomato black ring virus</i>	ring spot of beet	India	<p>Yes: TBRV is seed transmission and the rate of solanaceous seeds is 29.1%. in petunia, 19% in tomato (Sastry, 2013). TBRV is quarantine pest of concern in imported capsicum, eggplant and tomato seeds into india (Latha and Sathyanarayana, 2012). This pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, TBRV has the potential to entry into Thailand.</p>	<p>Yes: Capsicum, eggplant, lettuce, onion, potato, strawberry, tomato, etc. are main hosts (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. The incidence of infection of seed by TBRV has been reported in more than 24 species in more than 15 plant families and can occur through both the pollen and the ovule (CABI, 2018). Distribution in tropical and sub-tropical (CABI, 2018). The virus can be dispersed by transport of soil containing. TBRV-infected nematodes and/or TBRV-infected seed (EPPO, nd). TBRV is transmitted by species of the free-living soil-inhabiting nematode, <i>Longidorus elongatus</i> (Presented in Thailand) and transmission by seed (CABI, 2018). Therefore, TBRV the potential to establish and spread in Thailand.</p>	<p>Yes: TBRV is a quarantine pest in Thailand. TBRV causes chlorotic mottling, ringspotting or leaf curling depending on the cultivar, with some stunting and decrease in yield (CABI, 2018). In some weed seed, TBRV infection delays germination (CABI, 2018). The virus induces severe decline in vigour causing significant losses in productivity both quantitatively and qualitatively (Murant <i>et al.</i>, 1996). Therefore, TBRV has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tomato mosaic virus</i>	ToMV	India	Yes: ToMV is seed transmission (CABI, 2018). Identified in tomato seed from symptomless fruit imported to UK from Spain, Morocco, Israel and Tenerife (Richardson, 1990). The percentage of contaminated seeds varies greatly in different fruits; up to 94% of seeds may contain the virus (Hollings and Huttinga, 2018). This pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, ToMV likely to be associated with the pathway (seeds) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Eggplant is other host, capsicum and tomato are main hosts (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. It is reported to be transmissible to at least 127 other species in 23 families (Edwardson and Christie, 1997). In winter, with short days, low light intensity and low temperatures (below 20°C), plants are often severely stunted (CABI, 2018). Distribution in tropical and sub-tropical (CABI, 2018). It occurs worldwide and due to inadvertent dissemination of virus in contaminated seed stocks (CABI, 2018). The virus can remain infective for many months on contaminated testae of seeds collected from infected mother plants, be transmitted mechanically to young seedlings if handled during transplantation and in debris of infected plants in soil (CABI, 2018). Therefore, ToMV the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: It is generally recognized that it can cause significant loss of fruit yield and quality (CABI, 2018). Infection reduced if fruit stored for week. Infected tomato seed germinated more slowly than uninfected in Poland (Richardson, 1990). It is therefore recommended that only healthy or treated seed should be used in international trade (CABI, 2018). Uncontaminated tomato seed germinated more quickly than seed infected (Macias, 1980). The yield of infected non-resistant greenhouse- or field-grown susceptible crops can be reduced by up to 25%. Therefore, this pest has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tomato ringspot virus</i>	ringspot of tomato	Indonesia, India	Yes: ToRSV is seed transmission (CABI, 2018). ToRSV has been demonstrated to be seedborne in several species such as soyabean, strawberry, raspberry (CABI, 2018). TRSV is 3% seed transmission in tomato (Richardson, 1990; Sastry, 2013). ToRSV is quarantine pest of concern in imported capsicum and tomato seeds into india (Latha and Sathyanarayana, 2012). This pathogen can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, ToRSV has the potential to entry into Thailand.	Yes: Eggplant is other hosts, grapevine and tobacco are main host (CABI, 2018). Capsicum and tomato are the major agricultural hosts (Latha and Sathyanarayana, 2012). These hosts are growing in Thailand. This virus is distributed in tropical and subtropical. The virus is readily transmissible by grafting and by sap inoculation to herbaceous hosts (EPPO, nd.). Infected seeds may be important as a continuing source of virus in the soil (EPPO, nd.). The virus is also spread by seed (Wikipedia, 2016). Long-range dispersal in trade is in host plants and parts of plants, including seeds; accompanying soil may harbour infective seeds and the nematode vector (EPPO, nd.). Therefore, ToRSV has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: ToRSV is a quarantine pest in Thailand. ToRSV constitutes a serious economic problem in areas where the <i>Xiphinema americanum</i> (Presented in Thailand) vectors occur (CABI, 2018). In studies on raspberries, between 10 and 80% of raspberry canes were partially or completely killed 3 years after becoming infected and the yield of diseased plants was reduced by >50% (CABI, 2018). Therefore, ToRSV has the potential for economic impact in Thailand.	Yes
VIROIDS						

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Columnea latent viroid</i>	CLVd	India	Yes: CLVd transmission rate were 5.3-100% in tomato (Hadidi <i>et al.</i> , 2017; Matsushita and Tsuda, 2016). RT-PCR tests of seeds collected from CLVd-infected tomato, pepper and <i>Nicotina benthamiana</i> plants were detected CLVd (Batuman and Gilbertson, 2013). This viroid can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, this pest likely to be associated with the pathway (seed) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Capsicum, eggplant, potato and tomato are hosts. The pathogen was first reported in 1978 as an unknown viroid isolated from asymptomatic <i>Columnea erythrophae</i> from a commercial nursery in the USA. CLVd-N and CLVd-B isolates were shown to be transmissible to tomato and this was first confirmed as a natural host in 2004 (Verhoeven <i>et al.</i> , 2007). Isolates from tomato were found to be transmissible to potato and cucumber (Verhoeven <i>et al.</i> , 2004). Viroid replication and symptom development is generally accepted to be enhanced as the temperature increases to above 20°C to (at least) 35°C (Hadidi <i>et al.</i> , 2017). Handling, direct plant-to-plant contact, use of contaminated tools and machinery or graft inoculation would facilitate spread on the affected premises. Therefore, this pest has the potential to establish and spread in of Thailand.	Yes: CLVd is a quarantine pest in Thailand. Not known what affect the viroid has on the yield and quality of tomato crops. It' is regulated pest for tomato seeds in Japan and Australia. This viroids cause very serious damage in tomato and pepper crop, such as stunting of stems, and reduction in fruit size and leaning of seeds. It can cause high yield loss in tomato, potato, and pepper crop productions, but causes symptomless on some species of <i>Solanum</i> such as eggplant (<i>Solanum melongena</i>), and bolo maka (<i>Solanum stramonifolium</i>) (Tangkanchanapas <i>et al.</i> , 2013). Seed testing has proven to be a good control option by discarding contaminated seed lots. Therefore, this pathogen has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Potato spindle tuber viroid</i>	spindle tuber of potato	Indonesia, India	<p>Yes: PSTVd is readily transmitted through botanical seed (TPS) and pollen of tomato and potato. Efficiency of transmission varied and ranges of 6-87% (potato), 85.5-94.4% (tomato), 81% (petunia) (CABI, 2018; Singh and Dilworth, 2009; Hadidi <i>et al.</i>, 2017; Matsushita and Tsuda, 2016), 100% and survival in seed after 12 years at 4°C in solanum (Richardson, 1990). Seed is also a potential source of infection for other crop such as pepper that are propagated by seed. This viroid can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, PSTVd has the potential to entry in of Thailand.</p>	<p>Yes: Capsicum and eggplant are other hosts, potato and tomato are main hosts (CABI, 2018). The natural host range of PSTVd includes many solanaceous species. These hosts are growing in Thailand. They replicate autonomously in susceptible plant hosts (CABI, 2018). This viroid is distribution in tropical and subtropical (CABI, 2018). PSTVd can be transmitted in four different ways: 1) vegetative propagation, 2) mechanical transmission, 3) infected seed and pollen and 4) aphid transmission (Owens and Verhoeven, 2009). Viroid replication and symptom development is generally accepted to be enhanced as the temperature increases to above 20°C to (at least) 35°C (Hadidi <i>et al.</i>, 2017). Therefore, PSTVd has the potential to establish and spread in Thailand.</p>	<p>Yes: PSTVd is a quarantine pest in Thailand. Soliman (2012) estimated the cost of an unregulated PSTVd infestation in Europe to cost 4.4 million euros for potatoes and 5.7 million euros for tomatoes. The seed obtained from tomato infected with PSTVd was smaller, and rates of germination were reduced by 24-48% (CABI, 2018). In 2008-2016, pospiviroid species were intercepted 5.6% of imported solanaceous seed lots in Australia. The rate of detection of Pospiviroid species in individual seed lots can be as low. Seed testing has proven to be a good control option by discarding contaminated seed lots. Therefore, PSTVd has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tomato chlorotic dwarf viroid</i>	TCDVd	India	Yes: PSTVd is seed transmission (Hadidi <i>et al</i> , 2017) and the rate of <i>Petunia x hybrida</i> was 25%. It has been reported from petunia with no visible symptoms or symptomless (Verhoeven, the Netherlands) Seed-transmission for TCDVd can be transmitted by tomato seed (Matsushita and Tsuda, 2016), but the rate of seed-to-seedling transmission is highly (0 to 90.2%) (Matsushita <i>et al.</i> , 2016). The proportion of seeds infected with TCDVd is likely to be variable to from consignment to consignment. A visual inspection of a consignment of tomato seeds will not enable detection of seeds contaminated with TCDVd. Therefore, TCDVd has the potential to entry in of Thailand.	Yes: The most predominant natural host reports are petunia, an annual plant (Verhoeven <i>et al.</i> , 2007) and tomato (Singh <i>et al.</i> , 1999). Capsicum and eggplant are hosts. TCDVd has only recently been described and is closely related to PSTVd, it is assumed that TCDVd has capability in nature to infect PSTVd natural hosts. TCDVd has strong resistance to heating and drying; the thermal inactivation time is 40 min at 100°C, and infectivity persists throughout a 50 days test period after drying (Matsushita <i>et al.</i> , 2009). The local, regional, or global distribution of infected seed represents the most likely pathway for long-distance spread of the pathogen. Therefore, TCDVd has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: TCDVd is a quarantine pest in Thailand. TCDVd infection in tomato crops would result in financial losses due to reduced production of saleable product. Damage in tomato crops has been recorded from other countries such as, in Japan: more than 3,000 of 66,000 (4.5%) tomato plants in a greenhouse had symptoms (Matsushita <i>et al.</i> , 2008), in France: 20 to 25% of tomato plants within a group of greenhouses were infected with TCDVd and showed symptoms (Candresse <i>et al.</i> , 2010). The impact of TCDVd on <i>C. annuum</i> is likely to be negligible. Seed testing has proven to be a good control option by discarding contaminated seed lots. Therefore, TCDVd has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Tomato apical stunt viroid</i>	TASVd	Indonesia	Yes: It is tomato seed transmission at the rate of 80% (Hadidi <i>et al.</i> , 2017; Matsushita and Tsuda, 2016). TASVd has been recorded in commercial tomato seed lots. This viroid can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the pathogen. Therefore, TASVd has the potential to entry in of Thailand.	Yes: Bumble bees can spread TASVd from tomatoes to other hosts. There is potential for TASVd to get into weed species or ornamental plants via mechanical. Home gardeners may collect and distribute infected tomato seed. Viroid replication and symptom development is generally accepted to be enhanced as the temperature increases to above 20°C to (at least) 35°C (Hadidi <i>et al.</i> , 2017). Therefore, TASVd has the potential to establish and spread in of Thailand.	Yes: TASVd is a quarantine pest in Thailand. Indonesian strain of TASVd and the Israeli isolate (TASVd-Is) are reported to cause severe symptoms and crop losses in tomato (Antignus <i>et al.</i> , 2002 and 2007). The outbreak of TASVd in a commercial glasshouse in the Netherlands in May 2011 resulted in heavy damage on plants. The yield losses are likely to be similar to those caused by other viroids such as PSTVd, or TCDVd. Seed testing has proven to be a good control option by discarding contaminated seed lots. Other direct costs to the tomato industry may include costs of detection and eradication of the viroid from crops. Therefore, TASVd has the potential for economic impact in Thailand.	
PHYTOPLASMA						

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Candidatus</i> Phytoplasma solani	Stolbur phytoplasma	India	Yes: Stolbur phytoplasma is transmitted by seed in <i>Petunia hybrida</i> . The low (0.5%) vertical transmission rate of CPs to daughter potato tubers. It is seed transmitted pest of tomato (EPPO, 2016). Therefore, this pest has the potential to entry in of Thailand.	Yes: <i>Candidatus Phytoplasma solani</i> infect a wide range of plants and are transmitted by polyphagous planthoppers of the family Cixiidae. As the principal vector, <i>Hyaletthes obsoletus</i> and <i>R. quinquecostatus</i> are absent in Thailand. Stolbur phytoplasma also has a wide host range that includes weeds from the families Asteraceae, Convolvulaceae and Urticaceae, which can serve as pathogen reservoirs. In the last ten years, increasing incidence of stolbur phytoplasma was registered in different crops (grapevine, maize, sugar beet, potato, tomato, vegetable crops), suggesting its' progressive spread. The speed of natural spread is scored as slowly because the vectors do not fly long distances. The long distance spread of phytoplasmas is quite easily achieved for woody plants of agricultural interest by infected propagation material such as cutting, corms and micropropagated plant or insect vectors accidentally carried with plant material. Therefore, CPs has the potential to establish and spread in Thailand.	Yes: In the vegetable crops, severe yield losses caused by stolbur phytoplasma have been recorded in solanaceous crops (tomato, potato, pepper) and celery. A CPs infection incidence in <i>H. obsoletus</i> of up to 76% has been reported in Spain. Significant losses to grapevine have been recorded in France (Burgundy and Rhone Valley including the Alsace region). In the South Banat District of Serbia resulted in yield reductions of between 40 to 90% in Maize. CPs has been reported in strawberry production areas in north and south Italy. Therefore, CPs has the potential for economic impact in Thailand.	Yes

WEEDS

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Orobanche aegyptiaca</i>	Egyptian broomrape	India	<p>Yes: This weed seed has small size, 0.15-0.5 mm long (Wikipedia, 2015). <i>O. aegyptiaca</i> easy to contaminate to eggplant seed lot. It can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the weed seed. Therefore, <i>O. aegyptiaca</i> may be associated with the pathway (seed) that could be a potential of entry into Thailand.</p>	<p>Yes: Eggplant, cucumber, melon, pumpkin, tobacco, tomato, watermelon are main hosts (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. This parasite is most common in the Middle East and has a wide host range including many economically important crops (Wikipedia, 2015). It is distributed in tropical and sub-tropical (CABI, 2018). It is capable of producing hundreds of thousands of extremely small seed (Wikipedia, 2015). Survive in the soil and have the ability to remain viable in the soil for more than 15 years (Jacobsohn <i>et al.</i>, 1980). These seeds, dispersed by the wind, animals, or by more artificial means such as farm machinery (Wikipedia, 2015). The very small seeds may very easily be moved from one field to another by water, wind, animals and man (CABI, 2018). Therefore, this pest has the potential to establish and spread in of Thailand.</p>	<p>Yes: <i>O. aegyptiaca</i> is a quarantine pest in Thailand. There are reports of 50% yield reduction of watermelon (CABI, 2018). It is certainly a major problem in many countries of the Middle East and eastern Europe, especially on tomato, tobacco, eggplant and cucurbits (CABI, 2018). Therefore, <i>O. aegyptiaca</i> has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Orobanche ramosa</i>	branched broomrape	India	<p>Yes: This weed seed has small size. A capsule develops up to 6-10 mm long and may contain several hundred seeds, each about 0.2 x 0.4 mm (CABI, 2018). It easy to contaminate in eggplant seed lot. It can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the weed seed. Therefore, <i>O. ramosa</i> may be associated with the pathway (seed) that could be a potential of entry into Thailand.</p>	<p>Yes: Eggplant, tobacco and tomato are main hosts (CABI, 2018). These hosts are growing in Thailand. Optimum temperatures for conditioning and germination of <i>O. ramosa</i> are in the region of 18-23°C (CABI, 2018). A single plant carries ten to several hundred flowers and hence may produce up to a quarter million seeds (CABI, 2018). <i>O. ramosa</i> does not spread rapidly or aggressively but its introduction in contaminated seed or soil can go undetected (CABI, 2018). Seeds are then produced in very large numbers, many hundreds per capsule, and may remain viable in soil for many years, possibly 10 or more, and certainly for 5 years in many situations (CABI, 2018). It's contamination of crop seed, soil or packaging materials (CABI, 2018). Therefore, this pest has the potential to establish and spread in of Thailand.</p>	<p>Yes: <i>O. ramosa</i> is a quarantine pest in Thailand. It can cause severe damage to important agricultural crops and prove very difficult to eradicate (CABI, 2018). The minute seeds are extremely difficult to detect and have considerable longevity (CABI, 2018). Therefore, <i>O. ramosa</i> has the potential for economic impact in Thailand.</p>	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
<i>Parthenium hysterophorus</i>	parthenium weed	India	Yes: This weed seed has small size. - Seeds (achenes) are black, flattened, about 2 mm long. It easy to contaminate in eggplant seed lot. It can survive in transport condition, freight transport in the reefer container can prevent to damage and protect the weed seed. Therefore, <i>P. hysterophorus</i> may be associated with the pathway (seed) that could be a potential of entry into Thailand.	Yes: Eggplant, citrus, coconut, corn, maize, okra, onion, rice, watermelon, etc. are main hosts. These hosts are growing in Thailand. Native range in the subtropical regions, occurs in the humid and subhumid tropics (Navie <i>et al.</i> , 1996). It grows on any type of soil and in a wide range of habitats (CABI, 2018). Germination at 10-25 °C, maximum temperature for growing is 30-40°C, minimum is 2-12°C (Tamado <i>et al.</i> , 2002; CABI, 2018). Seeds dispersed by wind, water, birds, vehicles, farm machinery, human and animal (PAG, 2000). Therefore, this pest has the potential to establish and spread in of Thailand.	Yes: <i>P. hysterophorus</i> is a quarantine pest in Thailand. It exhibited the second highest relative frequency, ranging from 9.0- 9.6%, infestation in upland rice fields in India (Oudhia, 2000). Yield losses of up to 40% have been reported in maize yield in India (Towers <i>et al.</i> , 1977), sorghum grain yield was reduced from 40-97% (Tamado <i>et al.</i> , 2002). Become a serious agricultural and rangeland weed in parts of Australia, Asia, Africa and the Pacific Islands (CABI, 2018). Intensified plant quarantine regulations in most countries (McConnachie <i>et al.</i> , 2011). Therefore, <i>P. hysterophorus</i> has the	Yes

Scientific name	Common name	Present in countries	Potential for entry	Potential for establishment and spread	Potential for economic consequence	Quarantine pest?
					potential for economic impact in Thailand.	

Table 2 The results of pest risk assessment for importation of eggplant seeds from India.

Scientific name	Common name	Probability of Entry (seedborne) (P1)	Probability of establishment (P2)	Probability of Spread (P3)	Overall of Probability of entry establish spread (P=P1xP2xP3)	Consequence of Direct & indirect	Risk (R=PxC)
INSECTS							
1. <i>Trogoderma granarium</i>	Khapra beetle	L	H	H	L	H	M
2. <i>Trogoderma inclusum</i>	large cabinet beetle	L	H	H	L	H	M
BACTERIA							
3. <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	bacterial canker of tomato	H	H	H	H	H	H
4. <i>Pseudomonas cichorii</i>	bacterial blight of endive	H	M	H	M	M	M
5. <i>Pseudomonas corrugata</i>	bacterial pith necrosis	H	H	H	H	H	H
6. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>aptata</i>	leaf spot of sugarbeet	M	H	H	M	M	M
7. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	wildfire	H	M	H	M	M	M
8. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	bacterial speck	H	H	H	H	H	H
9. <i>Pseudomonas viridiflava</i>	bacterial leaf blight of tomato	H	M	H	M	M	M
FUNGI							
10. <i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i>	leaf spot	M	M	M	M	H	M
11. <i>Didymella lycopersici</i>	canker of tomato	H	H	H	H	M	M
12. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Fusarium crown rot	H	H	H	H	M	M
13. <i>Verticillium albo-atrum</i>	verticillium wilt of Lucerne	H	M	H	M	H	M

Table 2 Cont.

Scientific name	Common name	Probability of Entry (seedborne) (P1)	Probability of establishment (P2)	Probability of Spread (P3)	Overall of Probability of entry establish spread (P=P1xP2xP3)	Consequence of Direct & indirect	Risk (R=PxC)
VIRUSES							
14. <i>Alfalfa mosaic virus</i>	alfalfa yellow spot	H	H	H	H	H	H
15. <i>Broad bean wilt virus</i>	lamium mild mosaic	M	H	H	M	H	H
16. <i>Pepino mosaic virus</i>	PepMV	H	H	H	H	M	M
17. Tobacco rattle virus	spraing of potato	H	H	H	H	H	H
18. <i>Tobacco ringspot virus</i>	TRSV	H	H	H	H	H	H
19. <i>Tomato black ring virus</i>	TBRV	H	H	H	H	H	H
20. <i>Tomato mosaic virus</i>	ToMV	H	H	H	H	M	M
21. <i>Tomato ringspot virus</i>	ToRSV	H	M	H	H	H	H
VIROIDS							
22. <i>Columnea latent viroid</i>	CLVd	H	H	H	H	H	H
23. <i>Potato spindle tuber viroid</i>	PSTVd	H	H	H	H	H	H
24. <i>Tomato chlorotic dwarf viroid</i>	TCDVd	H	H	H	H	H	H
PHYTOPLASMA							
25. <i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	Stolbur phytoplasm	H	H	H	H	M	M
WEEDS							
26. <i>Orobanche aegyptiaca</i>	Egyptian broomrape	L	H	H	L	H	L
27. <i>Orobanche ramosa</i>	branched broomrape	L	M	M	L	M	L
28. <i>Parthenium hysterophorus</i>	parthenium weed	L	H	H	L	H	L

H = High; M = Medium; L = Low

Table 3 The results of pest risk assessment for importation of eggplant seeds from Indonesia.

H = High; M = Medium; L = Low

Scientific name	Common name	Probability of Entry (seedborne) (P1)	Probability of establishment (P2)	Probability of Spread (P3)	Overall of Probability of entry establish spread (P=P1xP2xP3)	Consequence of Direct & indirect	Risk (R=PxC)
BACTERIA							
1. <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	bacterial canker of tomato	H	H	H	H	H	H
2. <i>Pseudomonas cichorii</i>	bacterial blight of endive	H	M	H	M	M	M
3. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	wildfire	H	M	H	M	M	M
4. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	bacterial speck	H	H	H	H	H	H
5. <i>Pseudomonas viridiflava</i>	bacterial leaf blight of tomato	H	M	H	M	M	M
VIRUS							
6. <i>Tobacco ringspot virus</i>	TRSV	H	H	H	H	H	H
7. <i>Tomato ringspot virus</i>	ringspot of tomato	H	H	H	H	H	H
VIROID							
8. <i>Potato spindle tuber viroid</i>	PSTVd	H	H	H	H	H	H
9. <i>Tomato apical stunt viroid</i>	TASVd	H	H	H	H	H	H

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

9.1 จุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซียเกิดจากการทบทวนกฎระเบียบการนำเข้าด้านกักกันพืชของประเทศไทย ซึ่งประกาศกำหนดให้พืชในวงศ์โซลานาซีอี Solanaceae (ไม่รวมถึง บุหรี ยาเส้น ชิการ์) จากทุกแหล่งเป็นสิ่งต้องห้าม การนำเข้าเป็นการค้าต้องผ่านการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช โดยประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่วิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช

9.2 การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียพบศัตรูพืช 28 ชนิด มีศักยภาพเป็นศัตรูพืชกักกัน โดยการประเมินความน่าเป็นไปได้ของการเข้ามา การตั้งรกราก และการแพร่กระจาย รวมถึงการผลกระทบทางเศรษฐกิจ สามารถแบ่งตามระดับความเสี่ยงได้ดังนี้ ความเสี่ยงระดับสูง ได้แก่ แบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata* และ *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ไวรัส 6 ชนิด คือ *Alfalfa mosaic virus*, *Broad bean wilt virus*, *Tobacco rattle virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato black ring virus* และ *Tomato ringspot virus* ไวรอยด์ 3 ชนิด คือ *Columnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato chlorotic dwarf viroid* ความเสี่ยงระดับปานกลาง ได้แก่ แมลง 2 ชนิด คือ *Trogoderma granarium* และ *Trogoderma inclusum* แบคทีเรีย 4 ชนิด คือ *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* และ *Pseudomonas viridiflava* ไฟโตพลาสมา 1 ชนิด คือ *Candidatus Phytoplasma solani* รา 4 ชนิด คือ *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* และ *Verticillium albo-atrum* ไวรัส 2 ชนิด คือ *Pepino mosaic virus* และ *Tomato mosaic virus* ความเสี่ยงระดับต่ำ ได้แก่ วัชพืช 3 ชนิด คือ *Orobanche aegyptiaca*, *Orobanche ramose* และ *Parthenium hysterophorus* ซึ่งต้องมีการบริหารจัดการความเสี่ยงศัตรูพืช

9.3 การลดความเสี่ยงศัตรูมะเขือจากประเทศอินเดียแต่ละชนิดมีหลายวิธี โดยคัดเลือกมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดีย ดังนี้ (1) เมล็ดพันธุ์มะเขือต้องมาจากแหล่งผลิตที่ปลอดจากเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยตรวจสอบตลอดช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตและตรวจสอบยืนยันในห้องปฏิบัติการ หรือตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ก่อนส่งออกว่าปลอดจาก *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Candidatus Phytoplasma solani*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Phytophthora vignae*, *Verticillium albo-atrum*, *Alfalfa mosaic virus*, *Broad bean wilt virus*, *Pepino mosaic virus*, *Tobacco rattle virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato black ring virus*, *Tomato mosaic virus*, *Tomato ringspot virus*, *Columnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato chlorotic dwarf viroid* (2) ต้องตรวจเมล็ดพันธุ์มะเขือและให้การรับรองว่าปลอดจาก *Trogoderma granarium*, *Trogoderma inclusum* และวัชพืชกักกัน และ (3) ต้องมีใบรับรองสุขอนามัยพืชซึ่งออกให้โดยองค์กรอารักขาพืชแห่งชาติของประเทศอินเดียให้การรับรองว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือได้รับการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชกักกันทั้ง 28 ชนิด

9.4 การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินโดนีเซียพบศัตรูพืช 9 ชนิด มีศักยภาพเป็นศัตรูพืชกักกัน โดยการประเมินความน่าเป็นไปได้ของการเข้ามา การตั้งรกราก และการแพร่กระจาย รวมถึงการผลกระทบทางเศรษฐกิจ สามารถแบ่งตามระดับความเสี่ยงได้ดังนี้ ความเสี่ยงระดับสูง ได้แก่ แบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* และ *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ไวรัส 2 ชนิด ได้แก่ *Tobacco ringspot virus* และ *Tomato ringspot virus* ไวรอยด์ 2 ชนิด คือ *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato apical stunt viroid* ความเสี่ยงระดับปานกลาง ได้แก่ แบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* และ *Pseudomonas viridiflava* ซึ่งต้องมีการบริหารจัดการ ความเสี่ยงศัตรูพืช

9.5 การลดความเสี่ยงศัตรูมะเขือจากประเทศอินโดนีเซียแต่ละชนิดมีหลายวิธี โดยคัดเลือกมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินโดนีเซีย ดังนี้ (1) เมล็ดพันธุ์มะเขือต้องมาจากแหล่งผลิตที่ปลอดจากเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยตรวจสอบตลอดช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตและตรวจสอบยืนยันในห้องปฏิบัติการ หรือตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ก่อนส่งออกว่าปลอดจาก *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Tobacco ringspot virus*, *Tomato ringspot virus*, *Potato spindle tuber viroid* และ *Tomato apical stunt viroid* (2) ต้องตรวจเมล็ดพันธุ์มะเขือและให้การรับรองว่าปลอดจากวัชพืชกักกัน และ (3) ต้องมีใบรับรองสุขอนามัยพืชซึ่งออกให้โดยองค์การอารักขาพืชแห่งชาติของประเทศอินโดนีเซียให้การรับรองว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือได้รับการตรวจสอบว่าปลอดจากศัตรูพืชกักกันทั้ง 9 ชนิด

9.6 การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเป็นเหตุผลทางวิชาการ (technical justification) สนับสนุนการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเดิมไม่มีข้อกำหนดด้านสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้า การศึกษานี้ทำให้ได้รายชื่อศัตรูพืชกักกันของเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดีย และประเทศอินโดนีเซีย รวมถึงการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสม เพื่อนำมายกร่างประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง เงื่อนไขการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ นอกจากนี้สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางประกอบการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอื่น ซึ่งจะช่วยให้ธุรกิจการค้าระหว่างประเทศขยายตัวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ยังคงสามารถป้องกันการเข้ามาของศัตรูพืชร้ายแรงจากต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่เป็นอุปสรรคทางการค้า

9.7 การศึกษาประสิทธิภาพของมาตรการสุขอนามัยพืชภายหลังการประกาศเงื่อนไขการนำเข้าให้มีผลบังคับใช้แล้ว เป็นอีกหนึ่งมาตรการหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของข้อกำหนดว่ามีความเหมาะสม สามารถป้องกันศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ร่วมกับการปรับปรุงข้อมูลการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของศัตรูพืชในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จากนั้นจึงนำข้อมูลทางวิชาการที่ได้มาทบทวนมาตรการสุขอนามัยพืชให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป เพื่อให้การกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชเกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายของการกักกันพืช

9.8 การศึกษาครั้งนี้พบปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการวิจัย คือ การเข้าถึงฐานข้อมูลหรือเอกสารวิชาการจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีข้อจำกัด เช่น มีข้อมูลไม่ครบถ้วน ความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปในสถานการณ์ปัจจุบันแต่ไม่ได้รับการปรับปรุงข้อมูล จึงส่งผลโดยตรงต่อการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช จากปัญหา

ข้างต้นควรมีการวางแผนทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น การสมัครสมาชิกฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับศัตรูพืชเพิ่มขึ้น การหารือกับหน่วยงานทั้งภายในกรมวิชาการเกษตรและหน่วยงานอื่นที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับศัตรูพืช เช่น แมลง ไร เชื้อสาเหตุโรคพืช เพื่อร่วมมือกันดำเนินการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และสรุปรายชื่อศัตรูพืชที่มีปรากฏในประเทศไทยสำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงสถานภาพการปรากฏของศัตรูพืชของประเทศไทยและใช้เป็นฐานข้อมูลกลางของประเทศ ซึ่งฐานข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชต่อไปได้ และใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการหากเกิดการโต้แย้งเรื่องชนิดสถานภาพของศัตรูพืชกักกันในการเจรจากับประเทศคู่ค้าในอนาคตได้อย่างทันท่วงที ซึ่งส่งผลดีต่อการเจรจการค้าระหว่างประเทศโดยตรง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

นำรายชื่อศัตรูพืชกักกันของเมล็ดพันธุ์มะเขือจากประเทศอินเดียและประเทศอินโดนีเซีย พร้อมมาตรการสุขอนามัยพืชไปยกร่างประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องเงื่อนไขการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ เพื่อกำหนดเป็นข้อบังคับสำหรับการนำเข้าต่อไป โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลทางวิชาการที่ได้จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช เนื่องจากในปัจจุบันมีการผ่อนผันการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือจากทั้ง 2 ประเทศ ได้ตามบทเฉพาะกาล ซึ่งมีเพียงใบรับรองสุขอนามัยพืชเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีมาตรการสุขอนามัยพืชอื่นกำกับมา จึงมีโอกาสที่ศัตรูพืชกักกันจากทั้ง 2 ประเทศ จะติดเข้ามากับเมล็ดพันธุ์มะเขือได้

11. คำขอขอบคุณ :

ขอขอบคุณผู้ร่วมงานวิจัยทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลในการทำวิจัยตลอดจนให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

12. เอกสารอ้างอิง :

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2550 เรื่อง กำหนดพืชและพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ข้อยกเว้นและเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 5) 2550. ประกาศ ณ วันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2550 ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 66 ง ลงวันที่ 1 มิถุนายน 2550

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์และการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 73 หน้า.

กลุ่มวิจัยการกักกันพืช. 2559. พืช/ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ระบุข้อความรับรองพิเศษ ต้องผ่านการ

- ตรวจสอบศัตรูพืชในกลุ่มวิจัยการกักกันพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มวิจัยการกักกันพืช. 2560. พืช/ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ระบุข้อมูลรับรองพิเศษ ต้องผ่านการตรวจสอบศัตรูพืชในกลุ่มวิจัยการกักกันพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มวิจัยการกักกันพืช. 2561. พืช/ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ระบุข้อมูลรับรองพิเศษ ต้องผ่านการตรวจสอบศัตรูพืชในกลุ่มวิจัยการกักกันพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544). พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 810 หน้า.
- ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. รายงานสภาวะการผลิตพืช (รต.01) แบบรายปี 2558/2559. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : <http://production.doae.go.th>. (29 สิงหาคม 2559).
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2559. องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน: มะเขือม่วง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : <http://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/70>. (12 เมษายน 2559).
- Agarwal, P.C., U. Dev, S. Baleshwar, R. Indra, C. Dinesh and R.K. Khetarpal. 2005. *Seed-borne fungi identified from exotic pepper (Capsicum spp.) germplasm samples introduced during 1976–2005*. FAO-Biodiversity. PGRN. Issue No. 149. p.39-42.
- Animal Plant Health Agency. 2015. *Additional declaration requirements for regulated plants, seeds and produce*. (Online). Available. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/429931/additional_declarations.pdf. (September 27, 2016).
- Anonymous. 1983. *Diseases of vegetables*. Horticultural Division, Agricultural Institute, Dublin, Research Report, Horticulture. 44-45.
- Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). nd. *AVRDC Training Guide: Eggplant Seed Production*. (Online). Available. <http://www.avrdc.org.tw>. (August 30, 2016).
- Australian Government Department of Agriculture (AGDA). 2016. *Khapra beetle*. (Online). Available. http://www.agriculture.gov.au/import/before/pests/-khapra_beetle. (May 22, 2016).
- Banks, H.J. 1994. *Illustrated identification keys for Trogoderma granarium, T. glabrum, T. inclusum and T. variabile (Coleoptera: Dermestidae) and other Trogoderma associated with stored products* Division of Entomology. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Canberra, Australia.

- Batuman, O. and R.L. Gilbertson. 2013. First Report of Columnea latent viroid (CLVd) in Tomato in Mali. *Plant Disease*. 97(5): 692.
- Biosecurity Australia. 2001. *Guideline for Import Risk Analysis. Agriculture, Fisheries and Forestry Australia*. Biosecurity Australia, Canberra.
- CABI. 2018. Crop Protection Compendium. (Online). Available. <http://www.cabi.org/-cpc>. (February 10, 2018).
- Candresse, T., A. Marais, X. Tassus, P. Suhard, I. Renaudin, A. Leguay, F. Poliakoff and D. Blancard. 2010. First report of *Tomato chlorotic dwarf viroid* in tomato in France. *Plant Disease*. 94(5): 633.
- Chang, R.J., S.M. Ries and J.K. Pataky. 1992. Effects of temperature, plant age, inoculum concentration, and cultivar on the incubation period and severity of bacterial canker of tomato. *Plant Disease*. 76: 1150-1155.
- China-ASEAN Expo Trade Portal. 2016. *Indonesia: Vegetable seed exports reach US\$22.67 million*. (Online). Available. <http://eng.caexpo.org/index.php?m=-content&c=index-&a=show&catid=10021&id=92563>. (October 3, 2016).
- Crop Protection Research Institute. 2016. *International Pesticide Benefits Case Study No. 54*. (Online). Available. <https://croplife.org/case-study/insecticides-make-high-quality-eggplant-brinjal-production-in-india-possible/>. (August 27, 2016).
- Cross Country Nurseries. 2016. *Chile Plants*. (Online). Available. <https://www.chile-plants.com/search.aspx?CategoryID=7&Location=India&SearchButton=Go>. (August 29, 2016).
- David, V.A. 2000. *Pest and Disease Management Handbook*. Blackwell Science Ltd., UK.
- Dhanvantari, B.N. 1993. Seed-borne infection in tomato bacterial canker. In: *Proceedings of the 9th Annual Tomato Disease Workshop*. 33-36 p.
- Edmonds, M. and A. Chewya. 1997. *Black Nightshades Solanum nigrum L. and Related Species*. The International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy.
- Edwardson, J.R. and R.G. Christie. 1997. *Viruses infecting peppers and other Solanaceous crops*. 336 pp.
- EK-Amnuay, P. 2010. *Plant Diseases and Insect Pests of Economic Importance*. Bangkok, Thailand. 591 pp.
- Ephytia. 2013. *Boeremia exigua*. (Online). Available. <http://ephytia.inra.fr/en/C/10919/-TobaccoBoeremia-exigua-var-exigua-Ragged-leaf-spot-Phomaleaf-blight>. (March 22, 2016).
- EPPO. nd. *Data sheets on quarantine pests; Tomato black ring nepovirus*. (Online).

- Available. https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/virus/TBRV-00_ds.pdf. (March 24, 2016).
- EPPO. nd. *Tobacco ringspot virus*. (Online). Available. http://www.eppo.int/QUARANTINE/-virus/Tobacco_ringspot_virus/TRSV00_ds.pdf. (March 24, 2016).
- EPPO. nd. *Tomato ringspot nepovirus*. (Online). Available. https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/virus/TORSV0_ds.pdf. (March 24, 2016).
- EPPO/CABI. 1996. *Potato black ringspot nepovirus*. In: *Quarantine pests for Europe*. 2nd edition (Ed. by Smith, I.M., D.G. McNamara, P.R. Scott, M. Holderness). CAB International, Wallingford, UK.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2016. Consignment inspection of seed of *Solanum lycopersicum*. *Bulletin OEPP/EPPO*. 46(1): 68-72.
- European Seed Association (ESA). 2013. *SVOwic Plant Health*. (Online). Available. http://www.pin.org.pl/asp/pliki/dla_czlonkow/svowic_r.keene__plant_health_.pdf. (August 27, 2016).
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2011. *International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) no. 2; Framework for Pest Risk Analysis*. (Online). Available. http://www.maff.go.jp/j/study/codex/18/pdf/-ispm02_2007_e.pdf. (January 17, 2018).
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2014. *International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) no. 11; Pest Risk Analysis for Quarantine Pests Including Analysis of Environmental Risks and Living Modified Organisms*. (Online). Available. https://www.ippc.int/sites/default/files/documents/1367503175_ISPM_11_2013_En-_2013-05-02.pdf. (January 17, 2018).
- Gitaitis, R.D., R.W. Beaver and A.E. Voloudakis. 1991. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in symptomless tomato transplants. *Plant Disease*. 75: 834-838.
- Gleason, M.L., R.D. Gitaitis and M.D. Ricker. 1993. Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in eastern North America. *Plant Disease*. 77: 1069-1076.
- Green, S.K. and J.S. Kim. 1991. *Characteristics and control of viruses infecting peppers: a literature review*. Asian Vegetable Research and Development Center. Technical Bull. No.18, 60 pp.
- Hadidi, A., R. Flores, J.W. Randles and P. Palukaitis. 2017. *Viroids and Satellites*. Elsevier Inc., London, UK. 716 pp.
- Hanssen, I.M., R. Mumford, D. Blystad and I. Cortez. 2010. Seed transmission of *Pepino*

- mosaic virus* in tomato. *European Journal of Plant Pathology*. 126(2): 145-152.
- Harris, D.L. 2006. *Common name: khapra beetle, scientific name: Trogoderma granarium Everts (Insecta: Coleoptera: Dermestidae)*. Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, University of Florida.
- Hollings, M. and H. Huttinga. 2018. *Description of plant viruses: Tomato mosaic virus*. (Online). Available source: <http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpv-no=156> (10 October, 2018).
- Iizuka, N. 1990. Studies on virus diseases of adzuki bean (*Vigna angularis* Wight) in Japan. *Bulletin of the Tohoku National Agricultural Experiment Station*. 82: 77-113.
- Jones, J.B., B.C. Raju and A.W. Engelhard. 1984. Effects of temperature and leaf wetness on development of bacterial spot of geraniums and chrysanthemums incited by *Pseudomonas cichorii*. *Plant Disease*. 68(3): 248-251.
- Jones, R.A.C. 1992. Further studies on losses in productivity caused by infection of Annual pasture legumes with three viruses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43(5): 1229-1241.
- Kannan, V.R. and K.K. Bastas. 2016. *Sustainable Approaches to Controlling Plant Pathogenic Bacteria*. CRC Press, Taylor & Francis, FL. 421 pp.
- Kitazawa Seed Company. 2016. *Eggplant; Thai Eggplant (Solanum melongena)*. (Online). Available. http://www.kitazawaseed.com/seeds_thai_eggplant.html. (October 3, 2016).
- Knoche, K.K., J.L. Parke and R.D. Durbin. 1993. Relationship of *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* races to the rhizosphere of Wisconsin-grown tobacco. *Plant and Soil*. 158: 91-97.
- Latha, S. and N. Sathyanarayana. 2012. An overview of the status and the potential impact of the exotic pathogens on Indian horticulture. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. 18(1): 88-93.
- Macias, W. 1980. Transmission of *Tomato mosaic virus* with tomato seeds. *Tagungsbericht der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik*. 235-255.
- Makkouk, K.M., S.G. Kumari and L. Bos. 1990. Broad bean wilt virus: host range, purification, serology, transmission characteristics, and occurrence in faba bean in West Asia and North Africa. *Netherlands Journal of Plant Pathology*. 96(5): 291-300.

- Mariano, R.L.R. and S.M. McCarter. 1992. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *P. syringae* pv. *syringae* and *P. viridiflava*: survival on seeds and epiphytic growth on tomato seedlings originated from contaminated seeds. *Summa Phytopathologica*. 18(3-4): 247-254.
- Marte, M., P. Montalbini and C. Cappelli. 1979. Tobacco rattle virus infections in intensive cultivation of Capsicum in Umbria. *Rivista di Patologia Vegetale*. 15(1/2): 29-34.
- Matsushita, Y. and S. Tsuda. 2016. Seed transmission of *Potato spindle tuber viroid*, *Tomato chlorotic dwarf viroid*, *Tomato apical stunt viroid* and *Columnnea latent viroid* in horticultural crops. *Eur. J. Plant Pathol.* 145.
- Matsushita, Y., A. Kanda, T. Usugi and S. Tsuda. 2008. First report of a *Tomato chlorotic dwarf viroid* disease on tomato plants in Japan. *Journal of General Plant Pathology*. 74(2): 182-184.
- Matsushita, Y., T. Usugi, and S. Tsuda. 2009. Host range and properties of *Tomato chlorotic dwarf viroid*. *European Journal of Plant Pathology*. 124(2): 349-352.
- McConnachie, A.J., L.W. Strathie, W. Mersie, L. Gebrehiwot, K. Zewdie, A. Abdurehim, B. Abrha, T. Araya, F. Asaregew, F. Assefa, R. Gebre-Tsadik, L. Nigatu, B. Tadesse and T. Tana. 2011. Current and potential geographical distribution of the invasive plant *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae) in eastern and southern Africa. *Weed Research (Oxford)*. 51(1): 71-84.
- McDougall, S., A. Watson, B. Stodart, T. Napier, G. Kelly, D. Troidahl and L. Tesoriero. 2013. *Tomato, capsicum, chilli and eggplant: a field guide for the identification of insect pests, beneficials, diseases and disorders in Australia and Cambodia*. ACIAR Monograph No. 157, Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 233 pp.
- Ministry for Primary Industries. 2017. *Import Health Standard; Seeds for Sowing*. Ministry for Primary Industries, Wellington, New Zealand. 139 pp.
- Mohamed, F.R.K., C.E. Windels and C.A. Bradley. 2013. *Comparison of Cercospora and bacterial leaf spots on sugar beet*. (Online). Available. <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/pp1244.pdf>. (March 23, 2016).
- Muhammad, A.A., T. Ahmad and M. Afzal. 2006. Preliminary studies on Khapra beetle *Trogoderma granarium* Everts. infestation in wheat under lab. conditions. *Pak. Entomol.* 28(1): 27-29.
- Muhammad, S.A., A. Khaliq, M. Tariq, M. Anwar and S. Naz. 2007. Khapra beetle (*Trogoderma granarium* Everts): a serious threat to food security and safety. *Pak. J. Agri. Sci.* 44(3): 481-493.

- Murant, A.F., A.T. Jones, G.P. Martelli and R. Stace-Smith. 1996. Nepoviruses: general properties, diseases, and virus identification. In: Harrison, B.D. and A.F. Murant, eds. *The Plant Viruses. Polyhedral Virions and Bipartite Genomes*. Plenum Press, New York, USA. 99-137.
- Naqvi, S.A.M.H. 2004. *Diseases of Fruits and Vegetables: Volume I Diagnosis and Management*. Kluwer Academic Publishers, USA.
- Navie, S.C., R.E. McFadyen, F.D. Panetta and S.W. Adkins. 1996. The biology of Australian weeds. 27. *Parthenium hysterophorus* L. *Plant Protection Quarterly*. 11(2): 76-88.
- Oudhia, P. 2000. *Parthenium hysterophorus*: a new weed in upland rice fields of the Chhattisgarh Plains (India). *International Rice Research Notes*. 25(1): 34.
- PAG. 2000. *Parthenium weed; Parthenium action group information document*. CSIRO, Australia. (Online). Available. <http://www.chris.tag.csiro.au/parthenium/information.html>. (March 22, 2016).
- Plantwise Knowledge Bank. nd. *Leaf spot (Boeremia exigua var. exigua)*. (Online). Available. <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=40426>. (March 23, 2016).
- Plantwise Knowledge Bank. nd. *Wildfire (Pseudomonas syringae pv. tabaci)*. (Online). Available. <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=45016>. (March 23, 2016).
- Putz, C. and M. Kuszala. 1973. Two new viruses on broad bean in France. Identification and evaluation of their economic importance. *Annales de Phytopathologie*. 5(4): 447-460.
- Richardson, M.J. 1990. *An annotated list of seed borne diseases*. Fourth edition. The International Seed Testing Association, Switzerland.
- Riffaud, C.M.H. and C.E. Morris. 2002. Detection of *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* in irrigation water retention basins by immunofluorescence colony-staining. *Eur. J. Plant Pathol.* 108(6): 539-545.
- Sastry, K.S. 2013. *Seed borne Plant Virus Disease*. Springer, India. 315 p.
- Sayed, M.Z.H. and P.C.M. Jansen. 1994. Solanum L. pp. 249-252. In: Siemonsma, J.S. and K. Piluek, eds. *PROSEA: Plant Resources of Southeast Asia Vol. 8 Vegetables*. Bogor, Indonesia: Prosea Foundation.

- Singh, R.P. and A.D. Dilworth. 2009. *Tomato chlorotic dwarf viroid* in the ornamental plant *Vinca minor* and its transmission through tomato seed. *European Journal of Plant Pathology*. 123(1): 111-116.
- Singh, R.P., N. XianZhou and M. Singh. 1999. *Tomato chlorotic dwarf viroid*: an evolutionary link in the origin of pospiviroids. *Journal of General Virology*. 80(11): 2823-2828.
- Soliman, T. 2012. *Economic impact assessment of invasive plant pests in the European Union*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Universiteit (Wageningen University), 158 pp.
- Sontirat, S. 1995. *Plant Parasitic Nematodes of Thailand*. Department of Plantpathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Thailand. 275 pp. (In Thai).
- Srinivasan, R. 2009. *Insect and Mite Pests on Eggplant*. AVRDC-The World Vegetable Center, Taiwan.
- Strider, D.L. 1969. *Bacterial canker of tomato caused by Corynebacterium michiganense: A literature review and bibliography*. Technical Bulletin North Carolina Agricultural Experiment Station, No. 193. 110 p.
- Stojšin, V., J. Balaž, and D. Budakov. 2015. First Report of *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* Causing Bacterial Leaf Spot on Sugar Beet in Serbia. *American Phytopathological Society*. 99 (2): 281.2-281.2.
- Swenson, K.G. 1952. Aphid transmission of a strain of *Alfalfa mosaic virus*. *Phytopathology*. 42: 261-262.
- Tamado, T., W. Schütz and P. Milberg. 2002. Germination ecology of the weed *Parthenium hysterophorus* in eastern Ethiopia. *Annals Applied Biology*. 140(3): 263-270.
- Tangkanchanapas, P., K. Reanwarakorn and W. Kirdpipat. 2013. *The New Strain of Columnea latent viroid (CLVd) Causes Severe Symptoms on Bolo Maka (Solanum stramonifolium)*. (Online). Available source: https://www.researchgate.net/publication/325650690_The_New_Strain_of_Columnea_latent_viroid_CLVd_Causes_Severe_Symptoms_on_Bolo_Maka_Solanum_stramonifolium (20 November 2018).
- Thomsen, A. 1986. Soil-borne viruses in flower bulbs. *Vaxtskyddsnotiser*. 50(4-5): 126-129.
- Towers, G.H.N., J.C. Mitchell, E. Rodriguez, F.D. Bennett and P.V. Subba Rao. 1977. Biology and chemistry of *Parthenium hysterophorus* L: a problem weed in India. *In* 36: 672-684.
- USDA. 2014. *Entry Status of Seeds for Planting – Summary*. (Online). Available. https://www.aphis.usda.gov/plant_health/permits/downloads/seedweb.pdf. (September 27, 2016).
- van Hoof, H.A. 1975. The effect of temperature on the transmission of *Tobacco rattle*

virus in tulips by *Trichodorus*, using the "bait-leaf" method. *Nematologica*. 21: 104-108.

Verhoeven, J.T.J, C.C.C. Jansen, A.W. Werkman and J.W. Roenhorst. 2007. First report of *Tomato chlorotic dwarf viroid* in *Petunia hybrida* from the United States of America. *Plant Disease*. 91(3): 324.

Wikipedia. 2015. *Orobanche aegyptiaca*. (Online). Available. https://en.wikipedia.org/wiki/Orobanche_aegyptiaca. (March 24, 2016).

Wikipedia. 2016. Tomato ringspot virus. (Online). Available. https://en.wikipedia.org/wiki/Tomato_ringspot_virus. (March 24, 2016).

Wolf, P. and K. Schmelzer. 1973. Virus diseases of carrot (*Daucus carota* L.). *Acta phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 8: 311-327.

Xiulan Xu. 2010. *Seed Transmission of Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis and development of strategies to control the pathogen in seed*. The Degree Doctor of Philosophy, the Graduate School of the Ohio State University. 164 pp.

13. ภาคผนวก :

Table 1 Nomenclature for qualitative likelihoods (Biosecurity Australia, 2001).

Likelihood	Descriptive definition
High	The event would be very likely to occur
Moderate	The event would occur with an even probability
Low	The event would be unlikely to occur
Very low	The event would be very unlikely to occur
Extremely low	The event would be extremely unlikely to occur
Negligible	The event would almost certainly not occur

Table 2 Example Matrix of Rules for Combining Descriptive Likelihoods (Biosecurity Australia, 2001).

		Likelihood 2					
		High	Moderate	Low	Very low	Extremely low	Negligible
Likelihood 1	High	High	Moderate	Low	Very low	Extremely low	Negligible
	Moderate	Moderate	Low	Low	Very low	Extremely low	Negligible
	Low	Low	Low	Very low	Very low	Extremely low	Negligible

Very low	Very low	Very low	Very low	Extremely low	Extremely low	Negligible
Extremely low	Extremely low	Extremely low	Extremely low	Extremely low	Negligible	Negligible
Negligible	Negligible	Negligible	Negligible	Negligible	Negligible	Negligible

Table 3 Risk estimation matrix (Biosecurity Australia, 2001).

Likelihood of entry, establishment or	High likelihood	Negligible Risk	Very low Risk	Low risk	Moderate Risk	High risk	Extreme risk
	Moderate	Negligible Risk	Very low Risk	Low risk	Moderate risk	High risk	Extreme risk
	Low	Negligible Risk	Negligible Risk	Very Low risk	Low risk	Moderate risk	High risk
	Very Low	Negligible Risk	Negligible Risk	Negligible Risk	Very Low risk	Low risk	Moderate risk
	Extremely low	Negligible Risk	Negligible Risk	Negligible Risk	Negligible Risk	Very Low risk	Low risk
	Negligible	Negligible Risk	Negligible Risk	Negligible Risk	Negligible Risk	Negligible Risk	Very Low risk
		Negligible	Very Low	Low	Moderate	High	Extreme
Consequences of entry, establishment or spread							