การสำรวจและเฝ้าระวังโรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อไวรัส

Survey and Surveillance of Cassava Mosaic Disease Caused by Plant Virus

ภูวนารถ มณีโชติ[1/] สุนัดดา เชาวลิต[2/] กาญจนา วาระวิชะนี[1/] วาสนา รุ่งสว่าง[3/]
ภานุวัฒน์ มูลจันทะ[4/] ศิริลักษณ์ ล้านแก้ว[4/] ประภาพร แพงดา[5/]
[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[3/]กลุ่มกลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[4/]ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[5/]ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

Cassava mosaic virus (CMV) is the causal agent of Cassava mosaic disease (CMD). CMV caused the serious damage to cassava production in Africa, India and Sri Lanka. In May 2015, Wang *et al.* (2016) reported the incidence of *Sri Lankan cassava mosaic virus* (SLCMV) infecting cassava in Ratanakiri Province, Cambodia. CMD has not yet been found in Thailand. The surveys were required to confirm the status of CMD in Thailand as Thailand shares boundary with Cambodia. This research was conducted to determine the status of SLCMV in Thailand. The specific surveys had been done during July 2016 - June 2017. The total 602 cassava samples showing CMD-like symptoms were collected from 215 cassava plantations (areas approximately 68,880 hectares) located in 18 provinces. CMD-like specimens were diagnosed for SLCMV infection using specific primers to SLCMV. The results from this research showed that SLCMV was not detected. It can be concluded that Thailand is free from SLCMV. During the surveys, others cassava diseases had also been observed. The symptoms of Anthracnose, Root and tuber rot, Brown leaf spot and Witches' broom were found in some plantations. It was not only the diseases were found, but also damages caused by chemical injuries, nutritional deficiencies, whiteflies, mites and mealybugs were found in all planting areas.

Keywords: Cassava mosaic virus, Sri Lankan cassava mosaic virus, Cassava mosaic disease, Cassava

รหัสการทดลอง หนังสือที่ กษ 0905/ว175 ลงวันที่ 24 มิถุนายน 2559

บทคัดย่อ

โรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อ *Cassava mosaic virus* (CMV) ก่อให้เกิดความเสียหายต่อการปลูกมันสำปะหลังเป็นอย่างมากในประเทศแถบแอฟริกา อินเดียและศรีลังกา ในปี 2558Wang *et al.* (2016) รายงานการพบโรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อ *Sri Lankan cassava mosaic virus* (SLCMV) ในจังหวัดรัตนะคีรี ประเทศกัมพูชาซึ่งเป็นประเทศที่มีพื้นที่ติดกับชายแดนของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีรายงานการพบของโรคใบด่างมันสำปะหลัง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาสถานภาพการปรากฏหรือไม่ปรากฏและสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อ SLCMV ในประเทศไทย ดำเนินการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจง (Specific survey) เพื่อให้ทราบสถานภาพของเชื้อ CMV ในประเทศไทย โดยสำรวจแปลงปลูกมันสำปะหลังใน 18 จังหวัด รวมทั้งสิ้น 215 จุด คิดเป็นพื้นที่สำรวจ 430,000 ไร่ เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่แสดงอาการใบด่างคล้ายโรคใบด่างมันสำปะหลังจำนวน 602 ตัวอย่าง นำมาตรวจสอบหาเชื้อ SLCMV ด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) ผลปรากฏว่าไม่พบเชื้อ SLCMV ในทุกตัวอย่างที่ตรวจ การสำรวจนี้ยังพบโรคแอนแทรคโนส โรครากและหัวเน่า โรคใบจุดสีน้ำตาล และอาการพุ่มแจ้พบในบางพื้นที่ส่วนอาการผิดปกติที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารและสารเคมีแมลงหวี่ขาวยาสูบแมลงหวี่ขาวใยเกลียว ไรและเพลี้ยแป้งพบในทุกแปลงปลูกมันสำปะหลัง ผลจากการสำรวจครั้งนี้สามารถยืนยันสถานภาพการไม่ปรากฏของเชื้อ SLCMV ในประเทศไทยได้

คำหลัก: โรคใบด่างมันสำปะหลัง ไวรัสใบด่างมันสำปะหลัง ไวรัสใบด่างมันสำปะหลังศรีลังกามันสำปะหลัง

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันมากประเทศไทยและมีแนวโน้มการผลิตเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่าในปี 2559 จะมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 9.32 ล้านไร่ มีผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 31.16 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ในการปลูกมันสำปะหลังพบว่าปัญหาหลักที่ทำให้ผลผลิตเสียหายลดลงคือการระบาดของโรค โดยพบว่ามีการระบาดของโรคมันสำปะหลังที่สำคัญ ได้แก่ โรครากและหัวเน่า โรครากปม อาการพุ่มแจ้ของมันสำปะหลัง และโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ได้แก่ โรคใบด่างมันสำปะหลัง (Cassava mosaic Disease : CMD) ซึ่งโรคนี้มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Cassava mosaic virus*ซึ่งเป็นไวรัสในจีนัส *Begomovirus* ซึ่งมีรายงานทั้งหมด 10 ชนิด (ตารางที่ 1) โดย 8 ชนิดก่อความเสียหาย 20-100%ในหลายประเทศทางแอฟริกา เช่น ยูกันดา ทานซาเนียและมาดากัสคา เป็นต้น ส่วนในเอเชียพบการระบาดเพียง 2 ชนิด คือ *Indian cassava mosaic virus* (ICMV) และ *Sri Lankan cassava mosaic virus* (SLCMV) โดยก่อความเสียหายต่อผลผลิตของปลูกมันสำปะหลังในประเทศอินเดียและศรีลังกามากถึง 88% (Brown *et al*., 2015; Jose *et al*., 2008)

เชื้อไวรัสสามารถติดมากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลังและมีแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci* Gennadius) เป็นแมลงพาหะซึ่งทำให้มีการแพร่กระจายและระบาดได้การถ่ายทอดเชื้อไวรัสโดยอาศัยแมลงพาหนะ (vector) จัดว่าเป็นการถ่ายทอดเชื้อระหว่างต้นพืชที่มีความสำคัญมากเพราะสามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและควบคุมได้ยาก โดยเฉพาะกลุ่มแมลงปากดูด ซึ่งเชื้อไวรัสและแมลงพาหะจะมีความสัมพันธ์กันในเชิงชีวโมเลกุล และนำไปสู่ความเฉพาะเจาะจงระหว่างแมลงกับโรคพืชที่เกิดขึ้น

ในเดือนพฤษภาคม 2558 มีการพบมันสำปะหลังแสดงอาการใบด่างคล้ายโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสในจังหวัด รัตนะคีรี ประเทศกัมพูชา และได้เก็บไปตรวจในห้องปฏิบัติการพบว่าอาการใบด่างมันสำปะหลังเกิดจากเชื้อ SLCMV ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสในกลุ่มเดียวกับ *African cassava mosaic virus* (ACMV) และได้เผยแพร่ลงในวารสาร Plant Disease (Wang *et al.*2016) ทั้งนี้โรคใบด่างมันสำปะหลังยังไม่มีรายงานการพบโรคนี้ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

ในเดือนกุมภาพันธ์ Sok *et al.* (2016) ได้ออกสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในแปลงปลูกมันสำปะหลังในประเทศกัมพูชา โดยเก็บตัวอย่างใบทั้งที่แสดงอาการใบด่างและไม่แสดงอาการ นำมาตรวจสอบให้ปฏิบัติการด้วยเทคนิค ELISA และ PCR ปรากฏว่ามีการตรวจพบเชื้อไวรัส SLCMV จากตัวอย่างมันสำปะหลังที่เก็บจากแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดตะบองมุม โพสัธ และ พระตะบอง ซึ่งพบว่ามีการระบาดอย่างรวดเร็วจากแหล่งที่พบเชื้อโรคในครั้งแรกที่จังหวัดรัตนะคีรี

จากรายงานการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลังใน 4 จังหวัดของประเทศกัมพูชานั้นพบว่าใกล้กับชายแดนติดต่อระหว่างประเทศไทยและกัมพูชาซึ่งเป็นบริเวณเสี่ยงที่อาจจะมีการแพร่ระบาดของโรคเข้ามายังประเทศไทยได้ กรมวิชาการเกษตรในฐานะเป็นองค์กรการอารักขาพืชแห่งชาติ (National Plant Protection Organization) ตามอนุสัญญาว่าด้วยการอารักขาพืชระหว่างประเทศ (International Plant Protection Convention) ทำหน้าที่ป้องกันมิให้ศัตรูพืชจากต่างประเทศโดยเฉพาะโรคใบด่างมันสำปะหลังเข้ามาแพร่ระบาดในประเทศ

โดยการสำรวจและเฝ้าระวังไม่ให้เข้ามาก่อความเสียหายต่อมันสำปะหลังอธิบดีกรมวิชาการเกษตรจึงได้มีบัญชาให้สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชและสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกที่อยู่ติดกับชายแดนของไทยและกัมพูชาทั้ง 6 จังหวัด ได้แก่ (1) จังหวัดจันทบุรี ใน อ.โป่งน้ำร้อน และ อ.สอยดาว (2) จังหวัดสระแก้ว ใน อ.คลองหาด อ.อรัญประเทศ อ.โคกสูง และ อ.ตาพระยา (3) จังหวัดสุรินทร์ ใน อ.พนมดงรัก อ.กาบเชิง อ.สังขะ และ อ.บัวเชด (4) จังหวัดศรีสะเกษ ใน อ.ภูสิงห์ อ.ขุนหาญ และ อ.กันทรลักษ์ (5) จังหวัดบุรีรัมย์ใน อ.ละหานทราย และ อ.บ้านกรวด (6) จังหวัดอุบลราชธานี ใน อ.น้ำขุ่น และ อ.น้ำยืน โดยได้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 7-18 มีนาคม 2559 จากผลการสำรวจพบว่ามีมันสำปะหลังที่แสดงอาการใบด่างใบเสียรูปทรงและใบเรียวเล็กในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูก 6 จังหวัดดังกล่าว เมื่อตรวจวิเคราะห์หาเชื้อไวรัส SLCMV โดยเทคนิค PCR แล้วไม่พบเชื้อไวรัส SLCMV จากตัวอย่างมันสำปะหลังที่เก็บมาตรวจทุกตัวอย่าง (ตารางผนวกที่ 1)

นอกจากนี้มอบให้สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานและสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-6 ดำเนินการสำรวจในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั่วประเทศ ทั้งสิ้น 50 จังหวัด ได้แก่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน พะเยา แพร่ น่าน ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ สระบุรี ลพบุรี ชัยนาท อุทัยธานีนครสวรรค์กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว จันทร์บุรี ระยอง ชลบุรี นครราชสีมา ร้อยเอ็ด มหาสารคาม บุรีรัมย์ อำนาจเจริญ สุรินทร์ ยโสธร ศรีสะเกษ อุบลราชธานี มุกดาหาร หนองบัวลำภู นครพนม เลย สกลนคร บึงกาฬ ชัยภูมิ หนองคาย อุดรธานี ขอนแก่น และ กาฬสินธุ์ โดยดำเนินการตั้งแต่วันที่ 21 มีนาคม - 28 พฤษภาคม 2559 (ภาพผนวกที่ 1และ ตารางผนวกที่ 2) พบว่ามีตัวอย่างมันสำปะหลังที่แสดงอาการใบด่างคล้ายโรคไวรัสจากจังหวัดกำแพงเพชร ปราจีนบุรี ชลบุรี นครราชสีมา และกาฬสินธุ์ **จากผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างพืชดังกล่าวยังไม่พบเชื้อไวรัส SLCMV ในประเทศไทย**

เชื้อไวรัส SLCMV เป็นเชื้อไวรัสในกลุ่มเดียวกับ *African cassava mosaic virus* (ACMV) และ *Indian cassava mosaic virus* (ICMV) ซึ่งประเทศไทยกำหนดให้เชื้อ ACMV และ ICMV เป็นศัตรูพืชกักกัน ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องกำหนดศัตรูพืชเป็นสิ่งต้องห้ามตามพระราชบัญญัติกักพืชพ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2550 และห้ามนำเข้าท่อนพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ของมันสำปะหลังยกเว้นหัวมันสดและมันเส้น ถึงแม้ในประเทศไทยจะยังไม่มีการรายงานการพบของโรคใบด่างมันสำปะหลัง แต่ก็มีความเสี่ยงสูงที่เชื้อไวรัสจะมีโอกาสแพร่ระบาดเข้ามาในประเทศไทย เนื่องจากมีพื้นที่ที่ติดชายแดนกับประเทศกัมพูชา และมีการปลูกมันสำปะหลังจำนวนมาก โดยอาจติดมากับแมลงหวี่ขาวยาสูบซึ่งเป็นพาหะและพืชอาศัยอื่นๆ ได้ จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องสำรวจ ทำการเฝ้าระวังเชื้อไวรัสและเตรียมความพร้อมรวมทั้งกำหนดแนวทางป้องกันการเข้ามาแพร่ระบาดในประเทศไทย

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1.ตัวอย่างมันสำปะหลังที่แสดงอาการคล้ายโรคไวรัสใบด่างมันสำปะหลัง

2. สารเคมี

- ชุดไพรเมอร์สำหรับสังเคราะห์ชิ้นดีเอ็นเอ
- ไนโตรเจนเหลว
- ชุดสกัด Plant Genomic DNA Extraction Mini Kit (Favorgen, Taiwan)
- Green PCR Master Mix, 2x (Biotechrabbit, Germany)
- 100 bp DNA Ladder with 6X Loading Dye (Biotechrabbit, Germany)
- Agarose gel (SeaKem, USA)
- RedSafe Nucleic Acid Staining Solution (iNtRON Biotechnology, Korea)
- 10X TAE Buffer

3. เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

- โกร่งบดตัวอย่างพืช
- เครื่องปั่นตกตะกอน Mini Spin (Eppendorf, USA)
- เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ PipetmanKit (Gilson, France)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิ Thermo cycler
- เครื่องแยกสารพันธุกรรม Wide Mini-Sub Cell GT Basic System (Biorad, USA)
- เครื่อง ChemiDoc Gel Imaging System (BioRad, USA)
- เครื่องกำหนดตำแหน่ง GPS eTrex-10 (Garmin, USA)
- เครื่องผสมสาร Vortex mixer (Fisher Scientific, USA)
- เครื่องดูดแมลงหวี่ขาวยาสูบ (Aspirator)
- หลอดพีซีอาร์ขนาด 200 ไมโครลิตร
- หลอดไมโครทิวป์ขนาด 1.5 มล. และ 2 มล.

วิธีการ

1. กำหนดพื้นที่สำรวจ (ตามมาตรฐาน ISPMs No. 6 (Guidelines for surveillance))

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่แสดงอาการคล้ายโรคไวรัสใบด่างโดยเทียบกับลักษณะอาการโรคใบด่างมันสำปะหลังที่พบในประเทศกัมพูชา (ภาพที่ 1) เก็บแมลงหวี่ขาว และเก็บข้อมูลโรคต่างๆ ที่พบในพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 18 จังหวัด ดังนี้

1. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่ติดกับชายแดนประเทศกัมพูชา ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และจันทบุรี

2. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ อุดรธานี เลย ขอนแก่น นครราชสีมา ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เชียงราย ตาก กาญจนบุรี และกำแพงเพชร

3. สุ่มพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเพื่อตรวจโรคในแต่ละจังหวัด โดยแต่ละจังหวัดสุ่มพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังไม่น้อยกว่า 10 จุด ทุก ๆ 2,000 ไร่ สุ่ม 0.25 เปอร์เซ็นต์ (พื้นที่ 5 ไร่) คิดเป็น 1 จุด โดยเก็บข้อมูล 1 แถวทุกต้น เว้น 5 แถว ลักษณะข้อมูลที่เก็บได้แก่ ลักษณะอาการที่สงสัยแมลงหวี่ขาวทุกระยะ ปริมาณที่พบ พิกัดภูมิศาสตร์ วันที่เก็บข้อมูลสถานที่พบ และบันทึกภาพอาการ

2. การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างมันสำปะหลังด้วยเทคนิค PCR

2.1 การสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างมันสำปะหลัง

สกัดดีเอ็นเอจากใบมันสำปะหลังที่เก็บมาด้วย Plant Genomic DNA Extraction Mini Kit (FAVORGEN, Taiwan) ตามคำแนะนำของบริษัท มีขั้นตอนดังนี้

1. บดใบมันสำปะหลังแต่ละตัวอย่างให้มีปริมาณ 100 มิลลิกรัม ด้วยไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด แล้วย้ายมาใส่ในหลอดขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วเติมบัพเฟอร์ FAPG1 ปริมาตร 400 มิลลิลิตรและเติม RNase A ปริมาตร 8 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่ 65 $^{\circ}$Cนาน 10 นาที

2. เติมบัพเฟอร์ FAPG1 ปริมาตร 130 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันแล้ววางบนน้ำแข็ง 5 นาที ย้ายส่วนของพืชมาใส่ Filter Column แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 rpm นาน 3 นาที จากนั้นดูดทิ้งส่วนของเหลวใสใส่ใน Collection tube ขนาด 2 มิลลิลิตร

3. เติมบัพเฟอร์ FAPG3 ปริมาตร 1.5 เท่าของทิ้งส่วนของเหลวใสที่ได้ ผสมให้เข้ากันแล้วย้ายมาใส่ใน FAPG Column ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 rpm นาน 2 นาที ทิ้งส่วนใส

4. เติมบัพเฟอร์ W1 ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 rpm นาน 1 นาที ทิ้งส่วนของเหลวใสแล้วล้างด้วยบัพเฟอร์ Wash Buffer ปริมาตร 750 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 rpm นาน 1 นาที ทิ้งส่วนใสแล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 rpm นาน 3 นาที

5. นำ FAPG Column มาวางบนหลอดใหม่ขนาด 1.5 มิลลิลิตร แล้วเติม Elution Buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 rpm นาน 2 นาที เสร็จแล้วเก็บ DNA ที่ได้ไว้ใช้งานในขั้นตอนต่อไป

2.2 ตรวจสอบตัวอย่างมันสำปะหลังด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction(PCR)

การเพิ่มปริมาณ DNA เชื้อไวรัสในตัวอย่างมันสำปะหลังโดยใช้ Degenerate primers ที่สามารถตรวจเชื้อไวรัสในจีนัส *Begomovirus* และไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ SLCMV และ ICMV ดังนี้

Degenerate primers ต่อเชื้อไวรัสในจีนัส *Begomovirus* จำนวน 2 คู่

คู่ที่ 1 ขนาดชิ้น DNA 600 คู่เบส (Alhudiab *et al.*, 2014)

AVcore 5'-GCCHATRTAYAGRAAGCCNAGRAT-3'

ACcore 5'-GGRTTDGARGCATGHGTACANGCC-3'

คู่ที่ 2 ขนาดชิ้น DNA 1,200 คู่เบส (Rojas *et al.*, 1993)

PALv1978 5'-GCATCTGCAGGCCCACATYGTCTTYCCNGT-3'

PARc496 5'-AATACTGCAGGGCTTYCTRATACATRGG-3'

ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อไวรัส SLCMV ขนาดชิ้น DNA 600 คู่เบส (Jose *et al.*, 2008)

SLCMV-F 5'-TGTAATTCTCAAAAGTTACAGTCN-3'

SLCMV-R 5'-ATATGGACCACATCGTGTCN-3'

ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อไวรัสICMV ขนาดชิ้น DNA 780 คู่เบส (Dutt *et al.*, 2005)

ICMV-F 5'-ATGTCGAAGCGACCAGCAGATATCAT-3'

ICMV-R 5'-TTAATTGCTGACCGAATCGTAGAAG-3'

โดยใช้ส่วนผสมของGreen PCR Master Mix (Biotechrabbit, Germany) ทำปฏิกิริยาในหลอดPCR ปริมาตรรวม 20 ไมโครลิตรประกอบด้วย

2x master mix buffer	10 ไมโครลิตร
Forward primer (10 pmole)	1 ไมโครลิตร
Reverse primer (10 pmole)	1 ไมโครลิตร
Nuclease-free water	5 ไมโครลิตร
DNA template	3 ไมโครลิตร

ผสมส่วนผสมให้เข้ากันดี แล้วนำไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermo cycler) โดยทำปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ ดังนี้

1) Predenaturation	94 °C	5 นาที
2) Three step-cycling	35 cycles	
Denaturation	94 °C	20 วินาที
Annealing	56 °C	20 วินาที
Extension	72 °C	45 วินาที
3) Final extension	72 °C	7นาที

เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์แล้ว ตรวจสอบดีเอ็นเอผลผลิตด้วย1.2% agarose gel electrophoresis ที่เติม RedSafe Nucleic Acid Staining Solution, 2000x (iNtRON Biotecnology, Korea) ใน 1X TAEbuffer ใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 30 นาทีแล้วย้อมด้วย GelRed แล้วตรวจดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสง UVด้วยเครื่อง ChemiDoc Gel Imaging System(Biorad, USA)

3. การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

ตัวอย่างมันสำปะหลังที่ให้ผลเป็นบวกกับชุดไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ SLCMV และ ICMV จากปฏิกิริยา PCR จะนำมาวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วย BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) เมื่อได้ลำดับนิวคลีโอไทด์แล้วจะนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Blastnและ Blastp (http://www.ncbi. nlm.nih.gov/Blast) เพื่อเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์

และกรดอะมิโนของเชื้อ SLCMV หรือ ICMV ที่อยู่ในฐานข้อมูล GenBank และวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมของเชื้อไวรัสจากข้อมูลยีนหรือโปรตีนด้วยโปรแกรม Clustal W จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์และจัดกลุ่มของเชื้อไวรัสในจีนัส *Begomovirus* ชนิดต่าง ๆ จากการสร้าง Phylogenetic tree ด้วยโปรแกรม MEGA 7 (Kumar *et al.*, 2016)

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ กรกฎาคม2559 – มิถุนายน2560

สถานที่ดำเนินการ 1. ห้องปฏิบัติการไวรัสวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

2. แปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัดได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และจันทบุรี

3.แปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรที่สำคัญของประเทศไทย 12 จังหวัด ได้แก่จังหวัดกาฬสินธุ์ อุดรธานี เลย ขอนแก่น นครราชสีมาระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เชียงราย ตาก กาญจนบุรี และกำแพงเพชร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. พื้นที่สำรวจ

ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ได้ดำเนินการสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกทั้ง 18 จังหวัด มีพื้นที่ปลูกรวมประมาณ 6,333,814 ไร่ ได้ทำการสำรวจรวมทั้งสิ้น 215 จุด คิดเป็นพื้นที่รวมทั้งสิ้น 430,000 ไร่จำนวนต้นมันสำปะหลังที่สำรวจทั้งหมด 334,000 ต้น จำนวนตัวอย่างที่สงสัยรวมทั้งสิ้น 602 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2) โดยแบ่งพื้นที่การสำรวจ ดังนี้

1. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และจันทบุรี สำรวจทั้งสิ้น 94 จุด คิดเป็นพื้นที่รวมทั้งสิ้น 188,000 ไร่ จำนวนต้นมันสำปะหลังที่สำรวจทั้งหมด 150,400 ต้น จำนวนตัวอย่างที่สงสัยรวมทั้งสิ้น 210 ตัวอย่าง (ตารางที่ 3)

2. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย 12 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ อุดรธานี เลย ขอนแก่น นครราชสีมา ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เชียงราย ตาก กาญจนบุรี และกำแพงเพชร สำรวจทั้งสิ้น 121 จุด คิดเป็นพื้นที่รวมทั้งสิ้น 242,000ไร่ จำนวนต้นมันสำปะหลังที่สำรวจทั้งหมด 193,600 ต้น จำนวนตัวอย่างที่สงสัยรวมทั้งสิ้น 392 ตัวอย่าง (ตารางที่ 4)

2.การตรวจหาเชื้อไวรัสใบด่างมันสำปะหลังในตัวอย่างใบมันสำปะหลัง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังรวมทั้งสิ้นจำนวน 602 ตัวอย่าง ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้ง 18 จังหวัด ที่แสดงอาการใบประ ใบด่างชัดเจน ใบลดรูป เสียรูปทรงคล้ายโรคใบด่างมันสำปะหลัง (ภาพที่ 3) ตรวจสอบด้วยด้วยเทคนิค PCR ผลปรากฏว่าตรวจไม่พบเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบด่างมันสำปะหลังในทุกตัวอย่าง ซึ่งสามารถยืนยันสถานภาพการไม่ปรากฏและการแพร่ระบาดของเชื้อ SLCMVและ ICMVในประเทศไทย อย่างไรก็ตามลักษณะผิดปกติของมันสำปะหลังเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น เกิดจากโรคอื่นๆ ความผิดปกติที่เกิดจากสารเคมีหรือเกิดจากการแมลงมาดูดกินน้ำเลี้ยง ที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติคล้ายโรคใบด่างมันสำปะหลัง

3. โรคมันสำปะหลังและอาการผิดปกติอื่น ๆ ที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

โรคพืชจัดว่าเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในการปลูกมันสำปะหลังที่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงเป็นอย่างมาก โดยมีสาเหตุมาจากเชื้อรา ไฟโตพลาสมา และเชื้อไวรัสถึงแม้ว่าการสำรวจครั้งนี้ไม่พบการระบาดของเชื้อไวรัส แต่พบโรคมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่ โรคแอนแทรกโนส โรครากและหัวเน่า และโรคใบจุดสีน้ำตาล อาการพุ่มแจ้ที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา (ตารางที่ 5)

1. โรคแอนแทรกโนสเกิดจากเชื้อ *Collectrotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulate*) อาการของโรคมักจะปรากฏให้เห็นทั้งส่วนของใบและลำต้น ถ้าหากอาการรุนแรงก็จะทำให้มันสำปะหลังตายได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2556; Reddy, 2015) จากการสำรวจครั้งนี้พบลักษณะอาการบริเวณลำต้นและใบไหม้สีดำหักพับลง (ภาพที่ 4A) และมีอาการแผลไหม้สีน้ำตาลบนใบ (ภาพที่ 4B) นอกจากนี้พบกลุ่มสปอร์เชื้อราตามบริเวณก้านใบ (ภาพที่ 4A และ 4C) พบโรคประมาณ 10% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดจันทบุรีและประมาณ 20% - 50% จังหวัดกาญจนบุรี ศรีสะเกษ และสระแก้ว

2. โรครากและหัวเน่า เกิดจากเชื้อ *Phythopthora melonis* โรคนี้เกิดขึ้นได้กับมันสำปะหลังทุกระยะ (กรมวิชาการเกษตร, 2556; พรพิมล และคณะ 2558; Reddy, 2015) อาการที่พบในแปลงปลูกพบต้นมันสำปะหลังแสดงอาการใบซีดเหลืองและเหี่ยว (ภาพที่ 5A) บริเวณโคนต้นเน่า เมื่อผ่าดูจะพบแผลสีน้ำตาลในส่วนเนื้อไม้ (ภาพที่ 5B) ในส่วนของหัวมันสำปะหลังก็พบอาการเน่าสีน้ำตาล (ภาพที่ 7C) และยังพบเส้นใยเชื้อราในบริเวณที่มีอาการเน่า (ภาพที่ 7B-C) พบการระบาดของโรคเพียงประมาณ 10% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดจันทบุรี สุรินทร์ อุบลราชธานี และตาก

3. โรคใบจุดสีน้ำตาล เกิดเชื้อ *Cercosporidium henninsii* ใบมันสำปะหลังเกิดอาการแผลจุดกลมสีน้ำตาล ขอบแผลชัดเจน (ภาพที่ 6A) และพบกลุ่มของสปอร์สีดำบริเวณตรงกลางแผลสีน้ำตาล (ภาพที่ 6B) โรคนี้มักจะเกิดกับมันสำปะหลังที่มีอายุตั้งแต่ 5 เดือนขึ้นไป แต่ไม่ทำความเสียหายแก่มันสำปะหลังมากนัก (กรมวิชาการเกษตร, 2556; Reddy, 2015) จากการสำรวจนี้พบการระบาดกระจายทั่วไปประมาณ 70% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา อุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว กาฬสินธุ์ อุดรธานี และฉะเชิงเทรา

4. อาการพุ่มแจ้ ต้นมันสำปะหลังแสดงอาการยอดแตกพุ่มฝอย ใบขนาดเล็ก ซีดเหลือง ตาข้างแบ่งตัวมากกว่าปกติทำให้เกิดลักษณะเป็นพุ่มเป็นกระจุก (ภาพที่ 7A-C) เมื่อดูบริเวณท่อลำเลียงจะเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 7D) ซึ่งอาการที่พบดังกล่าวจะมีลักษณะคล้ายกับอาการที่เกิดจากการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งแต่เมื่อตรวจดูบริเวณที่แตกพุ่มแจ้ไม่พบว่ามีเพลี้ยแป้งเข้าทำลายอาการพุ่มแจ้มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Candidatus* Phytoplasma กลุ่ม 16SrII Peanut witches' broom (Alvalez*et al*. 2013; Nguyen *et al*., 2014; Graziosi *et al*. 2016) ลักษณะอาการพุ่มแจ้ของมันสำปะหลังในประเทศไทยมีอาการคล้ายคลึงกับอาการโรคพุ่มแจ้ที่พบในประเทศเวียดนาม ซึ่งปัจจุบันยังคงอยู่ในระหว่างการศึกษาหาสาเหตุที่แท้จริงของลักษณะอาการพุ่มแจ้จากการสำรวจครั้งนี้พบอาการพุ่มแจ้ประมาณ 50-90% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี ระยอง สระแก้ว ชลบุรี ฉะเชิงเทรา กำแพงเพชร กาญจนบุรี อุดรธานี และเลย

4. อาการผิดปกติอื่น ๆ ที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

การสำรวจครั้งนี้พบอาการผิดปกติที่เกิดจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชซึ่งมีอาการคล้ายกับอาการโรคใบด่างมันสำปะหลังซึ่งก่อให้เกิดความสับสนและเข้าผิดว่าเป็นโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ นอกจากนี้ยังพบอาการผิดปกติเนื่องจากการขาดธาตุอาหารอีกด้วย (ตารางที่ 5)

4.1 อาการผิดปกติเนื่องจากถูกสารเคมี ใบมันสำปะหลังจะมีลักษณะเรียวเล็ก ลดรูป เนื้อใบมีสีเขียวอ่อนสลับเขียวเข้ม แต่เนื้อใบจะมีลักษณะที่แข็ง หนา ถึงแม้ว่าอาการผิดปกติที่พบจะมีลักษณะคล้ายกับอาการที่เกิดจากเชื้อไวรัสใบด่างมันสำปะหลัง แต่เมื่อตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR แล้วไม่พบแถบดีเอ็นเอของเชื้อไวรัสทุกตัวอย่างและพบเป็นจำนวนมากในทุกจุดสำรวจทั้ง 18 จังหวัด (ภาพที่ 8)

4.2 อาการขาดธาตุอาหาร ลักษณะอาการที่พบใบมันสำปะหลังจะมีขนาดเล็ก เนื้อใบมีสีซีดหรือเหลืองตรงระหว่างเส้นใบ ใบยอดมีขนาดเล็ด ลำต้นไม่มีการเจริญเติบโต แคระแกร็น พบค่อนข้างมากในทุกจุดสำรวจทั้ง 18 จังหวัด (ภาพที่ 9)

5. แมลงศัตรูและอาการผิดปกติที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

แมลงประเภทปากดูด เช่น แมลงหวี่ขาวยาสูบ แมลงหวี่ขาวใยเกลียว เพลี้ยแป้ง รวมถึงไรจัดเป็นศัตรูที่สำคัญซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตมันสำปะหลัง โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนต่างๆ ของยอด ตายอด ใบและกิ่ง ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างหัวของมันสำปะหลัง และยังเป็นแมลงพาหะของเชื้อไวรัสหลายชนิดจากการสำรวจและเก็บข้อมูลครั้งนี้พบแมลงที่สำคัญในแปลงปลูกมันสำปะหลัง (ตารางที่ 6) ดังนี้

5.1 แมลงหวี่ขาวยาสูบ (*B. tabaci* Gennadius) ซึ่งพบทั้งระยะดักแด้จะเห็นเป็นจุดสีขาวขุ่นกระจายอยู่ทั่วบริเวณหลังใบมันสำปะหลัง (ภาพที่ 10A-B) และตัวเต็มวัย (ภาพที่ 10C-D) พบได้ทั่วไปในแปลงปลูกมันสำปะหลังทุกจุดที่ทำการสำรวจทั้ง 18 จังหวัด

แมลงหวี่ขาวยาสูบ มีรายงานการพบทั้งในพื้นที่เขตร้อน และเขตกึ่งร้อน และยังก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชหลายชนิด เช่น ยาสูบ พริก มะเขือเทศ มะเขือยาว ฝ้าย มันฝรั่ง และมันสำปะหลังเป็นต้น และยังเป็น

แมลงพาหะที่สำคัญในการถ่ายทอดเชื้อ *Begomovirus* หลายชนิด รวมทั้งเชื้อICMV และ SLCMV (Byrne *et al*., 1990; Duraisamy *et al*., 2012; Kumarasinghe *et al*., 2009; Palaniswami and Henneberry, 2011) ซึ่งเชื้อไวรัสสามารถอยู่ในตัวแมลงหวี่ขาวยาสูบได้นานถึง9 วันหรือจนกว่าแมลงหวี่ขาวยาสูบจะตายไป (Dubern, 1994) ปัจจุบันได้มีการจำแนกไบโอไทป์ (Biotypes) ของแมลงหวี่ขาวยาสูบโดยแบ่งจากลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *Mitochondrial cytochrome oxidase I* (*mtCOI*) และได้เรียกตามแหล่งที่อาศัยแมลงหวี่ขาวยาสูบ ได้แก่ : Mediterranean (MED); Middle East-Asia Minor 1 (MEAM1); Middle East-Asia Minor 2(MEAM2); Asia I; China1; China 2; Asia II 1; Asia II 2; Asia II 3; Asia II 4; Asia II 5; Asia II 6; AsiaII7; Asia II 8; Sub-Saharan Africa 1; Sub-Saharan Africa 2; Sub-Saharan Africa 3; Sub-Saharan Africa 4 (Dinsdale *et al*. 2010; Mugerwa *et al*., 2012) โดยแต่ละไบโอไทป์จะมีความแตกต่างกันทางด้านพืชอาศัย ถิ่นที่อยู่ ความต้านทานต่อสารเคมี รวมถึงความสามารถในการถ่ายทอดเชื้อไวรัส (Perring, 2001; Qiu *et al*., 2009)

จากการสำรวจครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างแมลงหวี่ขาวยาสูบที่พบในแปลงมันสำปะหลังในจังหวัดบุรีรัมย์ ศรีสะเกษ สระแก้ว อุบลราชธานี สุรินทร์ และฉะเชิงเทรา รวม 41 ตัวอย่างนำมาจำแนกไบโอไทป์ด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *mtCOI* พบว่าเป็นไบโอไทป์ Asia II 1 จำนวน 28 ตัวอย่าง ไบโอไทป์ Asia II 6 จำนวน 9 ตัวอย่าง และไบโอไทป์ Asia I จำนวน 4 ตัวอย่าง Wang *et al*. (2016) พบว่าแมลงหวี่ขาวยาสูบที่ในแปลงปลูกที่มีการระบาดของเชื้อ SLCMV ในกัมพูชานั้นเป็นไบโอไทป์ Asia II 1 ซึ่งเป็นไบโอไทป์ที่พบมากในแปลงปลูกมันสำปะหลังที่สำรวจ ดังนั้นหากเชื้อ SLCMV มีการแพร่ระบาดเข้ามาในประเทศไทยจึงมีโอกาสที่จะทำให้โรคใบด่างมันสำปะหลังแพร่กระจายไปได้อย่างรวดเร็วโดยมีแมลงหวี่ขาวยาสูบเป็นพาหะนำโรค

5.2 แมลงหวี่ขาวใยเกลียว (*Aleurodicus disperses* Russell) พบอยู่ใต้ใบมันสำปะหลังเรียงลักษณะเป็นวงเกลียว (ภาพที่ 11A) ตัวอ่อนมีเส้นใยสีขาวปกคลุม (ภาพที่ 11B) ส่วนตัวเต็มวัยบริเวณปีกปกคลุมด้วยผงสีขาวคล้ายผงแป้ง (ภาพที่ 11C และ D) (กรมวิชาการเกษตร, 2556) พบได้ทั่วไปในแปลงปลูกมันสำปะหลังทุกจุดที่ทำการสำรวจทั้ง 18 จังหวัด จากรายงานของ Njoroge *et al*. (2017) พบว่าแมลงหวี่ขาวใยเกลียวไม่สามารถถ่ายทอดโรคไปยังต้นพืชปกติได้ จึงไม่ใช่แมลงพาหะของโรคใบด่างมันสำปะหลัง แต่ในขณะที่แมลงหวี่ขาวใยเกลียวดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นพืชพบว่าจะมีการปล่อยมูลหวานออกมาและมูลหวานนี้เป็นแหล่งอาหารของเชื้อราดำ จึงทำให้เกิดโรคราดำและทำให้มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังลดลง (Akinlosotu *et al*., 1993; Boopathi *et al*. 2015)

5.3 เพลี้ยแป้งที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลังมีรายงาน 5 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยแป้งลาย เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีเทา เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีเขียว เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู และเพลี้ยแป้งมะละกอ (กรมวิชาการเกษตร, 2556) ในปี 2551 มีรายงานการระบาดและก่อความเสียให้แก่มันสำปะหลังตามแหล่งปลูกที่สำคัญ เช่น จังหวัดกำแพงเพชร ระยอง ชลบุรี สระแก้ว ปราจีนบุรี และนครราชสีมา โดยเพลี้ยแป้งดูดกินน้ำเลี้ยงตามส่วนต่างๆ เช่น ใบยอด ตา และใบ ทำให้ส่วนยอดหงิกงอ แตกเป็นพุ่ม ใบหงิกเหลือง ข้อปล้องสั้น แคระแกร็น อีกทั้งยังมีการขับถ่ายมูลหวานซึ่งจะเป็นอาหารของราดำ (Muniappan *et al*., 2012; Parsa *et al*., 2012; Winotai *et al*., 2010) ทำให้การสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังเกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่

จากการสำรวจครั้งนี้พบเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังเป็นจำนวนมากทุกจุดสำรวจทั้ง 18 จังหวัด ลักษณะการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งจะดูดกินน้ำเลี้ยงพบตามบริเวณใบยอด ใบ และก้านใบ รวมกันเป็นกลุ่ม (ภาพที่ 12A และ B) นอกจากนี้ยังพบราดำเจริญอยู่บริเวณที่เพลี้ยแป้งขับมูลหวานออกมา (ภาพที่ 12C) ส่วนยอดของมันสำปะหลังที่ถูกเพลี้ยแป้งดูดกินน้ำหวานมีลักษณะอาการใบหงิกงอเป็นพุ่ม (ภาพที่ 12D)

5.4 ไรแดง จัดเป็นศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของมันสำปะหลังโดยจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบไรแดงที่มีรายงานการพบในแปลงปลูกมันสำปะหลัง ได้แก่ ไรแดงมันสำปะหลัง (*Tetranychus truncates* Ehara) ไรแมงมุมคันซาวา (*Tetranychus kanzawai* Kishida) และไรแดง (*Oligonychus biharensis* Hirst) (กรมวิชาการเกษตร, 2556) จากการสำรวจครั้งนี้พบว่าเมื่อพลิกดูหลังใบจะพบตัวไรแดงดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบมันสำปะหลังจำนวนมาก (ภาพที่ 13A) ส่วนใบของมันสำปะหลังที่ถูกไรแดงเข้าทำลายจะมีพบจุดประสีเหลืองหรือขาวขนาดเล็กซึ่งเกิดจากการดูดกินน้ำเลี้ยงกระจายอยู่ทั่วแผ่นใบ (ภาพที่ 13B) นอกจากนี้ยังแสดงอาการใบแห้งและใบร่วง (ภาพที่ 13C) โดยว่าก่อความเสียหายจำนวนมากจำนวนมากในทุกจุดสำรวจทั้ง 18 จังหวัด

5. พืชแปลงข้างเคียงที่พบอาการโรคไวรัส

นอกจากมันสำปะหลังที่เป็นพืชอาศัยหลักของเชื้อไวรัสใบด่างมันสำปะหลัง ยังพบว่ามีพืชชนิดอื่นและวัชพืชต่าง ๆ ที่รายงานว่าเป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส ซึ่งพืชและวัชพืชที่พบในแปลงข้างเคียงหรือในแปลงปลูกมันสำปะหลังนั้นมีความสำคัญในแง่ของการเป็นพืชอาศัยรองและเป็นแหล่งของเชื้อไวรัส แต่เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับพืชอาศัยรองของเชื้อไวรัสยังมีน้อยมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสำรวจและเก็บตัวอย่างมาร่วมวิเคราะห์ด้วย

5.1 พืชข้างเคียงแปลงปลูกมันสำปะหลัง

การสำรวจครั้งนี้พบพืชข้างเคียงแปลงปลูกมันสำปะหลังแสดงอาการโรคที่เกิดจากเชื้อ *Begomovirus* ได้แก่ พริก กระเจี๊ยบเขียว และพืชตระกูลแตงซึ่งพืชดังกล่าวนั้นต่างก็เป็นพืชอาศัยของแมลงหวี่ขาวยาสูบ ดังนั้นจึงได้นำมาตรวจสอบหาเชื้อไวรัสในห้องปฏิบัติการด้วย

1. พริกแสดงอาการใบเหลือง ใบหงิกทั้งต้น และลำต้นแคระแกร็น (ภาพที่ 14A)

2. กระเจี๊ยบเขียว แสดงอาการเส้นเวนเหลือง ใบเหลือง ใบหงิกในใบยอดและใบที่ยังอ่อนอยู่แต่ไม่มีอาการดังกล่าวในใบแก่ (ภาพที่ 14B)

3. พืชตระกูลแตง พบอาการใบเหลือง ใบหงิกทั้งลำต้น (ภาพที่ 14C-D)

ผลการตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR พบว่าพืชทั้ง 3 ชนิด ให้ผลบวกกับชุด degenerate primers ของเชื้อ *Begomovirus* แต่ให้ผลเป็นลบกับไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ SLCMV และ ICMV

Jose *et al.* (2008) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพืชอาศัยของเชื้อSLCMVโดยการทาน้ำคั้นจากมันสำปะหลังที่เป็นโรคลงบนพืชทดสอบ เช่นพืชสกุล *Nicotiana* ลำโพง พริก กระเจี๊ยบเขียว แตงโม แตงกวา ฟักทอง มะเขือเทศ มันฝรั่ง มะแว้ง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว และบานไม่รู้โรย เป็นต้นผลปรากฏว่าพืชในสกุล *Nicotiana* จำนวน 38 ชนิด และลำโพง (*Datura stramonium*) เป็นพืชอาศัยของเชื้อ SLCMV แต่

พืชชนิดอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้นไม่เป็นพืชอาศัย สำหรับเชื้อ ICMV นั้นพบว่าแตงกวา สบู่ดำ พิทูเนีย ลำโพง และพืชสกุล *Nicotiana* จำนวน 48 ชนิด (Menon and Raychaudhuri, 1970; Mathew and Muniyappa, 1993; Gao *et al*., 2010) จะเห็นได้ว่าเชื้อ SLCMV พบว่ามีพืชอาศัยที่ใกล้เคียงกันกับเชื้อ ICMV นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ถั่วเหลือง ละหุ่งสบู่ดำ ชุมเห็ดเล็ก กระถิน และมะละกอฝรั่ง เป็นพืชอาศัยของเชื้อ ACMV (Alabi *et al*., 2008; Ogbe *et al*., 2006; Mgbechi-Ezeri *et al*., 2008;Monde *et al*., 2010)

5.2วัชพืชในแปลงปลูกมันสำปะหลังที่พบอาการโรคไวรัส

พืชที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลังที่แสดงอาการโรคที่เกิดจากเชื้อ *Begomovirus*และด้นำมาตรวจสอบในห้องปฏิบัติการดังนี้

1. ต้นปีบ แสดงอาการเส้นเวนเหลือง ใบเหลือง แต่ใบไม่เสียรูปทรง พบต้นปีบในบางพื้นที่สำรวจ เช่น แปลงปลูกในจังหวัดสระแก้ว และจันทบุรี (ภาพที่ 15A)

2. ไมยราพหนามแสดงอาการใบเหลืองและใบม้วนลง พบกระจายทั่วไปในแปลงปลูกมันสำปะหลังทั้ง 18 จังหวัด(ภาพที่ 15B)

3. สาบแร้งสาบกา แสดงอาการใบเหลืองและใบม้วน พบเป็นจำนวนมากและกระจายทั่วไปในแปลงปลูกมันสำปะหลังทั้ง 18 จังหวัด (ภาพที่ 15C และ D)

จากผลการตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR พบว่าพืชดังกล่าวให้ผลบวกกับชุด degenerate primers ของเชื้อ *Begomovirus* แต่ให้ผลเป็นลบกับไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ SLCMV และ ICMV

จากรายงานของ Saunders *et al*.(2002) พบว่าสาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) เป็นพืชอาศัยของเชื้อ SLCMV โดยสาบแร้งสาบกาแสดงอาการเส้นเวนเหลือง (Yellow vein phenotype) ดังนั้นสาบแร้งสาบกาจึงเป็นวัชพืชที่ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากพบได้ทั่วไปตามแปลงปลูกมันสำปะหลัง บริเวณที่มีการผลิตผักหรือทุ่งนา และทำให้เป็นแหล่งสะสมของเชื้อ SLCMV หรือเชื้อ *Begomovirus* อื่นๆ ได้ แต่สำหรับต้นปีบและไมยราพเลื้อยนั้นยังไม่มีพบรายงานว่าเป็นพืชอาศัยของเชื้อ SLCMV

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

1. จากการสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้ง 18 จังหวัด ได้แก่ 1)พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และจันทบุรี สำรวจทั้งสิ้น 94 จุด คิดเป็นพื้นที่รวมทั้งสิ้น 188,000 ไร่ จำนวนต้นมันสำปะหลังที่สำรวจทั้งหมด 150,400 ต้น จำนวนตัวอย่างที่สงสัยรวมทั้งสิ้น 210 ตัวอย่าง2) พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย 12 จังหวัด ได้แก่ ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ อุดรธานี เลย ขอนแก่น นครราชสีมา ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เชียงราย ตาก กาญจนบุรี และกำแพงเพชร สำรวจ

ทั้งสิ้น 121 จุด คิดเป็นพื้นที่รวมทั้งสิ้น 242,000 ไร่ จำนวนต้นมันสำปะหลังที่สำรวจทั้งหมด 193,600 ต้น จำนวนตัวอย่างที่สงสัยรวมทั้งสิ้น 392 ตัวอย่าง จำนวน 602 ตัวอย่าง พบมันสำปะหลังที่มีลักษณะอาการคล้ายโรคใบด่างมันสำปะหลัง คือ อาการใบด่างประหรือด่างไม่ชัดเจน (ภาพที่ 1A)อาการจุดสีเหลืองซีดกระจายบนใบมันสำปะหลัง (ภาพที่ 1B)ใบด่างเขียวเข้มสลับเขียวอ่อน ใบลดรูปมีขนาดเล็ก ใบหงิก (ภาพที่ 1C และ F) **ผลการตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ SLCMV และ ICMV ปรากฏว่าตรวจไม่พบเชื้อ SLCMV และ ICMV จากทุกตัวอย่าง**

2. การสำรวจแปลงปลูกมันสำปะหลังในครั้งนี้ยังพบโรคอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดความเสียต่อผลผลิตมันสำปะหลังในแปลงปลูก ได้แก่

2.1 โรคแอนแทรกโนสเกิดจากเชื้อ *Collectrotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulate*) พบประมาณ 10% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดจันทบุรี และประมาณ 20% - 50% จังหวัดกาญจนบุรี (ภาพที่ 6)

2.2 โรครากและหัวเน่า เกิดจากเชื้อ *Phythopthora melonis* พบการระบาดของโรคเพียงประมาณ 10% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดจันทบุรี สุรินทร์ อุบลราชธานี และตาก (ภาพที่ 7)

2.3 โรคใบจุดสีน้ำตาล เกิดเชื้อ *Cercosporidium henninsii* พบการระบาดกระจายทั่วไปประมาณ 70% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา อุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว กาฬสินธุ์ อุดรธานี และฉะเชิงเทรา (ภาพที่ 8)

2.4 อาการพุ่มแจ้ มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Candidatus* Phytoplasma กลุ่ม 16SrII Peanut witches' broom (Alvalez*et al*. 2013; Nguyen *et al*., 2014; Graziosi *et al*. 2016) สำหรับอาการแตกพุ่มในประเทศไทยขณะนี้ยังอยู่ระหว่างการศึกษาหาเชื้อสาเหตุที่แท้จริงอยู่โดยอาการพุ่มแจ้จะพบประมาณ 50-90% ในแปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี ระยอง สระแก้ว ชลบุรี ฉะเชิงเทรา กำแพงเพชร กาญจนบุรี อุดรธานี และเลย (ภาพที่ 9)

ทั้งนี้โรคต่าง ๆ ที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลังควรจะทำการสำรวจต่อเนื่องเช่นเดียวกับการสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลัง เนื่องจากจะสามารถใช้เป็นข้อมูลการปรากฏของโรคในพื้นที่ปลูกว่ามีการพบในทุกฤดูกาลหรือมีการระบาดมากน้อยเพียงใดในแต่ละพื้นที่

3. การสำรวจครั้งนี้พบอาการผิดปกติที่เกิดจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชที่มีอาการคล้ายกับอาการโรคใบด่างมันสำปะหลังเช่น อาการใบด่าง ใบลดรูป และเสียรูปทรง ผลจากการตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR แล้วไม่พบแถบดีเอ็นเอของเชื้อไวรัสซึ่งอาการผิดปกติพบเป็นจำนวนมากในทุกจุดสำรวจทั้ง 18 จังหวัด

4. อาการผิดปกติที่เกิดจากการถูกแมลงจำพวกปากดูด เช่น แมลงหวี่ยาสูบ (ภาพที่ 12) แมลงหวี่ขาวใยเกลียว (ภาพที่ 13) เพลี้ยแป้ง (ภาพที่ 14) รวมทั้งไรแดง (ภาพที่ 15) พบว่ามีการก่อความเสียหายต่อมันสำปะหลังเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งที่ทำให้ยอดมันสำปะหลังแตกเป็นพุ่มกระจุก ใบมีขนาดเล็ก และไรแดงที่ทำให้ใบมันสำปะหลังเกิดอาการ

จุดซีด เหลืองกระจายทั่วแผ่นใบและอาการใบแห้งมีผลต่อการสังเคราะห์ของมันสำปะหลังลดลง ซึ่งส่งผลต่อการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังทำให้หัวมีขนาดเล็ก และถ้าหากเข้าก่อความเสียหายในต้นที่ยังอายุยังไม่มากก็จะทำให้ลำต้นแคระแกร็นไปสำหรับแมลงหวี่ขาวยาสูบที่พบในแปลงมันสำปะหลังส่วนใหญ่จัดอยู่ในไบโอไทป์ Asia II 1 ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่พบในพื้นที่ระบาดโรคใบด่างมันสำปะหลังในจังหวัดรัตนคีรี ประเทศกัมพูชา ยิ่งจะทำให้มีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดเป็นอย่างมากหากมีโรคใบด่างแพร่เข้ามาในประเทศไทย

5. พืชปลูกแปลงข้างเคียงและวัชพืชที่พบในแปลงมันสำปะหลังถือว่าเป็นสิ่งสำคัญซึ่งพืชและวัชพืชเหล่านั้นอาจจะเป็นพืชอาศัยรองของเชื้อไวรัสในการสำรวจครั้งนี้พบ พริก กระเจี๊ยบเขียว พืชตระกูลแตง และวัชพืช ได้แก่ ต้นปืบ ไมยราพเลื้อย และสาบแร้งสาบกา แสดงอาการใบหงิกเหลือง เส้นใบเหลือง และใบม้วนงอ ซึ่งเป็นลักษณะอาการดังกล่าวเกิดจากเชื้อ *Begomovirus* แต่จากการตรวจสอบด้วยเทคนิค PCR แล้วไม่พบแถบดีเอ็นเอของเชื้อ SLCMV และ ICMV ซึ่งมีรายงานว่าสาบแร้งสาบการเป็นพืชอาศัยของเชื้อ SLCMV (Saunders *et al.*, 2002)และ แตงกวาเป็นพืชอาศัยของเชื้อ ICMV (Menon and Raychaudhuri, 1970; Mathew and Muniyappa,1993) ยังพบว่าพืชและวัชพืชที่พบส่วนใหญ่เป็นพืชอาศัยของแมลงหวี่ขาวยาสูบซึ่งเป็นแมลงพาหะของไวรัสด้วย

6. เนื่องโรคใบด่างมันสำปะหลังยังไม่มีรายการพบในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกอีก 6 จังหวัดตามเขตแนวชายแดนไทยและกัมพูชา ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ และจันทบุรี อย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 3 ปีโดยปีงบประมาณ 2561-2563ได้ดำเนินการสำรวจตามโครงการวิจัย “การศึกษาสถานภาพโรคใบด่างของมันสำปะหลังศัตรูพืชกักกันในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย” ของกรมวิชาการเกษตร โดยดำเนินการในพื้นที่ชายแดน 6 จังหวัด ได้แก่ จันทบุรี สระแก้ว สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

สรุปผลในภาพรวมของโครงการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการและยืนยันสถานภาพของโรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อ SLCMV ได้ว่าไม่พบการปรากฏของโรคใบด่างมันสำปะหลังในแหล่งปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่เสี่ยง 6 จังหวัดที่มีชายแดนติดกับประเทศกัมพูชา ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ สระแก้ว ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และจันทบุรี รวมทั้งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ อุดรธานี เลย ขอนแก่น นครราชสีมา ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เชียงราย ตาก กาญจนบุรี และกำแพงเพชร

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยภายใต้โครงการเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ปี ๒๕๕๙

ขอขอบพระคุณนางวิไลวรรณ พรหมคำ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช นางสาวพรพิมล อธิปัญญาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคพืช นางณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยโรคพืช นางสาวชลธิชา รักใคร่ รักษาการผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยการกักกันพืช ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัยฯ

ขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่านรวมถึงผู้มีส่วนช่วยเหลือต่างๆ ที่ทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2560

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2556. คู่มือตรวจวินิจฉัยศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง. Post Tech.กรุงเทพฯ. 140 หน้า.

พรพิมล อธิปัญญาคม สุณีรัตน์ สีมะเดื่อ ชนินทร ดวงสอาด และ อมรรัชฎ์ คิดใจเดียว. 2558. การศึกษาสาเหตุอาการโคนเน่าและหัวเน่าของมันสำปะหลังโดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวโมเลกุล. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2558. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559.มันสำปะหลังโรงงาน : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตและผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว ปี 2557–2559. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://aginfo.oae.go.th/ewtnews/casava.html (12 กรกฎาคม 2560)

Alabi, O.J., Ogbe F.O., Bandyopadhyay R., Lava Kumar P., Dixon A.G., Hughes J. and Naidu R.A. 2008. Alternate hosts of *African cassava mosaic virus* and *East African cassava mosaic Cameroon virus* in Nigeria. *Arch. Virol.* 153(9), 1743-1747.

Akinlosotu, T.A., Jackai L.E.N., Ntonifor N.N., Hassan A.T., Agyakwa C.W., Odebiyi J.A., Akingbohungbe A. E. and Rossel H. W. 2013. Spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* in Nigeria. *FAO Plant Protec. Bull.* 41: 127-129.

Alhudiab, K., Alaraby W. and Rezk A. 2014. Molecular Characterization of Tomato Yellow Leaf Curl Disease Associated Viruses in Saudi Arabia. *Int. J. Virol.* 10: 192-203.

Alvarez, E., Pardo J.M., Mejia J.F., Bertaccini A., Thanh N.D. and Hoat T.X. 2013. Detection and Identification of '*Candidatus* Phytoplasma asteris'-related phytoplasmas Associated with a Witches' Broom Disease of Cassava in Vietnam. *Phytopathogenic Mollicutes* 3: 77-81.

Amoatey, H.M., Appiah A.S., Danso K.E., Amiteye S. and Appiah R. 2013. Controlled transmission of *African cassava mosaic virus* (ACMV) by *Bemisia tabaci* from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to seedlings of physic nut (*Jatropha curcas* L.). *Afr. J. Biotechnol*. 12, 4465-4472.

Boopathi, T., Karuppuchamy P., Singh S.B.,Kalyanasundaram M., Mohankumar S. and Ravi M. 2015. Microbial control of the invasive spiraling whitefly on cassava with entomopathogenic fungi. Braz. *J. Microbiol*. 46: 1077-1085.

Brown, J.K., Zerbini F.M., Navas-Castillo J., Moriones E., Ramos-Sobrinho R., Silva J.C., Fiallo-Olive E., Briddon R.W., Hernandez-Zepeda C., Idris A., Malathi V.G., Martin D.P., Rivera-Bustamante R., Ueda S. and Varsani A. 2015. Revision of *Begomovirus* taxonomy based on pairwise sequence comparisons. *Arch. Virol.* 160: 1593-1619.

Byrne, D.N., Bellows T.B., Jr. and Parrella M.P. 1990. Whiteflies in agricultural systems. pp. 227-261 *In*: Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management, D. Gerling (ed.). Intercept, Hants, United Kingdom.

Dinsdale, A., Cook L., Riginos C., Buckley Y.M.and BarroP.D. 2010. Refined Global Analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) Mitochondrial Cytochrome Oxidase 1 to Identify Species Level Genetic Boundaries. *Annu. Entomol. Soc. Am*. 103: 196-208.

Dubern, J. 1994. Transmission of *African cassava mosaic geminivirus* by the whitefly (*Bemisia tabaci*). *Trop. Science* 34, 82-91.

Duraisamy, R., Natesan S., Muthurajan R., Gandhi K., Lakshmanan P., Karuppusamy N. and Chokkappan, M. 2012. Molecular Studies on the Transmission of *Indian Cassava Mosaic Virus* (ICMV) and *Sri Lankan Cassava Mosaic Virus* (SLCMV) in Cassava by *Bemisia tabaci* and Cloning of ICMV and SLCMV Replicase Gene from Cassava. *Mol. Biotechnol*. 53: 150-158.

Dutt, N., Briddon R.W. and Dasgupta I. 2005. Identification of a second begomovirus, *Sri Lankan cassava mosaic virus*, causing cassava mosaic disease in India. *Arch. Virol.* 150: 2101-2108.

Gao, S., Qu, J., Chua, N.H. and Ye, J. 2010. A new strain of *Indian cassava mosaic virus* causes a mosaic disease in the biodiesel crop *Jatropha curcas*. *Arch. Virol*. 155(4), 607-612.

Graziosi, I., Minato N., AlvarezE., NgoD.T., Hoat T.X., Aye T.M., PardoJ.M., WongtiemP. and WyckhuysK.A. 2016. Emerging pests and diseases of South-east Asian cassava: a comprehensive evaluation of geographic priorities, management options and research needs. *Pest Manag. Sci.* 72: 1071-1089.

Jose, A., Makeshkumar T. and Edison S. 2008. Host range of *Sri Lankan cassava mosaic virus*. *J. Root Crops* 34: 21-25.

Kumar, S., Stecher G. and TamuraK. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Mol. Biol. Evol.* 33: 1870-1874.

Kumarasinghe, N., Salim N. and WijayarathneW. 2009. Identification and Biology of two Whitefly Species on Cassava in Sri Lanka. *J. Plant Prot. Res.* 49: 373-377.

Mathew, A.V. and Muniyappa, V. 1993. Host range of *Indian cassava mosaic virus*. *Indian Phytopath*. 46(1), 16-23.

Menon, M.R. and Raychaudhuri, S.P. 1970. Cucumber, a herbaceous host of *cassava mosaic virus*. *Plant Dis. Reporter* 54(1), 34-35.

Monde, G., Walangululu, J., Winter, S. and Bragard, C. 2010. Dual infection by cassava begomoviruses in two leguminous species (Fabaceae) in Yangambi, Northeastern Democratic Republic of Congo. *Arch. Virol.* 155(11), 1865-1869.

Mugerwa, H., Rey M.E.C., AlicaiT., Ateka E., Atuncha H., Ndunguru J. and Sseruwagi P. 2012. Genetic diversity and geographic distribution of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) genotypes associated with cassava in East Africa. *Ecol. Evol.* 2: 2749-2762.

Muniappan, R., Watson, G.W., Vaughan, L., Gilbertson, R. and Noussourou, M. 2012. New Records of Mealybugs, Scale Insects, and Whiteflies (Hemiptera: Sternorrhyncha) from Mali and Senegal. *J. Agric. Urban Entomol.* 28(1), 1-7.

Nguyen, T., Mai Q., Ngo B., Nguyen H., Ha C. and Trinh H. 2014. Biological characteristics of cassava witches' broom disease related to phytoplasma in Dongnai Province. *J. Sci. Dev.* 12: 325-333.

Njoroge, M. K., Mutisya D.L. , Miano D.W. and Kilalo D.C. 2017. Whitefly species efficiency in transmitting cassava mosaic and brown streak virus diseases. *Cogent Biology 3*. 1-8.

Ogbe, F.O., Dixon A.G.O., Hughes J.d.A., Alabi O.J. and Okechukwu R. 2006. Status of Cassava Begomoviruses and Their New Natural Hosts in Nigeria. *Plant Dis.* 90(5), 548-553.

Palaniswami, M.S. and Henneberry T.J. 2011. *Bemisia tabaci* (Genn.): Biotypes and *Cassava Mosaic Virus in India*. pp. 121-163. In : The Whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plant. Springer: Houten, The Netherlands.

Parsa, S., Kondo T., and Winotai A. 2012. The Cassava Mealybug (Phenacoccus manihoti) in Asia: First Records, Potential Distribution, and an Identification Key. *PLOS ONE* 7(10), e47675.

Perring, T.M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Prot*. 20(9), 725-737.

Qiu, B., Chen Y., Liu L., Peng W., Li X., Ahmed M.Z., Mathur V., Du Y. and Ren S. 2009. Identification of three major Bemisia tabaci biotypes in China based on morphological and DNA polymorphisms. *Prog. Nat. Sci*. 19(6), 713-718.

Reddy, P.P. 2015. Cassava, *Manihot esculenta*, pp. 17-81. *In*: P.P. Reddy. *Plant Protection in Tropical Root and Tuber Crops*. Springer India,

Rojas, M.R., Gilbertson R.L., RusselD.R. and Maxwell D.P. 1993. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted *Geminivirus*. *Plant Dis*. 77: 340–347.

Saunders, K., Salim N., Mali V.R., Malathi V.G., Briddon R., Markham P.G., Stanley J. 2002. Characterisation of Sri Lankan Cassava Mosaic Virus and Indian Cassava Mosaic Virus: Evidence for Acquisition of a DNA B Component by a Monopartite Begomovirus. *Virology* 293(1), 63-74.

Sok, S., Yepes, M.C. and Cuellar J.W. 2016. Confirmation of the presence of Cassava Mosaic Disease (CMD) and *Sri Lankan Cassava mosaic virus* (SLCMV) in Cambodia: February, 2016. *CAIT Report*, 1-4.

Thottappilly, G., Thresh J.M., Calvert L.A. and Winter S, 2003. Cassava. pp. 107-165 *In*: G. Loebenstein and G. Thottappilly, eds. *Virus and virus-like diseases of major crops in developing countries*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.

Wang, H.-L., Cui X.-Y., Wang X.-W., Liu S.-S., ZhangZ.-H. and ZhouX. 2016. First Report of *Sri Lankan cassava mosaic virus* Infecting Cassava in Cambodia. Plant Dis. 100: 1029.

Winotai, A., Goergen G., Tamo M., and Neuenschwander P. 2010. Cassava mealybug has reached Asia. Biocontrol News Inf. 31, 10N–11N.

ตารางที่ 1 รายชื่อเชื้อไวรัสใบด่างมันสำปะหลัง ลักษณะอาการอาการ แมลงพาหะ และการแพร่กระจาย (Thottappilly*et al.*, 2003)

Virus	Genus/Family	Symptoms	Vector	Distribution
African cassava mosaic virus (ACMV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	Africa
East African cassava mosaic Cameroon virus (EACMCV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	West Africa, Tanzania
East African cassava mosaic Kenya virus (EACMKV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	East Africa
East African cassava mosaic Malawi virus (EACMMV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	Malawi
East African cassava mosaic virus (EACMV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	East Africa
East African cassava mosaic virus-Uganda (EACMV-UG)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	Sub-Saharan Africa
East African cassava mosaic Zanzibar virus (EACMZV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	Zanzibar, Madagascar
Indian cassava mosaic virus (ICMV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	Togo, India, Sri Lanka
South African cassava mosaic virus (SACMV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	South Africa, Malawi, Madagascar, Zimbabwe
Sri Lankan cassava mosaic virus (SLCMV)	*Begomovirus/ Geminiviridae*	Mosaic, leaf distortion and stunting	Whitefly	India and Sri Lanka

ตารางที่ 2 พื้นที่สำรวจมันสำปะหลังในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2560

จังหวัด		จำนวนจุด (2,000 ไร่ เป็น 1 จุด)	พื้นที่สำรวจ (ไร่)	จำนวนต้นมันสำปะหลังที่สำรวจทั้งหมด (ต้น)	จำนวนตัวอย่างที่สงสัย	การตรวจพบโรคใบด่างมันสำปะหลัง (เปอร์เซ็นต์)
พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัด						
1	อุบลราชธานี	34	68,000	54,400	47	0
3	สุรินทร์	10	20,000	16,000	45	0
3	สระแก้ว	20	40,000	32,000	63	0
4	ศรีสะเกษ	10	20,000	16,000	18	0
5	บุรีรัมย์	10	20,000	16,000	19	0
6	จันทบุรี	10	20,000	16,000	18	0
รวม		**94**	**188,000**	**150,400**	**210**	**0**
พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย						
1	กาฬสินธุ์	10	20,000	16,000	21	0
2	อุดรธานี	10	20,000	16,000	35	0
3	เลย	10	20,000	16,000	23	0
4	ขอนแก่น	7	14,000	11,200	14	0
5	นครราชสีมา	8	16,000	12,800	21	0
6	ระยอง	10	20,000	16,000	67	0
7	ชลบุรี	10	20,000	16,000	52	0
8	ฉะเชิงเทรา	10	20,000	16,000	33	0
9	เชียงราย	11	22,000	17,600	27	0
10	ตาก	12	24,000	19,200	32	0
11	กาญจนบุรี	12	24,000	19,200	35	0
12	กำแพงเพชร	11	22,000	17,600	32	0
รวม		**121**	**242,000**	**193,600**	**392**	**0**

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัด พิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์[1/]	อายุ[2/] (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
1	บ้านตูม	นาจะหลวย	อุบลราชธานี	14.64010	105.21965	-	-
2	บ้านตูม	นาจะหลวย	อุบลราชธานี	14.50080	105.22668	-	-
3	นาจะหลวย	นาจะหลวย	อุบลราชธานี	14.58785	105.23271	-	-
4	กลาง	เดชอุดม	อุบลราชธานี	14.77946	105.13206	-	-
5	เมืองเดช	เดชอุดม	อุบลราชธานี	14.86717	105.09817	-	-
6	โคกชำแระ	ทุ่งศรีอุดม	อุบลราชธานี	14.72058	104.89541	-	-
7	กุดเรือ	ทุ่งศรีอุดม	อุบลราชธานี	14.70142	104.89687	-	-
8	ขี้เหล็ก	น้ำขุ่น	อุบลราชธานี	14.63067	104.92915	-	-
9	ตาแดง	น้ำขุ่น	อุบลราชธานี	14.57975	104.92532	-	-
10	โคกยางนา	น้ำขุ่น	อุบลราชธานี	14.51034	104.85543	-	-
11	บัวงาม	บุญฑริก	อุบลราชธานี	14.74315	105.40110	-	-
12	โพนงาม	บุญฑริก	อุบลราชธานี	14.74711	105.43595	-	-
13	โนนงาม	บุญฑริก	อุบลราชธานี	14.79371	105.41843	-	-
14	โนนก่อ	สิรินธร	อุบลราชธานี	14.92889	105.46231	-	-
15	โนนก่อ	สิรินธร	อุบลราชธานี	15.00576	105.46272	-	-
16	บุเปือย	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.54233	105.03644	-	-
17	บุเปือย	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.57375	105.05198	-	-
18	ศรีวิเชียร	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.49702	105.03873	-	-
19	โดมประดิษฐ์	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.46928	105.11914	-	-
20	ยาง	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.60989	105.05628	-	-
21	ยางใหญ่	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.60179	105.08872	-	-
22	โคกสะอาด	น้ำขุ่น	อุบลราชธานี	14.49293	104.86355	ระยอง 72	8
23	โคกสะอาด	น้ำขุ่น	อุบลราชธานี	14.46037	104.89228	ระยอง 72	8
24	โชง	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.45573	104.99087	ระยอง 72	8
25	สีวิเชียร	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.45573	104.99087	ระยอง 72	7
26	สีวิเชียร	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.47732	105.02550	ระยอง 72	8
27	สีวิเชียร	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.45538	105.01832	ระยอง 72	10
28	โดมประดิษฐ์	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.42390	105.12978	ระยอง 11, 72	7

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560(ต่อ)

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์[1/]	อายุ[2/] (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
29	โดมประดิษฐ์	น้ำยืน	อุบลราชธานี	14.40937	105.11658	ระยอง 72	7
30	นาจะหลวย	นาจะหลวย	อุบลราชธานี	14.51492	105.25668	ระยอง 72	8
31	ห้วยข่า	บุญฑริก	อุบลราชธานี	14.54323	105.32740	ระยอง 72	8
32	โพนงาม	บุญฑริก	อุบลราชธานี	14.54323	105.32740	ระยอง 11, 72	8
33	ช่องเม็ก	สิรินธร	อุบลราชธานี	15.11900	105.46062	ระยอง 72	8
34	ช่องเม็ก	สิรินธร	อุบลราชธานี	15.07130	105.46120	ระยอง 72	8
35	จรัส	บัวเชด	สุรินทร์	14.43247	103.97217	ระยอง 11, 72	8
36	อาโพน	บัวเชด	สุรินทร์	14.46758	103.92573	ระยอง 72	5
37	ตาตุม	สังขะ	สุรินทร์	14.42658	103.82648	ระยอง 9	7
38	ตาตุม	สังขะ	สุรินทร์	14.44411	103.87666	ระยอง 9, 72	7
39	ตาตุม	สังขะ	สุรินทร์	14.46786	103.76029	ระยอง 72	2
40	ด่าน	กาบเชิง	สุรินทร์	14.45179	103.71394	ระยอง 9, 72	5
41	แนงมุด	กาบเชิง	สุรินทร์	14.50256	103.45652	ระยอง 72	5
42	แนงมุด	กาบเชิง	สุรินทร์	14.44417	103.39884	ระยอง 11	6
43	บักได	พนมดงรัก	สุรินทร์	14.37887	103.37052	ระยอง 72	2
44	ตาเมียง	พนมดงรัก	สุรินทร์	14.34641	103.25739	ระยอง 72	5
45	เขาวงกต	อรัญประเทศ	สระแก้ว	13.84881	102.49884	เกษตรศาสตร์ 50	4
46	โคคลาน	ตาพระยา	สระแก้ว	13.98256	102.75219	เกษตรศาสตร์ 50	2
47	ทัพเสด็จ	ตาพระยา	สระแก้ว	14.12448	102.92119	เกษตรศาสตร์ 50	5
48	ทัพเสด็จ	ตาพระยา	สระแก้ว	14.10973	102.90544	เกษตรศาสตร์ 50	5
49	ทัพเสด็จ	ตาพระยา	สระแก้ว	14.05292	102.89057	ระยอง 5	5
50	ตาพระยา	ตาพระยา	สระแก้ว	13.98233	102.80304	เกษตรศาสตร์ 50	4
51	โคกสูง	โคกสูง	สระแก้ว	13.84906	102.72866	ระยอง 72	3
52	ทัพพริก	อรัญประเทศ	สระแก้ว	13.52365	102.34493	เกษตรศาสตร์ 50	4
53	คลองไก่เถื่อน	คลองหาด	สระแก้ว	13.38587	102.30723	ระยอง 9	5
54	คลองไก่เถื่อน	คลองหาด	สระแก้ว	13.38748	102.30956	เกษตรศาสตร์ 50	5
55	วังใหม่	วังสมบูรณ์	สระแก้ว	13.42311	102.04819	ระยอง 72	11
56	วังใหม่	วังสมบูรณ์	สระแก้ว	13.43844	102.11147	เกษตรศาสตร์ 50	5

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560 (ต่อ)

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์[1/]	อายุ[2/] (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
57	คลองไก่เถื่อน	คลองหาด	สระแก้ว	13.35051	102.30639	ระยอง 72	10
58	คลองไก่เถื่อน	คลองหาด	สระแก้ว	13.30785	102.31327	ระยอง 72	10
59	คลองหาด	คลองหาด	สระแก้ว	13.47276	102.31633	ระยอง 72	8
60	ทับพริก	อรัญประเทศ	สระแก้ว	13.51652	102.34485	ระยอง 72	8
61	คลองหินปูน	วังน้ำเย็น	สระแก้ว	13.57006	102.13279	ห้วยบง 80	11
62	ตาหลังใน	วังน้ำเย็น	สระแก้ว	13.55369	102.10725	ระยอง 72	10
63	พระเพลิง	เขาฉกรรจ์	สระแก้ว	13.61464	102.06515	ระยอง 72	6
64	หนองหว้า	เขาฉกรรจ์	สระแก้ว	13.63947	102.03973	ระยอง 72	6
65	น้ำเกลี้ยง	น้ำเกลี้ยง	ศรีสะเกษ	14.92780	104.53593	ระยอง72	4
66	ศรีแก้ว	ศรีรัตนะ	ศรีสะเกษ	14.75872	104.47097	ระยอง72	2
67	ภูเงิน	กันทรารักษณ์	ศรีสะเกษ	14.73982	104.53152	ระยอง72	1
68	รุง	กันทรารักษณ์	ศรีสะเกษ	14.49435	104.59943	ระยอง72	2
69	บักดอง	ขุนหาญ	ศรีสะเกษ	14.53330	104.47732	ระยอง72	3
70	บักดอง	ขุนหาญ	ศรีสะเกษ	14.45717	104.47960	ระยอง72	4
71	กันทรอม	ขุนหาญ	ศรีสะเกษ	14.55613	104.37008	ระยอง72	2
72	โคกตาล	ภูสิงห์	ศรีสะเกษ	14.54330	104.21507	ระยอง72	3
73	ห้วยติ๊กชู	ภูสิงห์	ศรีสะเกษ	14.53272	104.11885	ระยอง72	3
74	ไพรพัฒนา	ภูสิงห์	ศรีสะเกษ	14.40093	104.05660	ระยอง72	2
75	ร่อนทอง	สตึก	บุรีรัมย์	15.21200	103.23840	ระยอง 72, 89	10
76	หนองขมาน	คูเมือง	บุรีรัมย์	15.30087	103.00083	ระยอง 72	3
77	หนองบัวโคก	ลำปลายมาศ	บุรีรัมย์	14.98837	102.91355	ระยอง 72	8
78	ปังกู	ประโคนชัย	บุรีรัมย์	14.54935	103.08968	ระยอง72, 89	3
79	จันทบเพชร	บ้านกรวด	บุรีรัมย์	14.36544	103.16744	ระยอง72	3
80	บึงเจริญ	บ้านกรวด	บุรีรัมย์	14.33437	103.02605	ระยอง72	2
81	หนองบัว	ปะคำ	บุรีรัมย์	14.43388	102.65975	ระยอง89	10
82	หนองแวง	ละหานทราย	บุรีรัมย์	14.24427	102.96013	ระยอง 89	3
83	สำโรงใหม่	ละหานทราย	บุรีรัมย์	14.25028	102.92332	ระยอง72	10

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชา 6 จังหวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560 (ต่อ)

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์[1/]	อายุ[2/] (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
84	สำโรงใหม่	ละหานทราย	บุรีรัมย์	14.31828	102.87948	ระยอง 89	5
85	คลองใหญ่	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	12.90097	102.48057	ระยอง 11	5
86	เทพนิมิตร	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	13.00473	102.50544	ระยอง 72	5
87	เทพนิมิตร	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	13.00677	102.47056	ระยอง 72	12
88	เทพนิมิตร	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	13.06331	102.43788	ระยอง 72	2
89	เทพนิมิตร	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	13.07210	102.43761	ระยอง 5	3
90	เทพนิมิตร	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	13.06331	102.43788	ระยอง 11	3
91	เทพนิมิตร	โป่งน้ำร้อน	จันทบุรี	13.09386	102.41318	ระยอง 5	3
92	สะตอน	สอยดาว	จันทบุรี	13.18492	102.36730	ระยอง 72	11
93	สะตอน	สอยดาว	จันทบุรี	13.18716	102.37482	ระยอง 72	2
94	เขาวงกต	แก่งหางแมว	จันทบุรี	12.89972	101.82563	ระยอง 11	5

หมายเหตุ: [1/] - : ไม่ได้บันทึกพันธุ์มันสำปะหลัง
[2/] - : ไม่ได้บันทึกอายุมันสำปะหลัง

ตารางที่ 4 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทยพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์	อายุ (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
1	บัวขาว	กุฉินารายณ์	กาฬสินธุ์	16.52628	104.09305	เกษตรศาสตร์ 50	3
2	คำบง	ห้วยผึ้ง	กาฬสินธุ์	16.66218	103.82793	เกษตรศาสตร์ 50	3
3	ผาเสวย	สมเด็จ	กาฬสินธุ์	16.76242	103.80328	เกษตรศาสตร์ 50	8
4	นาทัน	คำม่วง	กาฬสินธุ์	17.07008	103.57100	ระยอง 72	9
5	หนองช้าง	สามชัย	กาฬสินธุ์	16.85582	103.56590	ระยอง 72	-
6	สหัสขันธ์	สหัสขันธ์	กาฬสินธุ์	16.72087	103.60247	ระยอง 72 ห้วยบง 60	5
7	หนองบัว	หนองกรุงศรี	กาฬสินธุ์	16.70650	103.38898	ระยอง 11	5
8	ลำปาว	เมือง	กาฬสินธุ์	16.55465	103.51132	เกษตรศาสตร์ 50	3
9	โคกสะอาด	ฆ้องชัย	กาฬสินธุ์	16.31615	103.44860	เกษตรศาสตร์ 50	5
10	กุดโดน	ห้วยเม็ก	กาฬสินธุ์	16.51715	103.26678	ระยอง 72	5
11	นาแค	นายูง	อุดรธานี	18.07572	102.07114	ระยอง72	1
12	นาแค	นายูง	อุดรธานี	17.95465	102.07940	ระยอง72	9
13	นาแค	นายูง	อุดรธานี	17.91714	102.07106	ระยอง72	2
14	บ้านก้อง	นายูง	อุดรธานี	17.87634	102.12253	ระยอง72	4
15	นาแค	นายูง	อุดรธานี	17.85717	102.09810	ระยอง72	3
16	ศรีสำราญ	น้ำโสม	อุดรธานี	17.77898	102.19917	ระยอง72	10
17	กลางใหญ่	บ้านผือ	อุดรธานี	17.80549	102.34109	ระยอง72	3
18	เมืองพาน	บ้านผือ	อุดรธานี	17.72593	102.39445	ระยอง72	10
19	หายโศก	บ้านผือ	อุดรธานี	17.72803	102.55186	ระยอง72	4
20	ตูมใต้	กุมภวาปี	อุดรธานี	17.08181	102.93241	ระยอง72	7
21	ท่าสะอาด	นาด้วง	เลย	17.48768	101.93857	ระยอง72	10
22	ท่าสะอาด	นาด้วง	เลย	17.49569	101.91799	ระยอง72	2
23	นาดินดำ	เมือง	เลย	17.49607	101.86251	ระยอง72	3
24	หนองหญ้าปล้อง	วังสะพุง	เลย	17.29413	101.84911	ระยอง72	2
25	ศรีสองรัก	เมือง	เลย	17.61962	101.69967	ระยอง72	2
26	นาแขม	เมือง	เลย	17.69131	101.66686	ระยอง72	2
27	นาซ่าว	เชียงคาน	เลย	17.78471	101.68032	ระยอง72	3

ตารางที่ 4 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทยพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560(ต่อ)

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์	อายุ (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
28	ปากชม	ปากชม	เลย	18.03158	101.91143	ระยอง72	3
29	โคกใหญ่	ท่าลี่	เลย	17.51231	101.45797	ระยอง72	5
30	หนองงิ้ว	วังสะพุง	เลย	17.41526	101.53776	ระยอง72	5
31	เขาสวนกวาง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น	16.88985	102.88790	ระยอง 9	5
32	เขาสวนกวาง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น	16.84344	102.87036	ระยอง 72	5
33	คำม่วง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น	16.81981	102.85295	ระยอง 72	5
34	กุดน้ำใส	น้ำพอง	ขอนแก่น	16.67614	102.76945	ระยอง 72	4
35	ทุ่งโป่ง	อุบลรัตน์	ขอนแก่น	16.68944	102.69390	ระยอง 72	4
36	บ้านไผ่	บ้านไผ่	ขอนแก่น	16.12159	102.74165	ระยอง 72	5
37	หินตั้ง	บ้านไผ่	ขอนแก่น	16.05192	102.80445	ระยอง 72	5
38	โคกไทย	ปักธงชัย	นครราชสีมา	14.75259	102.06527	ระยอง 72	4
39	สูงเนิน	สูงเนิน	นครราชสีมา	14.81881	101.83433	ระยอง 72	4
40	มะเขือใหม่	สูงเนิน	นครราชสีมา	14.86648	101.76429	ระยอง 72	4
41	มะเขือใหม่	สูงเนิน	นครราชสีมา	14.86373	101.76350	ระยอง 72	4
42	ทุ่งอรุณ	โชคชัย	นครราชสีมา	14.65084	101.19977	ห้วยบง 60	12
43	ทุ่งอรุณ	โชคชัย	นครราชสีมา	14.62680	102.20676	ระยอง 72	3
44	ตะแบกบาน	ครบุรี	นครราชสีมา	14.63146	102.34600	ระยอง 72	2
45	ตะแบกบาน	ครบุรี	นครราชสีมา	14.45988	102.34623	ระยอง 72	3
46	เมือง	มาบตาพุด	ระยอง	12.68471	101.11109	ระยอง 11	3
47	บ้านฉาง	พลา	ระยอง	12.70630	101.02815	ระยอง 9	10
48	ชากหมาก	บ้านฉาง	ระยอง	12.79394	101.05629	ระยอง 72	10
49	บ้านฉาง	บ้านฉาง	ระยอง	12.76308	101.07685	ระยอง 72	10
50	ตาสิทธ์	ปลวกแดง	ระยอง	13.06921	101.26091	เกษตรศาสตร์ 50	10
51	หนองละลอก	บ้านค่าย	ระยอง	12.85703	101.22244	ระยอง 11	6
52	หนองละลอก	บ้านค่าย	ระยอง	12.80935	101.22657	เกษตรศาสตร์ 50	10
53	แกลง	แกลง	ระยอง	12.64876	101.44844	ระยอง 11	10
54	ชำฆ้อ	เขาชะเมา	ระยอง	12.90806	101.64638	ระยอง 11	12
55	วังหว้า	แกลง	ระยอง	12.74894	101.62337	ระยอง 72	5

ตารางที่ 4 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทยพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560(ต่อ)

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์	อายุ (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
56	คลองกิ่ว	บ้านบึง	ชลบุรี	13.16905	101.18372	เกษตรศาสตร์ 50	4
57	นาวังหิน	พนัสนิคม	ชลบุรี	13.42882	101.27710	เกษตรศาสตร์ 50	4
58	หนองปรือ	พนัสนิคม	ชลบุรี	13.50968	101.29239	เกษตรศาสตร์ 50	3
59	หนองอิรุณ	บ้านบึง	ชลบุรี	13.30706	101.26445	เกษตรศาสตร์ 50	4
60	หนองไผ่แก้ว	บ้านบึง	ชลบุรี	13.18029	101.19714	เกษตรศาสตร์ 50	4
61	เขาคันทรง	ศรีราชา	ชลบุรี	13.13756	101.16937	ระยอง 9	10
62	เขาไม้แก้ว	บางละมุง	ชลบุรี	12.95983	101.05105	เกษตรศาสตร์ 50	4
63	ห้วยใหญ่	บางละมุง	ชลบุรี	12.81776	100.99751	เกษตรศาสตร์ 50	4
64	หนองใหญ่	หนองใหญ่	ชลบุรี	13.16396	101.36021	เกษตรศาสตร์ 50	7
65	หนองเสือช้าง	หนองใหญ่	ชลบุรี	13.13389	101.33380	เกษตรศาสตร์ 50	4
66	ลาดกระทิง	สนามชัยเขต	ฉะเชิงเทรา	13.64196	101.45018	ระยอง 9	11
67	ลาดกระทิง	สนามชัยเขต	ฉะเชิงเทรา	13.61327	101.47670	ระยอง 9	5
68	ลาดกระทิง	สนามชัยเขต	ฉะเชิงเทรา	13.60231	101.46514	ระยอง 9	10
69	ลาดกระทิง	สนามชัยเขต	ฉะเชิงเทรา	13.54107	101.48135	ระยอง 72	10
70	คลองตะเกรา	ท่าตะเกียบ	ฉะเชิงเทรา	13.40489	101.65223	เกษตรศาสตร์ 50	6
71	คลองตะเกรา	ท่าตะเกียบ	ฉะเชิงเทรา	13.38718	101.71448	ระยอง 72	9
72	คลองตะเกรา	ท่าตะเกียบ	ฉะเชิงเทรา	13.41311	101.78598	เกษตรศาสตร์ 50	7
73	เขาหินซ้อน	พนมสารคาม	ฉะเชิงเทรา	13.76238	101.71622	ห้วยบง 80	8
74	เขาหินซ้อน	พนมสารคาม	ฉะเชิงเทรา	13.77633	101.54013	ห้วยบง 60	10
75	เกาะขนุน	พนมสารคาม	ฉะเชิงเทรา	13.67028	101.39130	ห้วยบง 80	10
76	ดงมะดะ	แม่ลาว	เชียงราย	19.74011	99.64174	ระยอง 72	6
77	ดงมะดะ	แม่ลาว	เชียงราย	19.74614	99.69246	ระยอง 72	4
78	เชียงเคียน	เทิง	เชียงราย	19.62729	99.97868	ระยอง 9	6
79	ศรีดอนไชย	เทิง	เชียงราย	19.61747	100.07289	ระยอง 72	5
80	งิ้ว	เทิง	เชียงราย	19.69153	100.15685	ระยอง 72	7
81	แม่ลอย	เทิง	เชียงราย	19.61409	100.07027	ระยอง 72	7
82	สถาน	เชียงของ	เชียงราย	20.16756	100.40894	ระยอง 11	6
83	สถาน	เชียงของ	เชียงราย	20.18034	100.40578	ระยอง 72	8

ตารางที่ 4 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทยพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560(ต่อ)

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์	อายุ (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
84	ศรีดอนชัย	เชียงของ	เชียงราย	20.17084	100.44211	ระยอง 72	7
85	หล่ายงาว	เวียงแก่น	เชียงราย	20.15338	100.49878	ระยอง 72	6
86	หล่ายงาว	เวียงแก่น	เชียงราย	20.13924	100.50747	ระยอง 72	6
87	แม่ท้อ	เมือง	ตาก	16.79831	99.03283	ระยอง 72	4
88	หนองบัวใต้	เมือง	ตาก	16.79230	99.15743	ระยอง 72	4
89	แม่ตาว	แม่สอด	ตาก	16.66033	98.56409	ระยอง 9	5
90	แม่กุ	แม่สอด	ตาก	16.63462	98.56066	ระยอง 9	6
91	แม่กุ	แม่สอด	ตาก	16.64371	98.56741	ระยอง 72	4
92	แม่กุ	แม่สอด	ตาก	16.64193	98.56275	ระยอง 11	6
93	ท่าสายลวด	แม่สอด	ตาก	16.71145	98.50647	ระยอง 72	4
94	ท่าสายลวด	แม่สอด	ตาก	16.73694	98.49111	ระยอง 72	5
95	แม่ปะ	แม่สอด	ตาก	16.72563	98.59898	ระยอง 72	5
96	ปะดาง	วังเจ้า	ตาก	16.76973	99.18677	ระยอง 72	6
97	เชียงทอง	วังเจ้า	ตาก	16.61290	99.24357	ระยอง 72	6
98	เชียงทอง	วังเจ้า	ตาก	16.57596	99.24928	ระยอง 72	6
99	หนองโสน	เลาขวัญ	กาญจนบุรี	14.63722	99.75723	ระยอง5	3
100	หนองฝ้าย	เลาขวัญ	กาญจนบุรี	14.65111	99.71445	เกษตรศาสตร์50	3
101	ช่องด่าน	บ่อพลอย	กาญจนบุรี	14.40639	99.51028	ระยอง5	8
102	หนองกุ่ม	บ่อพลอย	กาญจนบุรี	14.26056	99.49834	ระยอง11	5
103	บ้านเก่า	เมือง	กาญจนบุรี	14.01722	99.35389	ระยอง72	5
104	แก่งเสี้ยน	เมือง	กาญจนบุรี	14.04628	99.44347	ระยอง5	12
105	ลุ่มสุ่ม	ไทรโยค	กาญจนบุรี	14.14975	99.14248	ระยอง72	10
106	ไทรโยค	ไทรโยค	กาญจนบุรี	14.51366	98.82929	ระยอง72	10
107	ท่าขนุน	ทองผาภูมิ	กาญจนบุรี	14.71488	98.58743	ระยอง72	12
108	ชะแล	ทองผาภูมิ	กาญจนบุรี	14.92959	98.66788	ระยอง72	12
109	ชะแล	ทองผาภูมิ	กาญจนบุรี	14.90495	98.73975	ระยอง72	12
110	ชะแล	ทองผาภูมิ	กาญจนบุรี	14.91044	98.67157	ระยอง72	12
111	สลกบาตร	ขาณุวรลักษบุรี	กำแพงเพชร	15.98809	99.79626	เชียงราย 35, 22	10

ตารางที่ 4 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทยพิกัดทางภูมิศาสตร์ พันธุ์ และอายุมันสำปะหลังที่สำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือน มิถุนายน 2560 (ต่อ)

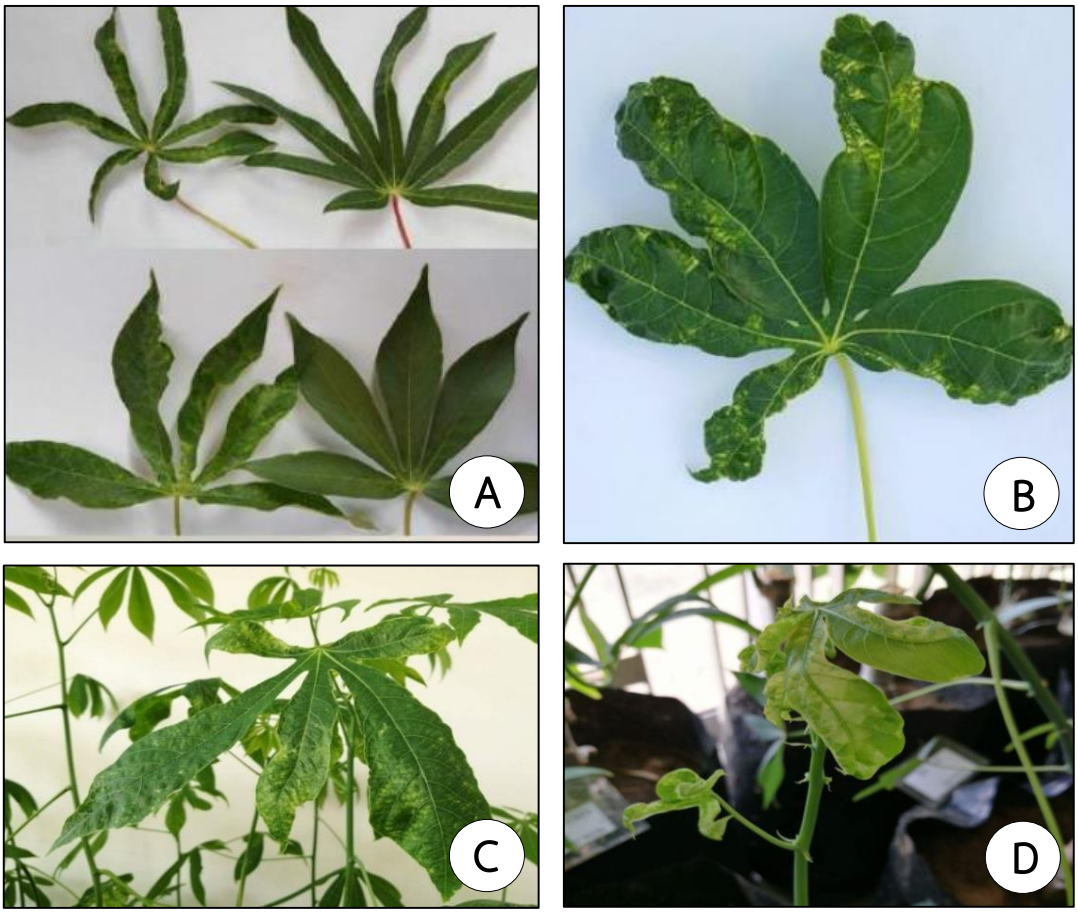
ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์		พันธุ์	อายุ (เดือน)
				ละติจูด	ลองจิจูด		
112	บ่อถ้ำ	ขาณุวรลักษบุรี	กำแพงเพชร	15.95723	99.74152	ระยอง11	10
113	ไตรตรึงษ์	เมือง	กำแพงเพชร	16.35375	99.56032	ระยอง11	10
114	ทรงธรรม	เมือง	กำแพงเพชร	16.52747	99.43718	ระยอง11	11
115	ลานดอกไม้ตก	โกสัมพีนคร	กำแพงเพชร	16.58821	99.43061	ระยอง5	8
116	โกสัมพีนคร	โกสัมพีนคร	กำแพงเพชร	16.64948	99.31228	ระยอง5	10
117	สักงาม	คลองลาน	กำแพงเพชร	16.34281	99.34088	ระยอง5	2
118	คลองน้ำไหล	คลองลาน	กำแพงเพชร	16.25837	99.27883	ระยอง5	12
119	คลองลานพัฒนา	คลองลาน	กำแพงเพชร	16.12271	99.36139	ระยอง5	6
120	หินดาด	ปางศิลาทอง	กำแพงเพชร	16.08129	99.47604	ระยอง5	11
121	โพธิ์ทอง	ปางศิลาทอง	กำแพงเพชร	16.11043	99.52430	ระยอง5	11

ตารางที่ 5 ตารางร้อยละของโรคและอาการผิดปกติจากเหตุอื่น ๆ ที่พบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ใน 18 จังหวัด

จังหวัด	โรคอื่น ๆ ที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลัง				อาการผิดปกติจากสาเหตุอื่นๆ	
	แอนแทรคโนส	โรครากและหัวเน่า	โรคใบจุดสีน้ำตาล	อาการพุ่มแจ้	เกิดจากการถูกสารเคมี	เกิดจากการขาดธาตุ
อุบลราชธานี	-	10%	70%	-	60% - 70%	50% - 60%
สุรินทร์	-	10%	70%	-	40% - 70%	50% - 60%
สระแก้ว	20% - 50%	-	70%	90%	40% - 70%	50% - 60%
ศรีสะเกษ	20% - 50%	-	-	-	40% - 70%	50% - 60%
บุรีรัมย์	-	-	-	-	40% - 70%	50% - 60%
จันทบุรี	10%	10%	-	80%	40% - 70%	50% - 60%
กาฬสินธุ์	-	-	70%		40% - 70%	50% - 60%
อุดรธานี	-	-	70%	50%	40% - 70%	50% - 60%
เลย	-	-	-	50%	40% - 70%	50% - 60%
ขอนแก่น	-	-	70%	-	40% - 70%	50% - 60%
นครราชสีมา	-	-	70%	-	40% - 70%	50% - 60%
ระยอง	-	-	-	90%	40% - 70%	50% - 60%
ชลบุรี	-	-	-	70%	40% - 70%	50% - 60%
ฉะเชิงเทรา	-	-	70%	70%	40% - 70%	50% - 60%
เชียงราย	-	-	-	-	40% - 70%	50% - 60%
ตาก	-	10%	-	-	40% - 70%	50% - 60%
กาญจนบุรี	20%	-	-	50%	40% - 70%	50% - 60%
กำแพงเพชร	-	-	-	60%	40% - 70%	50% - 60%

ตารางที่ 6 ตารางร้อยละของแมลงหวี่ขาวยาสูบ แมลงหวี่ขาวใยเกลียว เพลี้ยแป้ง และไรแดง ที่พบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังใน 18 จังหวัด

จังหวัด	แมลงหวี่ขาวยาสูบ	แมลงหวี่ขาวใยเกลียว	เพลี้ยแป้ง	ไรแดง
อุบลราชธานี	30%	30%	70%	70%
สุรินทร์	30%	30%	70%	70%
สระแก้ว	30%	30%	70%	70%
ศรีสะเกษ	30%	30%	70%	70%
บุรีรัมย์	30%	30%	70%	70%
จันทบุรี	30%	30%	70%	70%
กาฬสินธุ์	30%	30%	70%	70%
อุดรธานี	30%	30%	70%	70%
เลย	30%	30%	70%	70%
ขอนแก่น	30%	30%	70%	70%
นครราชสีมา	30%	30%	70%	70%
ระยอง	30%	30%	70%	70%
ชลบุรี	30%	30%	70%	70%
ฉะเชิงเทรา	30%	30%	70%	70%
เชียงราย	30%	30%	70%	70%
ตาก	30%	30%	70%	70%
กาญจนบุรี	30%	30%	70%	70%
กำแพงเพชร	30%	30%	70%	70%



ภาพที่ 1 ลักษณะอาการโรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดเชื้อ SLCMV ในประเทศกัมพูชา มันสำปะหลังที่ติดเชื้อแสดงใบด่างเขียวเข้มสลับเขียวอ่อน ใบซีด และใบเสียรูปทรง

A: อาการใบด่างสีเขียวอ่อนสลับเขียวเข้ม ใบลดรูปเรียวเล็ก

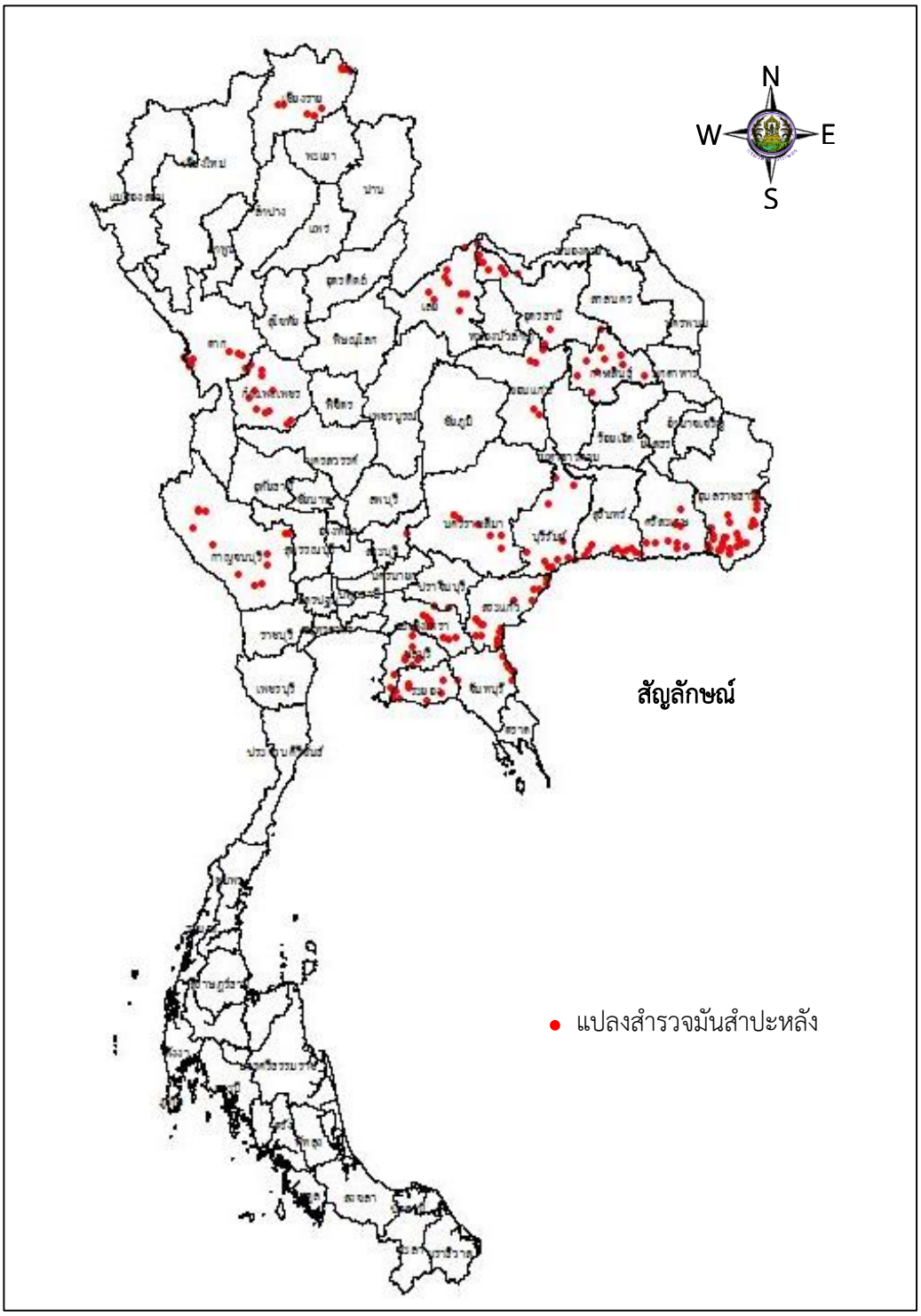
B: อาการใบด่าง ใบหงิก ใบย่นและเสียรูปทรง

C: อาการใบด่างสีเขียวอ่อนสลับเขียวเข้ม ใบลด และเสียรูปทรง

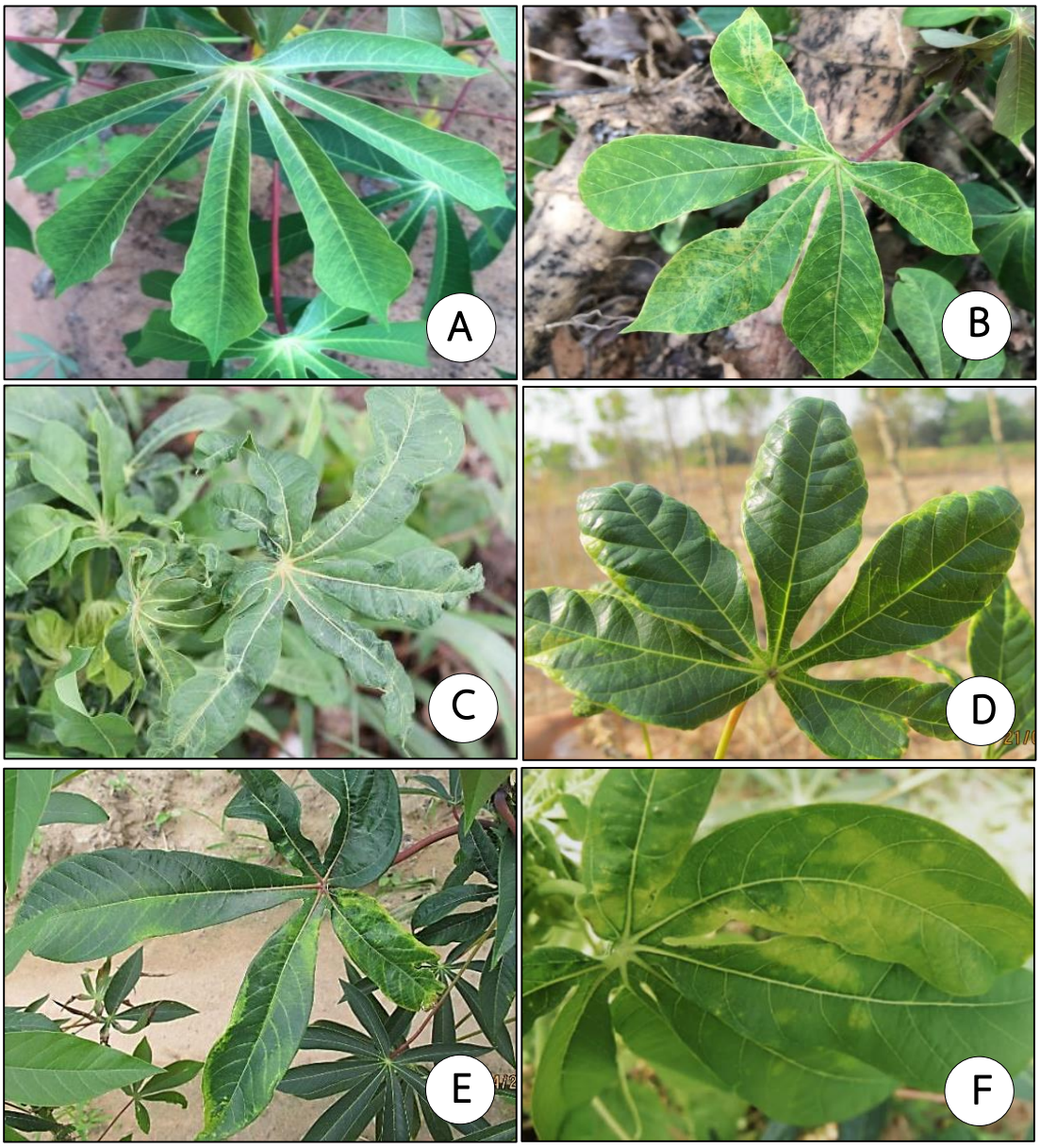
D: ใบยอดของมันสำปะหลังแสดงอาการใบด่าง ใบซีดและเสียรูปทรง

ที่มา: ภาพ 1A และ 1B โดย Sok*et al.*, 2016

ภาพ 1C และ 1D โดย ภานุวัฒน์ มูลจันทะ ศวร. ระยอง



ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่สำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ 18 จังหวัด ได้แก่ อุบลราชธานี สุรินทร์สระแก้ว ศรีสะเกษ กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ อุดรธานี เลย ขอนแก่น นครราชสีมา จันทบุรี ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เชียงราย ตาก กาญจนบุรี และกำแพงเพชร ดำเนินการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2559 ถึง เดือนมิถุนายน 2560

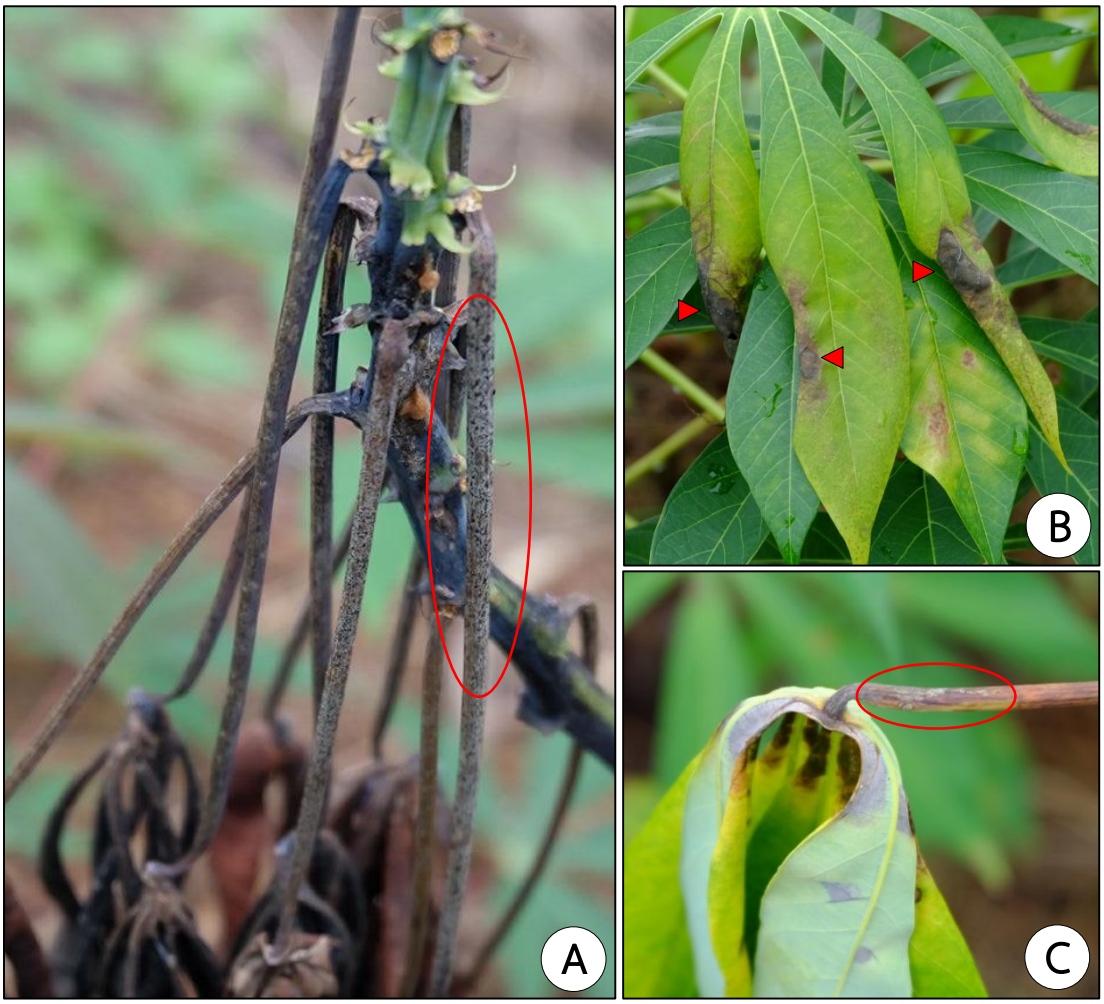


ภาพที่ 3 ใบมันสำปะหลังที่แสดงอาการคล้ายโรคใบด่างมันสำปะหลังในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

A: อาการใบด่างประและใบชีดแบบไม่ชัดเจนกระจายทั่วใบ

B: อาการจุดสีเหลืองชีดกระจายบนใบมันสำปะหลัง

C - F: อาการใบด่างเขียวเข้มสลับเขียวอ่อน ใบหงิก ใบลดรูปและใบเสียรูปทรง

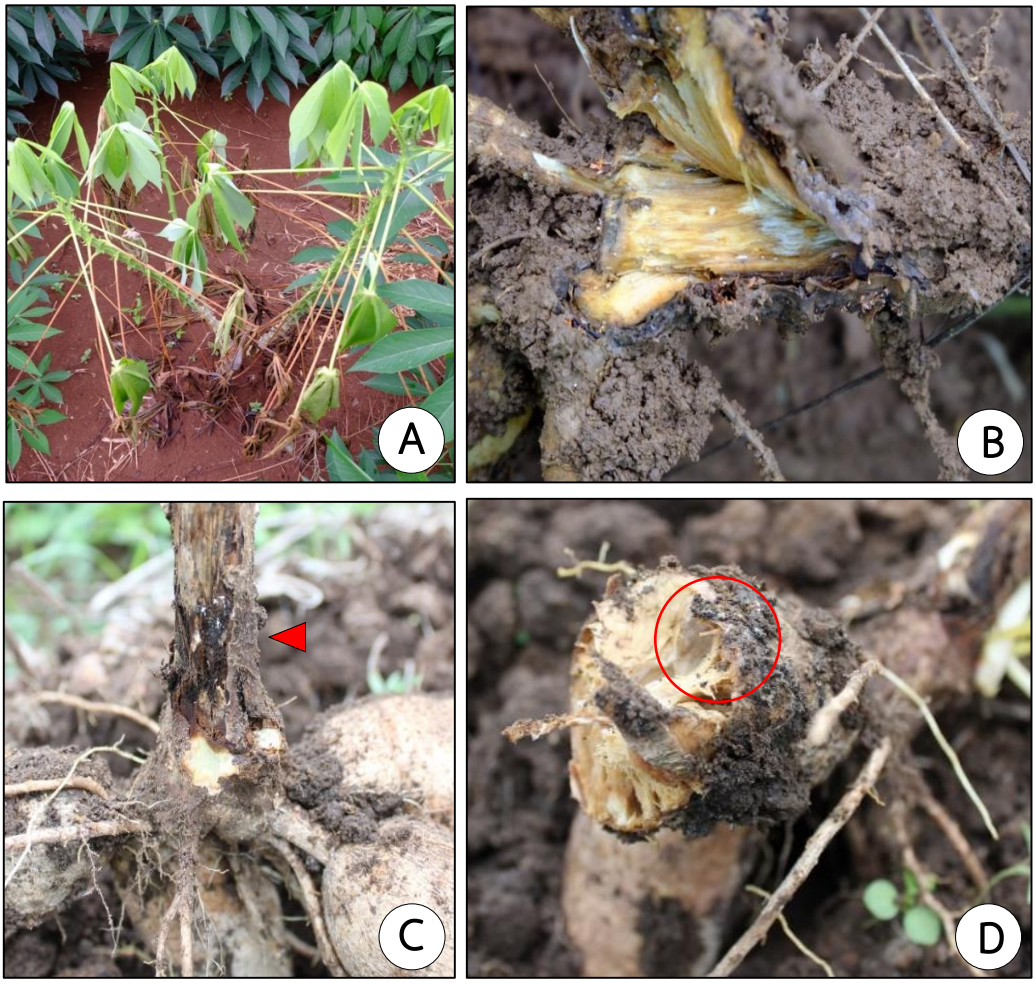


ภาพที่ 4 โรคแอนแทรกโนสในมันสำปะหลังพบอาการของโรคบริเวณลำต้นเกิดแผลสีน้ำตาลดำและใบแสดงอาการไหม้เป็นสีดำหักลู่ลง และยังพบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อบริเวณก้านใบ

A: อาการแผลสีน้ำตาลดำในส่วนของลำต้น และยังพบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราเป็นจุดสีดำเล็ก ๆ บริเวณก้านใบ (กรอบสีแดง)

B: อาการแผลไหม้สีน้ำตาลบนใบมันสำปะหลัง (ลูกศรสีแดง)

C: อาการแผลไหม้สีน้ำตาลบนใบมันสำปะหลัง และส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราบริเวณก้านใบ (กรอบสีแดง)



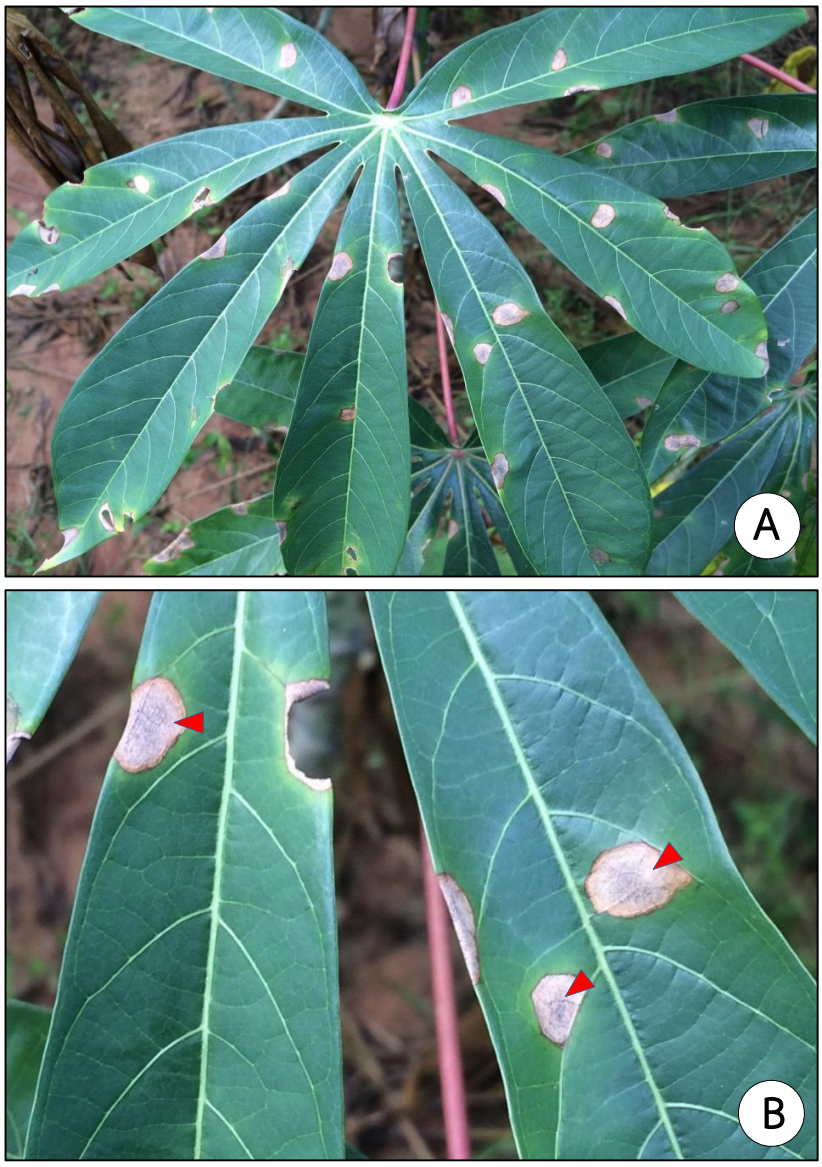
ภาพที่ 5 โรครากเน่าและหัวเน่าโดยมันสำปะหลังแสดงอาการใบชีด ใบเหี่ยว และบริเวณลำต้นและหัวมันสำปะหลังพบอาการเน่าเป็นสีน้ำตาล

A: ต้นมันสำปะหลังแสดงอาการใบชีดและอาการเหี่ยว

B: ภายในลำต้นมันสำปะหลังมีอาการเน่าและเป็นสีน้ำตาล

C: บริเวณโคนต้นมันสำปะหลังแสดงอาการเน่าสีน้ำตาล (ลูกศรสีแดง)

D: หัวมันสำปะหลังมีอาการเน่าเป็นสีน้ำตาล และยังพบเส้นใยของเชื้อราอยู่บริเวณหัวที่เน่า (วงกลมสีแดง)



ภาพที่ 6 โรคใบจุด ใบมันสำปะหลังแสดงอาการจุดไหม้สีน้ำตาลกระจายทั่วทั้งแผ่นใบ

A: อาการแผลจุดกลมสีน้ำตาลและมีขอบเขตของแผลชัดเจนกระจายทั่วแผ่นใบมันสำปะหลัง

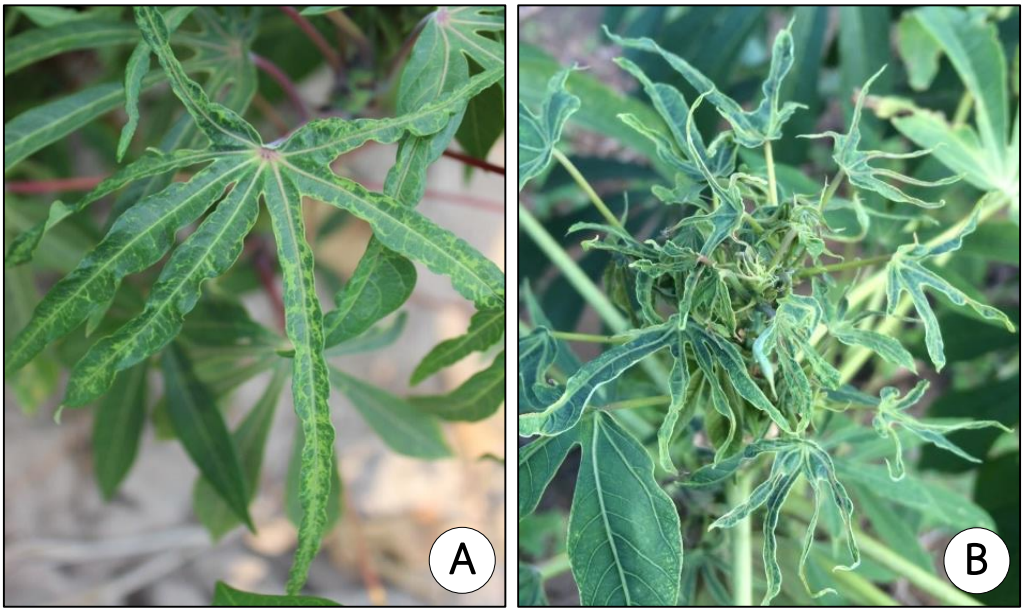
B: กลุ่มของสปอร์สีดำบริเวณกลางแผลจุดสีน้ำตาล (ลูกศรสีแดง)

ภาพที่ 7 มันสำปะหลังแสดงอาการแตกพุ่มแจ้ ใบลดรูป แตกเป็นพุ่ม ข้อปล้องถี่สั้น และส่วนของเนื้อไม้พบรอยขีดสีน้ำตาล

A: อาการพุ่มแจ้ที่พบกระจายทั่วไปในแปลงแปลงปลูกมันสำปะหลัง

B: มันสำปะหลังแสดงอาการพุ่มแจ้ ใบแตกพุ่มเป็นกระจุก และมีอาการใบซีดเหลืองร่วมด้วย

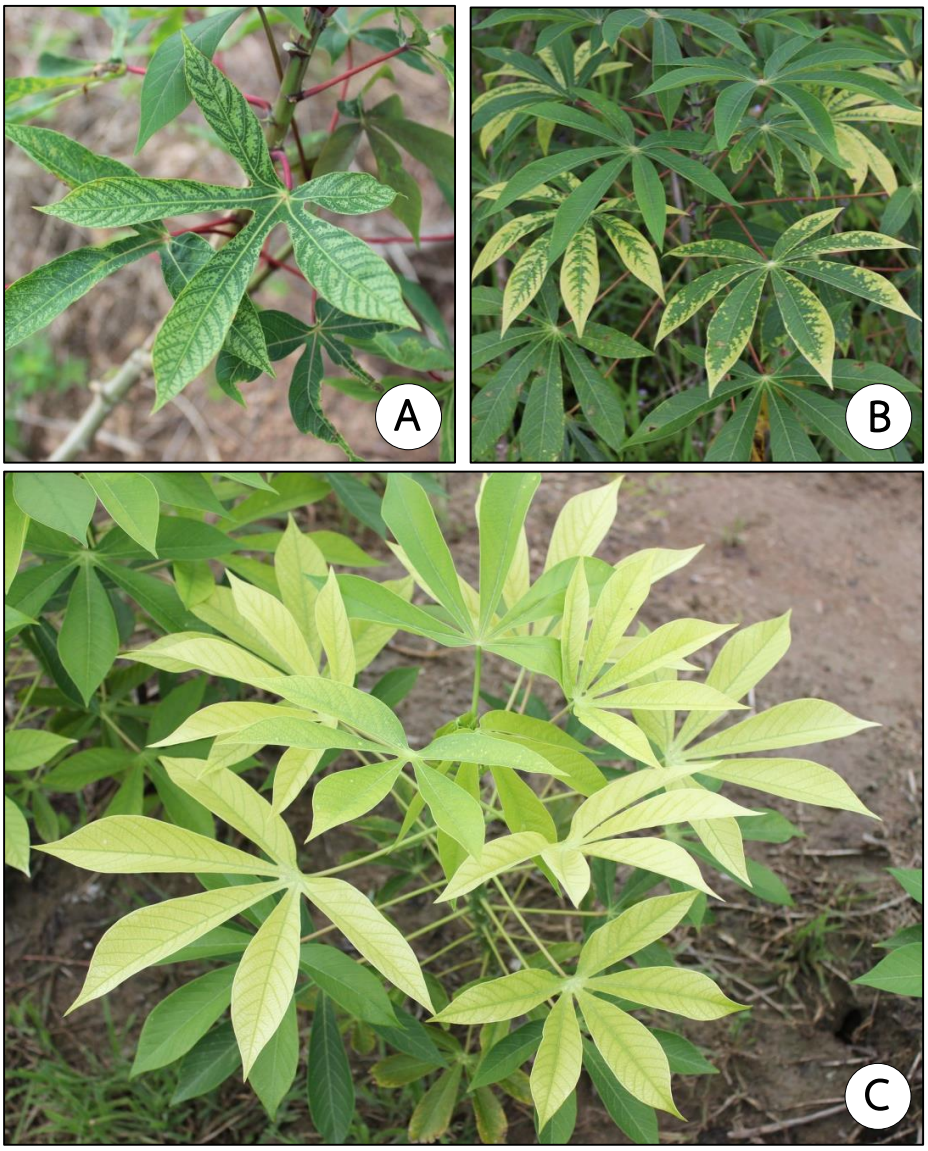
C: รอยแผลสีน้ำตาลที่พบบริเวณด้านในลำต้นมันสำปะหลัง (กรอบสีแดง)



ภาพที่ 8 ใบมันสำปะหลังจะมีลักษณะอาการผิดปกติที่เกิดจากการถูกสารเคมี เนื้อใบจะมีลักษณะเนื้อใบหนาและแข็ง

A: ใบมันสำปะหลังแสดงอาการด่างชัดเจน ใบมีขนาดเรียวเล็ก ใบหงิกงอและเสียรูปทรง คล้ายกับอาการโรคใบด่างมันสำปะหลัง

B: ใบยอดที่ถูกสารเคมีแสดงอาการใบลดรูป เรียวเล็ก ใบหงิกงอ และใบแตกเป็นกระจุก

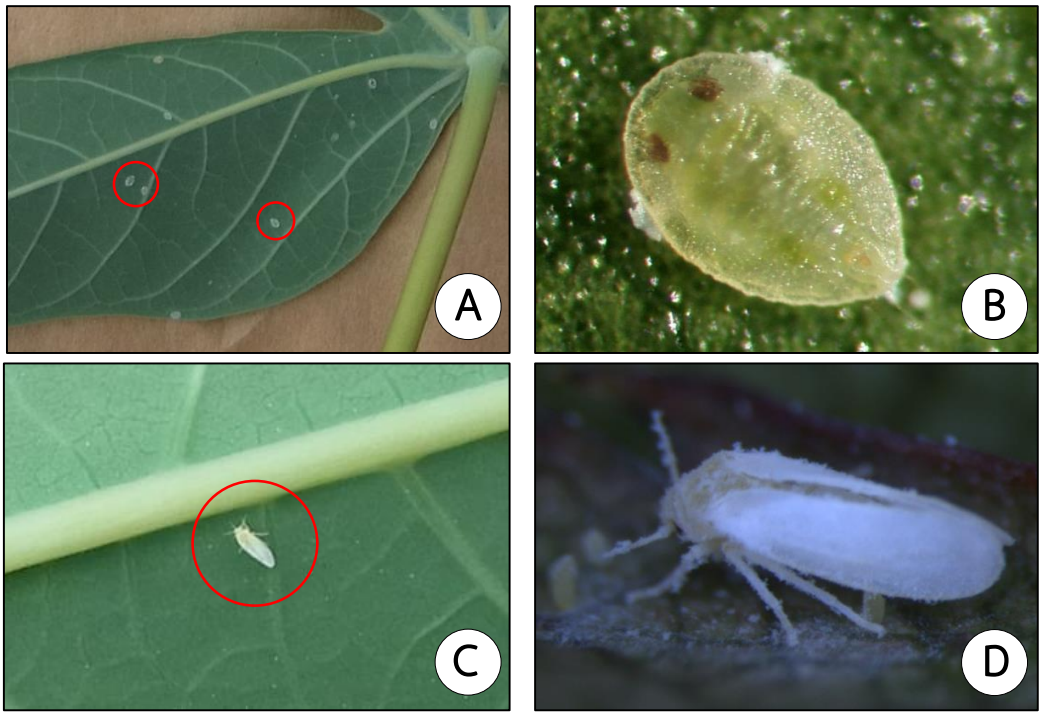


ภาพที่ 9 มันสำปะหลังที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร ใบมันสำปะหลังแสดงอาการใบเล็กซีด ใบเหลืองและลำต้นแคระแกรน

A: ใบมันสำปะหลังแสดงอาการด่างสีเขียวอ่อนบริเวณระหว่างเส้นใบ

B: ใบมันสำปะหลังแสดงอาการใบเหลือง

C: ใบมันสำปะหลังที่แสดงอาการใบซีดเหลือง และลำต้นแคระแกรน



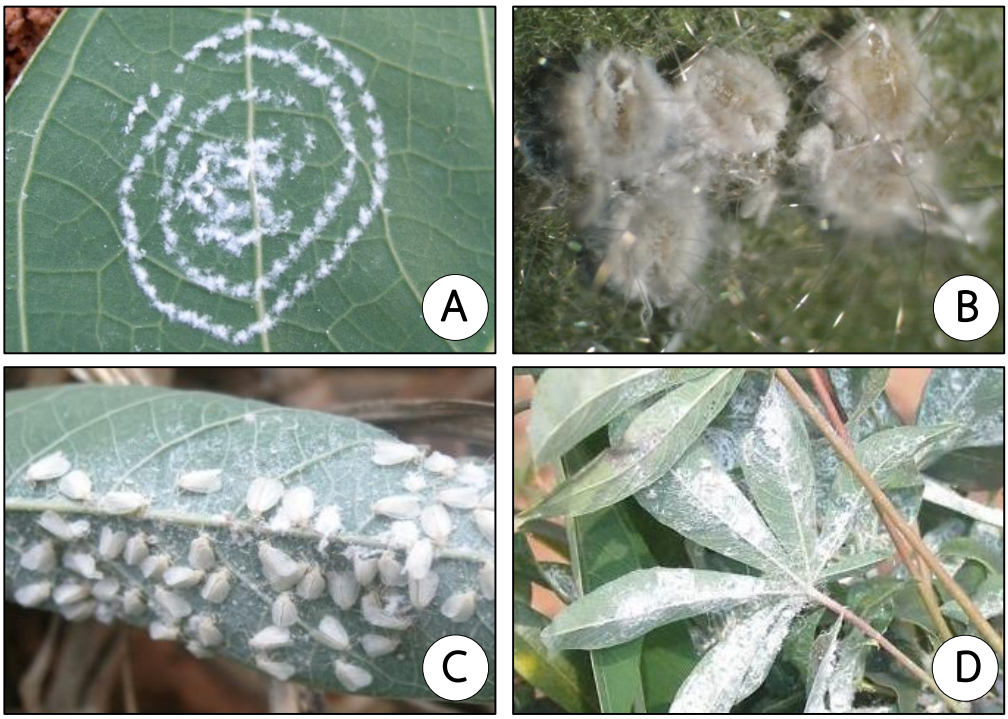
ภาพที่ 10 แมลงหวี่ขาวยาสูบ(*B.tabaci*Gennadius) ที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลังทั้งระยะดักแด้และตัวเต็มวัยบริเวณหลังใบมันสำปะหลัง

A: แมลงหวี่ขาวยาสูบระยะดักแด้ (วงกลมสีแดง) ที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงใต้ใบมันสำปะหลัง

B: ดักแด้ที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงใต้ของต้นมันสำปะหลังที่ส่องภายใต้กล้องสเตอริโอ ที่กำลังขยาย 40 เท่า

C: ตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวยาสูบ (วงกลมสีแดง) ที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงใต้ใบมันสำปะหลัง

D: ตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวยาสูบที่ส่องภายใต้กล้องสเตอริโอ ที่กำลังขยาย 40 เท่า



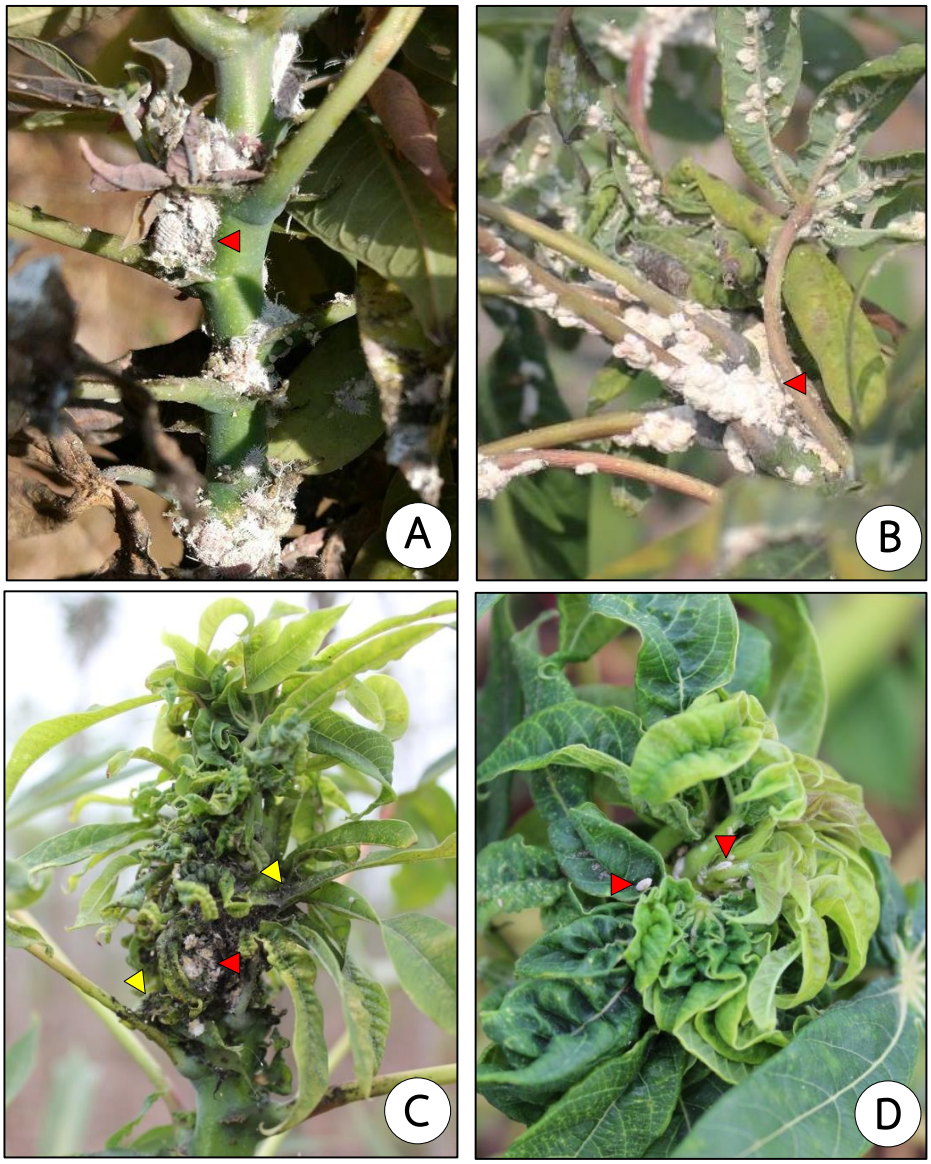
ภาพที่ 11 แมลงหวี่ขาวใยเกลียว (*A. disperses* Russell) ที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลังทั้งระยะที่เป็นไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยบริเวณหลังใบมันสำปะหลัง

A: ไข่ของแมลงหวี่ขาวใยเกลียวพบเส้นใยสีขาวปกคลุมไข่และเรียงตัวเป็นวงเกลียวใต้ใบมันสำปะหลัง

B: ตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวใยเกลียวที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงใต้ของต้นมันสำปะหลังที่ส่องภายใต้กล้องสเตอริโอ ที่กำลังขยาย 40 เท่า

C: ตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวใยเกลียวที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงใต้ใบมันสำปะหลัง

D: กลุ่มของแมลงหวี่ขาวใยเกลียวที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงใต้ใบมันสำปะหลังและมีผงสีขาวคล้ายแป้งคลุมบนผิวใบมันสำปะหลัง



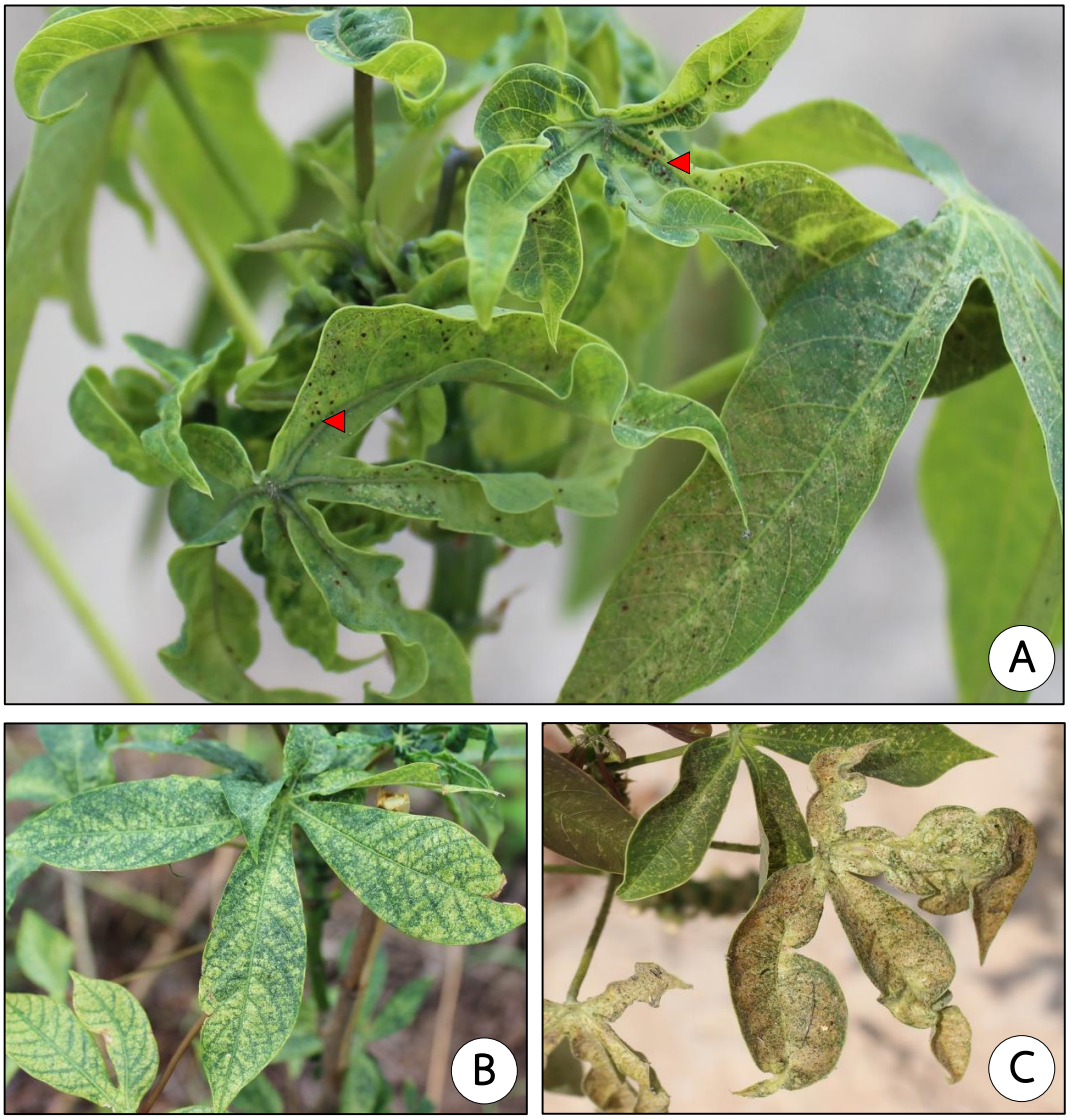
ภาพที่ 12 ใบมันสำปะหลังที่เกิดจากการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งดูดกินน้ำเลี้ยง จะพบตัวเพลี้ยแป้งตามใบมันสำปะหลัง และใบเกิดอาการใบบิดม้วนหรืองอเป็นกระจุก

A: เพลี้ยแป้ง (ลูกศรสีแดง) ที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงบนใบยอดของต้นมันสำปะหลัง

B: กลุ่มของเพลี้ยแป้ง (ลูกศรสีแดง) ที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงบนใบยอดของต้นมันสำปะหลัง

C: เพลี้ยแป้งที่ดูดกินน้ำเลี้ยงส่วนยอดของมันสำปะหลัง (ลูกศรสีแดง) และปรากฏราดำเจริญอยู่บริเวณที่เพลี้ยแป้งขับมูลหวานออกมา (ลูกศรสีเหลือง)

D: ใบยอดมันสำปะหลังที่แสดงลักษณะใบหงิกงอและแตกเป็นพุ่ม เนื่องจากถูกเพลี้ยแป้งดูดกินน้ำเลี้ยง (ลูกศรสีแดง)

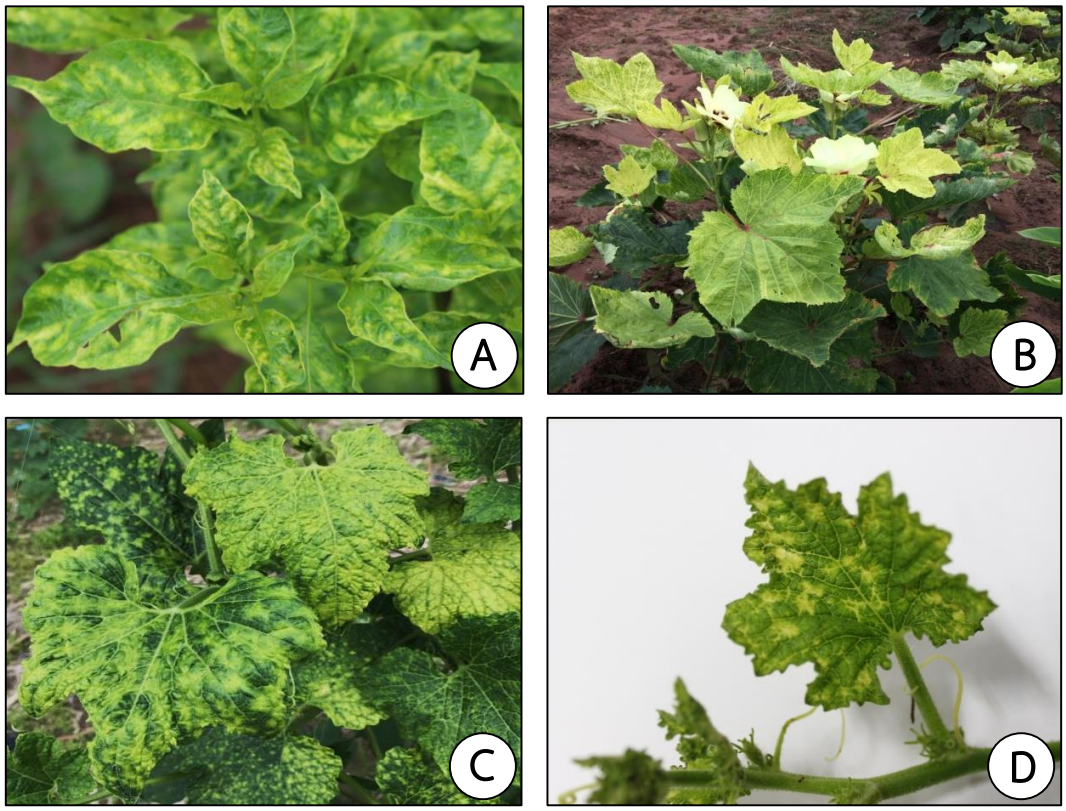


ภาพที่ 13 ลักษณะใบมันสำปะหลังที่เกิดจากการเข้าทำลายของไรแดงที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

A: ไรแดง (ลูกศรสีแดง) ที่กำลังดูดกินน้ำเลี้ยงบนใบยอดของต้นมันสำปะหลัง

B: อาการจุดประสีเหลืองซีดที่เกิดจากการเจาะดูดกินน้ำเลี้ยงของไรแดงบนใบมันสำปะหลังกระจายทั่วทั้งใบ

C: ใบมันสำปะหลังที่แสดงอาการใบแห้งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

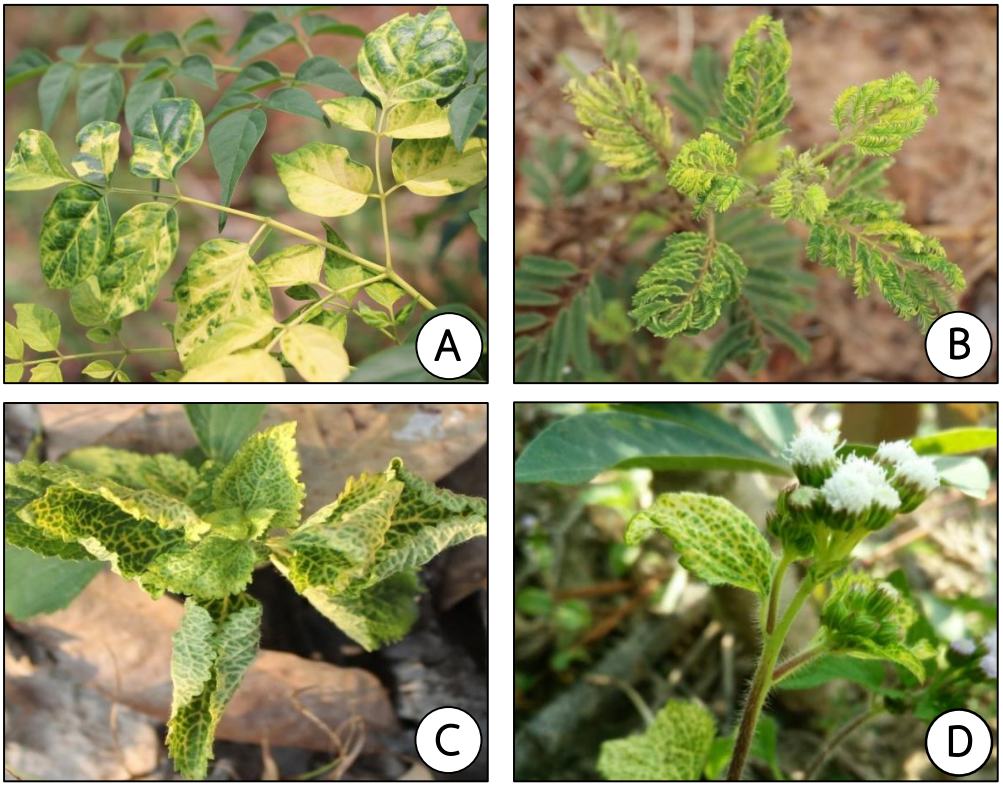


ภาพที่ 14 พืชข้างเคียงแปลงปลูกมันสำปะหลังแสดงอาการใบเหลือง ใบหงิก เสียรูปทรง และลำต้นแคระแกร็น คล้ายกับอาการโรคที่เกิดจากเชื้อ *Begomovirus*

A: พริก แสดงอาการใบเหลือง ใบหงิก เสียรูปทรง

B: กระเจี๊ยบเขียว แสดงอาการเส้นเวนเหลือง ใบเหลืองและใบหงิก

C-D: พืชตระกูลแตงแสดงอาการใบเหลือง ใบหงิก



ภาพที่ 15 วัชพืชที่พบในแปลงปลูกมันสำปะหลังที่แสดงโรคที่เกิดจากเชื้อ *Begomovirus*
A: ต้นปีบ แสดงอาการเส้นเวนเหลือง ใบเหลือง แต่ใบไม่เสียรูปทรง
B: ไมยราพหนาม แสดงอาการใบเหลืองและใบม้วนลง
C-D: สาบแร้งสาบกา แสดงอาการใบเหลืองและใบม้วน

ตารางผนวกที่ 1 การสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชาใน 6 จังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง(ไร่)	พื้นที่สำรวจ (ไร่)	จำนวนจุด (2,000 ไร่ เป็น 1 จุด)	จำนวนตัวอย่างที่สงสัย	การตรวจพบโรค (เปอร์เซ็นต์)
1.จันทบุรี	149,732	44,000	22	93	0
2.สระแก้ว	123,692	50,000	25	97	0
3.บุรีรัมย์	33,093	24,000	12	71	0
4.สุรินทร์	45,283	58,000	29	105	0
5.ศรีสะเกษ	43,796	54,000	27	103	0
6.อุบลราชธานี	49,245	28,000	14	73	0
รวม	**444,841**	**258,000**	**129**	**542**	**0**

ตารางผนวกที่ 2 การสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่ในประเทศไทย ทั้ง 50 จังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง(ไร่)	พื้นที่สำรวจ (ไร่)	จำนวนจุด (2,000 ไร่ เป็น 1 จุด)	จำนวนตัวอย่างจากพื้นที่สำรวจ (ตัวอย่าง)	การตรวจพบโรค (เปอร์เซ็นต์)
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1					
รวม	**135,274**	**110,000**	**55**	**148**	**0**
1. เชียงราย	66,660	40,000	20	89	0
2. เชียงใหม่	2,164	10,000	5	23	0
3. พะเยา	11,291	10,000	5	18	0
4. ลำปาง	28,768	20,000	10	0	0
5. ลำพูน	4,391	10,000	5	0	0
6. แพร่	20,144	10,000	5	0	0
7. น่าน	1,856	10,000	5	18	0
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2					
รวม	**1,322,038**	**350,000**	**175**	**118**	**0**
8. ตาก	157,583	60,000	30	0	0
9. กำแพงเพชร	677,399	100,000	50	36	0
10. สุโขทัย	69,153	40,000	20	0	0
11. อุตรดิตถ์	28,846	20,000	10	0	0
12. พิษณุโลก	170,491	60,000	30	37	0
13. พิจิตร	24,487	10,000	5	12	0
14. เพชรบูรณ์	194,079	60,000	30	33	0
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3					
รวม	**1,985,924**	**540,000**	**270**	**8**	**0**
15. กาฬสินธุ์	224,366	80,000	40	0	0
16. ขอนแก่น	197,328	60,000	30	0	0
17. เลย	341,718	80,000	40	0	0
18. หนองบัวลำภู	69,261	100,000	50	0	0
19. อุดรธานี	297,993	10,000	5	0	0
20. ชัยภูมิ	526,054	10,000	5	0	0
21. หนองคาย	17,468	60,000	30	0	0
22. บึงกาฬ	12,859	10,000	5	0	0
23. สกลนคร	123,404	60,000	30	0	0
24. นครพนม	22,223	10,000	5	8	0

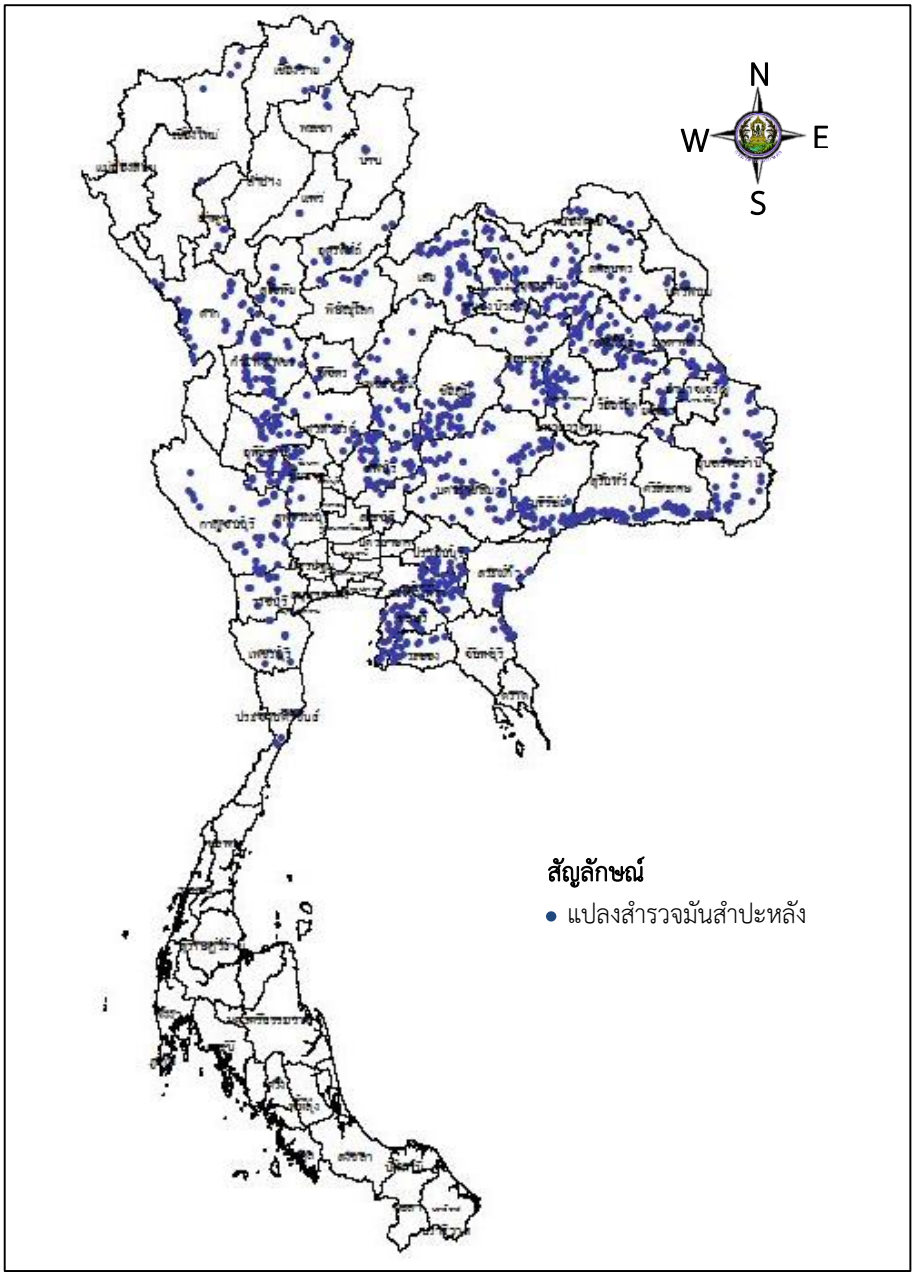
ตารางผนวกที่ 2 การสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่ในประเทศไทย ทั้ง 50 จังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง(ไร่)	พื้นที่สำรวจ (ไร่)	จำนวนจุด (2,000 ไร่ เป็น 1 จุด)	จำนวนตัวอย่างจากพื้นที่สำรวจ (ตัวอย่าง)	การตรวจพบโรค (เปอร์เซ็นต์)
25. มุกดาหาร	153,250	60,000	30	0	0
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4					
รวม	**2,876,913**	**540,000**	**270**	**367**	**0**
26. อุบลราชธานี	435,605	80,000	40	45	0
27. ศรีสะเกษ	148,425	60,000	30	54	0
28. สุรินทร์	80,520	40,000	20	0	0
29. ยโสธร	88,227	40,000	20	0	0
30. อำนาจเจริญ	60,880	40,000	20	0	0
31. บุรีรัมย์	239,540	80,000	40	108	0
32. มหาสารคาม	104,282	60,000	30	0	0
33. ร้อยเอ็ด	46,728	40,000	20	67	0
34. นครราชสีมา	1,672,896	100,000	50	93	0
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5					
รวม	**1,548,229**	**460,000**	**230**	**187**	**0**
35. สระบุรี	34,476	30,000	15	82	0
36. ลพบุรี	260,894	80,000	40	0	0
37. ชัยนาท	68,400	40,000	20	0	0
38. อุทัยธานี	155,753	60,000	30	0	0
39. นครสวรรค์	439,814	80,000	40	75	0
40. กาญจนบุรี	470,854	80,000	40	0	0
41. ราชบุรี	76,184	40,000	20	0	0
42. เพชรบุรี	1,068	10,000	5	0	0
43. ประจวบคีรีขันธ์	837	10,000	5	20	0
44. สุพรรณบุรี	39,949	30,000	15	10	0
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6					
รวม	**1,422,385**	**260,000**	**210**	**288**	**0**
45. ปราจีนบุรี	154,689	60,000	30	130	0
46. ฉะเชิงเทรา	283,848	80,000	40	18	0
47. *สระแก้ว	446,238	-	40	*	-
48. *จันทบุรี	217,621	-	40	*	-

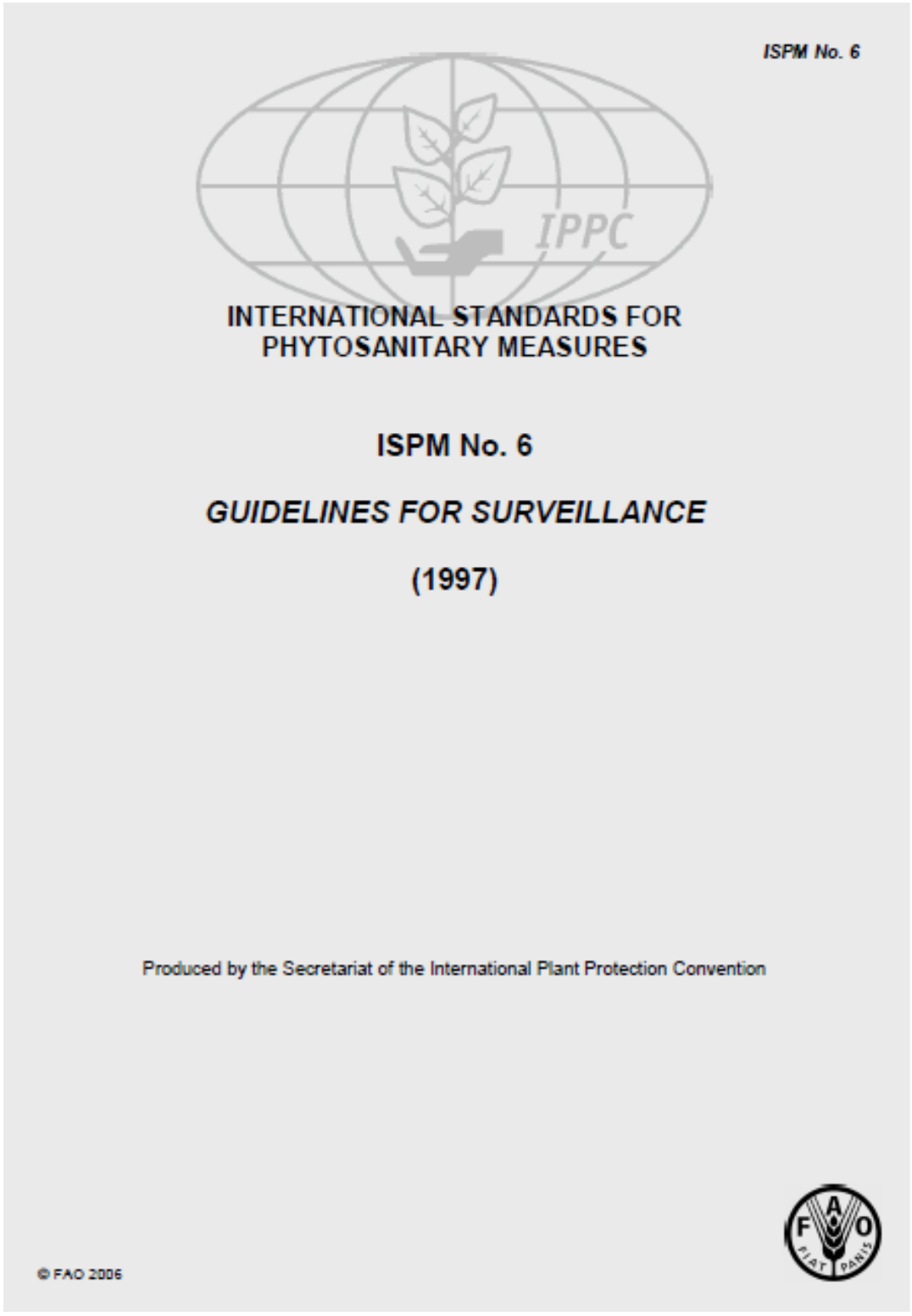
ตารางผนวกที่ 2 การสำรวจโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่ในประเทศไทย ทั้ง 50 จังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง(ไร่)	พื้นที่สำรวจ (ไร่)	จำนวนจุด (2,000 ไร่ เป็น 1 จุด)	จำนวนตัวอย่างจากพื้นที่สำรวจ (ตัวอย่าง)	การตรวจพบโรค (เปอร์เซ็นต์)
49. *ระยอง	45,163	40,000	20	0	0
50. ชลบุรี	274,826	80,000	40	140	0

หมายเหตุ* หมายถึงพื้นที่รอปลูกมันสำปะหลังฤดูกาลใหม่



ภาพผนวกที่ 1 การสำรวจในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั่วประเทศ ทั้งสิ้น 50 จังหวัด ได้แก่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน พะเยา แพร่ น่าน ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ สระบุรี ลพบุรี ชัยนาท อุทัยธานี นครสวรรค์ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว จันทร์บุรี ระยอง ชลบุรี นครราชสีมา ร้อยเอ็ด มหาสารคาม บุรีรัมย์ อำนาจเจริญ สุรินทร์ ยโสธร ศรีสะเกษ อุบลราชธานี มุกดาหาร หนองบัวลำภู นครพนม เลย สกลนคร บึงกาฬ ชัยภูมิ หนองคาย อุดรธานี ขอนแก่น และกาฬสินธุ์ โดยดำเนินการตั้งแต่วันที่ 21 มีนาคม - 28 พฤษภาคม 2559



ภาพผนวกที่ 2 INTERNATIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES (ISPM No.6) GUIDELINES FOR SURVEILLANCE (1997)

REQUIREMENTS

1. General Surveillance

1.1 Sources

Within countries there are many sources of pest information. These sources may include: NPPOs, other national and local government agencies, research institutions, universities, scientific societies (including amateur specialists), producers, consultants, museums, the general public, scientific and trade journals, unpublished data and contemporary observations. In addition, the NPPO may obtain information from international sources such as FAO, Regional Plant Protection Organizations (RPPOs), etc.

1.2 Collection, storage and retrieval of information

To utilize data from these sources, it is recommended that NPPOs develop a system whereby appropriate information on the particular pest(s) of concern is collected, verified and compiled.

Components of such a system should include:

- the NPPO or another institution designated by the NPPO acting as the national repository for plant pest records
- a record keeping and retrieval system
- data verification procedures
- communication channels to transfer information from the sources to the NPPO.

Components of such a system may also include:

- incentives to report such as:
  - legislative obligations (for the general public or specific agencies)
  - cooperative agreements (between the NPPO and specific agencies)
  - use of contact personnel to enhance communication channels to and from NPPOs
  - public education/awareness programmes.

1.3 Use of information

Information gathered through such general surveillance will most often be used:

- to support NPPO declarations of pest freedom
- to aid early detection of new pests
- for reporting to other organizations such as RPPOs and FAO
- in the compilation of host and commodity pest lists and distribution records.

2. Specific Surveys

Specific surveys may be detection, delimiting or monitoring surveys. These are official surveys and should follow a plan which is approved by the NPPO.

The survey plan should include:

- definition of the purpose (e.g. early detection, assurances for pest free areas, information for a commodity pest list) and the specification of the phytosanitary requirements to be met
- identification of the target pest(s)
- identification of scope (e.g. geographical area, production system, season)
- identification of timing (dates, frequency, duration)
- in the case of commodity pest lists, the target commodity
- indication of the statistical basis, (e.g. level of confidence, number of samples, selection and number of sites, frequency of sampling, assumptions)
- description of survey methodology and quality management including an explanation of:
  - sampling procedures (e.g. attractant trapping, whole plant sampling, visual inspection, sample collection and laboratory analysis); the procedure would be determined by the biology of pest and/or purpose of survey
  - diagnostic procedures
  - reporting procedures.

2.1 Pest surveys

Surveys for specific pests will provide information to be used mainly:

- to support NPPO declarations of pest freedom

ภาพผนวกที่ 2 INTERNATIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES (ISPM No.6) GUIDELINES FOR SURVEILLANCE (1997) (ต่อ)

but also:

- to aid early detection of new pests
- for reporting to other organizations such as RPPOs and FAO.

The selection of suitable survey sites may be determined by the:

- previously reported presence and distribution of the pest
- biology of the pest
- distribution of host plants of the pest and especially of their areas of commercial production
- climatic suitability of sites for the pest.

The timing of survey procedures may be determined by:

- the life cycle of the pest
- the phenology of the pest and its hosts
- the timing of pest management programmes
- whether the pest is best detected on crops in active growth or in the harvested crop.

For pests which are only likely to be present as a result of recent introduction, the selection of suitable survey sites may in addition relate, for example, to points of possible entry, possible pathways of spread, sites where imported commodities are marketed, and sites where imported commodities are used as planting material.

The selection of survey procedures may be determined by the type of sign or symptom by which the pest can be recognized, and by the accuracy or sensitivity of techniques used to test for the pest.

2.2 Commodity or host surveys

Specific commodity surveys can provide useful information for pest lists of commodities produced under specific cultural practices. Surveys could also be used for the preparation of host pest lists where data from general surveillance is lacking.

The selection of suitable survey sites may be determined by:

- geographical distribution of production areas and/or their size
- pest management programmes (commercial and non-commercial sites)
- cultivars present
- points of consolidation of the harvested commodity.

Survey procedures will be timed in relation to crop harvesting and will depend on the selection of a sampling technique appropriate to the type of harvested commodity.

2.3 Targeted and random sampling

Surveys should normally be designed to favour detection of specific pests concerned. However, the survey plan should also include some random sampling to detect unexpected events. It should be noted that if a quantitative indication of the prevalence of a pest in an area is required, the results from targeted surveys will be biased and may not provide an accurate assessment.

3. Good Surveillance Practice

Personnel involved in general surveillance should be adequately trained in appropriate fields of plant protection and data management. Personnel involved in surveys should be adequately trained, and where appropriate audited, in sampling methods, preservation and transportation of samples for identification and record keeping associated with samples. Appropriate equipment and supplies should be used and maintained adequately. The methodology used should be technically valid.

4. Technical Requirements for Diagnostic Services

The NPPO should provide appropriate diagnostic services to support general surveillance and specific survey activities, or ensure access to such services. Characteristics of the diagnostic services include:

- expertise in disciplines relevant to pest (and host) identification
- adequate facilities and equipment
- access to specialists for verification where necessary
- facilities for record keeping
- facilities for processing and storing of voucher specimens
- use of standard operating procedures, where appropriate and available.

ภาพผนวกที่ 2 INTERNATIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES (ISPM No.6) GUIDELINES FOR SURVEILLANCE (1997) (ต่อ)

Verification of diagnoses by other recognized authorities will provide increased confidence in the survey results.

5. Record Keeping

The NPPO should keep appropriate records derived from general surveillance and specific surveys. Information kept should be appropriate for the intended purpose, for example support of specific pest risk analyses, establishment of pest free areas and preparation of pest lists. Voucher specimens should be deposited, where appropriate.

Information in the records should include to the extent possible:

- scientific name of pest and Bayer code if available
- family/order
- scientific name of host and Bayer code if available, and plant part affected or means of collection (e.g. attractant trap, soil sample, sweep net)
- locality, e.g. location codes, addresses, coordinates
- date of collection and name of collector
- date of identification and name of identifier
- date of verification and name of verifier
- references, if any
- additional information, e.g. nature of host relationship, infestation status, growth stage of plant affected, or found only in greenhouses.

Reports of pest occurrence on commodities need not be so specific on locality or verification, but should refer precisely to the exact type of commodity, the collector and the date, and if appropriate the means of collection.

Reports of new occurrences of pests should also include information on any measures taken, and such reports made available on request.

6. Transparency

The NPPO should on request, distribute reports of pest presence, distribution, or absence derived from general

ภาพผนวกที่ 2 INTERNATIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES (ISPM No.6) GUIDELINES FOR SURVEILLANCE (1997) (ต่อ)