

การบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง

Integrated Pest Management in Cassava

จรรยา มณีโชติ ยुरาวรณ อนันตมณี ปรัชญา เอกฐิน วลัยพร ศศิประภา รังษี เจริญสถาพร
เบญจมาศ คำสืบ วลัย อมรพล สุพัตรา ชาววงจักร นิมิตร วงษ์สุวรรณ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล
ธีรวิมล วงศ์วรรณ์ ปรีชา กาเพ็ชร มัทนา วานิชย์ วันทนา เลิศศิริวรกุล อิสระ พุทธสิมมา
ระวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ นิรมล ดำพะธิก อนุชา เทลาเคน นาฏญา โสภา ศศิธร ประพรม
ศิริไไล ลาภบรรจบ กิตติพร เจริญสุข บุญญาภา ศรีหาดา ภาณุวัฒน์ มุลจันทะ เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง
วิลาศลักษณ์ ว่องไว ศันสนีย์ จำจด สันติไมตรี ก้อนคำดี พิชคณิต ธารานุกูล นพดล แดงพวง
ลักขณา ร่มเย็น กาญจนา วาระวิชนี อัญชลี โพธิ์ตั้งธรรม เบญจรัตน์ วุฒิกมลชัย
เอื้ออารีย์ รมเรื่องฤทธิ์ วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล พินิจ กัลยาศิลปิน
มัตติกา ทองรส จิราลักษณ์ พุทไธสง จารุณี ตีสวัสดิ์

Chanya Maneechote Yurawan Anantanamane Pruchya Ekkathin Walaiporn Sasiprapa
Rungsi Charoensataporn Benjamas Kumsueb Wanlee Amornpol Supattra Chaokongchak
Nimit Wongsuwan Suchirat Sakuanrungsirikul Theerawut Wongwarat Precha Kaphet
Muthana Wanit Wantana Lertsirivorakul Issara Buddhasimma Raweewan Chearkeatisak
Niramon Dumphatik Anucha Laoken Nataya Sopa Sasithorn Praprom Sivilai Labbunchop
Kittiporn Charoensuk Bunyapha Srihata Phenrat Theampang Vilasluck Wongwai
Sunsanee Jumjod Suntimaithee Konkumdee Pheechakanit Tharanukool
Noppadon Dangpuang Lukana Romyen Khanchana Warawitchanee
Auncharee Photangthum Bencharat Wutthikamonchai Auearee Ronreuangrit
Wipharat Dumrikhemthakool Phinit Kanrayasillapin Mattika Thongros
Jiraluck Phoomthaisong Jarunee Thisawat

ABSTRACT

Integrated pest management in cassava had been conducted during 2013-2016 in order to monitor the existence of important common pests, natural enemies and new pests in cassava. New control methods were also developed for controlling new pests and then were integrated with the others during crop calendar. Of total, 955 cassava fields in 36 provinces were monitored twice a year, early and late rainy season. The results indicated that at least 10 new pests were established in cassava fields i.e. papaya mealybug (*Paracoccus marginatus* Williams & Granada de Willink), two red spider mites (*Tetranychus kanzawai* Kishida and *Oligonychus biharensis* Hirst), tobacco white fly

(*Bemisia tabaci* Gennadius), white scale (*Aonidomytilus albus* Cockerel), tuber and root rot disease caused by *Phytophthora melonis*, cassava witches' broom disease (CWBD) caused by phytoplasma, stem rot disease caused by *Phoma euryana*, root knot nematode caused by *Meloidogyne incognita* and glyphosate-resistant crabgrass (*Dactyloctenium aegyptium*). In addition, three natural enemies, two lady bugs (*Stethorus* sp. and *Pharoscymnus simmondsi*) and wasp (*Trichogamma* sp.) were found to control red spider mite, white scale and mealy bug, respectively. *Praxelis clematidea*, a common broadleaved weed in cassava, played important role as a host plant for many pests such as mealy bugs, red spider mites, white fly, CWBD, and root knot nematode. In the second year, effective methods were successfully developed for controlling new diseases. Integrated methods for controlling weeds, insects and diseases were practiced in 26 farmers' fields in 11 provinces. The results indicated that integrated pest management (IPM) could increase the average cassava yield from 3.2 into 5.1 ton/rai resulting in more average incomes than normal farmer practices, from 6,097 into 12,888 baht/rai. Average benefit cost ratio of IPM was 2.84 whereas farmer practices was only 1.57. In conclusion, IPM manual for cassava production published from four years outputs of this IPM project could enhance the effective and sustainable cassava production.

Key words: surveillance, new pests in cassava, natural enemies, integrated pest management (IPM)

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามและเฝ้าระวังการมีอยู่และการแพร่ระบาดของศัตรูพืชสำคัญ ศัตรูธรรมชาติ และศัตรูพืชอุบัติใหม่ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอุบัติใหม่ในมันสำปะหลัง และพัฒนาชุดเทคโนโลยีการอารักขาพืชแบบบูรณาการโดยสอดคล้องกับปฏิทินการปลูกพืช ระยะเวลาดำเนินการ 4 ปี ระหว่างปี 2555-2559 ได้สำรวจและบันทึกข้อมูลชนิดศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแปลงปลูกมันสำปะหลัง 36 จังหวัดของเกษตรกร 995 ราย พบศัตรูพืชอุบัติใหม่ 10 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยแป้งมะละกอ (*Paracoccus marginatus* Williams & Granada de Willink), ไรแดงคันขาว (*Tetranychus kanzawai* Kishida) ไรแดงชมพู (*Oligonychus biharensis* Hirst) แมลงหีขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci* Gennadius) เพลี้ยหอยขาว (*Aonidomytilus albus* Cockerel), โรคโคนเน่าหัวเน่าในมันสำปะหลังสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora melonis* โรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมา โรคลำต้นไหม้สาเหตุจากเชื้อรา *Phoma eupyrena* โรครากปมมันสำปะหลังสาเหตุจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* และหญ้าปากคาว (*Dactyloctenium aegyptium*) ตำนานสารไกลโฟเซต

นอกจากนั้น พบศัตรูธรรมชาติ 2 ชนิด คือด้วงเต่าสตีธอร์สกินไรแดง (*Stethorus* sp.) ด้วงเต่า *Pharoscyrnus simmondsi* กินเพลี้ยหอยขาว แตนเบียน (*Trichogamma* sp.) ทำลายเพลี้ยแป้ง นอกจากนี้ พบสาบม่วง *Praxelis clematidea* เป็นวัชพืชใบกว้างที่เป็นพืชอาศัยของศัตรูพืชสำคัญหลายชนิดได้แก่ เพลี้ยแป้ง ไรแดง แมลงหวี่ขาวยาสูบ เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคมุ่มแจ้ ไล้เดือนฝอยรากปม ในปี 2 พัฒนาเทคโนโลยีป้องกันกำจัดโรคอุบัติใหม่เพื่อแก้ปัญหาโรคโคนเน่าหัวเน่า โรคมุ่มแจ้ และโรครากปม และโรคลำต้นไหม้ในมันสำปะหลัง และในปี 3-4 ได้นำเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรค แมลง และวัชพืชไปทดสอบในแปลงเกษตรกรที่มีศัตรูพืชแตกต่างกัน 26 รายใน 11 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา สระบุรี ระยอง ร้อยเอ็ด ชัยภูมิ ฉะเชิงเทรา สระแก้ว มหาสารคาม และอุบลราชธานี เพื่อพัฒนาเป็นเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน สามารถเพิ่มผลผลิตจากค่าเฉลี่ยไร่ละ 3.2 ตัน เป็น 5.1 ตัน ทำให้เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมไร่ละ 6,097 บาท เป็น ไร่ละ 12,888 บาท และมีค่า benefit cost ratio เฉลี่ยเท่ากับ 2.84 สูงกว่าวิธีเดิมของเกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ย 1.57 จากผลการดำเนินงาน 4 ปี สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลจัดทำคู่มือการกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสานในมันสำปะหลังที่ทำให้การผลิตมันสำปะหลังมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

คำหลัก : การสำรวจเฝ้าระวัง, ศัตรูพืชอุบัติใหม่ในมันสำปะหลัง, ศัตรูธรรมชาติ, เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง อีกทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอันดับ 3 ของประเทศไทย รองจากข้าวและยางพารา ตามลำดับ ในอดีตการผลิตมันสำปะหลังไม่ค่อยพบปัญหาโรคแมลงศัตรูพืช เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนทานและปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ศัตรูพืชที่อาจพบในมันสำปะหลังทุกฤดูปลูก แต่ไม่ระบาดรุนแรงถึงระดับก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต ได้แก่ ไรแดง เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาวใยเกลียว ปลวก แมลงนูนหลวง โรคใบไหม้ โรคแอนแทรคโนส และวัชพืช

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา ราคามันสำปะหลังขยับตัวสูงขึ้น ทำให้แหล่งปลูกมันสำปะหลังกระจายไปตามภาคต่างๆ มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันตก รวมพื้นที่ประมาณ 7.6 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ในปี พ.ศ. 2551 พบการระบาดรุนแรงเป็นครั้งแรกของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู (*Phenacoccus manihoti*) ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังสำคัญของประเทศไทย จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร ในปีเพาะปลูก 2551/2552 พบการระบาดของเพลี้ยแป้งสีชมพูทั่วประเทศเป็นพื้นที่ประมาณ 1.4 ล้านไร่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับรุนแรง 650,207 ไร่ ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เลย และระดับไม่รุนแรง 767,601 ไร่ ผลผลิตลดลง แต่ยังสามารถเก็บผลผลิตได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552)

เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ทำความเสียหายต่อผลผลิตได้ตั้งแต่ 80-100 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ และคณะ, 2552) การใช้ท่อนพันธุ์จากแหล่งระบาดไปปลูกต่อ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่ระบาด

ขยายตัวไปในวงกว้างอย่างรวดเร็ว ซึ่งความรุนแรงของการระบาดจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ระยะห่างจากพื้นที่ระบาดอยู่ก่อน สภาพภูมิอากาศ ลักษณะของดินที่ปลูก วิธีการป้องกันกำจัดที่ไม่ถูกต้อง ความสมบูรณ์ของต้นมันสำปะหลัง อายุมันสำปะหลังขณะถูกทำลาย (วลัยพร และเถลิงศักดิ์, 2554) วิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม คือ การแช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูกด้วยสารกำจัดแมลง ไทอามีโทแซม อิมิดาโคลพริด หรือไดโนทีฟูแรน (สุเทพ, 2552; เถลิงศักดิ์ และคณะ, 2554) ซึ่งควบคุมเพลี้ยแป้งได้นาน 1 เดือน หลังจากนั้น หากยังพบการระบาด กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ปล่อยแตนเบียน *Anagyrus lopezi* และงดการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง

จากกรณีการระบาดรุนแรงของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ทำให้นักวิจัยด้านอารักขาพืชต้นตัวที่จะเฝ้าระวังการระบาดของศัตรูพืชอุบัติใหม่ในมันสำปะหลังมากขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เช่นเดียวกับกรณีการระบาดของเพลี้ยแป้งสีชมพูในมันสำปะหลัง ประกอบกับค่าแรงงานขั้นต่ำที่ขยับตัวสูงขึ้นจาก 200 เป็น 300 บาท ทำให้การใช้แรงงานกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลังเริ่มลดลง มีการใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากขึ้น สารที่ใช้มากเป็นสารที่พ่นทางใบชนิดไม่เลือกทำลาย ได้แก่ พาราควอต และไกลโฟเซต ทำให้โอกาสเกิดวัชพืชต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากขึ้น แต่ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่มีมีการสำรวจและจัดบันทึกไว้เป็นหลักฐาน ที่สามารถนำมาใช้ยืนยันถึงการปรากฏและแหล่งพบการแพร่ระบาดของศัตรูพืชชนิดใหม่ที่อาจปรากฏในแหล่งปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย

ในต่างประเทศเริ่มมีรายงานพบโรคพุ่มแจ้ในมันสำปะหลังตั้งแต่ปี 2520 ในทวีปอเมริกาใต้ (Martiez-Lopez, 1977) และต่อมา Elizabeth et al., (2007) พบโรค cassava frog skin disease (CFSD) ที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ในกลุ่ม 16S rRNA ribosomal ทำลายผลผลิตมันสำปะหลังได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศโคลัมเบีย บราซิล เวเนซุเอล่า และปานามา และมีรายงานพบไวรัส 17 ชนิด ที่ทำความเสียหายให้มันสำปะหลังของประเทศในทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ อเมริกากลาง และเอเชีย ส่วนใหญ่อยู่ใน Family Geminiviridae, Alphaflexiviridae และ Potyviridae เช่น Cassava Mosaic Virus (CMV) Cassava Brown Streak Virus (CBSV) และ Cassava Common Mosaic ไวรัสหลายชนิดสามารถแพร่ระบาดโรคได้โดยติดไปกับท่อนพันธุ์ปลูก และมีแมลงชนิดปากดูดเป็นพาหะช่วยถ่ายทอดโรค เช่น แมลงหวี่ขาว (Calvert and Thresh, 2002) นอกจากนี้ ระบบปลูกพืชที่เปลี่ยนไป มีผลต่อการระบาดของศัตรูพืชด้วยเช่นกัน อุดมศักดิ์ (2554) รายงานว่าพบการระบาดของโรครากปมสาเหตุจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* ในแปลงทดลองระบบน้ำหยดของโรงงานผลิตแป้งมันในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิทำให้ต้นมันสำปะหลังมีการเหี่ยวเฉาคล้ายการขาดน้ำใบเหี่ยวลู่ลงและหลุดร่วง อาการเหี่ยวอาจเกิดขึ้นที่ละกิ่งพบในมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80

วัชพืชเป็นศัตรูพืชที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ระบุว่า การปลูกมันสำปะหลังโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช ทำให้ผลผลิตเสียหายได้ตั้งแต่ 46-95 เปอร์เซ็นต์ (Barrios, 1973; Doll and Piedrahita, 1973; Harper, 1973; Piedrahita and Doll, 1974; Moody and Izumah, 1974) สำหรับประเทศไทย หากไม่มีการกำจัดวัชพืช ผลผลิตมันสำปะหลังจะเสียหายได้ตั้งแต่ 20-90 เปอร์เซ็นต์ (นิรนาม, 2547) เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช ทั้งการใช้สารกำจัดวัชพืช และแรงงานเฉลี่ย

ไร่ละ 2,000 บาท หรือคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิต ดังนั้น สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ได้พัฒนาเทคโนโลยีการจัดการวัชพืชแบบผสมผสาน โดยใช้ทั้งแรงงาน สารกำจัดวัชพืช และเขตกรรม ร่วมกัน สามารถลดต้นทุนการกำจัดวัชพืชให้เหลือเพียงไร่ละ 430 บาท แต่ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ไร่ละ 1.2 ตันต่อไร่ ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นไร่ละ 700 บาท (จรรยา และคณะ, 2557) นอกจากนี้ วัชพืชยังเป็นแหล่งอาศัยของโรคและแมลง ทำให้เกิดการระบาดของโรคแมลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้อง กำจัดทั้งในแปลงและบริเวณโดยรอบ

การควบคุมศัตรูพืชอย่างได้ผลอย่างยั่งยืนนั้นต้องคำนึงถึงสมดุลของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมกับรักษาระดับการผลิตมันสำปะหลังของประเทศ ศัตรูพืชที่พบในแหล่งปลูกต่างๆ นั้น แตกต่างกันไป ขึ้นกับปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพภูมิอากาศ คุณสมบัติของแต่ละชนิดดิน พันธุ์มัน สำปะหลังที่ใช้ วิธีปลูก ฤดูกาลปลูก และศัตรูพืชต้านทานต่อสารเคมี แต่ข้อมูลดังกล่าวยังไม่มีการสำรวจ รวบรวมและนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของพื้นที่ปลูกที่จะพบการระบาดของศัตรูพืช เช่น โรค แมลง และวัชพืช และใช้สำหรับการเฝ้าระวังเตือนภัยการแพร่ระบาดของเกษตรกรให้ทราบล่วงหน้า และสามารถ เตรียมรับมือกับปัญหาที่จะเกิดขึ้น สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ประเทศไทยยังไม่มีการบูรณาการด้านการอารักขาพืช แบบครบวงจร สำหรับการผลิตมันสำปะหลังที่ผ่านมาในอดีต กรมวิชาการเกษตรมีแต่ข้อมูลการป้องกัน กำจัดศัตรูพืชรายชนิด ที่เกษตรกรต้องนำไปวิเคราะห์และตัดสินใจด้วยตนเองว่าจะใช้อย่างไรให้เกิด ประสิทธิภาพและถูกต้องปลอดภัย เนื่องจากสภาพปัญหาของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน แต่พื้นฐานความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรยังไม่เพียงพอ ทำให้การป้องกันกำจัดศัตรูพืชยังไม่มี ประสิทธิภาพ ต้นทุนการกำจัดศัตรูพืชสูงเกินความจำเป็น และมีผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่ติดตามและเฝ้าระวังการปรากฏและการแพร่ระบาดของ ศัตรูพืชชนิดใหม่ ศัตรูพืชเดิม และแมลงศัตรูธรรมชาติในแหล่งมันสำปะหลังของประเทศไทย พัฒนา เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดใหม่ในมันสำปะหลัง และพัฒนาชุดเทคโนโลยีการอารักขาพืชแบบ บูรณาการสำหรับเกษตรกร เพื่อการผลิตมันสำปะหลังที่ยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แบบสำรวจเพื่อบันทึกชนิดศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในมันสำปะหลัง
2. คู่มือการตรวจวินิจฉัยชนิดศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง
3. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง แมลง โรค และวัชพืช
4. เครื่องมือวัดพิกัดแปลง
5. วัสดุปรับปรุงดิน ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมี ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร
6. สารเคมีป้องกันกำจัดโรค แมลง และวัชพืช ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร
7. ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง
8. อุปกรณ์พ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและชุดป้องกัน

9. สารเคมีสำหรับสกัดดีเอ็นเอ และไพรเมอร์สำหรับNested PCR

วิธีการ

โครงการวิจัยการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม ดังนี้

กิจกรรม 1 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของศัตรูพืชสำคัญในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง

กิจกรรมนี้มีเป้าหมายที่จะวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของศัตรูพืช และสร้างฐานข้อมูลการแพร่ระบาดของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ ที่พบในแหล่งปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย 36 จังหวัด ดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 - พฤษภาคม 2556 จำนวน 300 แปลงและระหว่างเดือนกรกฎาคม 2556 - สิงหาคม 2557 จำนวน 655 แปลง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 สัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกมันสำปะหลัง ระบบการผลิตมันสำปะหลัง เช่น ประสบการณ์การปลูกมันสำปะหลัง ขนาดพื้นที่ปลูก ฤดูปลูก พันธุ์ที่ใช้ ระยะปลูก การปฏิบัติดูแลรักษา การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช การแพร่ระบาดของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ ที่พบในแปลง และประวัติการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยบันทึกตำแหน่งพิกัดแปลง เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่างของดิน (pH) ปริมาณไนโตรเจนในรูปของอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสังกะสี และการตรวจสอบเนื้อดินอย่างง่ายด้วยการปั่นเพื่อจำแนกชนิดดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินทรายปนร่วน หรือดินทราย

1.2 สุ่มตรวจศัตรูพืชบนต้นมันสำปะหลัง ในแต่ละปีดำเนินการ 2 ครั้ง ในช่วงต้นฤดูฝนและช่วงปลายฤดูฝน ตามแบบฟอร์มการสำรวจแปลง ในการสำรวจแต่ละครั้งสุ่มต้นมันสำปะหลังอย่างเป็นระบบ จำนวน 50-100 ต้น ตามแนวทแยงมุม หรือซิกแซกตามแต่ขนาดของแปลงที่สำรวจ โดยให้แต่ละต้นห่างกันประมาณ 3-5 เมตร บันทึกจำนวนแมลงศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติ ที่พบในแต่ละต้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นจำนวนตัวต่อต้นที่พบในแต่ละแปลง พร้อมบันทึกค่าสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละแปลงด้วย ดังนี้

1.2.1 เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูและเพลี้ยแป้งมะละกอ : ให้ตรวจดูบริเวณยอดของต้นมันสำปะหลัง พลิกดูใต้ใบที่บริเวณยอดทั้งหมด นับจำนวนตัวแยกชนิดเป็นรายต้น

1.2.2 เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีเทา เพลี้ยแป้งสีเขียว และเพลี้ยแป้งลาย : ให้ตรวจดูบริเวณก้านใบและใต้ใบแก่ของต้นมันสำปะหลัง นับจำนวนตัวแยกชนิดเป็นรายต้น

1.2.3 แมลงหริ่งขาวใยเกลียว : ตรวจดูบริเวณใบล่างของมันสำปะหลัง พลิกดูใต้ใบนับจำนวนตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่พบเป็นรายต้น

1.2.4 ไรแดง : ตรวจดูบริเวณหลังใบ ตั้งแต่ยอดอ่อนจนถึงใบด้านล่าง นับจำนวนตัวที่พบทุกใบแล้วนำค่ามารวมกันแยกเป็นรายต้น และจำแนกชนิด

1.2.5 ปลวก : ตรวจดูบริเวณโคนต้น นับจำนวนที่พบปรากฏในแต่ละต้น

1.2.6 แมลงศัตรูธรรมชาติ : นับจำนวนตัวที่พบในต้นมันสำปะหลังและต้นวัชพืชที่อยู่ในบริเวณที่สำรวจ

1.2.7 บันทึกอาการโรคแอนแทรกโนส ใบไหม้และใบจุด จำแนกระดับการเป็นโรค

1.2.8 โรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมา เก็บตัวอย่างมันสำปะหลัง วัชพืช และเพ็ลี่ย
จกจันในแปลงที่พบอาการโรคพุ่มแจ้ ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวินิจฉัย

1.2.9 โรคโคนเน่าหัวเน่ามันสำปะหลัง นำดินหรือต้นที่สงสัยว่าเป็นโรค ส่งจำแนกเชื้อสาเหตุ

1.2.10 โรคพืชที่ไม่สามารถวินิจฉัยได้จากคู่มือการตรวจวินิจฉัยศัตรูพืชภาคสนาม ให้เก็บ
ตัวอย่างพืชและท่อนพันธุ์ที่แสดงอาการโรคจากแปลงที่สำรวจ พร้อมบันทึกภาพในสภาพธรรมชาติ
ส่งผู้เชี่ยวชาญด้านโรคพืชตรวจวินิจฉัยในห้องปฏิบัติการ

1.2.11 วัชพืชโดยสุ่มนับชนิดและจำนวนวัชพืชในแปลงมันสำปะหลัง ในกรอบสี่เหลี่ยม
(quadrat) ขนาด 100x100 เซนติเมตร 4 จุด โดยใช้เป็นตัวแทนของวัชพืชที่พบในแปลง พร้อมทั้ง
สำรวจแมลง โรค และแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบบนต้นวัชพืชแต่ละชนิด

1.2.12 กรณีสงสัยว่าเกิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช ให้เก็บเมล็ดอย่างน้อย 100 กรัม
พร้อมประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชและเก็บเมล็ดวัชพืชชนิดเดียวกันจากแหล่งที่มีการใช้สารกำจัด
วัชพืชดังกล่าวมาเป็นตัวเปรียบเทียบ มาเมล็ดมาเพาะในดินบรรจุอยู่ในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว
เมื่อวัชพืชมีขนาด 2-3 ใบ พันด้วยสารกำจัดวัชพืช 6 อัตรา ที่ 0 0.5 1.0 2.0 5.0 และ 10 เท่าของอัตรา
แนะนำ วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 ซ้ำๆ ละ 1 กระถางๆ ละ 50 ต้น หลังพ่นสาร 30 วัน
นับจำนวนต้นวัชพืชที่รอดตาย โดยสังเกตจากต้นที่ยังมีสีเขียวและสามารถแทงใบใหม่ที่ยอดได้ นำข้อมูล
ที่ได้ไปคำนวณหาค่า LD₅₀ ของแต่ละประชากร เพื่อหาระดับความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาเทคโนโลยีป้องกันกำจัดโรคสำคัญในมันสำปะหลัง

2.1 โรคโคนเน่าหัวเน่ามันสำปะหลัง ดำเนินการในแปลงเกษตรกร 2 ราย ในอำเภอเสิงสาง
จังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 fosetyl
aluminium กรรมวิธีที่ 2 metalaxyl+phosphoric acid กรรมวิธีที่ 3 mefanoxam กรรมวิธีที่ 4
fosetyl aluminium+mancozeb กรรมวิธีที่ 5 phosphoric acid+mancozep กรรมวิธีที่ 6
metalaxyl+mancozep กรรมวิธีที่ 7 iprovaricab/propineb กรรมวิธีที่ 8 *Trichoderma* sp. และ
กรรมวิธีที่ 9 ไม่ใช้สารโดยเลือกแปลงทดลองที่มีปัญหาโรครากเน่าหัวเน่า และผลผลิตเสียหายไม่น้อยกว่า
30 เปอร์เซ็นต์ในฤดูก่อนเริ่มการทดลอง เพื่อให้แน่ใจว่ามีเชื้อสะสมในดินมากพอที่จะเห็นความแตกต่าง
ระหว่างแปลงที่ไม่ใช้สาร และแปลงที่ทดสอบประสิทธิภาพสาร ทดลองในแปลงเกษตรกร 2 แปลงใน
อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นแปลงที่พบการระบาดของโรครากเน่าหัวเน่ามันสำปะหลัง
ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. ในระหว่างเดือนธันวาคม 2556-กรกฎาคม 2557 โดยปลูก
มันสำปะหลังพันธุ์ CMR 4803-89 เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรครากเน่าโคนเน่า จำนวน 2 แปลง คือ แปลง
นายสมศักดิ์ ป่องปัญจมิตร ใช้ระยะปลูก 60x130 เซนติเมตร และแปลงนายสุวรรณ สอนภู ใช้ระยะปลูก
70x120 เซนติเมตร แห่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูกด้วยสาร fosetyl aluminium อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
หลังปลูก 2-3 เดือน หักกิ่งมันสำปะหลังให้เหลือจำนวน 2 กิ่งต่อต้นทั้งแปลง และให้สารป้องกันกำจัด

โรคพืชทันทีเมื่อพบอาการของโรครากเน่าหัวเน่า โดยนำสารที่ผสมตามอัตราที่กำหนดในกรรมวิธีที่ 2-8 ราวที่โคนต้นมันสำปะหลังในปริมาณต้นละ 500 มิลลิลิตร ทุก 30 วัน ติดต่อกัน 4 ครั้ง

2.2 โรครากปมมันสำปะหลัง ดำเนินการในแปลงเกษตรกร 2 รายในอำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธี 1 = ไรยเห็ดเป็นแฉกก่อนไถปลูก กรรมวิธี 2 = ไรยเห็ดเป็นแฉกก่อนไถปลูก+เมื่อครบ 3 เดือนใส่เชื้อเห็ดรองกันหลุม 50 กรัม กรรมวิธี 3 = รองกันหลุมก่อนปลูก 50 กรัม กรรมวิธี 4 = รองกันหลุมก่อนปลูก 50 กรัม+ เมื่อครบ 3 เดือนใส่เชื้อเห็ดรองกันหลุม 50 กรัม กรรมวิธี 5 = หวานซี้ไก่ 180 กิโลกรัม+หวานเห็ด 4.5 กิโลกรัม ก่อนไถปลูก กรรมวิธี 6 = control (ไม่ใส่อะไรเลย) กรรมวิธี 7 = กรรมวิธีของเกษตรกร (หวานซี้ไก่) กรรมวิธี 8 = ปักท่อนมันแล้วพ่น fluopyram+พ่น fluopyram อีกครั้งเมื่อครบ 3 เดือนกรรมวิธี 9 = หวานเห็ดก่อนไถปลูก และปักท่อนมันแล้วพ่น fluopyram+เมื่อครบ 3 เดือนใส่เชื้อเห็ดรองกันหลุม โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้ก่อนเชื้อเห็ดเรื่องแสงและการใช้ fluopyram การใช้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมระหว่าง 12.1-13.8 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับวิธีที่ไม่ได้ใช้อะไรเลยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมสูงถึง 26.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาผลผลิตพบว่ากรรมวิธีที่ 3.ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ R72 และใส่เห็ดอัตรา 50 กรัมที่กันหลุม และกรรมวิธีที่ 8 ปักท่อนมันแล้วพ่น fluopyram+พ่น fluopyram อีกครั้งเมื่อครบ 3 เดือน เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดเฉลี่ย 6.3 ตันต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่อะไรเลย มีค่าเฉลี่ยผลผลิตที่ 5.0 ตันต่อไร่ พิจารณากรรมวิธีที่ไม่ใส่อะไรเลยพบว่า ให้ผลตอบแทนดีที่สุดเมื่อประเมินค่า BCR สูงที่สุด 4.6 แต่เมื่อพิจารณาถึงความยั่งยืนในการควบคุมโรครากปมของมันสำปะหลังแล้วพบว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่อะไรเลยมีเปอร์เซ็นต์ปมสูงสุดแสดงให้เห็นว่ามีปริมาณสะสมของ Mi ในแปลงมากกว่าซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การปลูกมันสำปะหลังในฤดูกาลถัดไปได้

2.3 โรคพุ่มแจ้ ดำเนินการในแปลงเกษตรกร 2 ราย ในอำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง โดยมีวิธีการดังนี้ ใช้พันธุ์มันสำปะหลังที่ทนต่อโรค และใช้ท่อนพันธุ์ปลอดโรค กำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยในแปลงมันสำปะหลัง การหักกิ่งเป็นโรคทิ้งนอกแปลงที่ระยะ 4 เดือนหลังปลูก และพ่นสารกำจัดแมลงพาหะหลังจากหักกิ่งเป็นโรค

กิจกรรมที่ 3 พัฒนาชุดเทคโนโลยีการอารักขาพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง (IPM) ดำเนินการในแปลงเกษตรกร 26 รายใน 11 จังหวัด โดยแต่ละรายใช้พื้นที่ 5-10 ไร่ แบ่งเป็นวิธีการ IPM และวิธีการเดิมของเกษตรกร โดยในแปลง IPM มีขั้นตอนดังนี้

- 3.1 วิเคราะห์ปัญหาศัตรูพืชในแปลงเกษตรกรแต่ละราย และร่วมกันวางแผนป้องกันกำจัด
- 3.2 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน
- 3.3 เลือกใช้พันธุ์ต้านทานโรคและแมลง แซ่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูกด้วยสารอิมิดาคลอพริด อัตรา 5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร นาน 10-15 นาทีก่อนปลูก เพื่อกำจัดเพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอยที่อาจติดมากับท่อนพันธุ์
- 3.4 ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร รองพื้นด้วยปุ๋ยคอกและโดโลไมท์

- 3.5 ตรวจสอบทุก 1 เดือน เพื่อเฝ้าระวังศัตรูพืช หากพบให้ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการจัดการปัญหาศัตรูมันสำปะหลังแบบผสมผสาน ของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร
- 3.6 ที่ระยะเก็บเกี่ยว สุ่มเก็บผลผลิตในพื้นที่ 100 ตารางเมตร 4 จุด ทั้งในวิธี IPM และวิธีเกษตรกร
- 3.7 คำนวณต้นทุนการผลิตรายได้และค่า BCR ของทั้ง 2 วิธี เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน
- 3.8 นำข้อมูลทั้งหมด 26 แปลง มาหาค่าเฉลี่ยต้นทุนการผลิตรายได้และค่า BCR

ผลการทดลองและวิจารณ์

กิจกรรมที่ 1 ติดตามและเฝ้าระวังการระบาดของศัตรูพืชสำคัญในแหล่งปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย

ผลการสำรวจแปลงเกษตรกร ทั้งหมด 955 รายในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง 36 จังหวัด ต่อเนื่อง 3 ปีเพาะปลูก 2555-2559 มีดังนี้

1.1 พบศัตรูพืชอุบัติใหม่ 10 ชนิด ที่ทำความเสียหายในมันสำปะหลัง ได้แก่ เพลี้ยแป้งมะละกอ (*Paracoccus marginatus* Williams & Granada de Willink) ไรแดงคันชวา (*Tetranychus kanzawai* Kishida) ไรแดงชมพู (*Oligonychus biharensis* Hirst) แมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci* Gennadius) เพลี้ยหอยขาว (*Aonidomytilus albus* Cockerel) โรคโคนเน่าหัวเน่าในมันสำปะหลังสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora melonis* โรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมา โรคลำต้นไหม้สาเหตุจากเชื้อรา *Phoma eupyrena* โรครากปมมันสำปะหลังสาเหตุจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* และหญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium*) ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไกลโฟเซต

1.2 พบศัตรูธรรมชาติ 2 ชนิด คือ ตัวง่าสตีธอร์สกินไรแดง (*Stethorus* sp.) ตัวง่า *Pharoscymnus simmondsi* กินเพลี้ยหอยขาว แตนเบียน (*Trichogramma* sp.) ทำลายเพลี้ยแป้ง

1.3 พบสาบม่วง *Praxelis clematidea* เป็นวัชพืชใบกว้างที่เป็นพืชอาศัยของศัตรูพืชสำคัญหลายชนิด ได้แก่ เพลี้ยแป้ง ไรแดง แมลงหวี่ขาวยาสูบ เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคพุ่มแจ้ ไส้เดือนฝอยรากปม

1.4 ศัตรูพืชที่เป็นปัญหาทุกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง คือ วัชพืช การใช้แรงงานในระบบการผลิตมันสำปะหลังลดลงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแรงงานหายากและมีราคาสูง ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนมาใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้น

1.5 เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูที่เคยเป็นปัญหาสำคัญในช่วงปี 2552 นั้น ส่วนใหญ่พบการระบาดเพียงเล็กน้อย มีบางแปลงเท่านั้นที่ยังพบการระบาดมากกว่า 100 ตัวต่อต้น เช่น จังหวัดกำแพงเพชร นครราชสีมา กาฬสินธุ์ ระยอง และร้อยเอ็ด

1.6 พบการระบาดรุนแรงของเพลี้ยแป้งมะละกอในมันสะหลังครั้งแรกในปีเพาะปลูก 2555/56 และพบการทำลายที่ยอดมันสำปะหลังเช่นเดียวกับเพลี้ยแป้งสีชมพู

1.7 พบไรแดง 3 ชนิด ได้แก่ ไรแดงมันสำปะหลัง ไรแดงชมพู และ ไรแดงคันชวา ที่ระบาดและทำความเสียหายต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อเข้าทำลายในระยะมันสำปะหลังต้นเล็ก ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และมีด้วงเต่าสตีธอร์สเป็นศัตรูธรรมชาติ

1.8 พบการระบาดของแมลงหริ่งขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci*) ในแปลงมันสำปะหลังจังหวัดกาฬสินธุ์ ชัยภูมิ และนครราชสีมา พบอาการใบหงิก และด่างในมันสำปะหลัง แต่ผลการตรวจเชื้อในห้องปฏิบัติการไม่พบเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบด่างในมันสำปะหลัง

1.9 ปี 2555/56 พบการระบาดครั้งแรกของโรคโคนเน่าหัวเน่าสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora melonis* ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ ระยอง อุบลราชธานี ปราจีนบุรี สระบุรี และสระแก้ว ทำให้ผลผลิตเสียหายได้ตั้งแต่ 30-100 เปอร์เซ็นต์ และได้เก็บตัวอย่างเชื้อสาเหตุทั้งหมด 41 ไอโซเลท

1.10 จากการจำแนกชนิดของเชื้อรา *Phytophthora* 27 ไอโซเลท ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ *P. meadii*, *P. erythroseptica* และ *P. melonis* แต่เมื่อนำไปตรวจสอบลำดับเบส พบว่า เป็น *P. melonis* ทั้ง 27 ไอโซเลท

1.11 การตรวจสอบปริมาณเชื้อ *Phytophthora* spp. ในแปลงพืชหมุนเวียนทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และข้าวโพด เพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคในมันสำปะหลังเป็นเวลา 12 เดือน พบว่า สามารถลดปริมาณเชื้อราสาเหตุลดลงเหลือ 11.5-18.8 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเชื้อราก่อนปลูกพืชหมุนเวียน

1.12 พบการระบาดครั้งแรกของโรคลำต้นไหม้สาเหตุจากเชื้อ *Phoma eupyrena* ในปีเพาะปลูก 2557/58 ทำให้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแห้งตาย ต้องมีการปลูกซ่อมใหม่

1.13 พบการระบาดของโรคแอนแทรคโนสที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Collectotrichum* 2 ชนิด คือ *C. gloeoporioides* และ unknown 1 ชนิด โดยพบระบาดรุนแรงในแปลงที่เกษตรกรใช้ท่อนพันธุ์อ่อนเกินไป และพ่นสารกำจัดวัชพืชพาราควอตในระยะ 1 เดือนหลังปลูก ละอองสารทำลายต้นและใบเกิดบาดแผลให้เชื้อเข้าทำลายได้รุนแรงมากขึ้น

1.14 พบมันสำปะหลังและวัชพืชหลายชนิด ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอาการโรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมา เมื่อนำมาตรวจสอบดีเอ็นเอด้วยวิธี Nested PCR และเปรียบเทียบลำดับเบส สามารถยืนยันว่ามีการระบาดของโรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมาที่จังหวัดระยอง และสระแก้ว นอกจากนี้ ได้ตรวจพบเชื้อ CWB ในสาบม่วงและเพี้ยจักจั่นอย่างน้อย 2 ชนิด

1.15 ปี 2557-2559 พบการระบาดรุนแรงของโรครากปมสาเหตุจากไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังจังหวัดกาฬสินธุ์ กำแพงเพชร นครสวรรค์ และระยอง โดยเฉพาะพันธุ์ระยอง 11, ระยอง 7, ห้วยบง 60 และห้วยบง 80 ซึ่งค่อนข้างอ่อนแอต่อไส้เดือนฝอย ความเสียหายต่อผลผลิตรุนแรงมากในการปลูกมันสำปะหลังแบบระบบน้ำหยด

1.16 พบหญ้าปากควายต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชไกลโฟเซต 2 ประชากรในจังหวัดฉะเชิงเทรา มีระดับความต้านทานประมาณ 3 เท่าของประชากรอ่อนแอ (susceptible) หลังจากมีการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวต่อเนื่องนานกว่า 10 ปี (Table 1)

1.17 พบวัชพืชมากกว่า 20 ชนิด เป็นพืชอาศัยของเพลี้ยแป้ง ไรแดง แมลงหริั่ว และ ไล่เดือนฝอย *M. incognita* ซึ่งมีสามมวงเป็นวัชพืชที่โดดเด่นมากที่สุด และพบว่าเป็นพืชอาศัยของศัตรูพืชเกือบทุกชนิด **พื้นที่เฝ้าระวังของศัตรูสำคัญในมันสำปะหลัง**

1. เพลี้ยแป้งสีชมพู เพลี้ยแป้งมะละกอ และเพลี้ยแป้งสีเทา พบพื้นที่ระบาดรุนแรงอยู่ในจังหวัดกำแพงเพชร นครราชสีมา กาฬสินธุ์ ระยอง และฉะเชิงเทรา เนื่องจากยังพบการระบาดของเพลี้ยแป้งทั้งสามชนิดเป็นปริมาณมากเกินกว่า 100 ตัวต่อต้น ซึ่งในการสืบค้นข้อมูลและสอบถามนักกีฏวิทยาของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (นายสุเทพ สหายา) ทราบว่า ยังไม่มีค่า economic threshold สำหรับเพลี้ยแป้งทั้งสามชนิดในมันสำปะหลัง เนื่องจากเป็นศัตรูพืชที่อุบัติใหม่ ไม่เคยปรากฏว่าเป็นศัตรูพืชมาก่อน แต่ในการทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งนั้นใช้เกณฑ์ว่า หากมีการระบาดมากกว่า 10 ตัวต่อต้น สามารถทดสอบประสิทธิภาพสารได้
2. ไรแดง ที่ในอดีตไม่เคยเป็นปัญหาในการปลูกมันสำปะหลัง แต่ผลการสำรวจ พบว่า ไรแดงระบาดในช่วงมันสำปะหลังต้นเล็ก ทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงต่อผลผลิต โดยเฉพาะระยะ 2-3 เดือนหลังปลูก จังหวัดที่พบการระบาดของไรแดง ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร กาฬสินธุ์ ระยอง ฉะเชิงเทรา และนครราชสีมา โดยเฉลี่ย 11-50 ตัวต่อต้น แต่บางแห่งพบการระบาดรุนแรงของไรแดงมากกว่า 1,000 ตัวต่อต้น ดังนั้น จึงควรเป็นพื้นที่เฝ้าระวังเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของไรแดง และเนื่องจากไรแดงยังไม่มีการศึกษาระดับความสูญเสียทางเศรษฐกิจในมันสำปะหลัง
3. โรคโคนเน่าหัวเน่ามันสำปะหลังสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora melonis* ข้อมูลการสำรวจในระหว่างปี 2555-2556 พบพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดในหลายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา สระบุรี ปราจีนบุรี อุบลราชธานี และระยอง เป็นพื้นที่มากกว่า 50,000 ไร่
4. โรคพุ่มแจ้มันสำปะหลัง พบการระบาดรุนแรงในแหล่งปลูกในภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และจันทบุรี ระบาดรุนแรงในพื้นที่ระยอง 9, ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50 นอกจากนั้น พบวัชพืช 3 ชนิด ที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อไฟโตพลาสมา ได้แก่ สามมวง ตีนตุ๊กแก และ หญ้าล่อง (Table 2) และมีเพลี้ยจักจั่น 2 ชนิด ได้แก่ *Exitianus indicus* (Distant) และ *Balclutha hebe kirkaldy* เป็นพาหะของโรค
5. โรครากปมมันสำปะหลัง พบระบาดรุนแรงของไล่เดือนฝอย *M. incognita* ในอำเภอปางปาลาด อำเภอดอนจาน และอำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยเฉพาะพันธุ์ระยอง 11

กิจกรรมที่ 2 พัฒนาเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอุบัติใหม่

2.1 โรคโคนเน่าหัวเน่ามันสำปะหลัง สรุปผล สารเคมีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดโรคโคนเน่าหัวเน่าสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora* คือ fosetyl-aluminium อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถใช้พ่นบริเวณโคนต้นหลังพบอาการเป็นโรคในแปลงต่อเนื่อง 2 ครั้ง ห่างกัน 1 เดือน วิธีนี้เหมาะกับพื้นที่ระบาดที่ผลผลิตเสียหายไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ หากพื้นที่ระบาดที่ผลผลิตเสียหายไม่

เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ให้เปลี่ยนไปปลูก ชมนวนเวียน เช่น ข้าวโพด อ้อย และกล้วย เพื่อตัดวงจรการระบาดของโรค

2.2 โรครากปมมันสำปะหลัง สรุปผล การควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพไร่ พบว่า การใช้พันธุ์ ระยะเวลา 72 ร่วมกับ การหว่านเห็ดเรืองแสงอัตรา 100 ก้อนต่อไร่ขณะไถเตรียมดิน และพ่นสาร fluopyram/trifloxystrobin อัตรา 200 มล.ต่อไร่ ที่โคนต้นมันสำปะหลังเมื่ออายุ 2 เดือน เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมไส้เดือนฝอย

2.3 โรคพุ่มแจ้ สรุปผล ใช้พันธุ์ทนทานต่อโรคและ เช่น ระยะเวลา 11 และ CMR 4308-89 กำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยในแปลงมันสำปะหลัง การหักกิ่งเป็นโรคทิ้งนอกแปลงที่ระยะ 4 เดือนหลังปลูก และพ่นสารกำจัดแมลงพาหะหลังจากหักกิ่งเป็นโรคสามารถลดปัญหาการระบาดของโรคพุ่มแจ้ในแปลงได้

กิจกรรมที่ 3 พัฒนาชุดเทคโนโลยีการอารักขาพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง (IPM)

ผลการทดสอบพบว่า วิธี IPM ทำให้ต้นทุนเฉลี่ยในการกำจัดศัตรูพืช ของแปลงทดสอบเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน จำนวน 26 แปลง อยู่ที่ 5769 บาทต่อไร่ แต่ให้ผลผลิตมันสำปะหลัง 5.1 ตันต่อไร่ ส่วนต้นทุนเฉลี่ยในการกำจัดศัตรูพืช แปลงเกษตรกรอยู่ที่ 5556 บาทต่อไร่ และได้ผลผลิตมันสำปะหลัง 3.2 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบค่า Benefit cost ratio (BCR) พบว่า แปลงทดสอบเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานมีค่า BCR อยู่ที่ 2.84 มากกว่าวิธีของเกษตรกรที่มีค่า BCR อยู่ที่ 1.57 (Table 2)

สรุปผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 ในส่วนของกิจกรรมที่ 1 ได้สำรวจแปลงเกษตรกร ทั้งหมด 808 รายในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง 36 จังหวัด ต่อเนื่อง 3 ปี เพาะปลูก 2555-2559 พบว่า

- 1.1 ศัตรูพืชที่เป็นปัญหาทุกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง คือ วัชพืช การใช้แรงงานในระบบการผลิตมันสำปะหลังลดลงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแรงงานหายากและมีราคาสูง ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนมาใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้น
- 1.2 เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ที่เคยเป็นปัญหาสำคัญในช่วงปี 2552 นั้น ส่วนใหญ่พบการระบาดเพียงเล็กน้อย มีบางแปลงเท่านั้นที่ยังพบการระบาดมากกว่า 100 ตัวต่อต้น เช่น จังหวัดกำแพงเพชร นครราชสีมา กาฬสินธุ์ ระยะเวลา และร้อยเอ็ด
- 1.3 พบการระบาดรุนแรงของเพลี้ยแป้งมะละกอในมันสำปะหลัง ครั้งแรกในปีเพาะปลูก 2555/56 และพบการทำลายที่ยอดมันสำปะหลังเช่นเดียวกับเพลี้ยแป้งสีชมพู
- 1.4 พบไรแดง 3 ชนิด ที่ระบาดและทำความเสียหายต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อเข้าทำลายในระยะต้นเล็ก ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และมีด้วงเต่าสตีธอร์สเป็นศัตรูธรรมชาติ

- 1.5 พบการระบาดของแมลงหริ้วขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci*) ในแปลงมันสำปะหลังจังหวัดกาฬสินธุ์ ชัยภูมิ และนครราชสีมา และพบอาการใบหงิกและต่างในมันสำปะหลัง แต่ตรวจไม่พบเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบต่างในมันสำปะหลัง
- 1.6 ปี 2555/56 พบการระบาดครั้งแรกของโรคโคนเน่าหัวเน่าสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora* ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ ระยอง อุบลราชธานี ปราจีนบุรี สระบุรี และสระแก้ว ทำให้ผลผลิตเสียหายได้ตั้งแต่ 30-100 เปอร์เซ็นต์ และได้เก็บตัวอย่างเชื้อทั้งหมด 41 ไอโซเลท
- 1.7 จากการจำแนกชนิดของเชื้อรา *Phytophthora* 27 ไอโซเลท ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ *P. meadii*, *P. erythroseptica* และ *P. melonis* แต่เมื่อนำไปตรวจสอบลำดับเบส พบว่า เป็น *P. melonis* ทั้ง 27 ไอโซเลท
- 1.8 ปริมาณเชื้อ *Phytophthora* spp. ที่ตรวจพบในแปลงพืชหมุนเวียนทั้ง 3 ชนิด คือ กัญชง อ้อย และข้าวโพด มีปริมาณเชื้อลดลงเหลือ 11.5-18.8 เปอร์เซ็นต์
- 1.9 พบการระบาดครั้งแรกของโรคลำต้นไหม้ สาเหตุจากเชื้อ *Phoma* ในปีเพาะปลูก 2557/58 ทำให้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแห้งตาย ต้องมีการปลูกซ่อมใหม่
- 1.10 พบการระบาดของโรคแอนแทรคโนสที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Collectotrichum* 2 ชนิด คือ *C. gloeoporioides* และ unknown 1 ชนิด โดยพบระบาดรุนแรงในแปลงที่เกษตรกรใช้ท่อนพันธุ์อ่อนเกินไปและพ่นสารกำจัดวัชพืชพาราควอต
- 1.11 พบมันสำปะหลังและวัชพืชหลายชนิด ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอาการโรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมา เมื่อนำมาตรวจสอบดีเอ็นเอด้วยวิธี Nested PCR และเปรียบเทียบลำดับเบสสามารถยืนยันว่ามีการระบาดของโรคพุ่มแจ้สาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมาที่จังหวัดระยอง และสระแก้ว นอกจากนี้ ได้ตรวจพบเชื้อ CWB ในสาบม่วงและเปลี้ยจ๊กจั่นอย่างน้อย 2 ชนิด
- 1.12 ปี 2557-2559 พบการระบาดรุนแรงของโรครากปมสาเหตุจากไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังจังหวัดกาฬสินธุ์ กำแพงเพชร นครสวรรค์ และระยอง โดยเฉพาะพันธุ์ระยอง 11 ระยอง 7 หัวยบง 60 หัวยบง 80 ซึ่งค่อนข้างอ่อนแอต่อไส้เดือนฝอย ความเสียหายต่อผลผลิตรุนแรงมากในการปลูกมันสำปะหลังแบบระบบน้ำหยด
- 1.13 พบหญ้าปากควายต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชไกลโฟเสท 2 ประชากรในจังหวัดฉะเชิงเทรา มีระดับความต้านทานประมาณ 3 เท่าของประชากรอ่อนแอ (susceptible)
- 1.14 พบวัชพืชมากกว่า 20 ชนิดเป็นพืชอาศัยของเปลี้ยแป้ง ไรแดง แมลงหริ้วขาว และไส้เดือนฝอย *M. incognita* ซึ่งมีสาบม่วงเป็นวัชพืชที่โดดเด่นมากที่สุด และพบว่าเป็นพืชอาศัยของศัตรูพืชเกือบทุกชนิด

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาเทคโนโลยีป้องกันกำจัดโรคสำคัญในมันสำปะหลัง พบว่า

- 2.1 สารเคมีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดโรคโคนเน่าหัวเน่าสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora* คือ fosetyl-aluminium อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถใช้พื้นที่บริเวณโคนต้นหลังพบอาการเป็นโรคในแปลงต่อเนื่อง 2 ครั้ง ห่างกัน 1 เดือน วิธีนี้เหมาะกับพื้นที่ระบอบที่ผลผลิตเสียหายไม่เดิน 50 เปอร์เซ็นต์
- 2.2 ผลการทดสอบหาพันธุ์ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปม พบว่า พันธุ์ระยอง 72 เป็นพันธุ์ต้านทานที่สุด รองลงมาได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50
- 2.3 ผลการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมด้วยเห็ดเรืองแสงเปรียบเทียบกับสารเคมีในสภาพโรงเรือน พบว่า ก่อนเชื้อเห็ดเรืองแสงอัตรา 50 กรัมต่อต้น (หรือ 100 กรัมต่อไร่) สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้ 80- และสาร fluopyram/trifloxystrobin อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ให้ผลในการควบคุมมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์
- 2.4 ผลการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมด้วยก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงและสาร fluopyram/trifloxystrobin ในสภาพไร่ โดยใช้พันธุ์ระยอง 72 พบว่า การหว่านเห็ดเรืองแสงอัตรา 100 กรัมต่อไร่ ขณะไถเตรียมดิน ร่วมกับการพ่นสาร fluopyram/trifloxystrobin อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อไร่ ที่โคนต้นมันสำปะหลังเมื่ออายุ 2 เดือน เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการควบคุมไส้เดือนฝอย
- 2.5 จากการทดสอบความเป็นพิษของสาร aurisin A ต่อหนูแรท พบว่า มีค่า acute มากกว่า 5,000 มิลลิกรัม และไม่เป็นพิษต่อไส้เดือนดินเมื่อเลี้ยงในวัสดุเพาะเลี้ยงที่ผสมก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงตั้งแต่ อัตรา 10-100 กรัม
- 2.6 การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารกำจัดเชื้อราได้แก่สาร mancozeb, pyraclostrobin, fluopyram/tebuconazole เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการป้องกันโรคค้ำต้นไหม้

กิจกรรมที่ 3 พัฒนาชุดเทคโนโลยีการอารักขาพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง

การทดสอบเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในมันสำปะหลังในพื้นที่แปลงใหญ่ทั้งหมด 26 แปลง ในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง 10 จังหวัด พบว่า ก่อนเริ่มดำเนินการเกษตรกรทุกรายยังขาดความรู้ความเข้าใจในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สามารถสรุปได้ ดังนี้

- 3.1 การจัดการปัญหาวัชพืชในมันสำปะหลัง ใช้แรงงานดายหญ้าเป็นหลัก แต่เมื่อแรงงานหายากและมีราคาแพง จึงเปลี่ยนมาใช้สารกำจัดวัชพืชทดแทน แต่ยังขาดความรู้ในการเลือกสารให้ถูกต้องกับชนิดวัชพืชในแต่ละแปลง รวมถึงการใช้หัวฉีดพ่นและวิธีการพ่นที่ถูกต้อง ทำให้ใช้สารกำจัดวัชพืชมากเกินไปจนความจำเป็นแต่ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชต่ำ
- 3.2 เกษตรกรไม่มีการป้องกันการระบาดของเพลี้ยแป้งด้วยการแช่ท่อนพันธุ์ และไม่ตระหนักถึงความเสียหายต่อผลผลิตจากการระบาดของไรแดง
- 3.3 เกษตรกรทั้ง 12 รายที่ร่วมโครงการ ยังขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สารกำจัดวัชพืช แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ปลูกมันสำปะหลังมีการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ไม่ถูกต้อง เป็นสาเหตุที่

ปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น และเกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช ในการดำเนินการต่อไป ควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรเรื่องการป้องกันกำจัดวัชพืชที่ถูกต้อง

- 3.4 ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ต้องปรับปรุงด้วยอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกษตรกรไม่ต้องการลงทุน เนื่องจากมีความเชื่อว่าปุ๋ยเคมีหรือน้ำหมักชีวภาพสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ ดังนั้นเมื่อเริ่มโครงการจะต้องใส่ปุ๋ยคอกหรือวัสดุปรับปรุงโครงสร้างดิน หรือบางแปลงที่มีปัญหาดินดานจำเป็นต้องไถระเบิดดินดาน ทำให้ต้นทุนแปลง IPM สูงกว่าแปลงเกษตรกร ดังนั้น ควรมีการทดสอบต่อเนื่องในแปลงที่มีการลงทุนไถระเบิดดินดานและใส่วัสดุปรับปรุงดิน เพื่อพิสูจน์ให้เกษตรกรเห็นว่าการลงทุนดังกล่าวจะเห็นผลในระยะยาว

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ประโยชน์ที่ได้รับจากผลงานวิจัย เกษตรกรสามารถนำคู่มือไปใช้วางแผนป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ตั้งแต่ก่อนปลูก และเลือกวิธีการที่เหมาะสมหลังจากพบการระบาดของศัตรูพืชได้ ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังไม่เสียหาย และลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังได้
2. กลุ่มเป้าหมายนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ กลุ่มเกษตรกร นักวิชาการจากหน่วยงานรัฐและเอกชน นักเรียนนักศึกษาในสถาบันการศึกษา
3. สถานที่/พื้นที่ดำเนินการวิจัย แปลงเกษตรกรปลูกมันสำปะหลัง ใน 11 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา สระบุรี ระยอง ร้อยเอ็ด ชัยภูมิ ฉะเชิงเทรา สระแก้ว มหาสารคาม และอุบลราชธานี
4. คำแนะนำในการนำไปใช้ประโยชน์ นักวิชาการและนักส่งเสริม ควรร่วมวิเคราะห์ปัญหาศัตรูพืช และวางแผนการบริหารจัดการศัตรูพืชตลอดฤดูปลูก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยแบบมุ่งเป้า มันสำปะหลัง สำนักงานวิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้จนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้
ขอบคุณ คุณวาริ หงษ์พุกษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเพลี้ยจักจั่น ที่ช่วยจำแนกชนิดเพลี้ยจักจั่นที่อาจเป็นพาหะถ่ายทอดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคม้วนแฉี่ในมันสำปะหลัง และขอบคุณ คุณชัมย์พร บัวมาศ นักกีฏวิทยาชำนาญการ ที่ช่วยตรวจวินิจฉัยและจำแนกชื่อวิทยาศาสตร์ของเพลี้ยแป้งมะละกอและเพลี้ยหอยขาว

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร 2552. เรียนรู้สู้ภัยเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง. สืบค้นจาก <http://210.246.186.198/~mealybug> (2 กุมภาพันธ์ 2552)
- วลัยพร ศศิประภา, รังสี เจริญสถาพร, รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์, เถลิงศักดิ์ วีระวุฒิ. คู่มือการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการกระจายพันธุ์ดีและขยายท่อนพันธุ์มันสะอาด. 2554 เอกสารเผยแพร่ สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร.
- คณิงนิจ บุศราคำ, รังษี เจริญสถาพร, จรรยา มณีโชติ และ อนวัช สุวรรณกุล. 2558. โรคลำต้นไหม้ของ มันสำปะหลังจากรา *Phoma eupyrena* Sacc. ในประเทศไทย. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 12. โรงแรมดุสิตอีสแลนด์ รีสอร์ท เชียงราย.
- จรรยา มณีโชติ, สุพัตรา ชาวกงจักร, ปรัชญา เอกกลิ่น, ยุวรรณ อนันตมณี และไตรเดช ช่างทอง. 2557. เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง ใน รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการในมันสำปะหลัง ปีที่ 2. สำนักวิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. หน้า 112-116.
- สุเทพ สหยา. 2552. สารป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืช. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรแมลงและสัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 14, 20-24 เมษายน 2552 ณ ตึกจักรทอง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 45 หน้า.
- สุรียพร บัวอาจ. 2554. ผลของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง (*Neonothopanus nambi* Spieg.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita* Chitwood) และสิ่งที่มีชีวิตนอกเป้าหมาย วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2550. แหล่งที่มา: <http://www.oac.go.th/statistic/export/index.html>, 30 มิถุนายน 2550.
- อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2554. โรครากปม. อีกหนึ่งศัตรูสำคัญในมันสำปะหลัง. เคหการเกษตร 35(10): 99-101.
- Barrios,J.R. 1973. Weed control in cassava. In Proceedings of the 3rd International Symposium International Society for Tropical Root Crops. Ibadan, Nigeria 2-9 December 1973. pp. 406-411.
- Calvert, L.A. and J. M. Thresh. 2002. The Viruses and Virus Diseases of. Cassava, chapter 12. In CAB Internacional 2002. Cassava: Biology, Production and Utilization (ed. K. J. Hilllocks, J.M. Thresh and A.C. Bellotti) Kent ME4 4TB,UK. : 237-260.

Elizabeth A., M. Juan Fernando, L. German Alberto and L. John Bernard. 2007.

Detection and characterization of a phytoplasma associated with frog skin disease in cassava. *Bulletin of Insectology* 60 (2): 273-274.

Martiez-Lopez., G. 1977. American virus and mycoplasma disease of cassava. *Proc. Cassava Protection Workshop Ser. CE-14: 85-87.*

Table 1 Lethal dose fifty (LD₅₀) of *Dactyloctenium aegyptium*

| Population | LD50 (g ai/rai) | Level of resistance (R/S) |
|------------|-----------------|---------------------------|
| DAR (R) | 128.6 + 7.6 | 4.4 + 0.34 |
| DAC1 (R) | 100.3 + 4.5 | 3.4 + 0.25 |
| DAC 2 (S) | 29.5 + 1.0 | 0 |

Table 2 Casava yield and benefit-cost ratio between IPM and farmer (F) practices in 26 cassava fields. Experiments were conducted in 12 provinces during 2014-2015.

| Field no. | Province | Key pest | Yield (t/rai) | | Cost (baht/rai) | | Benefit (baht/rai) | | Benefit cost ratio | |
|-----------|-------------------|------------------------------|---------------|------|-----------------|-------|--------------------|--------|--------------------|-----|
| | | | IPM | F | IPM | F | IPM | F | IPM | F |
| 1 | Lopburi | weeds | 5.45 | 4.1 | 5,039 | 6,021 | 13,625 | 10,250 | 2.7 | 1.7 |
| 2 | Maha Sarakam | weeds | 5.56 | 5 | 4,995 | 7,396 | 13,900 | 12,500 | 2.8 | 1.7 |
| 3 | Kalasin | weeds | 5.6 | 3 | 5,843 | 6,595 | 14,000 | 7,500 | 2.4 | 1.1 |
| 4 | Kalasin | Root-knot nematode and weeds | 5.3 | 1.1 | 5,026 | 6,876 | 9,024 | 624 | 2.6 | 0.4 |
| 5 | Chachoengsao | weeds | 6.51 | 3.89 | 5,768 | 5,530 | 16,275 | 9,725 | 2.8 | 1.8 |
| 6 | Sakaew | weeds | 5 | 3.5 | 4,962 | 5,031 | 12,500 | 8,750 | 2.5 | 1.7 |
| 7 | Ubon Ratchatani | weeds | 5.6 | 3.3 | 4,514 | 5,900 | 9,525 | 8,350 | 2.1 | 1.4 |
| 8 | Chaiyachum | weeds | 3.5 | 2.8 | 4,164 | 4,539 | 8,750 | 7,000 | 2.1 | 1.5 |
| 9 | Khonkaen | weeds | 7.65 | 5.84 | 3,650 | 6,520 | 19,125 | 14,600 | 5.2 | 2.2 |
| 10 | Khonkaen | weeds | 5.04 | 4.15 | 3,506 | 4,720 | 12,600 | 10,375 | 3.6 | 2.2 |
| 11 | Rayong | weeds | 2.53 | 2.1 | 4,106 | 4,407 | 6,325 | 5,250 | 1.5 | 1.2 |
| 12 | Rayong | Phyllody | 4.54 | 4.29 | 5,231 | 5,221 | 11,350 | 10,725 | 2.2 | 2.1 |
| 13 | Nakorn Ratchasima | weeds | 5.62 | 4.51 | 5,203 | 4,618 | 14,050 | 8,775 | 2.7 | 1.9 |
| 14 | Nakorn Ratchasima | Tuber rot | 5.5 | 2 | 5,420 | 4,470 | 8,330 | 530 | 2.5 | 1.1 |
| 15 | Saraburi | Tuber rot | 4.7 | 2.2 | 5,496 | 5,010 | 6,254 | 5,490 | 2.1 | 1.1 |

| Field no. | Province | Key pest | Yield (t/rai) | | Cost (baht/rai) | | Benefit (baht/rai) | | Benefit cost ratio | |
|-----------|-------------------|-----------|---------------------------|------|-----------------|--------|--------------------|-------|--------------------|-----|
| | | | IPM | F | IPM | F | IPM | F | IPM | F |
| 16 | Saraburi | Tuber rot | 5 | 2.5 | 5,496 | 5,010 | 7,004 | 1,240 | 2.3 | 1.2 |
| 17 | Saraburi | Tuber rot | 4.5 | 2.2 | 5,420 | 5,540 | 11,250 | 5,500 | 2.1 | 1 |
| 18 | Ubon Ratchatani | Tuber rot | 5 | 1.8 | 5,156 | 5,856 | 19,844 | 3,144 | 4.8 | 1.5 |
| 19 | Nakorn Ratchasima | Tuber rot | 4.7 | 1.5 | 4,516 | 5,080 | 7,234 | 920 | 2.6 | 1 |
| 20 | Nakorn Ratchasima | Tuber rot | Banana 4,000 bunches/year | 2 | 13,100 | 5,900 | 58,900 | 100 | 5.5 | 0.9 |
| 21 | Nakorn Ratchasima | Tuber rot | 1.5 (Sweet corn) | 3 | 13,000 | 10,020 | 22,500 | 9,000 | 1.7 | 0.9 |
| 22 | Nakorn Ratchasima | Tuber rot | 19 (sugarcane) | 3 | 12,400 | 6,820 | 3,750 | 3,680 | 1.3 | 1.5 |
| 23 | Kalasin | Root knot | 5 | 3.5 | 6,843 | 6,595 | 5,657 | 2,155 | 1.8 | 1.3 |
| 24 | Rayong | Phyllody | 5.1 | 3.4 | 1,840 | 1,760 | 8,586 | 4,585 | 6.9 | 4.8 |
| 25 | Nakorn Ratchasima | weeds | 5.62 | 4.51 | 5,203 | 4,618 | 8,847 | 4,157 | 2.7 | 1.9 |
| 26 | Rayong | weeds | 4 | 3.2 | 4,106 | 4,407 | 5,894 | 3,593 | 2.4 | 1.8 |