รายงานแผนงานวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตมันสำปะหลังแบบบูรณาการและยั่งยืน

Research and development program for integrated technologies and sustainable cassava production optimization

กรมวิชาการเกษตร

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

นางประพิศ วองเทียม

Dr. Prapit Wongtiem

พ.ศ. 2564

รายงานแผนงานวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตมันสำปะหลังแบบบูรณาการและยั่งยืน

Research and development program for integrated technologies and sustainable cassava production optimization

กรมวิชาการเกษตร

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

นางประพิศ วองเทียม

Dr. Prapit Wongtiem

พ.ศ. 2564

คำปรารภ

แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตมันสำปะหลังแบบบูรณาการและยั่งยืน ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 - ธันวาคม 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิจัยพัฒนาพันธุ์และการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกพันธุ์ เพื่อให้ได้ลักษณะทางการเกษตรตรงตามความต้องการของเกษตรกรและผู้ใช้ประโยชน์ 2) วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังอย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว ในการยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ ลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการผลิต และ 3) ทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร เพื่อยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ ลดต้นทุนการผลิต และแก้ไขปัญหาในพื้นที่ จากการวิจัยได้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์และการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ และสามารถพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะความต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง ต้านทานโรครากปม ลักษณะแป้งสูง ลักษณะไซยาไนด์ต่ำ และลักษณะแป้งเหนียวได้ ได้สายพันธุ์จำนวน 6 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นพันธุ์รับรองต่อไป ได้ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐาน-สรีรวิทยาของพันธุ์มันสำปะหลังและลักษณะที่สำคัญเช่น ความทนเค็ม ศักยภาพในการสร้างรากสะสมอาหารในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ ได้เทคนิคการชักนำให้เกิดรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ และได้เทคนิคการขยายพันธุ์มันสำปะหลังโดยโซมาติกเซลล์มีอัตราการขยายพันธุ์มากกว่าการขยายพันธุ์แบบธรรมดาถึง 10 เท่า ได้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ในด้านการใช้ระบบปลูกพืชร่วมกับการจัดการธาตุอาหารพืชและการจัดการน้ำอย่างเหมาะสม การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยระบบปลูกพืช ได้ชุมชนต้นแบบในการใช้เทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและภาคตะวันออก ได้ชุมชนต้นแบบในการใช้เทคโนโลยีการเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพและการไถระเบิดดินดาน ในพื้นที่ภาคตะวันออก ได้ชุมชนต้นแบบในการใช้เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ภาคตะวันออกฉียงเหนือตอนล่าง และพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ กลาง และภาคตะวันออก ผลงานวิจัยจากแผนงานนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมันสำปะหลังเพื่อยกระดับผลผลิตหัวสดต่อพื้นที่ และลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิต เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระบบการผลิตมันสำปะหลังของประเทศต่อไป

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานเล่มนี้จะมีประโยชน์แก่นักวิจัย นักวิชาการเกษตร ตลอดจนเกษตรกร และผู้สนใจโดยทั่วไป ที่จะได้ศึกษาและนำเทคโนโลยีที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

(นางประพิศ วองเทียม)
ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย
กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	3
บทนำ	4
แผนงานวิจัยย่อยที่ 1	7
แผนงานวิจัยย่อยที่ 2	27
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	69

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตมันสำปะหลังแบบบูรณาการและยั่งยืน ดำเนินการในปี 2561 – 2564 โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนวิจัยสำนักงานวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการศูนย์ฯ ผู้อำนวยการสำนักฯ คณะผู้เชี่ยวชาญ คณะกรรมการบริหารงานวิจัย และคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาในการจัดทำข้อเสนอ การวางแผนการดำเนินงานในกิจกรรมต่างๆ และติดตามความก้าวหน้าของแผนงานวิจัยฯ ความสำเร็จของการดำเนินงานในครั้งนี้ ได้รับความร่วมมือจากทีมงานวิจัยหลายหน่วยงาน ได้แก่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรฉะเชิงเทรา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรระยอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมหาสารคาม ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรร้อยเอ็ด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโนนสูง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสกลนคร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอำนาจเจริญ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุรินทร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรบุรีรัมย์ ศูนย์วิจัยและและพัฒนาการเกษตรราชบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พิษณุโลก ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี และศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งเกษตรกรเจ้าของแปลงทดลอง นักวิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ช่วยเหลืองานวิจัยในด้านต่างๆ ซึ่งล้วนมีส่วนช่วยส่งเสริมให้งานวิจัยนี้ดำเนินงานจนประสบผลสำเร็จ คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ สุภาวดี ง้อเหรียญ บุญเรือนรัตน์ เพียรงาน จีราพร แก่นทรัพย์ มัลลิกา แก้ววิเศษ อัจฉราพรรณ ใจเจริญ อรุโณทัย ชาววา วิภาวี ชั้นโรจน์ กฤตยา เพชรผึ้ง กิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ นราชัย โพธิ์สาร กุลชาต นาคจันทึก ศิริลักษณ์ ล้านแก้ว กุสุมา รอดแผ้วพาล รุ่งรวี บุญทั่ง วัลลีย์ อมรพล ภานุวัฒน์ มูลจันทะ ธนาวดี ค้ำชู จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ชยันต์ ภักดีไทย ประพิศ วองเทียม วารีย์ ทองมี อรทัย วรสุทธิ์พิศาล สมฤทัย ตันเจริญ กิตจเมธ แจ้งศิริกุล เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข วลัยพร ศะศิประภา อุดม วงศ์ชนะภัย เสาวรี บำรุง อานนท์ มลิพันธ์ สมฤทัย ตันเจริญ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศุภชัย อติชาติ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ ศศิธร ประพรม นฤทัย วรสถิตย์ สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ์ สรรเสริญ เสียงใส บุญญาภา ศรีหาตา สุพัตรา ชาวกงจักร อรัญญ์ ขันติยวิชย์ รัชนีวรรณ ชูเชิด อมฤต วงษ์ศิริ วุฒิชัย กากแก้ว นิมิตร วงศ์สุวรรณ เครือวัลย์ ดาวงษ์ วิจิตรา โชคบุญ พักตร์วิภา สุทธิวารี ยุทธ ทนโม๊ะ ภัทรานิษฐ์ คงมาก สุจิตรา วิเศษการ เบญจรัตน์ เลิศการค้าสุข กิตติศักดิ์ กิติรัตน์ อุมาพร รักษาพราหมณ์ นพดล แดงพวง ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ พีระพงษ์ ชมภู สากล วีริยานันท์ สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ อัคคพล เสนาณรงค์ อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ประสาท แสงพันธุ์ตา วุฒิพล จันทร์สระคู บัณฑิต จิตรจำนงค์ สนอง อมฤกษ์ จิรวัสส์ เจียตระกูล ฉัตรสุดา เชิงอักษร สุวรรณ ทิพย์เมืองพรหม เครือวัลย์ บุญเงิน โสภิตา สมคิด นาฏญา โสภา ศรีนวล สุราษฎร์ นิพนธ์ ภาชนะวรรณ สุชาติ แก้วกมลจิต พิกุลทอง สุอนงค์ อภิชาต เมืองซอง

Suwaluk Amawan Suphawadee Ngorian Boonraunrat Pearnngan Jeeraporn Kansup Mallika Kaewwises Adcharapun Chaicharoen Aroonothai Sawwa Vipavee Chanroj Krittaya Petchpoung Kittipat Ukoskit Narachai Phosan Kulachart Nakchuntuk Sirilak Lankaew Kusuma Rodpeawpan Rungravee Boontung Wanlee Amornpon Panuwat Moonjuntha Tanavadee Kumchoo Jinnajar Hansetthasuk Suchirat Sakuanrungsirikul Chayan Pakdeethai Prapit Wongtiem Waree Thongmee Orathai Worasutpisan Somruthai Tancharoen Kitjameth Jangsirikul Saowalak Bunthengsuk Walaiporn Sasiprapa Udom Wongchanapai Saowaree Bamrung Anon Malipan Somrutai Tancharoen Netirat Chumsuwan Suphachai Atichat Suphakarn Luanmanee Bhannapitch Samrit Sasithorn Praprom Naruatai Worasatit Sutthinan Prasatsuwan Sansoen Siangsai Boonyapha Srihata Supatra Chawkongjak Aran Khuntiyawit Ratchaneewan Chuchird Amrit Wongsiri Wutichai Kagkaew Nimit Wongsuwan Krueawan Davong Vijittra Chokboon Phakwipha Sutthiwaree Yoot Thonmo Phatranis Kongmak Sujittra Wisetkarn Bencharat Lertkankasuk Kittisak Kitirat Umaporn Raksaparm Noppadol Daengpuang Yuttana Khaehanchanphong Peerapong Chompoo Sakol Veeriyanan Suphasit Sngiamphong Akkaphol Senanarong Anuchit Chamsing Prasat Sangpunta Wuttiphol Chansrakoo Bundit Jitjumnong Sanong Amaroek Jirawat Chiatrakul Chatsuda Choengaksorn Suwan Thipmaungprom Kruawan Boonngoen Sopita somkid Nataya sopa Srinuan Surat Nipon pachanavan Suchat Kaewkamonjit Pikultong Suanong Aphichat Muangsong

กรมวิทยาศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ม.ล. = มิลลิลิตร	ก.ก. = กิโลกรัม	ซ.ม. = เซนติเมตร
ชม. = ชั่วโมง	% = เปอร์เซ็นต์	°C = องศาเซลเซียส
µl = ไมโครลิตร	µM = ไมโครโมล	ml = มิลลิลิตร
L = ลิตร	mM = Millimoles	ng = นาโนกรัม
mg = มิลลิกรัม	g = กรัม	kg = กิโลกรัม
rpm = จำนวนรอบต่อนาที	U/mL = Unit/mL	nm =*nanometers*

OD_{600} = optical density ที่ความยาวคลื่น 600 nm

CMR = Cross Manihot Rayong (ลูกผสมข้ามแบบกำหนดพ่อแม่)

OMR = Open Manihot Rayong (ลูกผสมเปิด)

ppm = หนึ่งส่วนในล้านส่วน

pH = ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

OM = Organic Matter (ปริมาณอินทรียวัตถุ (%))

Total N = ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

Avail. P: Available Phosphorus = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

Exch. K : Exchangeable Potassium = ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

มก./กก. = มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

กก.N/ไร่ = กิโลกรัมไนโตรเจนทั้งหมดต่อไร่

กก.P_2O_5/ไร่ = กิโลกรัมฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อไร่

กก.K_2O/ไร่ = กิโลกรัมโพแทสเซียมที่ละลายน้ำต่อไร่

DOA technology: Department of Agriculture = เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร

FAR: Farmer practice = เทคโนโลยีและวิธีปฏิบัติของเกษตรกร

BCR: Benefit Cost Ratio = อัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน (รายได้ / ต้นทุน)

พีจีพีอาร์-ทรี : PGPR III : Plant growth Promoting Rhizobacteria = ปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตพืชชนิด 3 สำหรับมันสำปะหลังและอ้อย

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัย

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก มีมูลค่ามากกว่าปีละ 5-9 หมื่นล้านบาท ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศ 8.33 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 29.37 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.53 ตันต่อไร่ การที่ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่อไร่ในระดับประเทศค่อนข้างต่ำ เนื่องมาจาก การเลือกใช้พันธุ์ไม่เหมาะสมกับแหล่งปลูก ความเสื่อมโทรมของดินจากการใช้พื้นที่ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง แต่ขาดการจัดการดินและการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม รวมทั้งปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูที่รุนแรงขึ้น และการขาดแคลนแรงงานภาคเกษตร ในการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมันสำปะหลังเพื่อยกระดับผลผลิตหัวสดต่อพื้นที่ ผลผลิตมีคุณภาพเพิ่มขึ้นและลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตในแต่ละแหล่งปลูกอาจใช้องค์ความรู้ วิธีเขตกรรม และเทคโนโลยีการผลิตที่แตกต่างกัน งานวิจัยและพัฒนาที่จะร่วมบูรณาการเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้เหมาะสมต่อพื้นที่ปลูกและสภาพแวดล้อม การจัดการดิน ปุ๋ย และการให้น้ำที่เหมาะสมในการผลิตมันสำปะหลังอย่างถูกต้องและแม่นยำ การปรับใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยเป็นคำแนะนำการผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดการใช้แรงงาน และลดต้นทุนการผลิต ทำให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า รวมทั้งการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่กลุ่มเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม รวดเร็ว และทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร

วัตถุประสงค์

1. วิจัยพัฒนาพันธุ์และการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกพันธุ์ เพื่อให้ได้ลักษณะทางการเกษตรตรงตามความต้องการของเกษตรกรและผู้ใช้ประโยชน์

2. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังอย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว ในการยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ ลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการผลิต

3. ทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร เพื่อยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ ลดต้นทุนการผลิต และแก้ไขปัญหาในพื้นที่

วิธีการวิจัย

แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตมันสำปะหลังแบบบูรณาการและยั่งยืน ประกอบด้วย 2 แผนงานวิจัยย่อย ได้แก่

1. แผนงานวิจัยย่อยการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง เป็นการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีผลผลิตสูงและแป้งสูง เหมาะสมต่อพื้นที่ปลูกและสภาพแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตร

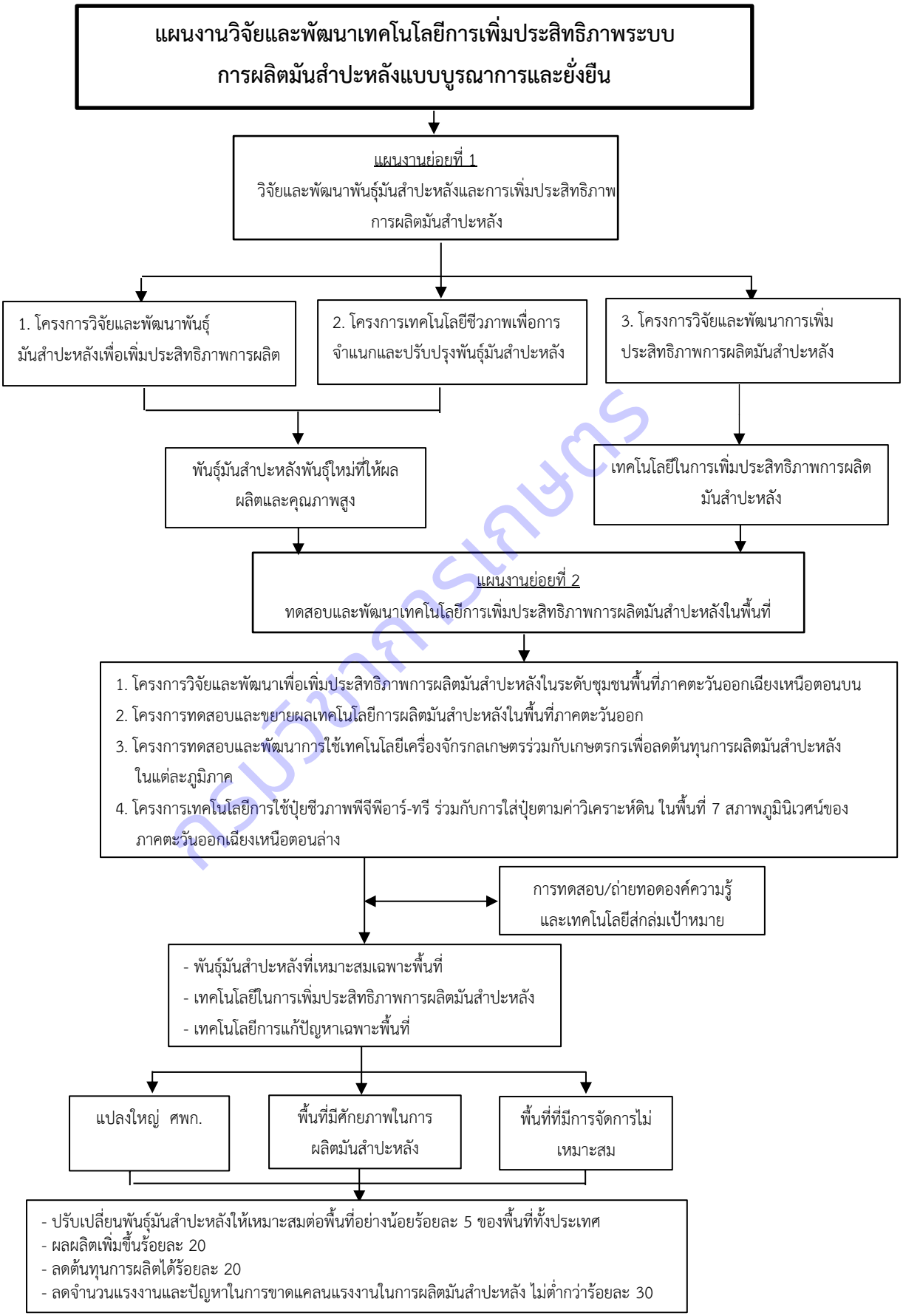
รวมทั้งการวิจัยด้านการจัดการดิน ปุ๋ย และการให้น้ำที่เหมาะสม ในการผลิตมันสำปะหลังอย่างถูกต้องและแม่นยำ ในปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังจะใช้เครื่องหมายโมเลกุลเข้ามาช่วยในการคัดเลือกลักษณะสำคัญทางการเกษตร สามารถช่วยลดระยะเวลา พื้นที่และแรงงานในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์

2. แผนงานวิจัยย่อยการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ เป็นการวิจัยเพื่อการปรับใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยข้างต้นเป็นคำแนะนำการผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิตในแต่ละพื้นที่ เพื่อยกระดับผลผลิตและทำให้ผลผลิตมีคุณภาพที่ดี ต้นทุนการผลิตลดลง เกษตรกรในแต่ละแหล่งปลูกสามารถใช้ประโยชน์ได้จริง โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่กลุ่มเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม รวดเร็ว และทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร

ผลงานวิจัยจากแผนงานนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมันสำปะหลังเพื่อยกระดับผลผลิตหัวสดต่อพื้นที่ ผลผลิตมีคุณภาพเพิ่มขึ้นและลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิต เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระบบการผลิตมันสำปะหลังของประเทศต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ความเชื่อมโยงของแผนงานย่อยภายใต้แผนงาน



กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1

แผนงานวิจัยย่อยการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง
Research and Development on Cassava Varietal and Increasing Production Efficiency

สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ สุภาวดี ง้อเหรียญ บุญเรือนรัตน์ เพียรงาน จีราพร แก่นทรัพย์ มัลลิกา แก้ววิเศษ อัจฉราพรรณ ใจเจริญ อรุโณทัย ชาววา วิภาวี ชั้นโรจน์ กฤตยา เพชรผึ้ง กิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ นราชัย โพธิ์สาร กุลชาต นาคจันทึก กุสุมา รอดแผ้วพาล รุ่งรวี บุญทั่ง วัลลีย์ อมรพล ภานุวัฒน์ มูลจันทะ ศิริลักษณ์ ล้านแก้ว ธนาวดี ค้ำชู จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ชยันต์ ภักดีไทย ประพิศ วองเทียม วารีย์ ทองมี อรทัย วรสุทธิ์พิศาล สมฤทัย ตันเจริญ กิตจเมธ แจ้งศิริกุล เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข วลัยพร ศะศิประภา อุดม วงศ์ชนะภัย เสาวรี บำรุง อานนท์ มลิพันธ์ สมฤทัย ตันเจริญ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศุภชัย อติชาติ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์

Suwaluk Amawan Suphawadee Ngorian Boonraunrat Pearnngan Jeeraporn Kansup Mallika Kaewwises Adcharapun Chaicharoen Aroonothai Sawwa Vipavee Chanroj Krittaya Petchpoung Kittipat Ukoskit Narachai Phosan Kulachart Nakchuntuk Kusuma Rodpeawpan Rungravee Boontung Wanlee Amornpon Panuwat Moonjuntha Sirilak Lankaew Tanavadee Kumchoo Jinnajar Hansetthasuk Suchirat Sakuanrungsirikul Chayan Pakdeethai Prapit Wongtiem Waree Thongmee Orathai Worasutpisan Somruthai Tancharoen Kitjameth Jangsirikul Saowalak Bunthengsuk Walaiporn Sasiprapa Udom Wongchanapai Saowaree Bamrung Anon Malipan Somrutai Tancharoen Netirat Chumsuwan Suphachai Atichat Suphakarn Luanmanee Bhannapitch Samrit

กรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ (Key words)

มันสำปะหลัง (cassava), เชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลัง (cassava germplasm), ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity), การปรับปรุงพันธุ์พืช (plant breeding), โรคใบไหม้มันสำปะหลัง (cassava bacterial blight), ยีนต้านทานโรค (resistance gene), โรคใบด่างมันสำปะหลัง (cassava mosaic disease (CMD)), รากปม (root knot), ไส้เดือนฝอย (nematode), แป้ง (starch), ไซยาไนด์ (cyanide), แป้งเหนียว (Waxy starch), การตรวจสอบด้วยเทคนิค (*GBSSI* gene), ยีนสังเคราะห์แป้ง (Starch biosynthesis genes), เครื่องหมายโมเลกุล (molecular marker), การจัดการธาตุอาหาร (nutrient management), โซมาติกเซลล์ (Somatic embryogenesis), ระบบปลูก (Cropping-systems), การจัดการปุ๋ย (Fertilizer Management)

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยย่อยการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ประกอบด้วย 3 โครงการ ได้แก่ 1) โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 2) โครงการเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการจำแนกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง และ 3) โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลัง และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง 2) การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ โรคใบด่าง โรครากปม ให้มีผลผลิตและปริมาณแป้งสูงไซยาไนด์ต่ำ และลักษณะแป้งเหนียว 3) เพื่อปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตและแป้งสูง และพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะต่อการบริโภค 4) เพื่อจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมไว้ในประเทศไทยอย่างเป็นระบบ โดยมีข้อมูลลักษณะทางสัณฐาน-สรีรวิทยา และคุณสมบัติที่สำคัญบางประการ 5) เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์มันสำปะหลังแบบเร่งด่วนและปลอดศัตรูพืชโดยเทคนิคโซมาติกเซลล์ และ 6) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง โดยการปรับปรุงดินด้วยระบบปลูกพืช และการจัดการธาตุอาหารพืช จากการทดลองได้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลัง มีอัลลีลที่แสดงความแตกต่างกันถึง 88 อัลลีล สามารถนำข้อมูลทางพันธุกรรมที่ได้มาใช้ในการจำแนกพันธุ์และการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ในการสร้างลูกผสมให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากยิ่งขึ้น และสามารถพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะความต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง ต้านทานโรครากปม ลักษณะแป้งสูง ลักษณะไซยาไนด์ต่ำ และลักษณะแป้งเหนียวได้จากการทดลองปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังได้สายพันธุ์CMR56-71-68 CMR57-83-69 CMR57-83-160 CMR57-83-129 และCMR58-75-110 ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งจะนำไปศึกษาข้อมูลประกอบการรับรองพันธุ์ต่อไป ส่วนสายพันธุ์CMR54-31-53 ให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในกลุ่มดินทราย ดินร่วนปนทรายและดินร่วน และต้านทานโรครากเน่าโคนเน่า ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นพันธุ์รับรองต่อไป ได้ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐาน-สรีรวิทยา ของพันธุ์มันสำปะหลังจำนวน 500 พันธุ์ ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อระดับความเค็มของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 240 พันธุ์ ได้ข้อมูลปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลังจำนวน 356 พันธุ์ และได้ข้อมูลศักยภาพในการสร้างรากสะสมอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อจำนวน 115 พันธุ์ และได้เทคนิคการชักนำให้เกิดรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ ซึ่งฐานข้อมูลและเทคนิคที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังและงานด้านเขตกรรม และได้เทคนิคการขยายพันธุ์มันสำปะหลังโดยโซมาติกเซลล์มีอัตราการขยายพันธุ์มากกว่าการขยายพันธุ์แบบธรรมดาถึง 10 เท่า และใช้ระยะเวลาการขยายพันธุ์สั้นประมาณ 3-4 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลาการขยายพันธุ์แบบธรรมดา และเป็นการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ โดยท่อนพันธุ์ที่ได้จะเป็นท่อนพันธุ์ที่สะอาดและปลอดศัตรูพืช ซึ่งเป็นหนึ่งทางเลือกที่ใช้ในการขยายพันธุ์หากเกิดปัญหาโรคและแมลงระบาด ได้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยการใช้ระบบปลูกพืชร่วมกับการจัดการธาตุอาหารพืชและการจัดการน้ำอย่างเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และได้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยระบบปลูกพืช การจัดการธาตุอาหารพืชของปุ๋ยเคมีปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์ร่วมกันสำหรับการปลูกมันสำปะหลังระยะยาว การ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จัดการปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทั้งที่มีการให้น้ำและไม่ให้น้ำที่จะสามารถยกระดับผลผลิตมันสำปะหลัง และยกระดับรายได้ของเกษตรกร

Abstract

Cassava is an important economic crop due to the value of cassava products export of Thailand is up to 50-90 billion baht per year, making it becomes the world's first largest cassava exporter. In 2020, cassava harvested area in Thailand was 1.43 million ha, total yield was 28.99 million tons that was not enough for cassava processing industry, hence, cassava was imported to Thailand for 3 million tons. In general, cassava plantation in Thailand is in rainfed area, hence cassava yield is dependent on rainfall. In addition, continuous cassava plantation without soil improvement leads to soil degradation, problem by pests and diseases including natural disasters, and rising cost of factors of production, these cause higher production cost, yield loss, thus cassava farmers get risk of production and loss of profit. Hence, Department of Agriculture (DOA) has provided a project "Research and Development on Cassava Varietal Improvement for Increasing Production Efficiency" that has been executed from 2016 – 2021. The objects of this project are 1) to breed and improve high yield and high starch content cassava variety that has starch yield more 15% than Rayong 5, 2) to breed and improve cassava variety for human food that has yield more 10% than Hanatee, 3) to establish cassava germplasm database system of Thailand by using morphological and physiological characters and other anatomical traits, 4) to study and develop rapid phytosanitary cassava propagation by somatic cells. This project consists of 4 research activities, activity 1) Research and Development Cassava variety for High yield and High starch content. Proceeding by cross-breeding good parental traits, followed by clones selection, clones evaluation and clones testing in farmer's fields, including other related information for variety certification and variety recommendation. This activity revealed that CMR56-71-68 CMR57-83-69 CMR57-83-160 CMR57-83-129 and CMR58-75-110 gave more yield and starch than check variety. These clones will be studied on varietal information for variety certification. Moreover, CMR54-31-53 which had high yield and response to N-fertilization in sandy soil, loamy-sand and loamy, and resistant to root rot will be developed and applied for variety certification. Activity 2) Research and Development for Edible Cassava exhibited 7 clones that have good trait and will be studied in regional yield trial and evaluated for environmental adaptation. Activity 3) Cassava Germplasm Evaluation gets database on morphological and physiological characters of 500 varieties. Moreover, this activity gets information on 240 cassava varieties response to different salinity level in tissue culture, information of 356 varieties on cellulose and hemicellulose level in cassava pulp, information of 115 varieties on storage root formation ability in tissue culture and get technique for storage root induction in tissue culture. These database and technique could be

กรมวิชาการเกษตร

useful for cassava breeding and cultivation. And activity 4) Study and Development on Somatic Embryogenesis Technique gets cassava propagation technique that 10 times faster than conventional methods. Period of somatic propagation is 3-4 months. Somatic cells propagation is in vitro, therefore cassava stock are clean and phytosanitary that will be an alternative way for propagation in case of disease and pests problem.

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัยย่อย

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก มีมูลค่าปีละ 5-9 หมื่นล้านบาท โดยหัวมันสำปะหลังสดจะเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมัน ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมอาหาร สารความหวาน ผงชูรส กระดาษ และสิ่งทอ เป็นต้น ปัจจุบันมันสำปะหลังยังมีความสำคัญในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตพลังงานทดแทน และผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น พลาสติกย่อยสลายได้ ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศ 8.33 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 29.37 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.53 ตันต่อไร่ การที่ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่อไร่ในระดับประเทศค่อนข้างต่ำ เนื่องมาจาก การเลือกใช้พันธุ์ไม่เหมาะสมกับแหล่งปลูก ความเสื่อมโทรมของดิน จากการใช้พื้นที่ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง แต่ขาดการจัดการดินและการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูที่รุนแรงขึ้น โดยเฉพาะโรคใบด่างมันสำปะหลัง ทำให้ผลผลิตลดลง 10-80 % สร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกรและส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ

ดังนั้นงานวิจัยเพื่อการพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังให้ได้พันธุ์ดีพันธุ์ใหม่ๆ ที่ให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าพันธุ์แนะนำเดิม จะเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตโดยไม่ต้องเพิ่มพื้นที่ปลูก และสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรโดยไม่ต้องลงทุนเพิ่ม และปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชนั้น จะต้องมีการจัดการดิน ปุ๋ย และการให้น้ำที่เหมาะสม การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเน้นไปที่การเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารและน้ำของดิน การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินโดยการใช้ระบบปลูกพืช นอกจากเป็นการปรับปรุงดินโดยการช่วยคลุมหน้าดิน การเลือกใช้พืชตระกูลถั่วมาปลูกร่วมกับมันสำปะหลัง ไม่ว่าจะเป็นระบบปลูกแบบหมุนเวียนหรือระบบปลูกเป็นพืชแซม สามารถเพิ่มไนโตรเจนเข้ามาในระบบ นอกจากนี้การปลูกถั่วยังเป็นพืชเศรษฐกิจ ทำให้เกษตรกรมีรายได้ระยะสั้นก่อน แต่ต้องมีการจัดการให้การลงทุนเพิ่มน้ำให้ได้ผลตอบแทนคุ้มค่า โดยมีการจัดการการใช้ปุ๋ยและการให้น้ำเสริมในดินที่ปลูกหลัก ที่ผ่านมาการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการจะใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional breeding) ต้องใช้ระยะเวลานานประมาณ 8 - 10 ปี และมีหลายขั้นตอนกว่าจะสามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะตามต้องการได้ ปัจจุบันเทคนิคด้านเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์พืชมากขึ้น โดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุลเข้ามาช่วยในกระบวนการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชที่เหมาะสม จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความแม่นยำในการคัดเลือกและสามารถแยกความแตกต่างของลักษณะที่แสดงออกได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ กรมวิชาการเกษตรเป็นแหล่ง

กรมวิชาการเกษตร

รวบรวมพันธุ์มันสำปะหลังที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมจำนวนมาก ดังนั้นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบและคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการ สามารถช่วยร่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังลงได้ 3 – 4 ปี จึงเป็นตัวช่วยสำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพันธุ์มันสำปะหลังของไทยได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลัง และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

2. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ โรคใบด่างโรครากปม ให้มีผลผลิตและปริมาณแป้งสูงไซยาไนด์ต่ำ และลักษณะแป้งเหนียว

3. เพื่อปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตและแป้งสูง และพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะต่อการบริโภค

4. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมไว้ในประเทศไทยอย่างเป็นระบบ โดยมีข้อมูลลักษณะทางสัณฐาน-สรีรวิทยา และคุณสมบัติที่สำคัญบางประการ

5. เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์มันสำปะหลังแบบเร่งด่วนและปลอดศัตรูพืชโดยเทคนิคโซมาติกเซลล์

6. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง โดยการปรับปรุงดินด้วยระบบปลูกพืช และการจัดการธาตุอาหารพืช

ขอบเขตการวิจัย

1. วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง เพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม รวมทั้งการศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของพันธุ์สำหรับใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมันสำปะหลัง ศึกษาข้อมูลจำเพาะเพื่อสนับสนุนการรับรองพันธุ์ โดยศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของพันธุ์มันสำปะหลัง การประเมินระดับการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญ รวมทั้งศึกษาอายุเก็บรักษาของท่อนพันธุ์ในพันธุ์แนะนำ

2. วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค เพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะต่อการบริโภค รวมทั้งการให้น้ำมันสำปะหลังเป็นการเพิ่มผลผลิตและยกระดับคุณภาพของมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มทางเลือกในการสร้างรายได้และเพื่อรองรับสถานการณ์วิกฤติด้านอาหารในอนาคต

3. ประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลัง เพื่อเป็นฐานข้อมูลลักษณะพันธุ์ทั้งลักษณะทางสัณฐานสรีรวิทยา ศักยภาพในการสร้างหัวและการทนทานต่อสภาวะดินเค็มในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลังซึ่งมีประโยชน์สำหรับการผลิตเอทานอล

ศูนย์วิชาการเกษตร

4. ศึกษาและพัฒนาเทคนิค Somatic embryogenesis เพื่อศึกษาวิธีเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์มันสำปะหลังแบบเร่งด่วนในกรณีรับรองพันธุ์ใหม่ซึ่งท่อนพันธุ์มีปริมาณจำกัด โดยท่อนพันธุ์ที่ได้จะเป็นท่อนพันธุ์ที่สะอาดและปลอดศัตรูพืชด้วย

5. ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมไว้ของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR ทำการทดสอบและคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ดี (polymorphism) นำเครื่องหมายที่ได้ไปใช้จำแนกพันธุ์มันสำปะหลังในกลุ่มพ่อแม่พันธุ์และกลุ่มที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ซึ่งข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ได้จะนำมาจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

6. คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะการต้านทานต่อโรค ได้แก่ แบคทีเรียลไบลท์ ใบด่าง (CMD) รากปม และลักษณะสำคัญทางการเกษตร ได้แก่ ผลผลิตและแป้งสูง ไซยาไนด์ต่ำ และแป้งเหนียว โดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล ซึ่งต้องทำการพัฒนาและคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะต่างๆ ดังกล่าว และนำมาใช้คัดเลือกมันสำปะหลังกลุ่มพันธุ์ต่างๆ ที่เก็บรวบรวมไว้ของกรมวิชาการเกษตร สำหรับเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาได้จะเป็นตัวช่วยสำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7. ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังระยะยาวโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการชนิดและอัตราปุ๋ย การให้น้ำ ในกลุ่มดินทราย การจัดการธาตุอาหารพืชระยะยาวด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังต่อผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนในดิน

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>ประเด็นวิจัย :</u> 1. ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ค่อนข้างต่ำ และผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการของอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลัง รวมทั้งมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีการดูดใช้ธาตุอาหารที่แตกต่างกัน หากมีข้อมูลของประสิทธิภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าที่พัฒนาขึ้นในแต่ละเนื้อดินและแต่ละเขต หรือมีสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพในการใช้ธาตุอาหาร จะเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถวางแผนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น และนำไปสู่การใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตได้ ปัจจุบันการระบาดของศัตรูมันสำปะหลังทั้งโรคและแมลงมีความรุนแรงมากขึ้น ขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในงานปรับปรุงพันธุ์เพื่อลดความเสียหายจากศัตรูมันสำปะหลังเหล่านี้ คือ การทดสอบปฏิกิริยาของมันสำปะหลังต่อการเกิดโรค และการประเมินความต้านทานต่อแมลงศัตรูมันสำปะหลังที่สำคัญ ในพันธุ์ลูกผสมชุดต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานประจำพันธุ์ ประกอบการขอรับรองพันธุ์ของพันธุ์ที่คัดเลือกได้ จากสภาวะโลกร้อนและการระบาดของศัตรูพืชชนิดใหม่ๆที่รุนแรงในปัจจุบัน ส่งผลให้ในอนาคตประชากรโลกอาจประสบภาวะวิกฤติด้านอาหารที่ผลิตได้ไม่เพียงพอ การพัฒนาให้ได้พันธุ์มันสำปะหลังที่มีคุณสมบัติเหมาะต่อการบริโภคและให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์บริโภคเดิม จะเป็นช่องทางในการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และยังเป็นการเพิ่มโอกาสในการผลิตเพื่อส่งออกสำหรับการบริโภค รวมทั้งจะเป็นการเพิ่มความยั่งยืนและความมั่นคงด้านอาหารของประชากรโลก ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองเป็นแหล่งรวบรวมเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลัง ที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม

การศึกษาข้อมูลลักษณะที่สำคัญและจัดทำฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบของเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังจะเป็นประโยชน์และเพิ่มโอกาสความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ตามวัตถุประสงค์ มันสำปะหลังขยายพันธุ์ด้วยลำต้น ทำให้การกระจายพันธุ์ดีเป็นไปได้ช้า และหากมีการระบาดของโรคและแมลงที่สามารถถ่ายทอดและปนเปื้อนไปกับต้นพันธุ์ได้ง่าย จะทำให้ยากแก่การป้องกันกำจัด การศึกษาวิธีการเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ที่รวดเร็วและได้ท่อนพันธุ์สะอาดปลอดจากศัตรูพืช โดยเทคนิคโซมาติกเซลล์จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

2. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมไว้ของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR ทดสอบและคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ดี (polymorphism) นำเครื่องหมายที่ได้ไปใช้จำแนกพันธุ์มันสำปะหลังในกลุ่มพ่อแม่พันธุ์และกลุ่มที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ซึ่งข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ได้จะนำมาจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป และการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะการต้านทานต่อโรค ได้แก่ แบคทีเรียลไบลท์ ใบด่าง (CMD) รากปม และลักษณะสำคัญทางการเกษตร ได้แก่ ผลผลิตและแป้งสูง ไซยาไนด์ต่ำ และแป้งเหนียว โดยทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลในยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต่างๆ ในมันสำปะหลัง และการใช้เทคโนโลยี genotyping by sequencing (GBS) ในการวิเคราะห์ข้อมูลจีโนไทป์ของมันสำปะหลังและนำมาวิเคราะห์ร่วมกับลักษณะทางฟีโนไทป์ ซึ่งต้องทำการพัฒนาและคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะดังกล่าว และนำมาใช้คัดเลือกมันสำปะหลังกลุ่มพันธุ์ต่างๆ และมันสำปะหลังลูกผสม สำหรับเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาได้จะเป็นตัวช่วยสำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังระยะยาวโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการชนิดและอัตราปุ๋ย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ยในกลุ่มดินทรายในไร่เกษตรกร การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืช การจัดการปุ๋ยและน้ำในกลุ่มดินทราย การจัดการธาตุอาหารพืชระยะยาวด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังต่อผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนในดิน

<u>สถานที่ทำการวิจัย :</u> สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรีไร่เกษตรกรจังหวัดระยอง นครสวรรค์ ชัยนาท ขอนแก่น อุบลราชธานี นครราชสีมา เลย กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ ปราจีนบุรี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม มุกดาหาร ร้อยเอ็ด สกลนคร อำนาจเจริญ สุรินทร์ ยโสธร บุรีรัมย์ ราชบุรี กาญจนบุรี พิษณุโลก และลพบุรี

<u>ระยะเวลาดำเนินงาน :</u> ตุลาคม 2561 - ธันวาคม 2564

ร่างโครงการวิจัย

<u>วิธีการดำเนินการ :</u> ประกอบด้วย 3 โครงการ ดังนี้

โครงการที่ 1 โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ประกอบด้วย 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง ประกอบด้วย 29 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นการออกดอกของมันสำปะหลังโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต

การทดลองที่ 1.3 การพัฒนาสายพันธุ์แท้มันสำปะหลัง

การทดลองที่ 1.4 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การผสมพันธุ์ (ลูกผสมปี 2559-2564)

การทดลองที่ 1.5 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การคัดเลือกปีที่ 1 (ลูกผสมปี 2559-2564)

การทดลองที่ 1.6 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การคัดเลือกปีที่ 2 (ลูกผสมปี 2558-2563)

การทดลองที่ 1.7 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบเบื้องต้น (ลูกผสมปี 2557-2562)

การทดลองที่ 1.8 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบมาตรฐาน (ลูกผสมปี 2556-2561)

การทดลองที่ 1.9 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (ลูกผสมปี 2555-2560)

การทดลองที่ 1.10 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (ลูกผสมปี 2554-2559)

การทดลองที่ 1.11 การประเมินความสามารถในการสะสมน้ำหนักได้เร็วของสายพันธุ์มันสำปะหลัง (ลูกผสมปี 2555-2556)

การทดลองที่ 1.12 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อใช้ในแบบจำลองการผลิตมันสำปะหลัง

การทดลองที่ 1.13 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อใช้ในแบบจำลองการผลิตมันสำปะหลัง

การทดลองที่ 1.14 การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมสำหรับการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่

การทดลองที่ 1.15 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูงในกลุ่มดินทรายปนร่วน-ดินทราย ชุดดินสัตหีบ ชุดดินพัทยาหรือชุดดินพังงา

การทดลองที่ 1.16 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูงในกลุ่มดินทรายปนร่วน-ดินทราย ชุดดินน้ำพอง ชุดดิน บ้านไผ่ หรือชุดดินวาริน

การทดลองที่ 1.17 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูงในกลุ่มดินร่วนปนทราย-ดินร่วน ชุดดินลาดหญ้า หรือ ชุดดินสตึก

การทดลองที่ 1.18 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูง ในกลุ่มดินร่วนปนทราย-ดินร่วน ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินบ้านบึงหรือชุดดินมาบบอน

การทดลองที่ 1.19 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและ

กรมวิชาการเกษตร

แป้งสูงในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินปากช่อง หรือชุดดินโชคชัย

การทดลองที่ 1.20 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูงในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ/ชุดดินลำนารายณ์

การทดลองที่ 1.21 ทดสอบระดับความต้านทานโรคใบไหม้ของมันสำปะหลังลูกผสมปี 2556-2561

การทดลองที่ 1.22 ทดสอบระดับความต้านทานอาการหัวเน่าโคนเน่าของมันสำปะหลังที่มาสาเหตุมาจากเชื้อ *Phytophthora* sp. ในมันสำปะหลังลูกผสมปี 2553-2555 และสายพันธุ์ก้าวหน้า

การทดลองที่ 1.23 การสำรวจระดับการเข้าทำลายของแมลงศัตรูที่สำคัญของมันสำปะหลังในสภาพธรรมชาติของลูกผสม ปี 2555-2560

การทดลองที่ 1.24 การทดสอบความต้านทานต่อเพลี้ยแป้งของมันสำปะหลังลูกผสม ปี 2555-2560

การทดลองที่ 1.25 การทดสอบความต้านทานต่อไรแดงของมันสำปะหลังลูกผสมปี 2555-2560

การทดลองที่ 1.26 การศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาต้นพันธุ์มันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า

การทดลองที่ 1.27 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้า/รับรอง ของกรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.28 การทดสอบความต้านทานต่อไรแดงหม่อนของมันสำปะหลังพันธุ์รับรอง

การทดลองที่ 1.29 การทดสอบประสิทธิภาพการแช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยน้ำร้อนเพื่อควบคุมการเกิดโรคพุ่มแจ้มันสำปะหลัง

การทดลองที่ 1.30 การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าในดินทรายชุดดินสัตหีบ จังหวัดระยอง

กิจกรรมที่ 2 วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค ประกอบด้วย 12 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 2.1 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การผสมพันธุ์ (ชุดลูกผสม 2560)

การทดลองที่ 2.2 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การคัดเลือกปีที่ 1 (ชุดลูกผสม 2560)

การทดลองที่ 2.3 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การคัดเลือกปีที่ 2 (ลูกผสมปี 2560)

การทดลองที่ 2.4 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบเบื้องต้น (ลูกผสมปี 2560)

การทดลองที่ 2.5 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบมาตรฐาน (ชุดลูกผสม 2560)

การทดลองที่ 2.6 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (ชุดลูกผสม 2560)

การทดลองที่ 2.7 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การผสมพันธุ์ (ชุดลูกผสม 2562)

การทดลองที่ 2.8 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การคัดเลือกปีที่ 1 (ชุดลูกผสม 2562)

การทดลองที่ 2.9 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การคัดเลือกปีที่ 2 (ชุดลูกผสม 2562)

การทดลองที่ 2.10 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบเบื้องต้น (ชุดลูกผสม 2562)

การทดลองที่ 2.11 การศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการบริโภคของมันสำปะหลัง

การทดลองที่ 2.12 การตอบสนองทางด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์/สายพันธุ์สำหรับบริโภคในระบบน้ำหยดผิวดินที่ให้น้ำตามความต้องการของพืชและให้น้ำตามความชื้นดิน

กิจกรรมที่ 3 การประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลัง ประกอบด้วย 4 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาจำแนกลักษณะพันธุกรรมโดยสัณฐาน-สรีรวิทยา ของเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง

ศูนย์วิจัยการเกษตร

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาศักยภาพในการสร้างหัวในสภาพเนื้อเยื่อของเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังที่รวบรวมไว้
การทดลองที่ 3.3 การตอบสนองต่อระดับความเค็มของเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
การทดลองที่ 3.4 การวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลังพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรและพันธุ์ต่างประเทศ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตเอทานอล
กิจกรรมที่ 4 การศึกษาและพัฒนาเทคนิค Somatic embryogenesis ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้
การทดลองที่ 4.1 การขยายพันธุ์มันสำปะหลังแบบรวดเร็วโดยเทคนิคโซมาติกเซลล์
การทดลองที่ 4.2 การศึกษาอิทธิพลของอะดีนิน (Adenine) ในการกระตุ้นเซลล์ให้เกิดคัพพะอ่อนในการผลิตเซลล์โซมาติกของมันสำปะหลัง
โครงการที่ 2 โครงการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการจำแนกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง ประกอบด้วย 7 การทดลอง ดังนี้
การทดลองที่ 1 การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังกลุ่มพ่อแม่พันธุ์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR
การทดลองที่ 2 การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ของมันสำปะหลังด้วยโมเลกุลเครื่องหมายชนิด EST-SSRs
การทดลองที่ 3 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังต้านทานโรคใบด่าง Cassava Mosaic Disease (CMD)
การทดลองที่ 4 การคัดเลือกลักษณะต้านทานโรครากปมในมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล
การทดลองที่ 5 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลคัดเลือกลักษณะแป้งสูงและไซยาไนด์ต่ำในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง
การทดลองที่ 6 การตรวจสอบและคัดเลือกลักษณะแป้งเหนียว (waxy starch) ในมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล
การทดลองที่ 7 การพัฒนาเครื่องหมายยีนในกระบวนการสังเคราะห์แป้งที่สัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง
โครงการที่ 3 โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ประกอบด้วย 5 การทดลอง ดังนี้
การทดลองที่ 1 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังระยะยาวโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ย
การทดลองที่ 2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการชนิดและอัตราปุ๋ย
การทดลองที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ยในกลุ่มดินทรายไร่เกษตรกร จ.ขอนแก่น
การทดลองที่ 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้ระบบปลูกพืช การจัดการปุ๋ยและน้ำในกลุ่มดินทราย
การทดลองที่ 5 การจัดการธาตุอาหารพืชระยะยาวด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังต่อผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนในดิน

ศรีวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. การวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง โดยการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่น ทำการคัดเลือกพันธุ์ ประเมินพันธุ์ และทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 5 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 และเหมาะสำหรับอุตสาหกรรม พบว่าสายพันธุ์CMR56-71-68 CMR57-83-69 CMR57-83-160 CMR57-83-129 และ CMR58-75-110 ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 5 ร้อยละ 36 36 28 19 และ 20 ตามลำดับ ซึ่งจะนำไปศึกษาข้อมูลประกอบการรับรองพันธุ์ต่อไป ส่วนสายพันธุ์CMR54-31-53 ให้ผลผลิตหัวสดสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในกลุ่มดินทราย ดินร่วนปนทรายและดินร่วน และต้านทานโรคราก เน่าโคนเน่า ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นพันธุ์รับรองต่อไป และจากการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังในกลุ่มดินทรายการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 32 กิโลกรัม N ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 16 กิโลกรัมK_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ในกลุ่มดินทรายปนร่วน-ดินทรายการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 4 กิโลกรัมK_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ในกลุ่มดินร่วนปนทรายการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 32 กิโลกรัมN ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 24 กิโลกรัมK_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กิโลกรัมN ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 6 กิโลกรัมK_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด

2. การวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค ได้สายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะที่ดี จำนวน 7 สายพันธุ์ เพื่อนำไปทดลองในขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์มันสำปะหลังในท้องถิ่นเพื่อประเมินการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่อไป

3. การประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลัง ได้ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐาน-สรีรวิทยา ของพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวน 500 พันธุ์ ซึ่งสามารถบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อระดับความเค็มของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 240 พันธุ์ ได้ข้อมูลปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลัง จำนวน 356 พันธุ์ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตเอทานอล และได้ข้อมูลศักยภาพในการสร้างรากสะสมอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ จำนวน 115 พันธุ์ และได้เทคนิคการชักนำให้เกิดรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ ซึ่งฐานข้อมูลและเทคนิคที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังและงานด้านเขตกรรม

4. การศึกษาและพัฒนาเทคนิค Somatic embryogenesis ได้เทคนิคการขยายพันธุ์มันสำปะหลังโดยโซมาติกเซลล์มีอัตราการขยายพันธุ์มากกว่าการขยายพันธุ์แบบธรรมดาถึง 10 เท่า และใช้ระยะเวลาการขยายพันธุ์สั้นประมาณ 3-4 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลาการขยายพันธุ์แบบธรรมดา และเป็นการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ โดยท่อนพันธุ์ที่ได้จะเป็นท่อนพันธุ์ที่สะอาดและปลอดศัตรูพืช ซึ่งเป็นหนึ่งทางเลือกที่ใช้ในการขยายพันธุ์หากเกิดปัญหาโรคและแมลงระบาด

5. การคัดเลือกไพรเมอร์ชนิด SSR ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง โดยการศึกษาในมันสำปะหลัง จำนวน 18 พันธุ์ ร่วมกับไพรเมอร์ชนิด SSR จำนวน 60 คู่ไพรเมอร์ คัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถ

กรมวิชาการเกษตร

จำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังได้ดี จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ นำไปใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังกลุ่มพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี กลุ่มพันธุ์ลูกผสม และกลุ่มพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศ จากแปลงรวบรวมพันธุ์ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 270 พันธุ์ ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ ติดฉลากด้วยสีฟลูออเรสเซนต์ และวิเคราะห์ขนาดของดีเอ็นเอ (Fragment Analysis) ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ทำให้ได้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวนทั้งสิ้น 4,320 ข้อมูล และได้จัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (cluster analysis) โดยวิธี UPMGA แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลักที่แสดงความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนทางพันธุกรรม (similarity coefficient) อยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 และค่า cophenetic correlation (r) เท่ากับ 0.70 ซึ่งถือว่าเป็นการจัดกลุ่มที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง สามารถนำไปประโยชน์ในการเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อสร้างลูกผสมให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากยิ่งขึ้น

6. การคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับใช้คัดเลือกมันสำปะหลังพันธุ์ต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ จำนวน 31 เครื่องหมาย นำมาทดสอบกับมันสำปะหลัง จำนวน 11 พันธุ์ สามารถคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถเพิ่มปริมาณยีนต้านทานโรคได้ จำนวน 6 เครื่องหมาย ได้แก่ MBBR13 MBBR5 MBBR9 MBBR17 MBBR4 และ SSrY5 นำเครื่องหมายดังกล่าวไปคัดเลือกมันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ เพื่อตรวจหาตำแหน่งยีนต้านทานโรคกับมันสำปะหลัง จำนวน 663 สายพันธุ์ ได้ทดสอบการเพิ่มปริมาณยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบท์จาก ดีเอ็นเอของมันสำปะหลังพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทย จำนวน 200 สายพันธุ์ พันธุ์ลูกผสม F1 รหัส 58 จำนวน 76 พันธุ์ มันสำปะหลังพันธุ์บริโภค จำนวน 144 พันธุ์ มันสำปะหลังพันธุ์ลูกผสม ปี 62 จำนวน 138 สายพันธุ์ พันธุ์พ่อแม่พันธุ์ จำนวน 105 พันธุ์ จากศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง รวมทั้งสิ้น 663 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังได้ 200 สายพันธุ์ ด้วยวิธี Association mapping แล้วนำไปคัดเลือกในแปลงอนุรักษ์พันธุ์มาจำนวน 100 สายพันธุ์ นำมาปลูกในกระถาง 4 นิ้ว ในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวจนมีใบจริงจำนวน 3 ใบ จึงนำไปทดสอบฟีโนไทป์ด้านการตอบสนองต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค โดยให้คะแนนความต้านทานระดับ 0-5 จากการประเมินความรุนแรงของอาการใบไหม้ และคัดเลือกมันสำปะหลังได้ 22 สายพันธุ์ ที่มีแนวโน้มให้ความต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ และควรนำไปประกอบการตัดสินใจปรับปรุงพันธุ์ร่วมกับลักษณะอื่นๆ ต่อไป

7. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 9 เครื่องหมาย ได้แก่ RME1, NS158, SSRY28, NS169, EST-R, EST-K, Ex2-78, Ex2-157 และ Ex3-128 ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังต้านทานโรคใบด่างจากเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังจากศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวนทั้งสิ้น 250 พันธุ์ ในปี 2561 – 2562 พบพันธุ์ candidate ที่แสดงแถบดีเอ็นเอและลำดับนิวคลีโอไทด์คล้ายคลึงกับพันธุ์ต้านทาน TME3 จำนวน 14 พันธุ์ ซึ่ง 2 ใน 14 พันธุ์นี้แสดงแถบดีเอ็นเอและมีลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับพันธุ์ต้านทาน TME3 ในทั้ง 9 เครื่องหมายโมเลกุล สำหรับในปี 2563 และ 2564 ดำเนินการคัดเลือกมันสำปะหลังลูกผสมและพันธุ์ต้านทานจาก IITA จำนวนทั้งสิ้น 652 สายพันธุ์/พันธุ์ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล พบมันสำปะหลัง 16 สายพันธุ์/พันธุ์ที่แสดงแถบดีเอ็นเอและมีลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับพันธุ์ต้านทาน TME3 ในทั้ง 9 เครื่องหมายโมเลกุล โดยมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ หรือลูกผสมที่คัดเลือกได้จากการใช้เครื่องหมายโมเลกุลเหล่านี้ ถึงแม้ว่าแสดงแถบดีเอ็นเอและลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์ต้านทาน TME3 การทดสอบฟีโนไทป์ลักษณะความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังกับเชื้อโรคจริงเป็นสิ่งจำเป็น

8. การคัดเลือกลักษณะต้านทานโรครากปมในมันสำปะหลังพบว่าเครื่องหมายโมเลกุลแบบ SNP ที่ได้ในการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกมันสำปะหลังที่ต้านทานโรครากปมได้ เพราะให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการคัดเลือกพันธุ์เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาไปทดสอบความต้านทานโรครากปม ซึ่งไม่สามารถเห็นลักษณะดังกล่าวบนต้นมันสำปะหลังเหนือพื้นดิน ต้องขุดดินดูรากมันสำปะหลังถึงจะเห็นรากปม และยังสามารถใช้เครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวร่วมกับเครื่องหมายโมกุลที่จำแนกลักษณะอื่นที่ต้องการ เช่น โรคใบด่าง แป้งสูง ทำให้มันสำปะหลังที่ปรับปรุงสามารถมีหลายๆ ลักษณะที่ต้องการได้ในต้นเดียวกัน

9. วิเคราะห์จีโนไทป์และเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิประดับจีโนมด้วยเทคโนโลยี GBS ในมันสำปะหลังจำนวน 100 สายพันธุ์ และได้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป ด้วยเทคนิค tetra-primer ARMS-PCR จำนวน 3 ชุด 1CHN 3CHN และ 13CHN โดยเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 1CHN มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 280 mg HCN/kg น้ำหนักสด ร้อยละ 64.81 ส่วนเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 3CHN และ 13CHN มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสด ร้อยละ 73.33 และ 76.64 ตามลำดับ ซึ่งเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป ด้วยเทคนิค Pyrosequencing จำนวน 3 เครื่องหมาย ได้แก่ SNP 2, SNP 5 และ SNP 6 ที่แสดงจีโนไทป์ AA GG และ AG และเมื่อทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปเปรียบเทียบกับผลฟีโนไทป์ (% amylose) แม้ว่า เครื่องหมายโมเลกุลของ SNP 5 สามารถให้ผลถูกต้องตรงกับผลฟีโนไทป์ของพันธุ์ที่มีปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 15.12 คิดเป็นร้อยละ 58.64 ขณะที่เครื่องหมายโมเลกุลของ SNP 2 และ SNP 6 สามารถให้ผลถูกต้องตรงกับผลฟีโนไทป์ของพันธุ์ที่มีปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% สูงถึงร้อยละ 70.94 และ 69.62 ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้คัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป ด้วยเทคนิค Pyrosequencing มีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งจะดำเนินการพัฒนาการตรวจสอบด้วยเทคนิค tetra-primer ARMS-PCR ซึ่งมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและมีขั้นตอนการตรวจสอบ สะดวกกว่าในอนาคตต่อไป

10. การตรวจสอบลักษณะแป้งเหนียวในมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลตามรายงาน Aiemnaka และคณะ (2012) จำนวน 758 พันธุ์ พบให้จีโนไทป์เป็นแบบ WxWx, Wxwx และ wxwx มีจำนวน 522 202 และ 17 ตัวอย่าง ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบด้วยการย้อมสีไอโอดีน พบมันสำปะหลังจีโนไทป์ Wxwx และ wxwx ปรากฏเป็นสีน้ำเงิน และไม่พบการเกิดสีน้ำตาลทั้งในตัวอย่างหัวมันและเม็ดแป้ง การศึกษายีน GBSSI พบความแตกต่างในมันสำปะหลังแป้งเหนียวเป็นตำแหน่ง G และพันธุ์ Waxy-HB1 เป็นตำแหน่ง T เมื่อนำไปแปลรหัสเป็นโปรตีนเป็นตำแหน่งโคดอน TGA (stop codon) จึงออกแบบไพรบไพรเมอร์ที่เฉพาะต่อลำดับเบส T/G มาตรวจสอบมันสำปะหลัง จำนวน 221 ตัวอย่าง ด้วยวิธี TaqMan probes พบทุกตัวอย่างของพันธุ์ non waxy เป็น G แสดงให้เห็นว่าลักษณะแป้งเหนียวอาจเกิดจากการกลายของยีน GBSSI หรือยีนอื่นๆ ที่มีเฉพาะในพันธุ์ Waxy ที่ทำให้เกิด

ศรีปทุมรังสิต

ลักษณะแป้งเหนียว และการศึกษาเครื่องหมาย SNPs ด้วยวิธี GBS ในมันสำปะหลัง จำนวน 13 ตัวอย่าง พบตำแหน่ง SNPs เฉพาะมันสำปะหลังพันธุ์แป้งเหนียวจำนวน 33 ตำแหน่ง แบ่งเป็นเฮทเทอโรไซโกต 26 ตำแหน่ง และโฮโมไซโกต 7 ตำแหน่ง ซึ่งสามารถใช้ในคัดเลือก ระบุ หรือจำแนกสายพันธุ์มันสำปะหลังได้ในอนาคต

11. การพัฒนาเครื่องหมาย ILP จำนวน 13 เครื่องหมาย จากยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แป้งในมันสำปะหลัง จำนวน 6 ยีน โดยเครื่องหมายเหล่านี้มีค่าประสิทธิภาพของเครื่องหมาย (PIC) อยู่ระหว่าง 0.19 – 0.64 และมีค่าเฉลี่ย 0.35 ซึ่งเครื่องหมาย ILP ที่พัฒนาได้จากวิจัยมีศักยภาพในการนำไปศึกษาแยกความแตกต่างของพันธุ์มันสำปะหลังในโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย ILP กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง เครื่องหมาย UGPase1 ภายในยีน *UTP-glucose-1-phosphate ridylyltransferase* (UGPase) แสดงความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด โดยมีค่าอิทธิผลต่อลักษณะ (R2) อยู่ระหว่าง 2 ถึง 3% นอกจากนี้สามารถพัฒนาเครื่องหมาย SNPs ได้ทั้งหมด 383,828 เครื่องหมาย โดยสามารถระบุตำแหน่งบนทั้ง 18 โครโมโซมของมันสำปะหลัง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย SNP กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง พบเครื่องหมาย SNP บนโครโมโซมที่ 12 ได้แก่ เครื่องหมาย S12_4926402 และเครื่องหมาย S12_4945762 มีความสัมพันธ์มากที่สุดกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง โดยเครื่องหมายเหล่านี้อยู่ภายในยีน splicing factor ESS-2 homolog ในมันสำปะหลัง (E value = 0) ซึ่งโปรตีนนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมการแสดงออกของยีน โดยผลจากงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้ แต่จากระยะเวลาดำเนินการงานวิจัย 2 ปี ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลจำนวนปีในการเก็บเกี่ยวลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อความถูกต้องของเครื่องหมายโมเลกุลที่จะนำไปใช้คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตสูง และควรพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบลักษณะผลผลิตในมันสำปะหลังโดยการใช้เครื่องหมาย SNP ที่ได้จากงานวิจัยนี้เพื่อให้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายต่อการตรวจสอบจีโนไทป์ของตัวอย่างมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ

12. การปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นเวลา 41 ปี หากไม่มีบำรุงดิน ดินเสื่อมโทรมลงทุกๆ ปี ส่งผลให้ศักยภาพในการผลิตพืชลดลง ควรจัดการระบบปลูกและการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมเพื่อช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ โดยระบบมันสำปะหลังแซมด้วยพืชตระกูลถั่วร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน ซึ่งให้ผลผลิตมันสำปะหลัง ถั่วลิสง และมีรายได้สุทธิรวม (ฤดูปลูก 2560/61-2563/64) 20.9 ตันต่อไร่ 862 กิโลกรัมต่อไร่ และ 31,940 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่ดินมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ควรใส่สารปรับปรุงดินเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของให้เหมาะสมแก่การปลูกพืช

13. ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปี และระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว (ถั่วเขียว) ทุกปี ควรใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และระบบปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนด้วยพืชตระกูลถั่ว (ถั่วเขียว-ถั่วพุ่ม) ปีเว้นปี ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ จากงานทดลองถั่วเขียวไม่เหมาะสำหรับหมุนเวียนหรือแซมมันสำปะหลังที่ปลูกช่วงฤดูฝน เนื่องจากฝนตกช่วงเก็บเกี่ยวส่งผลให้ผลผลิตเน่าเสีย ซึ่งทุกกรรมวิธีให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน การเลือกพืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมนำเข้าระบบปลูกนอกจากช่วย

กรมวิชาการเกษตร

รักษาหน้าดิน คลุมวัชพืช และเป็นแหล่งของธาตุอาหารบางส่วนให้แก่มันสำปะหลังแล้ว ยังเป็นรายได้เสริม เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของดิน ทุกระบบปลูกที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี ช่วยยกระดับคุณภาพดินให้ดีขึ้น ลดความเป็นกรด ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช

14. เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น มีความต้องการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อบำรุงดิน ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ และเพื่อรายได้เสริม ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง

15. การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดต้องเลือกชนิดถั่วให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม พื้นที่ปลูก และระยะเวลา ในการจัดการระบบการปลูกพืช พืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น โดยพิจารณาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วมะแฮะ ถั่วพุ่ม และถั่วลิสงซึ่งให้น้ำหนักมวลชีวภาพ 813 429 และ 360 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

16. การเลือกพืชตระกูลถั่วให้เหมาะสมสำหรับระบบปลูกมันสำปะหลัง นอกจากช่วยรักษาหน้าดินคลุมวัชพืช และเป็นแหล่งของธาตุอาหารบางส่วนให้แก่มันสำปะหลังแล้ว ยังเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร โดยระบบพืชหมุนเวียนมันสำปะหลังและพืชตระกูลถั่วที่มีศักยภาพ ในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น คือ ระบบปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนถั่วลิสง มีศักยภาพการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน มีรายได้สุทธิรวม 2 ปี สูงสุด 10,269 บาทต่อไร่ และระบบปลูกมันสำปะหลังแซมกับพืชตระกูลถั่วที่ที่มีศักยภาพ คือ ระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วลิสง มีศักยภาพการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน มีรายได้สุทธิรวม 2 ปี สูงสุด 11,130 บาทต่อไร่ ในทางตรงกันข้าม หากเลือกพืชตระกูลถั่วที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง และทำให้มีต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้ได้รับผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

17. ชนิดของถั่วที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในสภาพดินทราย เมื่อมีการให้น้ำ พบว่าถั่วลิสงให้เศษซากสูงสุด คือ 1,153 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือถั่วมะแฮะและถั่วพุ่มให้เศษซาก 1,104 และ 1,040 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาเชิงเศรษฐกิจ ถั่วเหลือง ถั่วพุ่มและถั่วเขียว สามารถให้ผลผลิตเมล็ดได้ และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

18. ผลของการให้น้ำต่อระบบพืชหมุนเวียนมันสำปะหลังและถั่วที่มีศักยภาพในพื้นที่การให้น้ำให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง 6,075 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิต 3,084 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาระบบพืชหมุนเวียนมันสำปะหลังและถั่ว มีผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ โดยระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนถั่วมะแฮะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 5,656 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนถั่วพุ่มให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 3,504 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำและระบบพืชหมุนเวียน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 16.3 เปอร์เซ็นต์ การให้น้ำให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 963 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 508 กิโลกรัมต่อไร่ ระบบพืชหมุนเวียนไม่ทำให้ผลผลิตแป้งแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 738 กิโลกรัมต่อไร่

19. ผลของการให้น้ำต่อระบบพืชแซมมันสำปะหลังและถั่วที่มีศักยภาพในพื้นที่การให้น้ำให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง 5,108 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิต 3,676 กิโลกรัมต่อไร่ ระบบพืชแซมมันสำปะหลังแซมถั่วเขียวให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6,293 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ระบบมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร

หมุนเวียนถั่วพุ่มให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 4,534 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของระบบหลักคือการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในอิทธิพลร่วมระหว่างระบบการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง ระบบการให้น้ำมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าระบบไม่ให้น้ำ ด้วยค่า 17.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไม่ให้น้ำ คือ 16.2 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของระบบพืชแซม พบว่าถั่วเหลืองแซมมันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดคือ 18.1 รองลงมาคือ พืชแซมด้วยถั่วเขียว ถั่วลิสงและไม่มีพืชแซม โดยมีพืชแซมด้วยถั่วพุ่มให้เปอร์เซ็นต์แป้งทำสุดคือ 16.3 ด้านเปอร์เซ็นต์แป้งในการแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของระบบหลักคือการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในอิทธิพลระหว่างระบบการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง โดยนัยของเปอร์เซ็นต์แป้ง ระบบการให้น้ำมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าระบบไม่ให้น้ำ ด้วยค่า 17.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไม่ให้น้ำ คือ 16.2 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของระบบพืชแซมพบว่าถั่วเหลืองแซมมันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งสุงสุดคือ 18.1 รองลงมาคือ พืชแซมด้วยถั่วเขียว ถั่วลิสงและไม่มีพืชแซม โดยมีพืชแซมด้วยถั่วพุ่มให้เปอร์เซ็นต์แป้งทำต่ำสุดคือ 16.3 เปอร์เซ็นต์ ผลรวมของผลผลิตแป้งสดในมันสำปะหลัง ที่มีการให้ระบบน้ำและระบบพืชแซม ความแตกต่างของผลผลิตแป้งสดของระบบการให้น้ำ และระบบพืชตระกูลถั่วแซมมันสำปะหลัง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ทั้ง สองระบบ ส่วนอิทธิพลของระบบการให้น้ำต่อระบบพืชแซมอยู่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลผลิตแป้งสดเฉลี่ย 900 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าระบบไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิตแป้งเพียง 597 กิโลกรัมต่อไร่ และระบบพืชแซมด้วยถั่วเขียวและถั่วเหลือง ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงถึง 846 และ 833 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าระบบพืชแซม ถั่วลิสง ถั่วพุ่มและไม่มีพืชแซม 691 , 685 และ 691 กิโลกรัมต่อไร่

20. การปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทรายในฤดูฝน สามารถสรุปได้ดังนี้ การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ร่วมกับการสับกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 16-0-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ย16-8-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ การปลูกมันสำปะหลังโดยการจัดการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุอินทรีย์จากเศษซากมันสำปะหลัง ช่วยรักษาปริมาณธาตุอาหารในดิน ระดับของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง โดยเกษตรกรได้ใช้พันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ใหม่ที่ให้ผลผลิตและแป้งสูงอย่างน้อย 1 พันธุ์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และสามารถยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมโดยไม่เพิ่มพื้นที่ปลูกตามยุทธศาสตร์ของประเทศ

2. การเพิ่มมูลค่ามันสำปะหลังและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังเพื่อบริโภค โดยสายพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าที่จะพัฒนาต่อ ที่มีคุณสมบัติเหมาะต่อการบริโภค อย่างน้อย 1 พันธุ์ ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ทั้งตลาดในประเทศและการส่งออก

กรมวิชาการเกษตร

3. องค์ความรู้ที่สามารถใช้ในการแนะนำพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ เช่น ข้อมูลเขตนิเวศมันสำปะหลังเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกพื้นที่ดำเนินการทดสอบพันธุ์ในระดับสถานีและระดับไร่เกษตรกร เทคนิคในการระบุความเหมาะสมเฉพาะเขตนิเวศของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อแนะนำเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าสำหรับแบบจำลองพืชที่สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์ของเกษตรกรให้เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมันสำปะหลัง เพื่อไปจัดการการให้น้ำกับมันสำปะหลังต่อไป

4. องค์ความรู้ ด้านประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารและการตอบสนองของธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมตามลักษณะเนื้อดิน ระดับความต้านทานโรคและแมลงที่สำคัญ รวมทั้งอายุการเก็บรักษาของท่อนพันธุ์ในมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการขอรับรองพันธุ์ และเพื่อแนะนำเกษตรกรให้สามารถผลิตมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต

5. ฐานข้อมูลลักษณะต่างๆ ของเชื้อพันธุกรรม ได้แก่ ลักษณะสัณฐาน-สรีรวิทยา สำหรับใช้ในการบ่งชี้พันธุ์ข้อมูลการตอบสนองต่อระดับความเค็มของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ข้อมูลปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลังเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตเอทานอล ข้อมูลศักยภาพในการสร้างรากสะสมอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ และเทคนิคการชักนำให้เกิดรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ ซึ่งฐานข้อมูลและเทคนิคที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังในการเลือกใช้พันธุ์คู่ผสมสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ และงานด้านเขตกรรม ที่ศึกษาการตอบสนองของพันธุ์ต่อธาตุอาหาร และสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้

6. เทคโนโลยีการขยายพันธุ์มันสำปะหลังแบบรวดเร็วและปลอดศัตรูพืชโดยเทคนิคโซมาติกเซลล์ที่สามารถเพิ่มปริมาณท่อนพันธุ์ดีได้เร็วกว่าเดิม และเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมหากอนาคตมีการระบาดอย่างรุนแรงของโรคและแมลงที่ถ่ายทอดหรือปนเปื้อนไปกับท่อนพันธุ์

7. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR ที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมในมันสำปะหลังกลุ่มพันธุ์ต่างๆ เพื่อตรวจสอบการตรงตามพันธุ์ นอกจากนี้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอและลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์เพื่อการบ่งชี้ลักษณะประจำพันธุ์และสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมประจำพันธุ์ของมันสำปะหลัง อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลความแตกต่างทางพันธุกรรมและความกว้างของฐานพันธุกรรมมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของไทยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการทรัพยากรเชื้อพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์ต่อไปในอนาคต

8. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิด EST-SSRs และ SSRs ที่ผ่านการคัดเลือกความสามารถในการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ไพรเมอร์ MBBR13 (681bp) MBBR5(664bp) MBBR9(609bp) MBBR17(627bp) MBBR4(667bp) และ SSrY5 (299bp) มาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มียีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการคัดเลือกสายพันธุ์

ศรีวิชาการเกษตร

มันสำปะหลังที่มียีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ เพื่อนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการพัฒนาหรือปรับปรุงพันธุ์ และเผยแพร่แก่เกษตรกรต่อไป

9. สามารถช่วยคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังหรือลูกผสมที่ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังโดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล เพื่อจะได้นำพันธุ์หรือลูกผสม candidate ดังกล่าวไปตรวจสอบกับเชื้อโรคจริง และเมื่อพบว่าเป็นพันธุ์หรือต้นต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง สามารถนำไปใช้เป็นพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์หรือพัฒนาพันธุ์ และเผยแพร่แก่เกษตรกรต่อไป ซึ่งช่วยร่นระยะเวลาในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง ทั้งนี้ได้มีการต่อยอดงานวิจัยในปี 2565 - 2567 กิจกรรมการคัดเลือกลักษณะต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง ผลผลิตและแป้งสูง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ภายใต้แผนงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและคุณภาพสูงสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลมาช่วยในการคัดเลือกพันธุ์และพีระมิดยีนเพื่อรวมลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการ ได้แก่ ลักษณะต้านทานต่อโรคใบด่างมันสำปะหลังรวมถึงมีผลผลิตและปริมาณแป้งสูงรวมอยู่ในสายพันธุ์เดียว เพื่อให้ได้พันธุ์ดีสำหรับเผยแพร่แก่เกษตรกรใช้ปลูกทดแทนพันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบด่างมันสำปะหลัง เป็นการช่วยแก้ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ประกอบด้วย (1) การสกัดดีเอ็นเอจากมันสำปะหลังที่รวดเร็ว ประหยัด และปราศจากตัวทำละลายอินทรีย์อันตรายโดยใช้วิธี SDS/NaCl+PVP (2) การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังแบบไพรเมอร์หลายคู่ในหนึ่งปฏิกิริยา (multiplex PCR) และ (3) การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปในยีน Peroxidase โดยใช้เทคนิค Tetra-Primer ARMS–PCR ซึ่งได้ทำการเผยแพร่โดยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและเอกสารองค์ความรู้แล้ว เพื่อเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย นักปรับปรุงพันธุ์ และผู้ที่สนใจ ให้สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยซึ่งจะช่วยประหยัดงบประมาณ และลดระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบเพื่อคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์

10. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลแบบ SNP ที่พัฒนาขึ้นได้ไปใช้ในการคัดเลือกมันสำปะหลังที่มีลักษณะต้านทานโรครากปมได้ โดยจะพบแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ ทำให้ช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการคัดเลือกพันธุ์ไม่ต้องเสียเวลาในการทดสอบความต้านทานโรครากปม เนื่องจากต้นมันสำปะหลังที่เป็นโรคดังกล่าวจะไม่สามารถเห็นอาการของโรคได้บนต้นมันสำปะหลังเหนือพื้นดิน ต้องขุดดินดูรากมันสำปะหลังถึงจะเห็นรอยโรครากปม และยังสามารถใช้เครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวร่วมกับเครื่องหมายโมเลกุลที่จำแนกลักษณะอื่นที่ต้องการ เช่น โรคใบด่าง แป้งสูง ทำให้มันสำปะหลังที่ปรับปรุงสามารถมีหลายๆ ลักษณะที่ต้องการได้ในต้นเดียวกัน

11. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 3CHN และ 13CHN ที่พัฒนาขึ้นนี้ ไปใช้คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสดได้ โดยกระบวนการในการนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปไปใช้คัดเลือกลักษณะไซยาไนด์ของมันสำปะหลัง สามารถทำได้โดยการสกัดดีเอ็นเอจากใบมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ชุดเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณแล้ว ตรวจแยกแถบดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสใน 3 เปอร์เซ็นต์ อะกาโรสเจล หากใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 3CHN มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสด จะเกิดแถบดีเอ็นเอขนาด 265 และ 189 คู่เบส ส่วนการใช้

กรมวิชาการเกษตร

เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 13CHN มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสดจะเกิดแถบดีเอ็นเอขนาด 397 และ 207 คู่เบส นอกจากนี้ยังสามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป SNP 2 และ SNP 6 ไปใช้คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% ได้ โดยใช้เทคนิค Pyrosequencing ในการตรวจสอบปริมาณแป้ง สามารถทำได้โดยการสกัดดีเอ็นเอจากใบมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ชุดเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณแล้ว เข้าเครื่องหาลำดับของนิวคลีโอไทด์ PyroMark Q48 Autoprep (Qiagen, Germany) หากใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป SNP 2 มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% จะแสดงจีโนไทป์ AA และ AG ส่วนเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป SNP 6 มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% จะแสดงจีโนไทป์ AA และ GG

12. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SNPs จากยีน GBSSI และโพรบไพรเมอร์จากวิธี TaqMan probe ไปใช้ในการคัดเลือกลูกผสมระหว่างพันธุ์แป้งเหนียวจากมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทยกับพันธุ์การค้าหรือพันธุ์ดีของกรมวิชาการเกษตรได้ รวมถึงลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี GBS และได้ตำแหน่ง SNPs จำนวนมาก สามารถนำไปคาดเดา (predict) ด้วยโปรแกรมชีวสารสนเทศ (bioinformatics) ให้ได้ลักษณะอื่นๆ เช่น อะไมโลสสูง อะไมโลแพคตินสูง เป็นต้น เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

13. การพัฒนาเครื่องหมายยีนในกระบวนการสังเคราะห์แป้งที่สัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังมีระยะเวลาในการดำเนินการงานวิจัย 2 ปี ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลจำนวนปีในการเก็บเกี่ยวลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อความถูกต้องของเครื่องหมายโมเลกุลที่จะนำไปใช้คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตสูง และควรพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบลักษณะผลผลิตในมันสำปะหลังโดยการใช้เครื่องหมาย SNP ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาวิธี tetra-primer allele specific PCR (tetra-primer AS-PCR) หรือ วิธี TaqMan hybridization probes โดยใช้ Real Time PCR เป็นต้น เพื่อให้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายต่อการตรวจสอบจีโนไทป์ของตัวอย่างมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ ทั้งนี้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด ILP และ SNP และการหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังนั้น เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาได้มีศักยภาพในการใช้วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและโครงสร้างของพันธุ์มันสำปะหลัง เพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของพันธุ์มันสำปะหลัง และได้เครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง เพื่อช่วยในการคัดเลือกมันสำปะหลัง โดยการคัดเลือกจีโนไทป์ที่ให้น้ำหนักผลผลิตสูงเก็บไว้หรือคัดจีโนไทป์ที่สัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตต่ำทิ้งไปในระหว่างการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะน้ำหนักผลผลิตสูง ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลา พื้นที่เพาะปลูก ค่าใช้จ่าย และแรงงาน

14. ได้คำแนะนำการจัดการระบบปลูกมันสำปะหลังร่วมกับการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีรายได้เพิ่มขึ้น มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อีกทั้งยังรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และรักษาความยั่งยืนในการผลิตมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร

15. คำแนะนำระบบปลูกมันสำปะหลังร่วมกับพืชตระกูลถั่วที่เหมาะสม ในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยระบบปลูกมันสำปะหลังร่วมกับพืชตระกูลถั่ว ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน และรักษาความยั่งยืนในการผลิตมันสำปะหลัง

16. ในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรโดยทั่วไปจะไม่มีการให้ระบบน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่หากสามารถทำการให้ระบบน้ำได้จะช่วยเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ และการจัดการพื้นที่ดินทราย เมื่อสามารถให้ระบบน้ำได้ ก็สามารถเพิ่มการปลูกพืชอายุสั้นหมุนเวียนแล้วไถกลบเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารบางส่วนนอกจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการพื้นที่ดินทราย ในเชิงการอนุรักษ์เพื่อให้สามารถปลูกมันสำปะหลังได้ต่อเนื่องโดยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินทรายที่จะเสื่อมช้าลง อีกทั้งการให้น้ำร่วมกับการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียน และ หรือปลูกเป็นพืชแซม ยังสามารถเพิ่มผลผลิต เปอร์เซ็นต์แป้งและเพิ่มผลผลิตแป้งในมันสำปะหลังได้อีกด้วย ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปพิจารณาปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในดินทราย ด้วยการจัดการระบบการปลูกพืช ระบบน้ำ หรือใช้ร่วมกันได้ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 2

การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่
Testing and Developing Technology to increase the Efficiency of Cassava Production in the Region

ศศิธร ประพรม นฤทัย วรสถิตย์ สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ์ สรรเสริญ เสียงใส บุญญาภา ศรีหาตา
สุพัตรา ชาวกงจักร อรัญญ์ ขันติยวิชย์ รัชนีวรรณ ชูเชิด อมฤต วงษ์ศิริ วุฒิชัย กากแก้ว นิมิตร วงศ์สุวรรณ
เครือวัลย์ ดาวงษ์ วิจิตรา โชคบุญ พักตร์วิภา สุทธิวารี ยุทธ ทนโม๊ะ ภัทรานิษฐ์ คงมาก สุจิตรา วิเศษการ
เบญจรัตน์ เลิศการค้าสุข กิตติศักดิ์ กิติรัตน์ อุมาพร รักษาพราหมณ์ นพดล แดงพวง ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์
พีระพงษ์ ชมภู สากล วีริยานันท์ สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ อัคคพล เสนาณรงค์ อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ประสาท แสงพันธุ์ตา
วุฒิพล จันทร์สระคู บัณฑิต จิตรจำนงค์ สนอง อมฤกษ์ จิรวัสส์ เจียตระกูล ฉัตรสุดา เชิงอักษร
สุวรรณ ทิพย์เมืองพรหม เครือวัลย์ บุญเงิน โสภิตา สมคิด นาฏญา โสภา ศรีนวล สุราษฎร์ นิพนธ์ ภาชนะวรรณ
สุชาติ แก้วกมลจิต พิกุลทอง สุอนงค์ อภิชาต เมืองซอง

Sasithorn Praprom Naruatai Worasatit Sutthinan Prasatsuwan Sansoen Siangsai Boonyapha Srihata
Supatra Chawkongjak Aran Khuntiyawit Ratchaneewan Chuchird Amrit Wongsiri Wutichai Kagkaew
Nimit Wongsuwan Krueawan Davong Vijittra Chokboon Phakwipha Sutthiwaree Yoot Thonmo
Phatranis Kongmak Sujittra Wisetkarn Bencharat Lertkankasuk Kittisak Kitirat Umaporn Raksaparm
Noppadol Daengpuang Yuttana Khaehanchanphong Peerapong Chompoo Sakol Veeriyanan
Suphasit Sngiamphong Akkaphol Senanarong Anuchit Chamsing Prasat Sangpunta
Wuttiphol Chansrakoo Bundit Jitjumnong Sanong Amaroek Jirawat Chiatrakul Chatsuda Choengaksorn
Suwan Thipmaungprom Kruawan Boonngoen Sopita somkid Nataya sopa Srinuan Surat
Nipon pachanavan Suchat Kaewkamonjit Pikultong Suanong Aphichat Muangsong

กรมวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ (Key words)

มันสำปะหลัง (cassava), การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (production efficiency improvement),
การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (fertilizer application base on soil analysis),
การถ่ายทอดเทคโนโลยี (transfer technology), เครื่องปลูกมันสำปะหลัง (cassava planter),
เครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง (cassava digging and catching machine), เครื่องกำจัดวัชพืช (weeding),
เครื่องขุดมันสำปะหลัง (cassava digger), เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (cassava harvesting machine),
เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง (cassava cutting machine), เครื่องขนย้ายมันสำปะหลัง (conveying machine),
ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ (Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

บทคัดย่อ

แผนงานย่อยการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ ลดต้นทุนการผลิต และแก้ไขปัญหาในพื้นที่ประกอบด้วย 4 โครงการ ได้แก่ 1) โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ดำเนินงานปี 2560-2564 พื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี มุกดาหาร และกาฬสินธุ์ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ดอน มีความเหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังระดับปานกลาง พบกลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่มีผลผลิตปานกลางและต่ำ เกษตรกรใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่เพียงพอและเกินความต้องการมันสำปะหลัง ดังนั้นจึงนำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไปทดสอบ พบว่าผลผลิตวิธีทดสอบสูงกว่าวิธีเกษตรกร 885 กิโลกรัมต่อไร่ หรือร้อยละ 22 นำไปสู่การพัฒนาเครือข่ายผู้มีส่วนได้ส่วนเสียผ่านกระบวนการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง จัดทำแปลงต้นแบบจำนวน 25 ไร่ และอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจำนวน 650 ราย ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 70 มีความพึงพอใจในและยอมรับเทคโนโลยีในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.30) ถ่ายทอดและขยายผลเทคโนโลยีให้กับหน่วยงานอื่นรวม 945 ราย เกิดชุมชนต้นแบบจำนวน 5 ชุมชน 2) โครงการทดสอบและขยายผลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออกดำเนินงานปี 2561-2564 พบปัญหาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังไม่เหมาะสม ผลผลิตต่ำ ต้นทุนสูง นำเทคโนโลยีไปทดสอบและขยายผล ได้แก่ 2.1) การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน พื้นที่จังหวัดระยอง ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และจันทบุรี รวม 70 ราย พื้นที่ 160 ไร่ พบว่าผลผลิตวิธีแนะนำสูงกว่าวิธีเกษตรกรในทุกจังหวัด ร้อยละ 5-11 รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นร้อยละ 18-55 และมีค่า BCR สูงกว่าวิธีเกษตรกร เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.62-4.15) 2.2) การเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปราจีนบุรี ระยองและฉะเชิงเทรา พบว่าวิธีทดสอบและเกษตรกรผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพได้ขนาดตรงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5704-2661 เกษตรกรมีความพึงพอใจและยอมรับเทคโนโลยีในระดับมาก ($\bar{x}$=3.99) 2.3) การไถระเบิดดินดาน พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ระยอง สระแก้ว และฉะเชิงเทรา พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 35.62,18.42, 18.84 และ 14.48 ตามลำดับ 3) โครงการทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค ได้รวบรวมข้อมูลการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร มีการทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรจำนวน 5 รายการให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ กลาง และภาคตะวันออก และเพื่อเตรียมเครื่องจักรต้นแบบผลงานวิจัยสำหรับสาธิตเผยแพร่ พบว่าเกษตรกรในแต่ละภาคมีการใช้เครื่องจักรกลเกษตรทำนองเดียวกัน แตกต่างกันสำหรับบางขั้นตอนที่ยังไม่มีการนำมาใช้เนื่องจากเงื่อนไขด้านเศรษฐกิจและสังคม เครื่องกำจัดวัชพืช และเครื่องเก็บเกี่ยวบางกิจกรรมยังไม่เหมาะสม ต้นแบบเครื่องจักรผลงานวิจัย 2 รายการจำเป็นต้องพัฒนาต่อ มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน 4) โครงการเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ดำเนินงานปี 2563-2564 พื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา และยโสธร พบว่า เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตและมีรายได้สุทธิ

กรมวิชาการเกษตร

สูงสุด การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% และร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ 18.9 และ 15.8 ตามลำดับ รายได้สุทธิ สูงกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 31.48 และ 24.81 ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% สามารถลดต้นทุนเมื่อเทียบกับวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ร้อยละ 12.57

Abstract

Sub-program for testing and developing technology for increasing the efficiency of cassava production in the area aims to test and transfer technology to optimize appropriate cassava production for each planting area. A process was operated by participation between stakeholders, government, the private sector, and farmers, in order to raise the level of productivity per area, reduce production costs and solving problems in the area. There were 4 projects in this sub-plan.1) Research and Development to enhance the Production efficiency of Cassava at Community base in the upper Northeastern of Thailand operated during the years 2017-2021 in 5 provinces; Khon Kaen, Chaiyaphum, Udon Thani, Mukdahan and Kalasin. It was found that the conditions of the upland area were suitable for cassava cultivation at a moderate level. Farmers used insufficient nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers in the low-level soil and exceeded cassava requirement. Therefore, fertilizing application technology according to the soil analysis value was tested, divided into 2 methods, DOA method by the fertilizer application according to the soil analysis and farmer's method - according to the farmer's practice. The result showed that yield was significantly different, yield of the test method was higher than farmer method at 885 kg/rai or 22%. Leading to-network development of stakeholders through the learning process of cassava production during the year 2020-2021 by transferring technology to increase cassava production efficiency by fertilizing according to soil analysis values together with other aspects, and creating prototype plots of 25 plots, 25 rai. A total of 650 participants attended the event. They received a 70% increase in knowledge. Participants showed a high level of satisfaction and acceptance of technology ($\bar{x}$ 4.30) Transferring and extending technology to government agencies and private sectors, totaling 935 cases, resulting in creation of a group or a model community for using fertilizers according to soil analysis or recommendations of the Department of Agriculture by mixing and producing by themselves within 5 communities. 2) On-Farm Trial and Technology Expansion on Cassava Production in the East Region operated during the years 2017-2021. There were 3 activities: 2.1) Testing and extension of fertilizer application based on soil analysis conducted at farmer’s field in Chanthaburi Rayong Sa Kaeo and Chachoengsao provinces including 70 farmers 160 rai. The yield of DOA technology was 5-11 percent was higher than farmer

กรมวิชาการเกษตร

technology, the net income increased by 18-55%, and the BCR value was higher than farmer technology. Farmers accepted DOA technology overall at a high level ($\bar{x}$=3.62-4.15). 2.2) Increasing potential production of quality cassava stems conducted at farmer's cassava field in Rayong Sa Kaeo Prachin Buri and Chachoengsao provinces. Comparing recommended technology with farmer's technology. The results of both technology were able to produce quality stems with the size in recommend at Thai Agricultural Standard TAS 5704-2018. 2.3) Testing and extension of sub-soiler in Eastern cassava field was 4 years conducted at farmer's cassava field in Chantaburi, Rayong, Sakaew and Chachengsao provinces. The average production yield of sub-soiled operation in Chantaburi, Rayong, Sakaew and Chachengsao provinces increased 35.62, 18.42, 18.84 and 14.48% respectively. 3) Testing and Develop Using of Agricultural Machinery Technology Cooperated Work with Farmers for Cost Reduction of Cassava Production showed that information on the use of agricultural machinery in the production of agricultural manganese has been collected, and five research machinery prototypes have been tested and developed to suit the conditions of agricultural cooperation with farmers and officials of the Department of Agricultural in the Northeast, North, Central and East. These prototypes will be used for demonstrations along with other technologies of the Department of Agriculture in the future. Agricultural machinery of farmers was found to be similar. It differs from some of the farm operations that have not been implemented as the result of socioeconomic conditions. The weeder and machine for some harvester activities are not appropriate, two research machine templates still need to be developed. The economic analysis is conducted for investment decisions. 4) Technology of using PGPR 3 biofertilizer application based on soil analysis of cassava production in 7 ecological conditions of Lower Northeast in Different Regions – Ubon Ratchathani, Roi Et, Maha Sarakham, Surin, Buriram, Nakhon Ratchasima and Yasothon – from years 2020 to 2021. Using PGPR III bio – fertilizer technology together with 75% fertilizer application based on soil analysis is method that give the highest yield and net income. Using This technology together with 75% fertilizer application based on soil analysis and with 100% fertilizer application based on soil analysis gave higher average yield than farmer method at 18.89% and 15.78%, respectively. And gave higher average income than farmer method at 31.48% and 24.81%, respectively. Using this technology with 75 % fertilizer application based on soil analysis can reduce the cost compared to using this technology with the 100% fertilization method according to the soil analysis by 12.57%.

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัยย่อย

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก มีมูลค่ามากกว่าปีละ 100,000 ล้านบาท ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศ 8.33 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 29.37 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.53 ตันต่อไร่ การที่ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่อไร่ในระดับประเทศค่อนข้างต่ำ เนื่องมาจาก การเลือกใช้พันธุ์ไม่เหมาะสมกับแหล่งปลูก ความเสื่อมโทรมของดินจากการใช้พื้นที่ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง แต่ขาดการจัดการดินและการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม รวมทั้งปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูที่รุนแรงขึ้น และการขาดแคลนแรงงานภาคเกษตร ในการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมันสำปะหลังเพื่อยกระดับผลผลิตหัวสดต่อพื้นที่ ผลผลิตมีคุณภาพเพิ่มขึ้นและลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตในแต่ละแหล่งปลูกอาจใช้องค์ความรู้ วิธีเขตกรรม และเทคโนโลยีการผลิตที่แตกต่างกัน ดังนั้นการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังด้วยการปรับใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยเป็นคำแนะนำการผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ เช่น พันธุ์ การจัดการดิน ปุ๋ย รวมทั้งการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้แรงงาน และ ทำให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า จึงเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังสู่กลุ่มเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม รวดเร็ว และทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร นำไปสู่ระบบการพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังที่ยั่งยืนในพื้นที่ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก โดยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร เพื่อยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ ลดต้นทุนการผลิต และแก้ไขปัญหาในพื้นที่

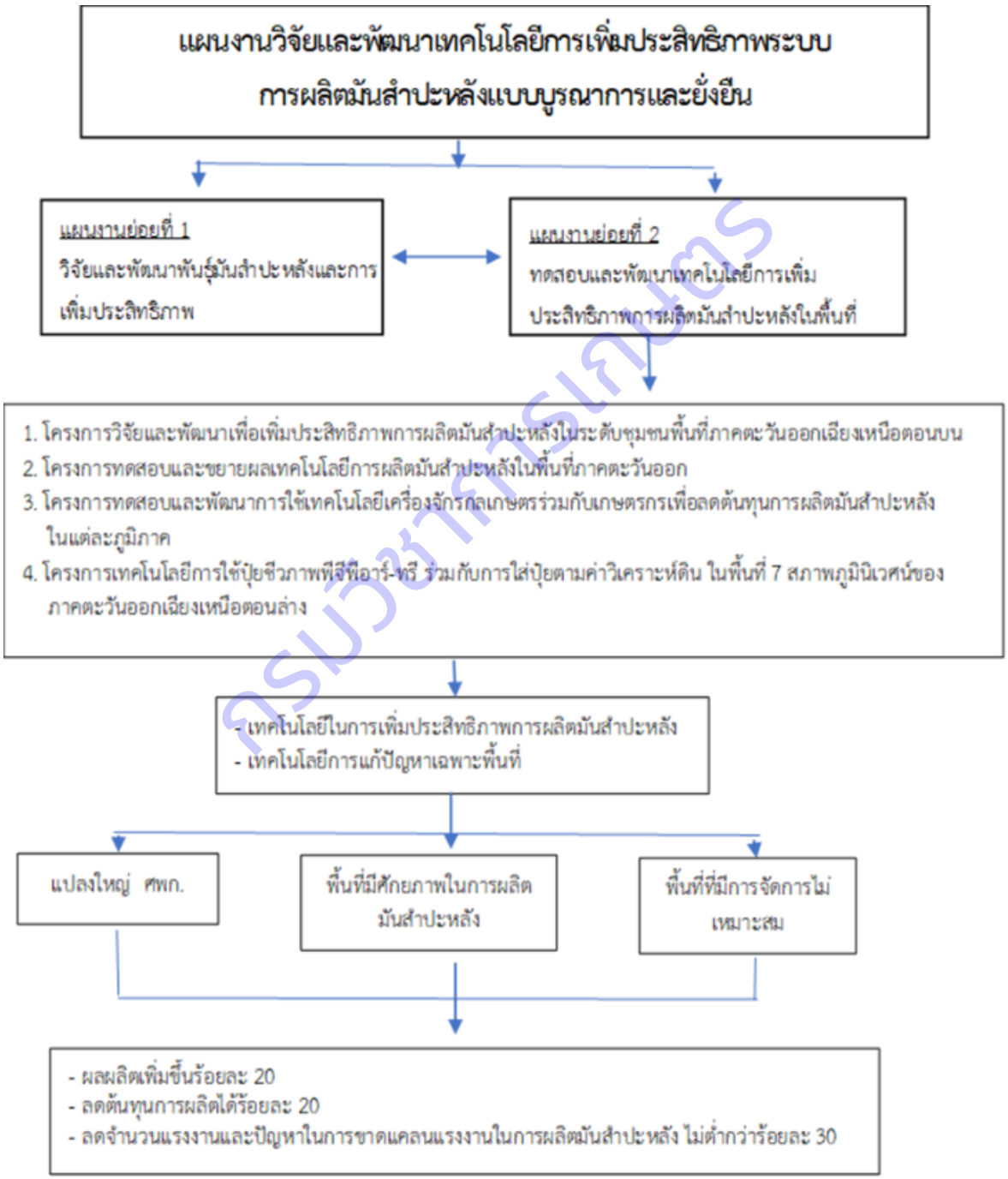
ขอบเขตการวิจัย

แผนงานย่อยการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ประกอบด้วย 4 โครงการ ได้แก่ 1) โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 2) โครงการทดสอบและขยายผลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก3) โครงการทดสอบ และพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค 4) โครงการเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

วิธีดำเนินการวิจัยเน้นการปรับใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยและพัฒนา โดยมีการทำงานแบบกลุ่มและเครือข่าย เพื่อการขับเคลื่อนและขยายผลในพื้นที่เป้าหมาย จัดทำแปลงทดสอบเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ให้เกิดการผสมผสานเทคโนโลยีใหม่ที่ได้จากผลงานวิจัยกับเทคโนโลยีของเกษตรกรที่ใช้อยู่เดิมรวม ทั้งมีความสอดคล้องกับสภาพภูมิสังคม โดยนักวิชาการในพื้นที่มีส่วนสำคัญในการนำเทคโนโลยีไปใช้ให้

กรมวิชาการเกษตร

เกิดประโยชน์ในแต่ละแหล่งปลูก และถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีแบบบูรณาการระหว่างบุคลากรภายในองค์กร เกษตรกร หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยกระบวนการถ่ายทอดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดทำแปลงต้นแบบและขยายผล การจัดงานถ่ายทอดในพื้นที่เกษตรกรเป้าหมาย การร่วมจัดงานกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง การจัดอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกร เป็นต้น โดยเน้นให้มีความเหมาะสมกับภูมิปัญญาชาวบ้าน และการให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการวิจัยและพัฒนาในระดับพื้นที่ และ มีการติดตามประเมินผลความพึงพอใจและการยอมรับเทคโนโลยีในแต่ละพื้นที่



กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

แผนงานย่อยแบ่งการดำเนินการเป็น 4 โครงการ ดังนี้

1. โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ดำเนินโครงการระหว่างปี 2560-2564 ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) ศึกษาความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ระหว่างปี 2560-2561 แบ่งเป็น 4 การทดลอง ดำเนินการพื้นที่ขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี และมุกดาหาร กำหนดพื้นที่เป้าหมายดำเนินการและขยายผลโดยพิจารณาจากชุมชนที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากของแต่ละจังหวัด (ระดับหมู่บ้าน/ระดับตำบล) ซึ่งสำรวจเกษตรกรตัวแทนจำนวนไม่น้อยกว่า 50 รายต่อชุมชน เพื่อวิเคราะห์การผลิตมันสำปะหลังในชุมชนเป้าหมาย สำรวจและรวบรวมข้อมูลการปลูกมันสำปะหลังรายแปลงตั้งแต่เรื่องพันธุ์ คุณสมบัติของดิน การใช้ปุ๋ย การจัดการ การเก็บเกี่ยว รวมทั้งการขนส่ง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างระหว่างผลผลิตเพื่อจัดกลุ่มของเกษตรกร และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ พร้อมทั้งสรุปปัญหาที่ต้องการการแก้ไขเร่งด่วนรายแปลง 2) ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ระหว่างปี 2561-2563 แบ่งเป็น 5 การทดลอง ดำเนินการพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี มุกดาหาร และกาฬสินธุ์ โดยนำปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตภายในชุมชนมาเป็นทางเลือกในการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเข้าไปแก้ไขปัญหาเป็นรายแปลง เกษตรกรเป็นผู้คัดเลือกเทคโนโลยีไปปรับใช้ทำการทดสอบผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบชุมชนมีส่วนร่วม โดยเลือกเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาให้เหมาะสมตามศักยภาพของพื้นที่ตนเอง ได้แก่ การเตรียมพันธุ์ การจัดการดิน การจัดการธาตุอาหารพืช การจัดการน้ำ การจัดการศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม จากนั้นสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกันและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี นำไปสู่การปรับใช้ให้เหมาะสมสำหรับการยกระดับของผลผลิตในชุมชนต่อไป 3) พัฒนาเครือข่ายผู้มีส่วนได้ส่วนเสียผ่านกระบวนการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ระหว่างปี 2561-2563 แบ่งเป็น 5 การทดลอง ดำเนินการพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี มุกดาหาร และกาฬสินธุ์ โดยพัฒนาเครือข่ายระหว่างเกษตรกรในชุมชน ภาครัฐ และเอกชนที่มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีและขยายผลผ่านแปลงต้นแบบ พร้อมทั้งประเมินความพึงพอใจของเทคโนโลยีที่ทำการทดสอบโดยวิธีการสัมภาษณ์และตอบคำถาม

2. โครงการทดสอบและขยายผลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก

ดำเนินงานการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง จำนวน 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การทดสอบและขยายผลการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก ดำเนินการ 4 การทดลอง ในพื้นที่ 4 จังหวัด ระยอง ฉะเชิงเทรา สระแก้ว จันทบุรี มีระยะเวลา 4 ปี (เริ่มต้นปี 2561 สิ้นสุดปี 2564) ปีที่ 1-2 คัดเลือกเกษตรกร จังหวัดละ 10 รายๆละ 2 ไร่ ดำเนินการทดสอบ 2 กรรมวิธี กรรมวิธีทดสอบ โดยเก็บดินวิเคราะห์ และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร ปีที่ 3-4 ดำเนินการขยายผลสู่เกษตรกรเครือข่ายในชุมชน เพิ่มเป็นจังหวัดละ 20 รายๆ ละ 2 ไร่ รวมพื้นที่ขยายผล 160 ไร่ โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2 การเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ ดำเนินการ 4 การทดลอง ในพื้นที่ 4 จังหวัด ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี จันทบุรี ระยะเวลา 2 ปี (เริ่มต้นปี 2561 สิ้นสุดปี 2562) ปีที่ 1 คัดเลือกเกษตรกร จังหวัดละ 2 รายๆละ 2 ไร่ ดำเนินการทดสอบ 2 กรรมวิธี กรรมวิธีทดสอบ โดยเก็บดินวิเคราะห์ และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมการผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพ แช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก เปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร ปีที่ 2 ขยายผลสู่เกษตรกรเครือข่ายในชุมชน เพิ่มเป็นจังหวัดละ 10 รายๆ ละ 2 ไร่ รวมพื้นที่ขยายผล 80 ไร่ โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมการผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพ แช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบและขยายผลไถระเบิดดินดานในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังภาคตะวันออก

ดำเนินการ 2 การทดลอง ในพื้นที่ 4 จังหวัด ระยอง ฉะเชิงเทรา สระแก้ว จันทบุรี มีระยะเวลา 4 ปี (เริ่มต้นปี 2561 สิ้นสุดปี 2564) ปีที่ 1-2 สำรวจและคัดเลือกแปลงเกษตรกรที่มีปัญหาดินดาน จังหวัดละ 2 ราย 10 ไร่ รวมพื้นที่ 20 ไร่ ดำเนินการไถระเบิดดินดาน ความลึก 15-40 เซนติเมตร จากนั้นไถด้วยผาล 3 ตากดินและปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอกก่อนปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ปริมาณและเปอร์เซ็นต์แป้งเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ไถระเบิดดินดาน ปีที่ 3-4 ดำเนินการขยายผลสู่เกษตรกรเครือข่ายในชุมชน จังหวัดละ 4 ราย 20 ไร่ รวมพื้นที่ขยายผล 40 ไร่ โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพ และการปรับโครงสร้างดินด้วยการไถระเบิดดินดาน

บันทึกข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ปริมาณผลผลิต เปอร์เซ็นต์แป้ง ต้นทุนการใส่ปุ๋ย ผลตอบแทน ประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี ความพึงพอใจและการยอมรับของเกษตรกร สุดท้ายจึงจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อขยายผลสู่เกษตรกรเครือข่าย และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่

3.โครงการทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค ดำเนินการระหว่างปี 2560-2564 ประกอบด้วย 4 การทดลอง ดังนี้ 1) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคเหนือ 3) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคกลาง และ 4) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออก ในแต่ละการทดลองมีวิธีดำเนินการวิจัยเหมือนกัน ดังนี้

3.1 สร้างและจัดหาเครื่องจักรต้นแบบผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมสำหรับหน่วยงานระดับการทดลองในแต่ละภูมิภาค โดยเครื่องต้นแบบผลงานวิจัยประกอบไปด้วย เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

3.2 จัดหา คัดเลือกเกษตรกร และแปลงทดสอบร่วมกับผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นนักวิจัยในหน่วยงานในพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร (สวพ.) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร (ศวพ.) ในแต่ละภูมิภาคอย่างน้อย 2 กลุ่ม หรือจังหวัด มีเกษตรกรตัวอย่างหรือนำร่องประมาณ 2-3 รายเข้าร่วมโครงการทดสอบเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร (จำนวนเกษตรกรที่ร่วมโครงการจำนวนน้อย เนื่องจากจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และราคาแพง) เพื่อการรวบรวมข้อมูล และทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

เปรียบเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในระบบปฏิบัติเดิม และการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร และใช้เป็นเกษตรกรนำร่องสำหรับการเผยแพร่ในอนาคต การรวบรวมข้อมูล ในแต่ละขั้นตอนการผลิตมันสำปะหลัง ตั้งแต่การเตรียมดิน จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวและขนย้ายขึ้นรถบรรทุก ขั้นตอนการผลิตใดที่ไม่มีผลงานวิจัยเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรของกรมวิชาการเกษตร จะเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับการจัดทำเป็นข้อมูลพื้นฐาน และวิเคราะห์ปัญหา ส่วนขั้นตอนการผลิตใดที่เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรของกรมวิชาการเกษตร มีการวางแผนการทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ตามกระบวนการวิจัย

3.3 บันทึกข้อมูลการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตรต่างๆ ตามหลักการทดสอบทางเกษตรวิศวกรรม การใช้แรงงาน และค่าใช้จ่าย ในทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่การเตรียมดิน ถึงการเก็บเกี่ยวแล้วขนย้ายขึ้นรถบรรทุก ตลอดจนการรวบรวมข้อมูลปัญหาอุปสรรค ความต้องการ และเงื่อนไขความต้องการ

3.4 วิเคราะห์ผลการทดสอบ และพัฒนาแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักร พร้อมทดสอบประเมินผลให้เหมาะสมกับพื้นที่ (หากจำเป็น)

3.5 ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง อาทิ นักวิจัยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม นักวิชาการผู้ร่วมวิจัย เกษตรกรที่ร่วมโครงการ เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แนวทางแก้ปัญหาและการขยายผลเพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีต่อไป โดยการวิเคราะห์ ดำเนินการทั้งรายกิจกรรมและทั้งระบบการผลิต

3.6 จัดนิทรรศการเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร พร้อมกับการเทคโนโลยีในอื่นๆ ในการผลิตมันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร ตลอดจนการทดสอบความพึงพอใจ ปัญหา ความต้องการ และเงื่อนไขความต้องการ เพื่อการแก้ปัญหาและสนับสนุนการพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังต่อไป

3.7 วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และจัดทำรายงาน

การบันทึกข้อมูล ในแต่ละขั้นตอนการเพาะปลูก มีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร ได้แก่ จำนวนแรงงาน (คน-ชม./ไร่) ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่) ความสามารถการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง) ข้อมูลบ่งชี้สภาพการทดสอบ เช่น ชนิดดิน ความชื้นดิน ความหนาแน่นดิน ระยะห่างระหว่างแถว/ต้น ขนาดร่อง ฯลฯ ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ (%) ปัญหา อุปสรรค ความต้องการ และเงื่อนไขความต้องการ

4. โครงการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ในปีที่ 1 ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พีจีพีอาร์-ทรี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ตามกรรมวิธี ในพื้นที่ทดสอบที่สามารถขยายผล เช่น พื้นที่ในโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ศพก.เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 ในปีที่ 2 คัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 1 นำมาทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร ถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยเกษตรกรต้นแบบ เป็นศูนย์กลางการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบการเสวนา การฝึกอบรม และจัดงาน Field day ให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง ประกอบด้วย 7 การทดลอง ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณน้ำฝน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี
การทดลองที่ 2 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณน้ำฝน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด
การทดลองที่ 3 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 41 ปริมาณน้ำฝน 800 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา
การทดลองที่ 4 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณน้ำฝน 1,100 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่ จังหวัดมหาสารคาม
การทดลองที่ 5 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 41 ปริมาณน้ำฝน 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่จังหวัดสุรินทร์
การทดลองที่ 6 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินใน พื้นที่ สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 46 ปริมาณน้ำฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์
การทดลองที่ 7 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ สภาพภูมินิเวศน์ กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณน้ำฝน 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ดำเนินการพื้นที่จังหวัดยโสธร
ดำเนินการทดสอบระหว่างปี 2563-2564 ระยะเวลาดำเนินงาน 2 ปี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพ ภูมินิเวศน์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

สำรวจและรวบรวมข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังจำนวน 225 ราย พบว่า สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ดอนมีความเหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับปานกลาง เนื้อดินที่เป็นดินร่วนปนทราย พบกลุ่มชุดดินที่ 40 มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 41 48 และ 22 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) 4-7 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM,%) ร้อยละ 0.20-1.36 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3-69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 18-159 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ดีที่ผ่านการรับรองหรือแนะนำจากหน่วยงานราชการ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ ระยอง 72 เกษตรกรร้อยละ 56 ไถเตรียมแปลงจำนวน 2 ครั้งแล้วยกร่องปลูก จำนวนประชากรเฉลี่ย 2,121 ต้นต่อไร่ ปลูกมันสำปะหลังเดือนมีนาคมร้อยละ 73 และอายุเก็บเกี่ยว 10-11 เดือน ปริมาณฝนค่อนสูงและกระจายตลอดช่วงอายุการปลูก ปริมาณน้ำฝนจากปลูกถึงอายุมันสำปะหลัง 5 เดือน ซึ่งเป็นระยะวิกฤติ เพียงพอต่อปริมาณความต้องการน้ำของมันสำปะหลังและการเจริญเติบโต ผลผลิตเฉลี่ย 3.6 ตันต่อไร่ ต้นทุนการผลิต 4,989 บาทต่อไร่ รายได้ 7,517 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนสุทธิ 2,528 บาทต่อไร่ อัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน 1.51 แบ่งกลุ่มเกษตรกรตามระดับผลผลิตได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลผลิตสูง (> 5 ตันต่อไร่) กลุ่มผลผลิตปานกลาง (3-

ศรีชาการเกษตร

5 ตันต่อไร่) และกลุ่มผลผลิตต่ำ (< 3 ตันต่อไร่) จำนวนร้อยละ 8 68 และ 24 ผลผลิตเฉลี่ย 5.98 3.75 2.38 ช่องว่างระหว่างผลผลิตสูงกับต่ำ 3.60 ตันต่อไร่ และ สูงกับปานกลาง 2.23 ตันต่อไร่ ปัจจัยสำคัญที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังในแต่ละกลุ่มเมื่อพิจารณาจากเทคโนโลยีที่เกษตรกรปฏิบัติอย่างถูกต้องและเหมาะสมเกี่ยวข้องกับการจัดการ 5 ด้าน ได้แก่ การใช้พันธุ์รับรองหรือพันธุ์แนะนำจากกรมวิชาการเกษตร การจัดการดินโดยมีการไถเตรียมดินมากกว่า 1 ครั้ง การจัดการปุ๋ยตามหลักการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ (ถูกชนิด อัตรา เวลา วิธี) การจัดการวัชพืชแบบผสมผสานทันต่อเวลา และการจัดการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุมันสำปะหลังอยู่ในช่วง 8-12 เดือน พบว่าเทคโนโลยีที่เกษตรกรมีการจัดการได้ถูกต้องเหมาะสม ได้แก่ การจัดการวัชพืช อายุเก็บเกี่ยว การจัดการดินและการจัดการปุ๋ย ในกลุ่มผลผลิตสูง ร้อยละ 100 94 78 72 และ 17 ตามลำดับ กลุ่มผลผลิตปานกลาง ร้อยละ 100 97 66 59 และ 21 ตามลำดับ กลุ่มผลผลิตต่ำ ร้อยละ 100 80 56 27 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้นจึงพบว่าเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรปฏิบัติไม่ถูกต้องในทุกระดับของผลผลิตโดยเฉพาะกลุ่มผลผลิตต่ำที่ปฏิบัติไม่ถูกต้องถึงร้อยละ 98 และจากผลวิเคราะห์ระดับของธาตุอาหารในดินมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมระดับต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลังร้อยละ 70 77 55 และระดับสูงเกินความต้องการร้อยละ 19 15 และ 29 ตามลำดับ ดังนั้นจึงนำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไปทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง โดยใส่ปุ๋ยให้ถูกต้องตามหลักวิชาการทั้งชนิด อัตรา เวลา และวิธี เพื่อยกระดับผลผลิตให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในชุมชนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนต่อไป

กิจกรรมที่ 2 ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

คัดเลือกเกษตรกรโดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ในกิจกรรมที่ 1 ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรเป็นปัจจัยที่เกษตรกรยังปฏิบัติไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการในทุกระดับของผลผลิต จึงได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือตามคำแนะนำให้กับเกษตรกรพร้อมสุ่มเก็บผลผลิตในแปลงปลูกมันสำปะหลังปีการผลิต 2560/61 จากนั้นคัดเลือกเกษตรกรเพื่อดำเนินการทดสอบในปี 2561/62 จำนวน 102 ราย แบ่งการทดลองเป็น 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีทดสอบเป็นการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและวิธีเกษตรกรเป็นการใช้ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร ผลวิเคราะห์ดิน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างดิน (pH) 4.5-7.5 ปริมาณอินทรียวัตถุ ร้อยละ 0.09-2.77 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1-85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 11-198 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพบว่ากรรมวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรมีผลผลิตเฉลี่ย 5,239 และ 4,020 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 27.8 และ 27.3 ตามลำดับ ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลผลิตวิธีทดสอบสูงกว่าวิธีเกษตรกร 1,219 กิโลกรัมต่อไร่ หรือร้อยละ 30 ส่วนเปอร์เซ็นต์แป้งทั้งสองกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรมีต้นทุนการผลิต 5,047 และ 4,538 บาทต่อไร่ รายได้ 12,807 และ 9,786 บาทต่อไร่ ผลตอบแทน 7,760 และ 5,248 บาทต่อไร่ อัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.54 และ 2.16 ตามลำดับ สำหรับปีที่สองนำเทคโนโลยีไปทดสอบในไร่เกษตรกรจำนวน 99 ราย โดยเกษตรกรเลือกใช้เทคโนโลยีโดยสมัครใจแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น จังหวัดขอนแก่นและมุกดาหารมีการนำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ไปใช้ในการทดสอบ จังหวัดชัยภูมินำเทคโนโลยี การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

ร่วมกับ พีจีพีอาร์-ทรี อัตรา 500 กรัม ต่อปุ๋ยเคมี 20-25 กิโลกรัม การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารไทอะมีโทแซม 25% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร การใช้สารควบคุมวัชพืชก่อนงอกแบบคู่ผสมระหว่าง อลาคลอร์อัตรา 500 ซีซีต่อไร่และฟลูมิออกซาซิน 20 กรัมต่อไร่ จังหวัดอุดรธานี นำเทคโนโลยี การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไปทดสอบเพียงอย่างเดียว จังหวัดกาฬสินธุ์ทดสอบ 2 เทคโนโลยี คือการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (วิธีทดสอบ 1) และ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี (วิธีทดสอบ 2) เปรียบเทียบกับวิธีใส่ปุ๋ยของเกษตรกรซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลการดำเนินงานพบว่า กรรมวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรมีผลผลิตเฉลี่ย 4,671 และ 4,120 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 25.5 และ 23.8 วิธีทดสอบสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 551 กิโลกรัมต่อไร่หรือร้อยละ 13.4 และเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งได้ 1.7% สำหรับต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรมีต้นทุนการผลิต 4,741 และ 5,002 บาทต่อไร่ รายได้ 9,499 และ 8,270 บาทต่อไร่ ผลตอบแทน 4,757 และ 3,267 บาทต่อไร่ อัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.00 และ 1.65 ดังนั้นการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ผู้ปลูกมันสำปะหลังในชุมชนที่ทำการทดสอบมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยทั้ง 2 ปีร้อยละ 22 จำนวนแปลงกลุ่มที่ได้ผลผลิตสูงมากกว่า 5 ตันต่อไร่ เพิ่มมากขึ้นและกลุ่มที่ได้ผลผลิตต่ำน้อยกว่า 3 ตันต่อไร่มีจำนวนลดลง สามารถลดช่องว่างผลผลิตระหว่างกลุ่มผลผลิตระดับปานกลางและสูงได้เล็กน้อย

กิจกรรมที่ 3 พัฒนาเครือข่ายผู้มีส่วนได้ส่วนเสียผ่านกระบวนการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่

พัฒนาเครือข่ายโดยการจัดกิจกรรมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังด้วยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านอื่นๆ เช่น พันธุ์ การเขตกรรม การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การป้องกันกำจัดศัตรูสำคัญของมันสำปะหลัง การผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาด และเครื่องจักรกลการเกษตรในการผลิตมันสำปะหลัง มีการฝึกปฏิบัติจริงในหัวข้อ การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ดินและการผสมปุ๋ยใช้ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง รวมทั้งการจัดการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาดและมีคุณภาพ เพื่อเตรียมความพร้อมหากเกิดการระบาดของศัตรูมันสำปะหลังที่ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่สะอาดและมีคุณภาพในอนาคต และเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซักถามปัญหา ขอคำแนะนำกับวิทยากร เพื่อนำความรู้ไปปรับใช้ในการผลิตมันสำปะหลังของตนเองและถ่ายทอดสู่เกษตรกรรายอื่นต่อไป โดยจัดกิจกรรมจำนวน 2 ครั้ง ในปี 2563 จำนวน 150 ราย และปี 2564 จำนวน 500 ราย มีเกษตรกรและผู้ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมทั้งสิ้น 650 ราย ประเมินผลการอบรมโดยทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรม เกษตรกรมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 70 เกษตรกรมีความพึงพอใจใน ด้านวิทยากร ด้านเนื้อหาในการอบรม ด้านความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม ด้านการบริหารจัดการ ด้านการนำความรู้ไปใช้ คะแนนเฉลี่ย 4.30 จัดอยู่ในระดับมาก การยอมรับเทคโนโลยี พบว่ามีความพึงพอใจต่อความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ในเทคโนโลยี การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังด้านต่างๆ คะแนนเฉลี่ย 4.27 จัดอยู่ในระดับมาก ในปี 2563/64 ได้จัดทำแปลงต้นแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังจำนวน 25 ราย พื้นที่ 25 ไร่ ใน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิต 4,398-5,862 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 26.8-32.8 % ต้นทุนการผลิต 2,550-5563 บาทต่อไร่ รายได้ 8,974-12,373 บาทต่อไร่ ผลตอบแทน 4,985-10,902 บาทต่อไร่ BCR 1.91-4.83 และในปี 2564 ได้จัดทำแปลงต้นแบบเรียนรู้ขยายผลเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังจำนวน 42 แปลง ถ่ายทอดและขยายผลเทคโนโลยีไปสู่เกษตรกรแปลงใหญ่มันสำปะหลัง ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ผลิตสินค้าเกษตร สหกรณ์การเกษตร หน่วยงานภาครัฐและเอกชน รวมทั้งสิ้น 945 ราย เกิดการสร้างกลุ่มหรือชุมชนต้นแบบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยการผสมใช้เอง จำนวน 5 ชุมชน พื้นที่ตำบลนางาม อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ตำบลห้วยยายจิ๋ว อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ ตำบลเมืองเพีย อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ตำบลนาสะเม็ง อำเภอดอนตาล จังหวัด และตำบลเขาพระนอน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์

2. โครงการทดสอบและขยายผลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก

กิจกรรมที่ 1 การทดสอบและขยายผลการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก

1. ผลวิเคราะห์ดิน ในพื้นที่ที่ 4 จังหวัดภาคตะวันออก จันทบุรี ระยอง ฉะเชิงเทราและสระแก้ว พบเนื้อดินเป็นดินทราย (Sand) ดินทรายร่วน (Loamy Sand) ดินร่วนทราย (Sandy Loam) และดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) คำนวณปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำใกล้เคียงคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร และมาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมันสำปะหลัง ที่แนะนำปุ๋ยเคมี สูตร 15-7-18 อัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วนทรายหรือดินทราย ทั้งนี้ควรพิจารณาผลวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน ร่วมกับปริมาณอินทรียวัตถุ เพื่อคำแนะนำการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงการเตรียมดินก่อนปลูก จากผลการทดลองในแปลงทดสอบปีที่ 1-2 พบแนวโน้มปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารสอดคล้องกับระบบการปลูกมันสำปะหลัง โดยจังหวัดระยองและจังหวัดฉะเชิงเทรา ส่วนใหญ่พบดินมีค่าอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1 จากการปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิม แตกต่างจากจังหวัดสระแก้วและจังหวัดจันทบุรี ส่วนใหญ่พบค่าอินทรียวัตถุสูงกว่า 1 จากการสลับพืชปลูก โดยนิยมปลูกมันสำปะหลังสลับการปลูกข้าวโพด ดังนั้น กรณีการปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมทุกปี จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดิน

2. ด้านผลผลิต ต้นทุน รายได้ รายได้สุทธิและสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตจากกรรมวิธีแนะนำของทุกจังหวัดเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีเกษตรกร โดยปีที่ 1-2 แปลงทดสอบ จังหวัดระยองผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 จังหวัดฉะเชิงเทราเพิ่มขึ้นร้อยละ 19 จังหวัดสระแก้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 จังหวัดจันทบุรีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ปีที่3-4 แปลงขยายผล จังหวัดระยองผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7 จังหวัดฉะเชิงเทราเพิ่มขึ้นร้อยละ 7 จังหวัดสระแก้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 11 และจังหวัดจันทบุรีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิต พบบางแปลงต้นทุนการผลิตกรรมวิธีแนะนำสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร เนื่องจากมีต้นทุนค่าสารปรับปรุงดินและปุ๋ยมูลไก่ ในภาพรวมรวมทุกจังหวัดพบปริมาณแป้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันของทั้ง 2 กรรมวิธี จากปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้รายได้และรายได้สุทธิของกรรมวิธีแนะนำสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร โดยในแปลงขยายผลพบว่าทุกจังหวัดมีค่าเฉลี่ยรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นร้อยละ 18-55 เมื่อคิดสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR) ของกรรมวิธีแนะนำของทุกจังหวัดพบสูงกว่า กรรมวิธีเกษตรกร สรุปว่าการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการปรับปรุงดินและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังได้ โดยต้นทุนการผลิตอาจไม่ได้ลดลง หากต้องมีการปรับสภาพดินตามค่าวิเคราะห์ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่เมื่อคิดรายได้สุทธิจะพบมีค่าเพิ่มขึ้นจากวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร จึงส่งผลให้คุ้มค่าต่อการลงทุนมากกว่า เห็นควรขยายผลเทคโนโลยีการปรับสภาพดินและการใส่ปุ๋ยค่าวิเคราะห์ดินสู่เกษตรกรรายอื่นในพื้นที่ภาคตะวันออกต่อไป

ศรีบัวการยนตร์

3. การปรับใช้เทคโนโลยี ในแปลงขยายผลปี 2563 จังหวัดจันทบุรีและสระแก้วปรับมาใช้ปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับแม่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 0-15 กิโลกรัม/ไร่ และ 18-46-0 อัตรา 0-10 กิโลกรัม/ไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดิน เนื่องจากเกษตรกรไม่สะดวกผสมแม่ปุ๋ยใช้เอง ผลการดำเนินงานสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าวิธีเกษตรกร โดยจังหวัดระยองผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.1 จังหวัดฉะเชิงเทราผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.6 จังหวัดสระแก้วผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.3 และจังหวัดจันทบุรีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.3 จัดทำแบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแก่เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ จำแนกเทคโนโลยีออกเป็น การเก็บดินวิเคราะห์ธาตุอาหาร คำแนะนำการปรับปรุงดินก่อนปลูกมันสำปะหลังโดยการหว่านปูนขาวหรือใส่ปุ๋ยคอก ในกรณีดินมีอินทรียวัตถุต่ำและมีค่าเป็นกรด (pH น้อยกว่า 5) คำแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมี ด้วยปุ๋ยสูตร 15-7-18 หรือผสมแม่ปุ๋ยใช้ตามค่าวิเคราะห์ดิน ภาพรวมทั้ง 4 จังหวัด เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีในประเด็นดังกล่าวในระดับมาก ($\bar{X}$=3.62-4.15) ยกเว้นเกษตรกรจังหวัดสระแก้วยอมรับเทคโนโลยีการผสมแม่ปุ๋ยใช้เองในระดับน้อย เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถจัดซื้อแม่ปุ๋ย 18-46-0 ได้สะดวกในพื้นที่ ทั้งนี้เกษตรกรส่วนใหญ่มักนิยมใช้ปุ๋ยสูตรเสมอ 16-16-16 จึงปรับคำแนะนำโดยการคำนวณคำแนะนำจากปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ เป็นการใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 (50 กิโลกรัม/ไร่) ใส่ร่วมแม่ปุ๋ย 46-0-0 (15 กิโลกรัม/ไร่) และ 0-0-60 (17 กิโลกรัม/ไร่) เผยแพร่เป็นทางเลือกให้เกษตรกร

กิจกรรมที่ 2 การเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ

ผลการดำเนินงานเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพในพื้นที่ภาคตะวันออก จังหวัดจันทบุรี ระยอง ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา ใช้ระยะเวลา 2 ฤดูกาลผลิต ปี 2561/62 และ 2562/63 ดำเนินการตามเทคโนโลยีในวิธีแนะนำการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ โดยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารไทอะมีโทแซม อัตรา 4 กรัม/น้ำ 20 ลิตร นาน 5-10 นาที ก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน หลังปลูก 1 เดือน สำรวจศัตรูพืชและป้องกันกำจัดตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ตรวจพันธุ์ปนและถอนออกกำจัดนอกแปลงปลูก เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร

1. ผลการทดลองพบว่าประเด็นการดูแลรักษาให้ได้ขนาดท่อนพันธุ์ตามมาตรฐาน ทั้งวิธีแนะนำและวิธีเกษตรกรสามารถผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5704-2661 ซึ่งคุณภาพต้นพันธุ์มันสำปะหลังตามข้อกำหนด ต้องมีจำนวนตาไม่น้อยกว่า 7 ตาต่อความยาว 25 เซนติเมตร ในช่วงกึ่งกลางลำต้นของต้นพันธุ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร ณ กึ่งกลางลำต้นของต้นพันธุ์ สามารถสรุปพื้นที่แปลงขยายผลที่ผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพได้ดังนี้

จังหวัดจันทบุรี จัดทำแปลงขยายผล 4 ราย รวมพื้นที่ 41 ไร่ ปลูกพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 11 ผลิตท่อนพันธุ์ได้เฉลี่ย 18,776 ท่อน/ไร่ คิดเป็นท่อนพันธุ์ที่ผลิตได้ 769,816 ท่อน ใช้ขยายพันธุ์ได้ 385 ไร่ (2,000 ท่อน/ไร่)

จังหวัดปราจีนบุรี คงเหลือแปลงขยายผล 3 ราย รวมพื้นที่ 6 ไร่ ปลูกพันธุ์ระยอง 11 ผลิตท่อนพันธุ์ได้เฉลี่ย 19,500 ท่อน/ไร่ คิดเป็นท่อนพันธุ์ที่ผลิตได้ 117,000 ท่อน ใช้ขยายพันธุ์ได้ 58 ไร่ (2,000 ท่อน/ไร่)

จังหวัดระยอง จัดทำแปลงขยายผล 2 ราย รวมพื้นที่ 20 ไร่ ปลูกพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 86-13 ผลิตท่อนพันธุ์ได้เฉลี่ย 13,500 ท่อน/ไร่ คิดเป็นท่อนพันธุ์ที่ผลิตได้ 271,000 ท่อน ใช้ขยายพันธุ์ได้ 135 ไร่ (2,000 ท่อน/ไร่)

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัดฉะเชิงเทรา จัดทำแปลงขยายผล 10 ราย รวมพื้นที่ 20 ไร่ ปลูกพันธุ์ระยอง 9 ผลิตท่อนพันธุ์ได้เฉลี่ย 10,756 ท่อน/ไร่ คิดเป็นท่อนพันธุ์ที่ผลิตได้ 215,120 ท่อน ใช้ขยายพันธุ์ได้ 107.5 ไร่ (2,000 ท่อน/ไร่)

2. ปัญหาสำคัญการผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพ คือการระบาดของศัตรูพืช จากการทดลองพบการระบาดของไรแดงและโรคใบจุด เมื่อฝนทิ้งช่วง พบโรคพุ่มแจ้ ที่ส่งผลให้การเจริญของท่อนพันธุ์ไม่สมบูรณ์ และปัญหาโรคใบด่างมันสำปะหลัง ที่มีสาเหตุจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส SLCMV แพร่ระบาดได้โดยท่อนพันธุ์ที่ลักลอบนำเข้ามาปลูกจากประเทศกัมพูชา และโดยแมลงหวี่ขาวยาสูบเป็นแมลงพาหะ

3. แนวทางจัดการเพลี้ยแป้งที่ติดมากับท่อนพันธุ์หลังปลูก เกษตรกรรับทราบแนวทางแก้ปัญหาด้วยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ มีการปฏิบัติตามเทคโนโลยีหากมีแรงงานเพียงพอ ในกรณีแรงงานไม่เพียงพอ เกษตรกรจะปรับเป็นการฉีดพ่นท่อนพันธุ์หลังปลูก จึงควรมีงานวิจัยรองรับในแนวทางดังกล่าว

4. แนวทางการจัดการเพลี้ยแป้งและไรแดงหลังปลูก 1-3 เดือน สามารถป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีการสำรวจพบศัตรูพืชเพียงเล็กน้อย และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดได้ทันการณ์ ดังนั้น การสำรวจศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปฏิบัติ

5. แนวทางการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคที่ติดมากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ทั้งโรคพุ่มแจ้และโรคใบด่างมันสำปะหลัง การป้องกันการแพร่ระบาดอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องผ่านการคัดเลือกท่อนพันธุ์คุณภาพตั้งแต่ในแปลงผลิตท่อนพันธุ์ ซึ่งสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคดังกล่าวยังมีแนวโน้มแพร่กระจายอย่างต่อเนื่อง จึงควรประชาสัมพันธ์เกษตรกรผลิตท่อนพันธุ์ใช้เองหรือรวมกลุ่มการผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพในพื้นที่ เพื่อความมั่นใจในคุณภาพท่อนพันธุ์ ทราบประวัติแหล่งท่อนพันธุ์ และช่วยลดการแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่ติดมากับท่อนพันธุ์ได้

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบและขยายผลการไถระเบิดดินดานในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังภาคตะวันออก

การทดสอบไถระเบิดดินดาน โดยใช้ต้นแบบไถระเบิดดินดานของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ดำเนินการในพื้นที่แปลงเกษตรกรและแปลงภายในหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรในพื้นที่ 4 จังหวัดของภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี สระแก้ว ระยอง และฉะเชิงเทรา ในปีงบประมาณ 2561-64 มีพื้นที่ดำเนินการรวม 31 แปลง 78.63 ไร่ ปัจจัยที่มีผลต่อการไถระเบิดดินดาน คือ ความชื้นดินขณะไถ ต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป ถ้ามากเกินไปทำให้รถลื่นไถล ส่งผลให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินความจำเป็น ถ้าน้อยเกินไป ดินแข็งทำให้ไม่สามารถไถลงลึกได้ ทั้งนี้ความลึกของการไถนั้น ขึ้นอยู่กับระดับความชำนาญของผู้ขับรถแทรกเตอร์ด้วย การเลือกระดับเกียร์และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่เหมาะสม จะช่วยให้การไถมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการไถระเบิดดินดานนี้ รถต้นกำลังต้องเคลื่อนที่ช้าและใช้ความเร็วรอบสูงกว่าการไถเตรียมดินปกติ ซึ่งทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าการไถปกติ 2-5 เท่า ความสามารถในการทำงานน้อยกว่าการไถปกติ 2-3 เท่า ดังนั้นในการไถระเบิดดินผู้ควบคุมรถแทรกเตอร์จะต้องใช้ประสบการณ์และความชำนาญในการไถมาปรับใช้ มีการไถเพื่อเปรียบเทียบแปลงที่ไถครั้งแรกตามแนวยาวของแปลง และแปลงที่ไถต่อเนื่องเป็นปีที่ 2 ด้วยการไถตามแนวขวางของแปลง ซึ่งไถได้ช้าและสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่าการไถตามแนวยาว เนื่องจากเป็นการไถตัดร่องไถ แต่การไถสองแนวนี้ ช่วยให้ดินมีความร่วนซุย ดินมีการแตกตัวเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะด้านข้างแนวไถ มากกว่าการไถตามแนวยาวเพียงอย่างเดียว ตามลักษณะของโปรไฟล์ความลึกในการไถที่วัดได้มีลักษณะคล้ายแนวคลื่น และเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างแปลงที่ไถระเบิดดินดานและไม่ได้ไถระเบิดดินดาน พบว่าแปลงที่ไถระเบิดดินดาน

ของ จ. ระยอง จันทบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา มีผลผลิตเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 35.62, 18.42, 18.84 และ 14.48 ในการวิเคราะห์ต้นทุนตามหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม คิดจากการลงทุนรถแทรกเตอร์และไถระเบิดดินดานเครื่องจักรกลเกษตรและอุปกรณ์ มีอายุการใช้งาน 7 ปี จุดคุ้มทุนในการใช้งาน 78.58 ไร่/ปี เมื่ออัตราค่ารับจ้างไถ 800บาท/ไร่ และ ถ้าหากไม่คิดต้นทุนรถแทรกเตอร์ อัตราค่ารับจ้างไถ 500 บาท/ไร่ จะมีจุดคุ้มทุนในการใช้งาน 18.77 ไร่/ปี การใช้ไถระเบิดดินดานนี้ไม่จำเป็นต้องไถทุกปี เกษตรกรจึงสามารถใช้การรวมกลุ่มการใช้เครื่องมือเพื่อเป็นการลดต้นทุนด้านเครื่องจักรกลเกษตร แต่สามารถใช้งานได้ตามความต้องการโดยมีการวางแผนการทำงานของแต่ละแปลง

3.โครงการทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค

1. การสร้างและจัดหาเครื่องต้นแบบผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม เพื่อใช้ในการทดสอบและพัฒนา

ได้มีการสร้างและจัดหาเครื่องต้นแบบที่เป็นผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบการทดลองในแต่ละภูมิภาคของโครงการ จำนวน 4 หน่วยงาน ซึ่งได้แก่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น เชียงใหม่ จันทบุรี และกลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้สำหรับการทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ รวมถึงเพื่อการเผยแพร่ร่วมกับเทคโนโลยีในการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆ ของกรมวิชาการเกษตร โดยหน่วยงานระดับพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตรทั้งระดับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรของแต่ละภูมิภาค ซึ่งมีรายการเครื่องต้นแบบ ดังภาพที่ 1 แต่เนื่องจากเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติเป็นเครื่องที่มีค่าใช้จ่ายสูง และยังมีความจำเป็นต้องพัฒนาอีกมาก จึงจัดสร้างให้เฉพาะการทดลองที่ 3 (ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคกลาง) แต่นำไปใช้ทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับทุกการทดลองหรือภูมิภาค

ภาพที่ 1 เครื่องต้นแบบงานวิจัยที่เลือกมาดำเนินการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง (ก) เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม (ข) เครื่องขุดมันสำปะลังแบบไถหัวหมู (ค) เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ (ง) และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก (จ)

ศูนย์วิจัยเกษตร

2. การรวบรวมข้อมูลวิธีปฏิบัติและการใช้เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค

2.1 การเตรียมดิน เกษตรกรไถเตรียมดินลึก25-30 เซนติเมตร 2-3 ครั้ง ขึ้นอยู่กับชนิดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพพื้นที่เพาะปลูก วิธีการปลูก และปริมาณฝน การใช้เครื่องจักรกลเกษตรในแต่ละขั้นตอนการเตรียมดินดังนี้ **2.1.1) การไถดะ** เป็นการไถที่ต้องการความลึก เพื่อให้มีหน้าดินลึกและร่วนซุย ช่วยให้หัวมันสำปะหลังกระจายตัวได้ดี รถแทรกเตอร์ต้นกำลังควรเป็นรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดตั้งแต่ 50 แรงม้า ขึ้นไปพ่วงลากไถจานบุกเบิก (Standard Disk Plow) ชนิด 3 หรือ 4 ผาล ขึ้นอยู่กับขนาดของแทรกเตอร์ต้นกำลัง ความชื้นดิน และชนิดดิน พบว่ามีการใช้ไถแนวตั้งหรือไถผาลพรวน (Vertical Disk Plow) ชนิด 5 หรือ 7 ผาล สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งไถได้ตื้นกว่า มีอัตราการรับจ้างต่ำกว่าการไถด้วยไถบุกเบิก พบในกรณีการเตรียมดินทางภาคเหนือหรือพื้นที่ซึ่งมีความลาดชัน ตลอดจนกรณีที่เกษตรกรประเมินว่ามีความเสี่ยงจากสภาพดินฟ้าอากาศ และราคาจำหน่ายหัวมันสำปะหลังที่ต่ำ เป็นการลดต้นทุนจากความเสี่ยงที่อาจมีดังกล่าว อย่างไรก็ตามสามารถใช้ไถเตรียมดินได้ความลึกเหมาะสม หากดินไม่แห้งและแข็งเกินไป **2.1.2) การไถแปร** เป็นการไถขวางทิศทางการไถดะ เพื่อให้มีการย่อยดินจากการไถดะ ซึ่งอาจจะไถ 1-2 ครั้ง ให้ก้อนดินมีขนาดเล็กลงร่วนซุยเหมาะสม และไม่ต้องการความลึกมากนัก ดำเนินการโดยใช้รถแทรกเตอร์ต่อพ่วงลากไถแนวตั้งหรือผาลพรวนชนิด 5 หรือ 7 ผาล สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า และรถแทรกเตอร์ขนาดตั้งแต่ 50 แรงม้าขึ้นไป ในแต่ละภูมิภาคมีวิธีการปฏิบัติทำนองเดียวกัน และหากเป็นการปลูกแบบไม่ยกร่อง จะไม่ดำเนินการไถครั้งที่ 2 เกิน 1-2 วัน ก่อนปลูกอัตราค่าจ้างเตรียมดินใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่าง 350-450 บาทต่อไร่ **2.1.3) การยกร่อง** นิยมยกร่องในเขตพื้นที่ซึ่งมีการระบายน้ำไม่ดี และการปลูกโดยใช้แรงงานคนจะดำเนินการภายหลังการเตรียมดินขั้นที่ 2 แล้ว หรือดำเนินการต่อจากการเตรียมดินขั้นที่ 1 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และความชื้นดิน ดำเนินการโดยใช้แทรกเตอร์ต่อพ่วงกับผานยกร่อง เพื่อยกร่องให้เป็นแนวตรง และมีระยะระหว่างร่องตามต้องการประมาณ 110-120 เซนติเมตร โดยส่วนใหญ่ที่พบเป็นการใช้รถแทรกเตอร์ขนาดกลางประมาณ 47-50 แรงม้า ซึ่งจะมีระยะระหว่างแถวประมาณ 110 เซนติเมตร แต่ก็พบในทุกภูมิภาคที่ใช้แทรกเตอร์ขนาดมากกว่า 50 แรงม้า ซึ่งจะมีระยะระหว่างแถวกว้างประมาณ 120 เซนติเมตร บางพื้นที่โดยเฉพาะภาคกลางตอนบนและภาคเหนือตอนล่างมีการใช้โซ่หรือท่อนไม้ผูกลากเข้ากับผานยกร่องเพื่อลบความแหลมของสันร่องเพื่อรับน้ำฝนให้มากที่สุด ชะลอไหลบ่าให้น้ำฝนซึมไปในร่องมากที่สุด อัตราค่าจ้างเตรียมดินใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่าง 250-300 บาทต่อไร่

2.2 การปลูก 2.2.1) การปลูกโดยใช้แรงงานคน พบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทุกภูมิภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน **2.2.2) การปลูกโดยใช้เครื่องปลูก** เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์โดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะการวางท่อนพันธุ์ มี 2 แบบ คือ แบบวางท่อนพันธุ์ในแนวนอน และแบบปักท่อนพันธุ์ในแนวตั้ง โดยแบบวางนอนจะประหยัดท่อนพันธุ์กว่าเนื่องจากใช้ความยาวท่อนพันธุ์ยาวเพียง 5-10 เซนติเมตร มีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อนน้อยกว่าแบบปักท่อนพันธุ์ จากการดำเนินโครงการทั้งหมดที่พบเป็นแบบปักท่อนพันธุ์ในแนวตั้ง มีส่วนประกอบหลัก 6 ส่วน ได้แก่ ชุดผานยกร่อง ชุดตัดท่อนพันธุ์ ชุดล้อขับ (ground wheel) กระบะหรือคอกใส่ท่อนพันธุ์ โครงสร้างหลักและจุดต่อพ่วง อุปกรณ์ให้ปุ๋ยที่ติดกับเครื่องปลูก อุปกรณ์พ่นสารควบคุมวัชพืชก่อนงอก ดังนั้นเครื่องปลูกมันสำปะหลังควรได้รับการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปักท่อนพันธุ์ให้มีเปอร์เซ็นต์การปักที่สูงขึ้น โดยเฉพาะให้สามารถทำการปักท่อนพันธุ์มัน

กรมวิชาการเกษตร

สำปะหลังได้แม้จะมีเศษวัสดุปะปนอยู่ในแนวปักท่อนพันธุ์ อันเนื่องจากการเร่งปลูกหรือเป็นแปลงจากการปลูกพืชอื่นที่มีเศษวัสดุเหลือตกค้างในดินมาก เช่น แปลงที่เปลี่ยนมากจากการปลูกอ้อย หรือแปลงที่มีดินมีลักษณะเป็นก้อนโดยเฉพาะในพื้นที่มีเนื้อดินเหนียวสูง

2.3 การดูแลรักษา เป็นการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวด้วยอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถเดินตามจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะดำเนินการที่ต้นมันอายุ 1-1.5 เดือน ด้วยการไถข้างร่องใกล้ท้องร่องให้พลิกมากลบวัชพืชไว้ที่กลางร่อง จากนั้นใช้จอบกำจัดวัชพืชระหว่างต้นด้วยแรงงานคน หรือไม่ทำการกำจัดวัชพืชเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงและประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และหลังจากนั้นประมาณอายุมันสำปะหลัง 3 เดือนจะดำเนินการอีกครั้งด้วยการไถพลิกดินและเศษวัชพืชจากกลางท้องร่องให้พลิกดินกลบวัชพืชที่ข้างร่อง ซึ่งหากมีวัชพืชด้านข้างและค่อนข้างสูงถึงสันร่อง วัชพืชก็จะถูกกำจัด อย่างไรก็ตามในภายหลังพบว่ามีการนำแทรกเตอร์มาเปลี่ยนเป็นล้อขนาดใหญ่ใช้ยางตันและหน้ายางแคบ ราคาทั้งชุดอยู่ในช่วง 55,000-60,000 บาท ซึ่งช่วยให้ความสูงของท้องรถแทรกเตอร์สี่ล้อเพิ่มขึ้นจาก 40-45 เซนติเมตรเป็นประมาณ 80-90 เซนติเมตร สามารถนำมาต่อพ่วงอุปกรณ์กำจัดวัชพืชพร้อมอุปกรณ์ให้ปุ๋ยเข้าไปทำงานในแปลงมันสำปะหลัง แต่จำเป็นต้องใช้พื้นที่หัวงานสำหรับการเลี้ยวกลับรถที่กว้าง อีกทั้งพบว่าที่อู่ท้องถิ่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการนำรถแทรกเตอร์ขนาด 36-45 แรงม้า มาดัดแปลงให้เป็นรถแทรกเตอร์ยกสูงที่มีความสูงประท้องแทรกเตอร์ประมาณ 100-120 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการรับจ้างดัดแปลงประมาณ 250,000-300,000 บาท อย่างไรก็ตามพบว่าอุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อการกำจัดวัชพืชสำหรับรถแทรกเตอร์สี่ล้อและกับรถไถเดินตามมีหลักการและวิธีปฏิบัติทำนองเดียวกันคือไม่สามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่องและระหว่างต้นมันสำปะหลังได้ ดังนั้นทั้งแทรกเตอร์ต้นกำลังและอุปกรณ์วัชพืชควรได้รับการวิจัยพัฒนาเพื่อให้สามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่อง และระหว่างต้นได้ ทั้งได้พบว่า ระยะระหว่างแถวทั่วไปค่อนข้างแคบการใช้ทั้งแทรกเตอร์และรถไถเดินเป็นต้นกำลังเพื่อเข้าทำงานในแปลงทำได้ลำบาก ซึ่งแนวทางน่าสนใจแนวทางหนึ่งอาจจำเป็นต้องมีการปรับระยะระหว่างแถวให้กว้างแล้วร่นระยะระหว่างต้นให้แคบลงเพื่อให้มีจำนวนต้นต่อไร่เท่าเดิมเพื่อให้เครื่องจักรสามาถเข้าไปทำงานได้สะดวก

2.4 การเก็บเกี่ยว เกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 10-12 เดือน วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 6 กิจกรรม คือ 1) การตัดต้นมันสำปะหลัง 2) การถอนหรือขุดเหง้ามันสำปะหลังจากใต้ดินให้ขึ้นมาอยู่บนดิน 3) การเก็บรวมกอง 4) การตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า 5) การลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก และ 6) การบรรทุกหัวมันสำปะหลังไปจำหน่ายยังแหล่งรับซื้อซึ่งมีทั้งเป็นแหล่งซื้อรวบรวม และแหล่งรับซื้อเพื่อการแปรรูปเป็นมันเส้น หรือโรงงานทำแป้งมันสำปะหลัง

3. การทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ในแต่ละภูมิภาค

3.1 เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง สามารถตัดท่อนพันธุ์ที่มีการเรียงโคนและปลายได้ดี แต่ทำงานได้ช้าเมื่อเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ที่ใช้เครื่องมือช่างมาประยุกต์ เช่น เลื่อยวงเดือนตัดเหล็ก เครื่องตัดหญ้าสะพายหลังที่ใช้ใบแบบเลื่อยวงเดือน และเครื่องเลื่อยยนต์ เป็นต้น

3.2 เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม ในแต่ละภูมิภาคได้มีการทดสอบการใช้งาน ประสบปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาทำนองเดียวกัน ปัญหาที่พบมี 2 ประเด็นหลัก คือ 1) ประเด็นเกี่ยวกับแปลงปลูกมันสำปะหลัง คือระยะระหว่างแถวแคบเกินไปไม่สามารถนำรถไถเดินตามเข้าไปทำงานในระหว่างแถวได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร

แม้ต้นแบบเครื่องจักรกำจัดวัชพืชแบบพร้อมใส่ปุ๋ยจะได้มีการออกแบบดัดแปลงให้ความกว้างของล้อแคบกว่าปกติแล้วก็ตาม ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พบว่าเป็นผลมาจากการยกร่อง หรือการใช้เครื่องปลูกมันสำปะหลังต่อพ่วงแทรกเตอร์ขนาดกลาง 47-50 แรงม้า ซึ่งความกว้างฐานล้อและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติจะได้ระยะระหว่างแถวเฉลี่ย 110 เซ็นติเมตร แต่หากใช้แทรกเตอร์ขนาดใหญ่จะมีความกว่าฐานล้อมากกว่านี้ และเครื่องต้นแบบจะสามารถเข้าทำงานได้ ที่ผ่านมาเกษตรกรมีการจัดการวัชพืชด้วยการใช้ยาคุมหญ้าควบคุมวัชพืชก่อนงอก และภายหลังหากมีวัชพืชจะใช้แรงงานคนหรือยาฆ่าหญ้า หรือปล่อยทิ้งเพราะขาดแคลนแรงงานและมีค่าใช้จ่ายสูง 2) ประเด็นเกี่ยวกับต้นแบบเครื่องกำจัดวัชพืช มีประเด็นย่อยคือ 2.1) ไม่ได้ออกแบบให้สามารถทำการติดตั้งได้กับรถไถเดิมตามในยี่ห้อ และรุ่นอื่นๆ ที่หลากหลายทำให้เป็นข้อจำกัดในการจัดหาแปลง รถไถเดินตาม รวมถึงต้องใช้เวลาในการดัดแปลงแก้ไขให้เหมาะสมกับรถไถเดินตามที่นิยมใช้ในภูมิภาคนั้นๆ 2.2) ปัญหาขาดแคลนแรงงาน เพราะแม้ว่าต้นแบบเครื่องกำจัดวัชพืช จะสามารถเข้าทำงานได้ แต่เกษตรกรผู้ควบคุมต้องเดินตาม ความเหนื่อยล้าและอายุของเกษตรกรจึงเป็นอีกเงื่อนไขในการยอมรับนำไปใช้งาน 2.3) ส่วนของตัวอุปกรณ์กำจัดวัชพืช ถูกออกแบบสำหรับรถไถเดินตามในบางยี่ห้อ และรุ่น เมื่อนำไปใช้กับยี่ห้อและรุ่นที่แตกต่างออกไปจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาดัดแปลงเพิ่มเติมระหว่างการดำเนินโครงการ

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการพัฒนารถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลังและมีการเผยแพร่ไปแล้วในบางพื้นที่ คณะผู้วิจัยให้รับมอบหมายให้นำมาทดสอบการใช้งานเพิ่มเติมนอกเหนือจากวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่ายังมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนี้ 1) กำลังในการขับเคลื่อนไม่เพียงพอ 2) โครงสร้างของเครื่องเป็นแบบโครงแข็ง ควรมีการออกแบบโครงสร้างให้สามารถให้ตัวให้ตามระดับของพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป หรืออาจออกแบบให้ทั้งสี่ล้อสามารถให้ตัวได้เป็นอิสระ 3) การเลือกใช้ชนิดล้อขับเคลื่อน ควรเป็นล้อที่ช่วยลดการลื่นไถล หรือเป็นแบบตีนตะขาบ 4) ในส่วนของอุปกรณ์กำจัดวัชพืชยังเป็นแบบที่นิยมใช้กับพืชไร่ทั่วไป ซึ่งสามารถกำจัดวัชพืชได้เฉพาะในร่อง ไม่สามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่องและระหว่างต้นได้ 5) ต้นแบบรถยกสูง ควรได้รับการพัฒนาต่อยอดอีกมากเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ก่อนที่จะเผยแพร่ในวงกว้าง

3.3 เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู มีผู้ประกอบการนำไปผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ในช่วงระยะเวลาและจำนวนหนึ่งแล้ว จากการทดสอบในแต่ละภูมิภาคจึงไม่มีปัญหามากนัก การทดสอบที่ จังหวัดลำปาง เปรียบเทียบกับผานขุดของเกษตรกร มีความเสียหายของผลผลิต 5.33 และ 12.51 เปอร์เซ็นต์ และมีการสูญเสียผลผลิต 4.67 และ13.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดลงอย่างมากถึง 57.6 และ 6.5.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3.4 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นเครื่องเก็บเกี่ยวที่เอาผลงานวิจัยเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบติดตั้งเข้ากับหน้ารถแทรกเตอร์ และเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลังที่ต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ผนวกเข้าด้วยกัน ที่จะช่วยแก้ปัญหาคอขวดในระบบเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เพราะสามารถดำเนินการได้เกือบทุกกิจกรรมในระบบการเก็บเกี่ยวเว้นกิจกรรมการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

3.5 เครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ได้มีการปรับรุงแก้ไขเพิ่มเติมจากต้นแบบงานวิจัยหลังจากได้แจกจ่ายไปทดสอบ สาธิต และใช้งานในภูมิภาคอื่นๆ ไม่พบว่ามีปัญหาในการทำงาน

3. การเผยแพร่ร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

ได้เผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลัง ทั้งรูปแบบการบรรยาย การนำเครื่องต้นแบบของโครงการนี้ไปทดสอบร่วมกับเกษตรกร และสาธิตร่วมกับการเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆ กับหน่วยงานในอื่นในพื้นที่ทั้งในและนอกกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และภาคเอกชน โดยเฉพาะการจัดงาน field day ของทุกๆ ปี เช่น งาน field day ของกรมส่งเสริมการเกษตรอาทิ สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร สำนักงานเกษตรจังหวัดอุทัยธานี สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา สำนักงานเกษตรจังหวัดนครศรีสะเกษ ของผู้ประกอบการแปรรูปมันสำปะหลัง อำเภอวังเหนือร่วมกับ สวทช. และศวพ.ลำปาง ของกลุ่มคลัสเตอร์มันโคราช (Kotac) ของศวพ.ชัยภูมิ ศวพ.กาฬสินธุ์ บริษัท อุบลไบโอเอทานอล จำกัด สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรอำนาจเจริญ และอีกหลายแห่ง ซึ่งแต่ละแห่งได้รับความสนใจจากผู้เข้าร่วมงาน และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี ได้เครือข่ายการทำงานจากผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง ข้อเสนอแนะ ปัญหา เพื่อมาพัฒนาต่อยอดสำหรับการการนำไปเผยแพร่ และสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยต่อไป

4. การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

เพื่อเป็นการประเมินศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการผลิตมันสำปะหลัง ได้ดำเนินการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย และจุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาลงทุนเพื่อการถือครองแก่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร และการลงทุนเพื่อการรับจ้าง โดยในด้านวิศวกรรมเกษตรใช้หลักการวิเคราะทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่นิยมและเป็นที่ยอมรับในสากลและประเทศไทย คือ หลักการของ Hunt (1998) **กรณีเครื่องปลูกมันสำปะหลัง** ทีมีราคาจำหน่าย 70,000 บาท อายุใช้งาน 5 ปี เมื่อพิจารณาเทียบกับการจ้างเหมาปลูกโดยใช้แรงงานคนจะมีจุดคุ้มทุนที่ 400 ไร่ หรือจะต้องมีการใช้เครื่องปลูกนี้ทำงานอย่างน้อย 80 ไร่ต่อปี ในระยะเวลา 5 ปี และจะไม่คุ้มทุนหากเครื่องปลูกไม่มีประสิทธิภาพในการปักท่อนพันธุ์ที่สูงพอแล้วจำเป็นต้องมีการไถแปร 2 ครั้ง จะไม่คุ้มต่อการลงทุน**กรณีเครื่องจักรในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง** หากมีพื้นที่การเก็บเกี่ยวน้อยกว่า 21 ไร่ต่อปี ควรใช้เพียงเครื่องขุดมันสำปะหลังธรรมดาร่วมกับการใช้แรงงานคนหรือในระบบการเก็บเกี่ยวในปัจจุบัน และหากมีพื้นที่เก็บเกี่ยวต่อปีที่ 110 ไร่ เครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง หรือเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ (ยังไม่เสร็จสมบูรณ์และพร้อมต่อการผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์) ร่วมกับการใช้เครื่องลำเลียงมันสำปะหลังจะคุ้มทุนมากที่สุด เพราะมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระบบปัจจุบัน และจะคุ้มทุนมากกว่าการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังธรรมดาร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหากมีพื้นที่ในการเก็บเกี่ยวในแต่ละปีมากกว่า 140 ไร่ (พิจารณาที่อายุการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแต่ละเครื่องที่ 5 ปี)

4. โครงการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

กลุ่มชุดดินที่ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กลุ่มชุดดินที่ 40 แบ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนแตกต่างกันได้ 4 ภูมินิเวศน์ดังนี้ปริมาณฝน 1,100 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ยโสธร ตามลำดับ ส่วนร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี ปริมาณ 1,600 มิลลิเมตรต่อปี ลักษณะดินเป็นดินร่วนหยาบลึกมีทรายปน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดแคลนน้ำ ดินง่ายต่อการถูกชะล้าง ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดหรือเป็นกลาง ระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ กลุ่มชุดดินที่ 41 แบ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนแตกต่างกันได้ 2 ภูมินิเวศน์ดังนี้ปริมาณฝน 800 และ 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและสุรินทร์ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะดินเป็นดินทรายหนาปานกลาง ที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือตะกอนเนื้อหยาบ ทับอยู่บนชั้นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง การระบายน้ำดี อยู่บนชั้นดินที่มีการระบายน้ำดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำและ กลุ่มชุดดินที่ 46 ปริมาณฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ ลักษณะดินเป็นกลุ่มดินตื้นถึงก้อนกรวด หรือเศษหินปนลูกรังหนามาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) จากการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพบว่าในกลุ่มชุดดินที่ 40 มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.52-5.94 ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการปูน ตั้งแต่ 10-510 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าอินทรียวัตถุมีค่า 0.19-1.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างอินทรียวัตถุต่ำถึงปานกลาง ค่าฟอสฟอรัสมีค่า 3.26-112.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ค่าโพแทสเซียมมีค่าอยู่ระหว่าง 17.65-101.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำถึงสูง แต่มีเพียง 1 แปลงที่อยู่ในระดับสูงมีเพียงร้อยละ 3 กลุ่มชุดดินที่ 41 มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.37-7.91 ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการปูน ตั้งแต่ 0-720 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าอินทรียวัตถุมีค่า 0.08-0.92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างอินทรียวัตถุต่ำถึงปานกลาง ค่าฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำถึงสูง แต่มีเพียง 1 แปลง คิดเป็นร้อยละ 73 อยู่ในระดับสูง ค่าโพแทสเซียมมีค่า 14.6-127.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำถึงสูง กลุ่มชุดดินที่ 46 มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.71-6.56 ค่าอินทรียวัตถุมีค่า 0.87-1.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง ค่าฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำถึงสูง แต่ร้อยละ 73 อยู่ในระดับปานกลาง ค่าโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง จากค่าวิเคราะห์ดินจึงนำมาปรับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแก่เกษตรกรแต่ละแปลง และได้ตำรับปุ๋ยในเกษตรกรแต่ละราย เช่น 16-4-8 16-8-16 16-4-8 และ 16-2-8 เป็นต้น ปริมาณฝนในแต่ละภูมินิเวศน์มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณฝนในปีทดสอบ ยกเว้นที่ร้อยเอ็ดปริมาณฝนต่ำกว่า 258.5-315.6 มิลลิเมตรต่อปี และในปี 2564 ปริมาณฝนใน 6 ภูมินิเวศน์ มีค่าสูงกว่าปริมาณฝนสะสมและมีฝนตกช่วงเดือน กุมภาพันธ์และมีนาคม สูงกว่าปี 2563 ยกเว้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด ส่งผลให้ผลผลิตปี 2564 มีค่าสูงกว่าแม้จะมีอายุเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่า

ผลการทดสอบปี ที่ 1(ปี 2563) พบว่ากรรมวิธีที่ 1 (วิธีทดสอบ 1 การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (วิธีทดสอบ 2 การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75%) และวิธีเกษตรกร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างในแต่ละภูมินิเวศน์ โดยพบว่าในสภาพภูมินิเวศน์กลุ่มชุดดินที่ 40 และ 41 ปริมาณฝน 1,400 มิลลิเมตร ในพื้นที่จังหวัดยโสธรและสุรินทร์ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% ให้ผลผลิตสูงสุด พบว่าทุกสภาพภูมินิเวศน์ที่ใช้ปุ๋ยเคมีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (6 สภาพภูมินิเวศน์ยกเว้นอุบลราชธานี) เป็นไปได้ว่าหลังการใส่ปุ๋ยชีวภาพปริมาณประชากรแบคทีเรียจะลดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ (กัลยากร และคณะ, 2561) และ สุวลักษณ์ (2555) การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวสดมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ แต่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่าในกรรมวิธีที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 26.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 และวิธีเกษตรกร มีค่า 26.33 และ 25.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัย สุวลักษณ์ (2555) ศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ทางด้านเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งมีความ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ แต่ทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้น ต้นทุน รายได้ และรายได้สุทธิ มีความแตกต่างทางสถิติในกรรมวิธีที่ 1 กับวิธีเกษตรกร โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่าสูงสุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และวิธีเกษตรกร อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) พบว่าในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่า BCR สูงที่สุดเท่ากับ 2.29 รองลงมาคือ และกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีเกษตรกรตามลำดับ

ผลการทดสอบในปีที่ 2 (ปี 2564) ได้มีการทดสอบซ้ำใน 3 ภูมินิเวศน์ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณฝน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดร้อยเอ็ด กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณฝน 1,100 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดมหาสารคาม และ มี 4 ภูมินิเวศน์ เลือกกรรมวิธีที่ให้ผลการทดสอบในปี 2563 ดีที่สุดเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร (กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณฝน 1,400 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดยโสธร กลุ่มชุดดินที่ 41 ปริมาณฝน 1,400 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มชุดดินที่ 41 ปริมาณฝน 800 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มชุดดินที่ 46 ปริมาณฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดบุรีรัมย์) จากผลการทดสอบพบว่าในกรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือกรรรมวิธีที่ 1 และวิธีเกษตรกร (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาตามสภาพภูมินิเวศน์พบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีเพียง 2 ภูมินิเวศน์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือในกลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณฝน 1,600 และ 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีและยโสธร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ภูมินิเวศน์มีปริมาณฝนในปีที่ 2 สูงกว่าทุกภูมินิเวศน์ รวมทั้งในพื้นที่จังหวัดยโสธรยังมีการให้น้ำเพิ่มจึงมีผลให้การทำงานของปุ๋ยชีวภาพดีกว่าทุกภูมินิเวศน์สอดคล้องกับ Noshin and Asghari (2010) ได้กล่าวว่า ปัจจัยด้านความชื้นในดินที่เหมาะสมมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพ ในดินที่มีความชื้นต่ำจะส่งผลต่อกิจกรรมและการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillum* ในปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ซึ่งทั้ง 2 ภูมินิเวศน์มีการทดสอบที่ต่างจากที่อื่น เนื่องจากพื้นที่อุบลราชธานีมีการผลิตมันสำปะหลังแบบอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าที่อื่น ส่วนพื้นที่จังหวัดยโสธรมีการให้น้ำเพิ่ม จึงทำให้ผลผลิตสูงกว่าทุกพื้นที่และทำให้ค่าเฉลี่ยในภาพรวมของกรรมวิธีที่ 2 สูงสุด แต่ในอีก 5 ภูมินิเวศน์พบว่ากรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงที่สุด ทั้งนี้ผลผลิตของกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยผลผลิตของวิธีเกษตรกร ส่วนเปอร์เซ็นต์แป้งมีค่า 25-26 เปอร์เซ็นต์และทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อพิจารณาในแต่ละภูมินิเวศน์ในปีที่ 2 (ปี 2564) ภูมินิเวศน์กลุ่มชุดดิน 40 ปริมาณฝน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในจังหวัดอุบลราชธานีทั้ง 3 กรรมวิธีพบว่าผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งในกรรมวิธีที่ 2 ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 และวิธีเกษตรกร แต่ในภูมินิเวศน์กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณฝน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด พบว่ากรรมวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 และวิธีเกษตรกร ภูมินิเวศน์กลุ่มชุดดินที่ 40 ปริมาณฝน 1,100 มิลลิเมตรต่อปี ในจังหวัดมหาสารคามพบว่ากรรมวิธีที่ทดสอบด้านผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งเป็นไปในทิศทางเดียวกับพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกรรมวิธีที่ 1 กับวิธีเกษตรกร ส่วนในภูมินิเวศน์ 40 ปริมาณฝน 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ในจังหวัดยโสธร เลือกดำเนินการทดสอบในกรรมวิธีที่ 2 เทียบกับวิธีเกษตรกร เกษตรกรมีการให้น้ำเพิ่มทำให้กรรมวิธีที่ 2 ผลผลิตสูงถึง 8,180 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีเกษตรกรผลผลิต 6,530 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนภูมินิเวศน์กลุ่มชุดดินที่ 41 ปริมาณฝน 1,400 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดสุรินทร์ เกษตรกรเลือกกรรมวิธี

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 ทดสอบเปรียบเทียบกัน พบว่าผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งกรรมวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 ส่วนภูมินิเวศน์กลุ่มชุดดินที่ 41 ปริมาณฝน 800 มม. จังหวัดนครราชสีมา และกลุ่มชุดดินที่ 46 ปริมาณฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดบุรีรัมย์ เลือกทดสอบกรรมวิธีที่ 1 เทียบกับวิธีเกษตรกร พบว่าปริมาณผลผลิตในกรรมวิธีที่ 1 สูงกว่าวิธีเกษตรกรทั้ง 2 ภูมินิเวศน์ สอดคล้องกับงานวิจัย สุวลักษณ์ (2555) การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวสดมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ แต่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์แป้งสอดคล้องกับผลผลิตหัวสดเช่นกัน

รายได้ ต้นทุน รายได้สุทธิ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) ในปีที่ 2 เมื่อพิจารณาภาพรวมทั้ง 7 สภาพภูมินิเวศน์ พบว่าต้นทุนการผลิตในกรรมวิธีที่ 1 สูงที่สุด รองลงมาคือวิธีเกษตรกร และกรรมวิธีที่ 2 และพบว่าต้นทุนการผลิตในกรรมวิธีที่ 1 มีความแตกต่างกับวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และแตกต่างจากวิธีทดสอบ 2 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ด้านรายได้ในกรรมวิธีที่ 2 สูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 และวิธีเกษตรกร ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีรายได้แตกต่างจากวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ด้านรายได้สุทธิ กรรมวิธีที่ 2 สูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 และวิธีเกษตรกร ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ปี (ปี2563-2564) ในด้านค่าเฉลี่ยผลผลิต รายได้สุทธิ และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) กรรมวิธีที่ 2 มีค่าสูงที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยด้านเปอร์เซ็นต์แป้ง รายได้ ต้นทุน กรรมวิธีที่ 1 มีค่าสูงสุด การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ 18.89 และ 15.78 ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% สามารถลดต้นทุนเมื่อเทียบกับวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ร้อยละ 12.57 ส่วนรายได้สุทธิ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% และการใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สูงกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 31.48 และ 24.81 ตามลำดับ (ตารางที่11) สอดคล้องกับภัสชญภณ (2557) พบว่าในดินทรายปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารร้อยละ 20 และยังช่วยเพิ่มผลผลิตขึ้นร้อยละ 5 และสอดคล้องกับอนุสรณ์และคณะ (2558) กล่าวว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ไม่มีผลทำให้ผลผลิตหัวมันสด และผลผลิตแป้งแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ แต่ทำให้ ผลผลิตหัวมันสด และผลผลิตแป้งเพิ่มขึ้น 5.84 และ 4.18% ตามลำดับ แต่การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ พบว่าช่วยลดการใช้ไนโตรเจนลงได้ 20% ของอัตราแนะนำค่าวิเคราะห์ดิน และยังทำให้หัวมันสดเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกันสูงสุด 8.98%

ส่วนการใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นวิธีที่มีต้นทุนสูงที่สุด และให้ผลผลิต รายได้ รายได้สุทธิสูงสุด แต่มีค่า BCR ต่ำที่สุดเนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มากกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นมูลค่าสูงกว่าร้อยละ 67 แต่กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ทั้ง 2 วิธีให้ผลผลิตสูงกว่าไม่ใส่ดังวิธีเกษตรกร สอดคล้องกับ Hungria et al. (2010) ที่กล่าวว่า การใส่เชื้อ *Azospirillum brasilense* ก่อนการปลูกข้าวโพดสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ 24-30 % เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ ใส่เชื้อ

ด้านการยอมรับเทคโนโลยี พบว่าเทคโนโลยีที่เกษตรกรยอมรับมากที่สุดคือการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ในระดับมากร้อยละ 90.71 รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ในระดับมากร้อยละ 84.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

แผนงานวิจัยย่อยการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่จำนวน 4 โครงการ สามารถดำเนินการตามเป้าหมายได้เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ ต้นแบบเครื่องจักรกลทางการเกษตรในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน ลดการใช้แรงงาน และลดการสูญเสียผลผลิต และการสร้างชุมชนต้นแบบการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี มุกดาหารและกาฬสินธุ์ ปัญหาผลผลิตมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำเนื่องจากเกษตรกรยังมีการใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้อง นำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี หรือการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีและปุ๋ยอินทรีย์ ทดสอบร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ สามารถยกระดับผลผลิตได้ร้อยละ 22 ได้พัฒนาเครือข่ายและขยายผลเทคโนโลยีโดยการถ่ายทอดเทคโนโลยี ฝึกอบรม สาธิต บรรยายให้ความรู้ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินด้วยหลักการใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ(ถูกชนิด อัตรา เวลา วิธี) พร้อมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในด้านอื่นๆ ภายใต้โครงการฯ จำนวน 650 รายและหน่วยงานของรัฐในโครงการต่างๆ รวมทั้งสิ้น 945 ราย เกิดการสร้างกลุ่มหรือชุมชนต้นแบบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยการผสมใช้เอง จำนวน 5 ชุมชน พื้นที่ตำบลนางาม อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ตำบลห้วยยายจิ๋ว อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ ตำบลเมืองเพีย อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ตำบลนาสะเม็ง อำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร และตำบลเขาพระนอน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์

ภาคตะวันออกพื้นที่ จังหวัดระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้วและจันทบุรี พบปัญหาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังไม่เหมาะสม ผลผลิตต่ำ ต้นทุนสูง นำเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ไปทดสอบและขยายผล พื้นที่จังหวัดระยอง ฉะเชิงเทรา สระแก้วและจันทบุรี รวม 70 ราย พื้นที่ 160 ไร่ พบว่าผลผลิตวิธีแนะนำสูงกว่าวิธีเกษตรกรในทุกจังหวัด ร้อยละ 5-11 รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นร้อยละ 18-55 และมีค่า BCR สูงกว่าวิธีเกษตรกร เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีระดับมาก (=3.62-4.15) เทคโนโลยีการเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปราจีนบุรี ระยองและฉะเชิงเทรา พบว่าวิธีทดสอบและเกษตรกรผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพได้ขนาดตรงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5704-2661 เกษตรกรมีความพึงพอใจและยอมรับเทคโนโลยีในระดับมาก (=3.99) 2.3) และเทคโนโลยีการไถระเบิดดินดาน พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ระยอง สระแก้วและฉะเชิงเทรา พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 35.62,18.42, 18.84 และ 14.48 ตามลำดับ

จากการดำเนินการในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ในการสำรวจรวบรวมข้อมูลการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร การทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรต้นแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ เศรษฐกิจและสังคม ที่เป็นการดำเนินการร่วมกันกับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรจากหน่วยงานในระดับพื้นที่ พบว่าการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังเป็นไปในทำนองเดียวกัน ต่างกันเพียงค่าใช้จ่าย และอัตราค่าจ้างดำเนินการ และเครื่องจักรบางรายการยังไม่ถูกนำไปใช้งานอันเนื่องมาจากปัจจัยเกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคม เช่นเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ยังไม่แพร่หลายในภาคเหนือและภาคตะวันออก เครื่องจักรในการกำจัดวัชพืช และเครื่องจักรสำหรับบางกิจกรรมยังมีไม่

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

เหมาะสมและเพียงพอ ผลการทดสอบต้นแบบจักรกลเกษตรที่เป็นผลงานวิจัยจำนวน 6 รายการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุ์ เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยเครื่องกำจัดวัชพืชฯ และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ ส่วนเครื่องจักรต้นแบบอื่นๆพร้อมต่อการใช้งานและเผยแพร่ให้มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพร่วมกับเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร พร้อมนี้ได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา และยโสธร นำเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ พบว่าเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตและมีรายได้สุทธิสูงสุด การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% และร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ 18.89 และ 15.78 ตามลำดับ รายได้สุทธิ สูงกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 31.48 และ 24.81 ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% สามารถลดต้นทุนเมื่อเทียบกับวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ร้อยละ 12.57 เกษตรกรสามารถลดต้นทุนด้วยการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75 % ในพื้นที่สภาพภูมินิเวศน์ทั้ง 7 ได้ โดยเฉพาะที่ปริมาณฝน 1,400-1,600 จะให้ผลผลิตสูง เกษตรกรมีความพึงพอใจในการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีมากที่สุด และในการทดสอบของโครงการเกิดเกษตรกรต้นแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง 14 ราย ในพื้นที่ทั้ง 7 ภูมินิเวศน์ ซึ่งจะเป็นแหล่งขยายผลเทคโนโลยีสู่เกษตรกรรายอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

-ปัจจุบันการวิเคราะห์ตัวอย่างดินสามารถวิเคราะห์อย่างละเอียดได้ที่ห้องปฏิบัติการหรือวิเคราะห์อย่างง่ายโดยใช้ DOA Soil Test Kit แล้วนำผลวิเคราะห์มาคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการของมันสำปะหลัง แนะนำให้มีการผสมปุ๋ยใช้เอง โดยใช้แม่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักในปริมาณสูง เช่น ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) โดยไม่จำเป็นต้องใส่สารตัวเติม หรือฟิลเลอร์ (filler) ช่วยให้ประหยัดค่าปุ๋ยเคมีเมื่อเทียบกับปุ๋ยสูตรสำเร็จทางการค้า ได้ปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการและลดความเสี่ยงจากการใช้ปุ๋ยปลอม เนื่องจากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจะทำให้เกษตรกรได้ข้อมูลการใส่ปุ๋ยในเบื้องต้นเฉพาะแปลงแล้วเกษตรกรสามารถนำไปปรับใช้สูตรให้เหมาะสมกับ พันธุ์ สภาพพื้นที่ สภาพแวดล้อม หรืออายุเก็บเกี่ยวได้เฉพาะพื้นที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยจะเพิ่มประสิทธิภาพได้จะต้องมีการจัดการดินที่ดีโดยมีการไถเตรียมดินให้ลึกและร่วนซุย การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ การเลือกใช้ท่อนพันธุ์ดีที่มีความแข็งแรงสมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลงศัตรูมันสำปะหลัง ก่อนปลูกควรมีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยไทอะมีโทแซมอัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และการป้องกันกำจัดวัชพืชแบบผสมผสานทันต่อช่วงเวลา

ศรีวิชาการเกษตร

- ควรมีการการประยุกต์ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับเครื่องจักรกลทางการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยให้มีความแม่นยำมากขึ้น

- รูปแบบในการพัฒนาเครือข่าย การถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ต่างๆ จะต้องมีระบบ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารในพื้นที่หลากหลายช่องทางมากขึ้น เพื่อปรับตัวให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน

2. โครงการทดสอบและขยายผลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก

กิจกรรมที่ 1 การทดสอบและขยายผลการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก

- ควรพิจารณาผลวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน ร่วมกับปริมาณอินทรียวัตถุ เพื่อคำแนะนำการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงการเตรียมดินก่อนปลูก กรณีปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมทุกปีมีความจำเป็นต้องปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดิน

- การปฏิบัติตามเทคโนโลยีการปรับปรุงดินและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังได้ โดยต้นทุนการผลิตอาจไม่ได้ลดลง หากต้องมีการปรับสภาพดินตามค่าวิเคราะห์ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่เมื่อคิดรายได้สุทธิจะพบมีค่าเพิ่มขึ้นจากวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร จึงส่งผลให้คุ้มค่าต่อการลงทุนมากกว่า เห็นควรขยายผลเทคโนโลยีการปรับสภาพดินและการใส่ปุ๋ยค่าวิเคราะห์ดินสู่เกษตรกรรายอื่นในพื้นที่ภาคตะวันออกต่อไป

- กรณีเกษตรกรไม่สามารถจัดซื้อแม่ปุ๋ย 18-46-0 ได้สะดวกในพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มักนิยมใช้ปุ๋ยสูตรเสมอ 16-16-16 ในการผลิตมันสำปะหลัง จึงปรับคำแนะนำโดยการคำนวณคำแนะนำจากปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นการใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 (50 กิโลกรัมต่อไร่) ใส่ร่วมแม่ปุ๋ย 46-0-0 (15 กิโลกรัมต่อไร่) และ 0-0-60 (17 กิโลกรัมต่อไร่) เผยแพร่เป็นทางเลือกให้เกษตรกร

กิจกรรมที่ 2 การเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ

- แนวทางจัดการเพลี้ยแป้งที่ติดมากับท่อนพันธุ์หลังปลูก เกษตรกรรับทราบแนวทางแก้ปัญหาด้วยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ มีการปฏิบัติตามเทคโนโลยีหากมีแรงงานเพียงพอ ในกรณีแรงงานไม่เพียงพอ เกษตรกรจะปรับเป็นการฉีดพ่นท่อนพันธุ์หลังปลูก จึงควรมีงานวิจัยรองรับในแนวทางดังกล่าว

- แนวทางการจัดการเพลี้ยแป้งและไรแดงหลังปลูก 1-3 เดือน สามารถป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีการสำรวจพบศัตรูพืชเพียงเล็กน้อย และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดได้ทันการณ์ ดังนั้น การสำรวจศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปฏิบัติ

- แนวทางการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคที่ติดมากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ทั้งโรคพุ่มแจ้และโรคใบด่างมันสำปะหลัง การป้องกันการแพร่ระบาดอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องผ่านการคัดเลือกท่อนพันธุ์คุณภาพตั้งแต่ในแปลงผลิตท่อนพันธุ์ ซึ่งสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคดังกล่าวยังมีแนวโน้มแพร่กระจายอย่างต่อเนื่อง จึงควรประชาสัมพันธ์เกษตรกรผลิตท่อนพันธุ์ใช้เองหรือรวมกลุ่มการผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพในพื้นที่ เพื่อความมั่นใจในคุณภาพท่อนพันธุ์ ทราบประวัติแหล่งท่อนพันธุ์ และช่วยลดการแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่ติดมากับท่อนพันธุ์ได้

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบและขยายผลการไถระเบิดดินดานในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังภาคตะวันออก

ได้คำแนะนำสำหรับการไถระเบิดดินดานในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

1) คัดเลือกพื้นที่เป็นดินดานก่อนใช้ไถระเบิดดินดาน โดยพิจารณาจาก มันสำปะหลังมีเจริญเติบโตไม่ปกติ มีน้ำท่วมขังพื้นที่ปลูกเป็นประจำ ดินระบายน้ำไม่ดี พบโรคหัวเน่าเป็นประจำ

- ข้อสังเกต อาจพบดินดานเฉพาะจุด โดยเฉพาะบริเวณหัวแปลง-ท้ายแปลง ซึ่งเป็นบริเวณที่กลับรถและดินถูกอัดบดเป็นประจำ

2) ควรไถระเบิดดินดานเมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ และระดับความลึกการไถระเบิดดินดานอยู่ระหว่าง 30-50 เซนติเมตร

3) ประสบการณ์และความชำนาญของผู้ไถระเบิดดินดาน มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและความสามารถในการทำงานของไถระเบิดดินดาน

4) ควรไถระเบิดดินดานทุก 3-5 ปี แบบตารางหมากรุก ร่วมกับการใส่วัสดุอินทรีย์เพื่อช่วยปรับปรุงดินและลดการไถพรวนขณะที่ดินมีความชื้นสูง

5) การใช้งานไถระเบิดดินดานแบบรวมกลุ่มการใช้เครื่องจักรกลเกษตรจะช่วยให้เกษตรกรที่ไม่ได้ถือครองรถแทรกเตอร์ สามารถดำเนินการปรับโครงสร้างดินได้ ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มศักยภาพในการผลิตมันสำปะหลังได้

3.โครงการทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาคกรณีมีเครื่องจักรกลเกษตรใช้งานอยู่แล้ว

1) ส่งเสริมให้มีการใช้ การดูแลรักษา และซ่อมบำรุงที่มีอยู่แล้วอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบจากการเลือกใช้และใช้ไม่ถูกต้องซึ่งจะส่งผลต่อแปลงปลูก ค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง โดยรูปแบบการร่วมดำเนินการของผู้มีส่วนได้เสียทำนองเดียวกับโครงการนี้แล้วขยายผลให้เกิดเป็นวงกว้างมากขึ้น

2) การสร้างเครือข่ายการบริหารจัดการเครื่องจักรกลเกษตรทำนองเดียวกับรูปแบบของ Machinery Ring, MR ที่ประสบผลสำเร็จแล้วในหลายประเทศเฉพาะเยอรมัน อังกฤษ และอีกหลายประเทศในยุโรป เพื่อเป็นการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่มีอยู่แล้วให้คุ้มค่า เป็นลดค่าใช้จ่าย และมีโอกาสลงทุนเครื่องจักรใหม่ๆ เกษตรกรมีโอกาสได้ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกขั้นตอนการผลิต และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงขนาด และราคาของเครื่องจักรกลเกษตรในอนาคตที่จะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความซับซ้อนและราคาที่แพงขึ้น และสิ่งที่จะตามมาคือมีราคาสูง ต้องการแรงงานมีทักษะในการใช้ ดูแลรักษาและซ่อมแซม

3) ปรับประบบการปลูกพืชให้เข้ากับขนาดกับเครื่องจักรโดยเฉพาะตั้งแต่ขั้นตอนการปลูกเป็นต้นไป เพราะการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรของไทยเป็นส่วนของอุปกรณ์ต่อพ่วง แต่ต้นกำลังเป็นการนำเข้าซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะปรับขนาดเครื่องจักรให้เข้ากับระบบปลูกปัจจุบัน

4) ควรมีการเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้ การใช้เครื่องจักรกลเกษตรให้ถูกวิธี และการบริการจัดการ ทั้งเพื่อสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดผลกระทบต่อสภาพพื้นที่ การสูญเสียและเสียหายของผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ

กรมวิชาการเกษตร

กรณีที่ยังขาดเครื่องจักรหรือมีแล้วแต่ยังมีศักยภาพไม่เหมาะสมจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนา

1) ขั้นตอนการปลูก ควรพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังให้มีเปอร์เซ็นต์การปักท่อนพันธุ์ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะสามารถปลูกได้โดยไม่ต้องมีการเตรียมดินมากกว่าปกติ หรือสภาพแปลงที่อาจเศษวัสดุเหลือตกค้างในแปลงปริมาณมากเช่นจากการเปลี่ยนจากอ้อยมาเป็นการปลูกมันสำปะหลัง รวมถึงการปรับระยะการปลูกให้เหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรสำหรับขั้นตอนการปลูกที่ตามมาเช่น การกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว เพื่อผลกระทบจากวัชพืช และการสูญเสียผลผลิตระหว่างการเก็บเกี่ยว

2) ขั้นตอนการดูแลรักษา โดยเฉพาะการกำจัดวัชพืช ซึ่งยังขาดต้นกำลังและอุปกรณ์กำจัดวัชพืชที่เหมาะสม โดยในส่วนของต้นกำลังอาจพัฒนาต้นกำลังให้เหมาะกับแปลง (เอาแทรกเตอร์มาดัดแปลง หรือพัฒนาใหม่ให้เป็นรถยกสูง) หรือปรับระยะแถวให้กว้างขึ้นเพื่อให้เข้ากับขนาดแทรกเตอร์ต้นกำลัง แต่ในส่วนของอุปกรณ์ต่อพ่วงจำเป็นต้องได้รับการกพัฒนาทีสามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่องและระหว่างต้นได้ รวมถึงอาจเป็นหุ่นยนต์กำจัดวัชพืช

3) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว จัดเป็นขั้นตอนสำคัญที่มีสัดส่วนของต้นทุนการผลิตสูงสุด ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างรุนแรงและใกล้เข้าขั้นวิกฤตแล้วในหลายพื้นที่ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนโดยควรเป็นเครื่องจักรที่สามารถทำได้ครอบคลุมทุกกิจกรรมในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่การตัดและสับย่อยต้นจนกระทั่งลำเลียงขึ้นรถบรรทุก หรือให้ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆให้มากที่สุด ลดการใช้แรงงานและมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

4.โครงการเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

การขยายผลเทคโนโลยีจะต้องมีความร่วมมือกันระหว่างภาครัฐในพื้นที่เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยี ซึ่งจะส่งผลต่อผลกระทบทางเศรษฐกิจในภาพรวมจะต้องมีการบูรณาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคโนโลยีที่นำไปใช้จะต้องปรับให้ง่ายต่อการนำไปใช้ของเกษตรกร และสามารถจัดหา จัดซื้อได้ง่ายจะทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ และการที่เกษตรกรสามารถหาผลิตภัณฑ์นำไปทดสอบเองจึงเกิดผลของเทคโนโลยี และความยั่งยืนในเทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์การเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยของแผนงานวิจัยย่อย

1. การวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง โดยการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่น ทำการคัดเลือกพันธุ์ ประเมินพันธุ์ และทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 5 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 และเหมาะสำหรับอุตสาหกรรม พบว่าสายพันธุ์ CMR56-71-68 CMR57-83-69 CMR57-83-160 CMR57-83-129 และ CMR58-75-110 ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 5 ร้อยละ 36 36 28 19 และ 20 ตามลำดับ ซึ่งจะนำไปศึกษาข้อมูลประกอบการรับรองพันธุ์ต่อไป ส่วนสายพันธุ์CMR54-31-53 ให้ผลผลิตหัวสดสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในกลุ่มดินทราย ดินร่วนปนทรายและดินร่วน และต้านทานโรคราก เน่าโคนเน่า ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นพันธุ์รับรองต่อไป และจากการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังในกลุ่มดินทรายการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 32 กิโลกรัม N ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 16 กิโลกรัมK2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ในกลุ่มดินทรายปนร่วน-ดินทรายการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 4 กิโลกรัมK2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ในกลุ่มดินร่วนปนทรายการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 32 กิโลกรัมN ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 24 กิโลกรัมK2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กิโลกรัมN ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ64 กิโลกรัมK2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด

2. การวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค ได้สายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะที่ดี จำนวน 7 สายพันธุ์ เพื่อนำไปทดลองในขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์มันสำปะหลังในท้องถิ่นเพื่อประเมินการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่อไป

3. การประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลัง ได้ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐาน-สรีรวิทยา ของพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวน 500 พันธุ์ ซึ่งสามารถบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อระดับความเค็มของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 240 พันธุ์ ได้ข้อมูลปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลัง จำนวน 356 พันธุ์ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตเอทานอล และได้ข้อมูลศักยภาพในการสร้างรากสะสมอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ จำนวน 115 พันธุ์ และได้เทคนิคการชักนำให้เกิดรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ ซึ่งฐานข้อมูลและเทคนิคที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังและงานด้านเขตกรรม

4. การศึกษาและพัฒนาเทคนิค Somatic embryogenesis ได้เทคนิคการขยายพันธุ์มันสำปะหลังโดยโซมาติกเซลล์มีอัตราการขยายพันธุ์มากกว่าการขยายพันธุ์แบบธรรมดาถึง 10 เท่า และใช้ระยะเวลาการขยายพันธุ์สั้นประมาณ 3-4 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลาการขยายพันธุ์แบบธรรมดา และเป็นการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ โดยท่อนพันธุ์ที่ได้จะเป็นท่อนพันธุ์ที่สะอาดและปลอดศัตรูพืช ซึ่งเป็นหนึ่งทางเลือกที่ใช้ในการขยายพันธุ์หากเกิดปัญหาโรคและแมลงระบาด

5. การคัดเลือกไพรเมอร์ชนิด SSR ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง โดยการศึกษาในมันสำปะหลัง จำนวน 18 พันธุ์ ร่วมกับไพรเมอร์ชนิด SSR จำนวน 60 คู่ไพรเมอร์ คัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถ

กรมวิชาการเกษตร

จำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังได้ดี จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ นำไปใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังกลุ่มพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี กลุ่มพันธุ์ลูกผสม และกลุ่มพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศ จากแปลงรวบรวมพันธุ์ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 270 พันธุ์ ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ ติดฉลากด้วยสีฟลูออเรสเซนต์ และวิเคราะห์ขนาดของดีเอ็นเอ (Fragment Analysis) ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ทำให้ได้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวนทั้งสิ้น 4,320 ข้อมูล และได้จัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (cluster analysis) โดยวิธี UPMGA แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลักที่แสดงความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนทางพันธุกรรม (similarity coefficient) อยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 และค่า cophenetic correlation (r) เท่ากับ 0.70 ซึ่งถือว่าเป็นการจัดกลุ่มที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง สามารถนำไปประโยชน์ในการเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อสร้างลูกผสมให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากยิ่งขึ้น

6. การคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับใช้คัดเลือกมันสำปะหลังพันธุ์ต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ จำนวน 31 เครื่องหมาย นำมาทดสอบกับมันสำปะหลัง จำนวน 11 พันธุ์ สามารถคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถเพิ่มปริมาณยีนต้านทานโรคได้ จำนวน 6 เครื่องหมาย ได้แก่ MBBR13 MBBR5 MBBR9 MBBR17 MBBR4 และ SSrY5 นำเครื่องหมายดังกล่าวไปคัดเลือกมันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ เพื่อตรวจหาตำแหน่งยีนต้านทานโรคกับมันสำปะหลัง จำนวน 663 สายพันธุ์ ได้ทดสอบการเพิ่มปริมาณยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบท์จาก ดีเอ็นเอของมันสำปะหลังพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทย จำนวน 200 สายพันธุ์ พันธุ์ลูกผสม F1 รหัส 58 จำนวน 76 พันธุ์ มันสำปะหลังพันธุ์บริโภค จำนวน 144 พันธุ์ มันสำปะหลังพันธุ์ลูกผสม ปี 62 จำนวน 138 สายพันธุ์ พันธุ์พ่อแม่พันธุ์ จำนวน 105 พันธุ์ จากศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง รวมทั้งสิ้น 663 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังได้ 200 สายพันธุ์ ด้วยวิธี Association mapping แล้วนำไปคัดเลือกในแปลงอนุรักษ์พันธุ์มาจำนวน 100 สายพันธุ์ นำมาปลูกในกระถาง 4 นิ้ว ในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวจนมีใบจริงจำนวน 3 ใบ จึงนำไปทดสอบฟีโนไทป์ด้านการตอบสนองต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค โดยให้คะแนนความต้านทานระดับ 0-5 จากการประเมินความรุนแรงของอาการใบไหม้ และคัดเลือกมันสำปะหลังได้ 22 สายพันธุ์ ที่มีแนวโน้มให้ความต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ และควรนำไปประกอบการตัดสินใจปรับปรุงพันธุ์ร่วมกับลักษณะอื่นๆ ต่อไป

7. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 9 เครื่องหมาย ได้แก่ RME1, NS158, SSRY28, NS169, EST-R, EST-K, Ex2-78, Ex2-157 และ Ex3-128 ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังต้านทานโรคใบด่างจากเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังจากศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวนทั้งสิ้น 250 พันธุ์ ในปี 2561 – 2562 พบพันธุ์ candidate ที่แสดงแถบดีเอ็นเอและลำดับนิวคลีโอไทด์คล้ายคลึงกับพันธุ์ต้านทาน TME3 จำนวน 14 พันธุ์ ซึ่ง 2 ใน 14 พันธุ์นี้แสดงแถบดีเอ็นเอและมีลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับพันธุ์ต้านทาน TME3 ในทั้ง 9 เครื่องหมายโมเลกุล สำหรับในปี 2563 และ 2564 ดำเนินการคัดเลือกมันสำปะหลังลูกผสมและพันธุ์ต้านทานจาก IITA จำนวนทั้งสิ้น 652 สายพันธุ์/พันธุ์ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล พบมันสำปะหลัง 16 สายพันธุ์/พันธุ์ที่แสดงแถบดีเอ็นเอและมีลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับพันธุ์ต้านทาน TME3 ในทั้ง 9 เครื่องหมายโมเลกุล โดยมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ หรือลูกผสมที่คัดเลือกได้จากการใช้เครื่องหมายโมเลกุลเหล่านี้ ถึงแม้ว่าแสดงแถบดีเอ็นเอและลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์ต้านทาน TME3 การทดสอบฟีโนไทป์ลักษณะความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังกับเชื้อโรคจริงเป็นสิ่งจำเป็น

8. การคัดเลือกลักษณะต้านทานโรครากปมในมันสำปะหลังพบว่าเครื่องหมายโมเลกุลแบบ SNP ที่ได้ในการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกมันสำปะหลังที่ต้านทานโรครากปมได้ เพราะให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการคัดเลือกพันธุ์เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาไปทดสอบความต้านทานโรครากปม ซึ่งไม่สามารถเห็นลักษณะดังกล่าวบนต้นมันสำปะหลังเหนือพื้นดิน ต้องขุดดินดูรากมันสำปะหลังถึงจะเห็นรากปม และยังสามารถใช้เครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวร่วมกับเครื่องหมายโมกุลที่จำแนกลักษณะอื่นที่ต้องการ เช่น โรคใบด่าง แป้งสูง ทำให้มันสำปะหลังที่ปรับปรุงสามารถมีหลายๆ ลักษณะที่ต้องการได้ในต้นเดียวกัน

9. วิเคราะห์จีโนไทป์และเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิประดับจีโนมด้วยเทคโนโลยี GBS ในมันสำปะหลังจำนวน 100 สายพันธุ์ และได้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป ด้วยเทคนิค tetra-primer ARMS-PCR จำนวน 3 ชุด 1CHN 3CHN และ 13CHN โดยเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 1CHN มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 280 mg HCN/kg น้ำหนักสด ร้อยละ 64.81 ส่วนเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 3CHN และ 13CHN มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสด ร้อยละ 73.33 และ 76.64 ตามลำดับ ซึ่งเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป ด้วยเทคนิค Pyrosequencing จำนวน 3 เครื่องหมาย ได้แก่ SNP 2, SNP 5 และ SNP 6 ที่แสดงจีโนไทป์ AA GG และ AG และเมื่อทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปเปรียบเทียบกับผลฟีโนไทป์ (% amylose) แม้ว่า เครื่องหมายโมเลกุลของ SNP 5 สามารถให้ผลถูกต้องตรงกับผลฟีโนไทป์ของพันธุ์ที่มีปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 15.12 คิดเป็นร้อยละ 58.64 ขณะที่เครื่องหมายโมเลกุลของ SNP 2 และ SNP 6 สามารถให้ผลถูกต้องตรงกับผลฟีโนไทป์ของพันธุ์ที่มีปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% สูงถึงร้อยละ 70.94 และ 69.62 ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้คัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป ด้วยเทคนิค Pyrosequencing มีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งจะดำเนินการพัฒนาการตรวจสอบด้วยเทคนิค tetra-primer ARMS-PCR ซึ่งมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและมีขั้นตอนการตรวจสอบ สะดวกกว่าในอนาคตต่อไป

10. การตรวจสอบลักษณะแป้งเหนียวในมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลตามรายงาน Aiemnaka และคณะ (2012) จำนวน 758 พันธุ์ พบให้จีโนไทป์เป็นแบบ WxWx, Wxwx และ wxwx มีจำนวน 522 202 และ 17 ตัวอย่าง ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบด้วยการย้อมสีไอโอดีน พบมันสำปะหลังจีโนไทป์ Wxwx และ wxwx ปรากฏเป็นสีน้ำเงิน และไม่พบการเกิดสีน้ำตาลทั้งในตัวอย่างหัวมันและเม็ดแป้ง การศึกษายีน GBSSI พบความแตกต่างในมันสำปะหลังแป้งเหนียวเป็นตำแหน่ง G และพันธุ์ Waxy-HB1 เป็นตำแหน่ง T เมื่อนำไปแปลรหัสเป็นโปรตีนเป็นตำแหน่งโคดอน TGA (stop codon) จึงออกแบบไพรบไพรเมอร์ที่เฉพาะต่อลำดับเบส T/G มาตรวจสอบมันสำปะหลัง จำนวน 221 ตัวอย่าง ด้วยวิธี TaqMan probes พบทุกตัวอย่างของพันธุ์ non waxy เป็น G แสดงให้เห็นว่าลักษณะแป้งเหนียวอาจเกิดจากการกลายของยีน GBSSI หรือยีนอื่นๆ ที่มีเฉพาะในพันธุ์ Waxy ที่ทำให้เกิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ลักษณะแป้งเหนียว และการศึกษาเครื่องหมาย SNPs ด้วยวิธี GBS ในมันสำปะหลัง จำนวน 13 ตัวอย่าง พบตำแหน่ง SNPs เฉพาะมันสำปะหลังพันธุ์แป้งเหนียวจำนวน 33 ตำแหน่ง แบ่งเป็นเฮทเทอโรไซโกต 26 ตำแหน่ง และโฮโมไซโกต 7 ตำแหน่ง ซึ่งสามารถใช้ในคัดเลือก ระบุ หรือจำแนกสายพันธุ์มันสำปะหลังได้ในอนาคต

11. การพัฒนาเครื่องหมาย ILP จำนวน 13 เครื่องหมาย จากยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แป้งในมันสำปะหลัง จำนวน 6 ยีน โดยเครื่องหมายเหล่านี้มีค่าประสิทธิภาพของเครื่องหมาย (PIC) อยู่ระหว่าง 0.19 – 0.64 และมีค่าเฉลี่ย 0.35 ซึ่งเครื่องหมาย ILP ที่พัฒนาได้จากวิจัยมีศักยภาพในการนำไปศึกษาแยกความแตกต่างของพันธุ์มันสำปะหลังในโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย ILP กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง เครื่องหมาย UGPase1 ภายในยีน *UTP-glucose-1-phosphate ridylyltransferase* (UGPase) แสดงความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด โดยมีค่าอิทธิผลต่อลักษณะ (R2) อยู่ระหว่าง 2 ถึง 3% นอกจากนี้สามารถพัฒนาเครื่องหมาย SNPs ได้ทั้งหมด 383,828 เครื่องหมาย โดยสามารถระบุตำแหน่งบนทั้ง 18 โครโมโซมของมันสำปะหลัง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย SNP กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง พบเครื่องหมาย SNP บนโครโมโซมที่ 12 ได้แก่ เครื่องหมาย S12_4926402 และเครื่องหมาย S12_4945762 มีความสัมพันธ์มากที่สุดกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง โดยเครื่องหมายเหล่านี้อยู่ภายในยีน splicing factor ESS-2 homolog ในมันสำปะหลัง (E value = 0) ซึ่งโปรตีนนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมการแสดงออกของยีน โดยผลจากงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้ แต่จากระยะเวลาดำเนินการงานวิจัย 2 ปี ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลจำนวนปีในการเก็บเกี่ยวลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อความถูกต้องของเครื่องหมายโมเลกุลที่จะนำไปใช้คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตสูง และควรพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบลักษณะผลผลิตในมันสำปะหลังโดยการใช้เครื่องหมาย SNP ที่ได้จากงานวิจัยนี้เพื่อให้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายต่อการตรวจสอบจีโนไทป์ของตัวอย่างมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ

12. การปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นเวลา 41 ปี หากไม่มีบำรุงดิน ดินเสื่อมโทรมลงทุกๆ ปี ส่งผลให้ศักยภาพในการผลิตพืชลดลง ควรจัดการระบบปลูกและการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมเพื่อช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ โดยระบบมันสำปะหลังแซมด้วยพืชตระกูลถั่วร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน ซึ่งให้ผลผลิตมันสำปะหลังถั่วลิสง และมีรายได้สุทธิรวม (ฤดูปลูก 2560/61-2563/64) 20.9 ตันต่อไร่ 862 กิโลกรัมต่อไร่ และ 31,940 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่ดินมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ควรใส่สารปรับปรุงดินเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของให้เหมาะสมแก่การปลูกพืช

13. ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปี และระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว (ถั่วเขียว) ทุกปี ควรใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และระบบปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนด้วยพืชตระกูลถั่ว (ถั่วเขียว-ถั่วพุ่ม) ปีเว้นปี ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ จากงานทดลองถั่วเขียวไม่เหมาะสำหรับหมุนเวียนหรือแซมมันสำปะหลังที่ปลูกช่วงฤดูฝน เนื่องจากฝนตกช่วงเก็บเกี่ยวส่งผลให้ผลผลิตเน่าเสีย ซึ่งทุกกรรมวิธีให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน การเลือกพืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมนำเข้าระบบปลูกนอกจากช่วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

รักษาหน้าดิน คลุมวัชพืช และเป็นแหล่งของธาตุอาหารบางส่วนให้แก่มันสำปะหลังแล้ว ยังเป็นรายได้เสริม เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของดิน ทุกระบบปลูกที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี ช่วยยกระดับคุณภาพดินให้ดีขึ้น ลดความเป็นกรด ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช

14. เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น มีความต้องการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อบำรุงดิน ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ และเพื่อรายได้เสริม ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง

15. การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดต้องเลือกชนิดถั่วให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม พื้นที่ปลูก และระยะเวลา ในการจัดการระบบการปลูกพืช พืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น โดยพิจารณาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วมะแฮะ ถั่วพุ่ม และถั่วลิสงซึ่งให้น้ำหนักมวลชีวภาพ 813 429 และ 360 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

16. การเลือกพืชตระกูลถั่วให้เหมาะสมสำหรับระบบปลูกมันสำปะหลัง นอกจากช่วยรักษาหน้าดินคลุมวัชพืช และเป็นแหล่งของธาตุอาหารบางส่วนให้แก่มันสำปะหลังแล้ว ยังเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร โดยระบบพืชหมุนเวียนมันสำปะหลังและพืชตระกูลถั่วที่มีศักยภาพ ในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น คือ ระบบปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนถั่วลิสง มีศักยภาพการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน มีรายได้สุทธิรวม 2 ปี สูงสุด 10,269 บาทต่อไร่ และระบบปลูกมันสำปะหลังแซมกับพืชตระกูลถั่วที่ที่มีศักยภาพ คือ ระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วลิสง มีศักยภาพการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน มีรายได้สุทธิรวม 2 ปี สูงสุด 11,130 บาทต่อไร่ ในทางตรงกันข้าม หากเลือกพืชตระกูลถั่วที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง และทำให้มีต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้ได้รับผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

17. ชนิดของถั่วที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในสภาพดินทราย เมื่อมีการให้น้ำ พบว่าถั่วลิสงให้เศษซากสูงสุด คือ 1,153 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือถั่วมะแฮะและถั่วพุ่มให้เศษซาก 1,104 และ 1,040 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาเชิงเศรษฐกิจ ถั่วเหลือง ถั่วพุ่มและถั่วเขียว สามารถให้ผลผลิตเมล็ดได้ และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

18. ผลของการให้น้ำต่อระบบพืชหมุนเวียนมันสำปะหลังและถั่วที่มีศักยภาพในพื้นที่การให้น้ำให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง 6,075 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิต 3,084 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาระบบพืชหมุนเวียนมันสำปะหลังและถั่ว มีผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ โดยระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนถั่วมะแฮะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 5,656 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนถั่วพุ่มให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 3,504 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำและระบบพืชหมุนเวียน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 16.3 เปอร์เซ็นต์ การให้น้ำให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 963 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 508 กิโลกรัมต่อไร่ ระบบพืชหมุนเวียนไม่ทำให้ผลผลิตแป้งแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 738 กิโลกรัมต่อไร่

19. ผลของการให้น้ำต่อระบบพืชแซมมันสำปะหลังและถั่วที่มีศักยภาพในพื้นที่การให้น้ำให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง 5,108 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิต 3,676 กิโลกรัมต่อไร่ ระบบพืชแซมมันสำปะหลังแซมถั่วเขียวให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6,293 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ระบบมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร

หมุนเวียนถั่วพุ่มให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 4,534 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของระบบหลักคือการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในอิทธิพลร่วมระหว่างระบบการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง ระบบการให้น้ำมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าระบบไม่ให้น้ำ ด้วยค่า 17.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไม่ให้น้ำ คือ 16.2 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของระบบพืชแซม พบว่าถั่วเหลืองแซมมันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดคือ 18.1 รองลงมาคือ พืชแซมด้วยถั่วเขียว ถั่วลิสงและไม่มีพืชแซม โดยมีพืชแซมด้วยถั่วพุ่มให้เปอร์เซ็นต์แป้งทำสุดคือ 16.3 ด้านเปอร์เซ็นต์แป้งในการแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของระบบหลักคือการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในอิทธิพลระหว่างระบบการให้น้ำและชนิดพืชแซมมันสำปะหลัง โดยนัยของเปอร์เซ็นต์แป้งระบบการให้น้ำมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าระบบไม่ให้น้ำ ด้วยค่า 17.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไม่ให้น้ำ คือ 16.2 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของระบบพืชแซมพบว่าถั่วเหลืองแซมมันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งสุงสุดคือ 18.1 รองลงมาคือ พืชแซมด้วยถั่วเขียว ถั่วลิสงและไม่มีพืชแซม โดยมีพืชแซมด้วยถั่วพุ่มให้เปอร์เซ็นต์แป้งทำต่ำสุดคือ 16.3 เปอร์เซ็นต์ ผลรวมของผลผลิตแป้งสดในมันสำปะหลัง ที่มีการให้ระบบน้ำและระบบพืชแซม ความแตกต่างของผลผลิตแป้งสดของระบบการให้น้ำ และระบบพืชตระกูลถั่วแซมมันสำปะหลัง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ทั้ง สองระบบ ส่วนอิทธิพลของระบบการให้น้ำต่อระบบพืชแซมอยู่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลผลิตแป้งสดเฉลี่ย 900 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าระบบไม่ให้น้ำซึ่งให้ผลผลิตแป้งเพียง 597 กิโลกรัมต่อไร่ และระบบพืชแซมด้วยถั่วเขียวและถั่วเหลือง ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงถึง 846 และ 833 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าระบบพืชแซม ถั่วลิสง ถั่วพุ่มและไม่มีพืชแซม 691 , 685 และ 691 กิโลกรัมต่อไร่

20. การปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทรายในฤดูฝน สามารถสรุปได้ดังนี้ การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ร่วมกับการสับกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 16-0-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ย16-8-16 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ การปลูกมันสำปะหลังโดยการจัดการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุอินทรีย์จากเศษซากมันสำปะหลัง ช่วยรักษาปริมาณธาตุอาหารในดิน ระดับของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

21. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี มุกดาหารและกาฬสินธุ์ ปัญหาผลผลิตมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำเนื่องจากเกษตรกรยังมีการใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้อง นำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี หรือการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีและปุ๋ยอินทรีย์ ทดสอบร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ สามารถยกระดับผลผลิตได้ร้อยละ 22 ได้พัฒนาเครือข่ายและขยายผลเทคโนโลยีโดยการถ่ายทอดเทคโนโลยี ฝึกอบรม สาธิต บรรยายให้ความรู้ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินด้วยหลักการใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ(ถูกชนิด อัตรา เวลา วิธี) พร้อมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในด้านอื่นๆ ภายใต้โครงการฯ จำนวน 650 รายและหน่วยงานของรัฐในโครงการต่างๆ รวมทั้งสิ้น 935 ราย เกิดการสร้างกลุ่มหรือชุมชนต้นแบบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยการผสมใช้เอง

กรมวิชาการเกษตร

จำนวน 5 ชุมชน พื้นที่ตำบลนางาม อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ตำบลห้วยยายจิ๋ว อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ ตำบลเมืองเพีย อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ตำบลนาสะเม็ง อำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร และตำบลเขาพระนอน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์

22. ภาคตะวันออกพื้นที่ จังหวัดระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้วและจันทบุรี พบปัญหาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังไม่เหมาะสม ผลผลิตต่ำ ต้นทุนสูง นำเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ไปทดสอบและขยายผล พื้นที่จังหวัดระยอง ฉะเชิงเทรา สระแก้วและจันทบุรี รวม 70 ราย พื้นที่ 160 ไร่ พบว่าผลผลิตวิธีแนะนำสูงกว่าวิธีเกษตรกรในทุกจังหวัด ร้อยละ 5-11 รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นร้อยละ 18-55 และมีค่า BCR สูงกว่าวิธีเกษตรกร เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีระดับมาก (=3.62-4.15) เทคโนโลยีการเพิ่มศักยภาพการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคุณภาพ พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปราจีนบุรี ระยองและฉะเชิงเทรา พบว่าวิธีทดสอบและเกษตรกรผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพได้ขนาดตรงตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5704-2661 เกษตรกรมีความพึงพอใจและยอมรับเทคโนโลยีในระดับมาก (=3.99) 2.3) และเทคโนโลยีการไถระเบิดดินดาน พื้นที่จังหวัดจันทบุรี ระยอง สระแก้วและฉะเชิงเทรา พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 35.62,18.42, 18.84 และ 14.48 ตามลำดับ

23. จากการดำเนินการในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ในการสำรวจรวบรวมข้อมูลการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร การทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรต้นแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ เศรษฐกิจและสังคม ที่เป็นการดำเนินการร่วมกันกับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรจากหน่วยงานในระดับพื้นที่ พบว่าการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังเป็นไปในทำนองเดียวกัน ต่างกันเพียงค่าใช้จ่าย และอัตราค่าจ้างดำเนินการ และเครื่องจักรบางรายการยังไม่ถูกนำไปใช้งานอันเนื่องมาจากปัจจัยเกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคม เช่นเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ยังไม่แพร่หลายในภาคเหนือและภาคตะวันออก เครื่องจักรในการกำจัดวัชพืช และเครื่องจักรสำหรับบางกิจกรรมยังมีไม่เหมาะสมและเพียงพอ ผลการทดสอบต้นแบบจักรกลเกษตรที่เป็นผลงานวิจัยจำนวน 6 รายการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุ์ เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยเครื่องกำจัดวัชพืชฯ และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ ส่วนเครื่องจักรต้นแบบอื่นๆพร้อมต่อการใช้งานและเผยแพร่ให้มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพร่วมกับเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร พร้อมนี้ได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน

24. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา และยโสธร นำเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ พบว่า เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตและมีรายได้สุทธิสูงสุด การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% และร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ 18.9 และ 15.8 ตามลำดับ รายได้สุทธิ สูงกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 31.5 และ 24.8 ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% สามารถลดต้นทุนเมื่อเทียบกับวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ร้อยละ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

12.6การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิต และมีรายได้สุทธิสูงสุด เกษตรกรมีความพึงพอใจในการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีมากที่สุด และได้เกษตรกรต้นแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังจำนวน 13 ราย ในพื้นที่ทั้ง 7 ภูมินิเวศน์ ซึ่งจะเป็นแหล่งขยายผลเทคโนโลยีสู่เกษตรกรรายอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง โดยเกษตรกรได้ใช้พันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ใหม่ที่ให้ผลผลิตและแป้งสูงอย่างน้อย 1 พันธุ์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และสามารถยกระดับผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมโดยไม่เพิ่มพื้นที่ปลูกตามยุทธศาสตร์ของประเทศ

2. การเพิ่มมูลค่ามันสำปะหลังและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังเพื่อบริโภค โดยสายพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าที่จะพัฒนาต่อ ที่มีคุณสมบัติเหมาะต่อการบริโภค อย่างน้อย 1 พันธุ์ ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ทั้งตลาดในประเทศและการส่งออก

3. องค์ความรู้ที่สามารถใช้ในการแนะนำพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ เช่น ข้อมูลเขตนิเวศมันสำปะหลังเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกพื้นที่ดำเนินการทดสอบพันธุ์ในระดับสถานีและระดับไร่เกษตรกร เทคนิคในการระบุความเหมาะสมเฉพาะเขตนิเวศของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อแนะนำเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าสำหรับแบบจำลองพืชที่สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์ของเกษตรกรให้เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมันสำปะหลัง เพื่อไปจัดการการให้น้ำกับมันสำปะหลังต่อไป

4. องค์ความรู้ ด้านประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารและการตอบสนองของธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมตามลักษณะเนื้อดิน ระดับความต้านทานโรคและแมลงที่สำคัญ รวมทั้งอายุการเก็บรักษาของท่อนพันธุ์ในมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการขอรับรองพันธุ์ และเพื่อแนะนำเกษตรกรให้สามารถผลิตมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต

5. ฐานข้อมูลลักษณะต่างๆ ของเชื้อพันธุกรรม ได้แก่ ลักษณะสัณฐาน-สรีรวิทยา สำหรับใช้ในการบ่งชี้พันธุ์ข้อมูลการตอบสนองต่อระดับความเค็มของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ข้อมูลปริมาณเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในกากมันสำปะหลังเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตเอทานอล ข้อมูลศักยภาพในการสร้างรากสะสมอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ และเทคนิคการชักนำให้เกิดรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังในสภาพเพาะเนื้อเยื่อ ซึ่งฐานข้อมูลและเทคนิคที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังในการเลือกใช้พันธุ์คู่ผสมสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ และงานด้านเขตกรรม ที่ศึกษาการตอบสนองของพันธุ์ต่อธาตุอาหาร และสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้

6. เทคโนโลยีการขยายพันธุ์มันสำปะหลังแบบรวดเร็วและปลอดศัตรูพืชโดยเทคนิคโซมาติกเซลล์ที่สามารถเพิ่มปริมาณท่อนพันธุ์ดีได้เร็วกว่าเดิม และเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมหากอนาคตมีการระบาดอย่างรุนแรงของโรคและแมลงที่ถ่ายทอดหรือปนเปื้อนไปกับท่อนพันธุ์

ศรีษะเกษ

7. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR ที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมในมันสำปะหลังกลุ่มพันธุ์ต่างๆ เพื่อตรวจสอบการตรงตามพันธุ์ นอกจากนี้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอและลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์เพื่อการบ่งชี้ลักษณะประจำพันธุ์และสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมประจำพันธุ์ของมันสำปะหลัง อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลความแตกต่างทางพันธุกรรมและความกว้างของฐานพันธุกรรมมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของไทยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการทรัพยากรเชื้อพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์ต่อไปในอนาคต

8. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิด EST-SSRs และ SSRs ที่ผ่านการคัดเลือกความสามารถในการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ไพรเมอร์ MBBR13 (681bp) MBBR5(664bp) MBBR9(609bp) MBBR17(627bp) MBBR4(667bp) และ SSrY5 (299bp) มาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มียีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มียีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ เพื่อนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการพัฒนาหรือปรับปรุงพันธุ์ และเผยแพร่แก่เกษตรกรต่อไป

9. สามารถช่วยคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังหรือลูกผสมที่ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังโดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล เพื่อจะได้นำพันธุ์หรือลูกผสม candidate ดังกล่าวไปตรวจสอบกับเชื้อโรคจริง และเมื่อพบว่าเป็นพันธุ์หรือต้นต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง สามารถนำไปใช้เป็นพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์หรือพัฒนาพันธุ์ และเผยแพร่แก่เกษตรกรต่อไป ซึ่งช่วยร่นระยะเวลาในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง ทั้งนี้ได้มีการต่อยอดงานวิจัยในปี 2565 - 2567 กิจกรรมการคัดเลือกลักษณะต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง ผลผลิตและแป้งสูง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ภายใต้แผนงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและคุณภาพสูงสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลมาช่วยในการคัดเลือกพันธุ์และพีระมิดยีนเพื่อรวมลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการ ได้แก่ ลักษณะต้านทานต่อโรคใบด่างมันสำปะหลังรวมถึงมีผลผลิตและปริมาณแป้งสูงรวมอยู่ในสายพันธุ์เดียว เพื่อให้ได้พันธุ์ดีสำหรับเผยแพร่แก่เกษตรกรใช้ปลูกทดแทนพันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบด่างมันสำปะหลัง เป็นการช่วยแก้ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ประกอบด้วย (1) การสกัดดีเอ็นเอจากมันสำปะหลังที่รวดเร็ว ประหยัด และปราศจากตัวทำละลายอินทรีย์อันตรายโดยใช้วิธี SDS/NaCl+PVP (2) การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังแบบไพรเมอร์หลายคู่ในหนึ่งปฏิกิริยา (multiplex PCR) และ (3) การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปในยีน Peroxidase โดยใช้เทคนิค Tetra-Primer ARMS–PCR ซึ่งได้ทำการเผยแพร่โดยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและเอกสารองค์ความรู้แล้ว เพื่อเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย นักปรับปรุงพันธุ์ และผู้ที่สนใจ ให้สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยซึ่งจะช่วยประหยัดงบประมาณ และลดระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบเพื่อคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์

10. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลแบบ SNP ที่พัฒนาขึ้นได้ไปใช้ในการคัดเลือกมันสำปะหลังที่มีลักษณะต้านทานโรคราก[illegible]ได้ โดยจะพบแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ ทำให้

ศรีบัวการเกษตร

ช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการคัดเลือกพันธุ์ไม่ต้องเสียเวลาในการทดสอบความต้านทานโรครากปม เนื่องจากต้นมันสำปะหลังที่เป็นโรคดังกล่าวจะไม่สามารถเห็นอาการของโรคได้บนต้นมันสำปะหลังเหนือพื้นดิน ต้องขุดดินดูรากมันสำปะหลังถึงจะเห็นรอยโรครากปม และยังสามารถใช้เครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวร่วมกับเครื่องหมายโมเลกุลที่จำแนกลักษณะอื่นที่ต้องการ เช่น โรคใบด่าง แป้งสูง ทำให้มันสำปะหลังที่ปรับปรุงสามารถมีหลายๆ ลักษณะที่ต้องการได้ในต้นเดียวกัน

11. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 3CHN และ 13CHN ที่พัฒนาขึ้นนี้ ไปใช้คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสดได้ โดยกระบวนการในการนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปไปใช้คัดเลือกลักษณะไซยาไนด์ของมันสำปะหลัง สามารถทำได้โดยการสกัดดีเอ็นเอจากใบมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ชุดเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณแล้ว ตรวจแยกแถบดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสใน 3 เปอร์เซ็นต์ อะกาโรสเจล หากใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 3CHN มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสด จะเกิดแถบดีเอ็นเอขนาด 265 และ 189 คู่เบส ส่วนการใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป 13CHN มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 250 mg HCN/kg น้ำหนักสดจะเกิดแถบดีเอ็นเอขนาด 397 และ 207 คู่เบส นอกจากนี้ยังสามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป SNP 2 และ SNP 6 ไปใช้คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% ได้ โดยใช้เทคนิค Pyrosequencing ในการตรวจสอบปริมาณแป้ง สามารถทำได้โดยการสกัดดีเอ็นเอจากใบมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ชุดเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณแล้ว เข้าเครื่องหาลำดับของนิวคลีโอไทด์ PyroMark Q48 Autoprep (Qiagen, Germany) หากใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป SNP 2 มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% จะแสดงจีโนไทป์ AA และ AG ส่วนเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิป SNP 6 มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณปริมาณแป้ง (% amylose) สูงกว่า 10.83% จะแสดงจีโนไทป์ AA และ GG

12. สามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SNPs จากยีน GBSSI และโพรบไพรเมอร์จากวิธี TaqMan probe ไปใช้ในการคัดเลือกลูกผสมระหว่างพันธุ์แป้งเหนียวจากมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทยกับพันธุ์การค้าหรือพันธุ์ดีของกรมวิชาการเกษตรได้ รวมถึงลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี GBS และได้ตำแหน่ง SNPs จำนวนมาก สามารถนำไปคาดเดา (predict) ด้วยโปรแกรมชีวสารสนเทศ (bioinformatics) ให้ได้ลักษณะอื่นๆ เช่น อะไมโลสสูง อะไมโลแพคตินสูง เป็นต้น เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

13. การพัฒนาเครื่องหมายยีนในกระบวนการสังเคราะห์แป้งที่สัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังมีระยะเวลาในการดำเนินการงานวิจัย 2 ปี ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลจำนวนปีในการเก็บเกี่ยวลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อความถูกต้องของเครื่องหมายโมเลกุลที่จะนำไปใช้คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตสูง และควรพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบลักษณะผลผลิตในมันสำปะหลังโดยการใช้เครื่องหมาย SNP ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาวิธี tetra-primer allele specific PCR (tetra-primer AS-PCR) หรือ วิธี

ศรีษะเกษ

TaqMan hybridization probes โดยใช้ Real Time PCR เป็นต้น เพื่อให้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายต่อการตรวจสอบจีโนไทป์ของตัวอย่างมันสำปะหลังที่ต้องการตรวจสอบ ทั้งนี้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด ILP และ SNP และการหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังนั้น เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาได้มีศักยภาพในการใช้วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและโครงสร้างของพันธุ์มันสำปะหลัง เพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของพันธุ์มันสำปะหลัง และได้เครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลัง เพื่อช่วยในการคัดเลือกมันสำปะหลัง โดยการคัดเลือกจีโนไทป์ที่ให้น้ำหนักผลผลิตสูงเก็บไว้หรือคัดจีโนไทป์ที่สัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตต่ำทิ้งไปในระหว่างการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะน้ำหนักผลผลิตสูง ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลา พื้นที่เพาะปลูก ค่าใช้จ่าย และแรงงาน

14. ได้คำแนะนำการจัดการระบบปลูกมันสำปะหลังร่วมกับการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีรายได้เพิ่มขึ้น มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อีกทั้งยังรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และรักษาความยั่งยืนในการผลิตมันสำปะหลัง

15. คำแนะนำระบบปลูกมันสำปะหลังร่วมกับพืชตระกูลถั่วที่เหมาะสม ในกลุ่มดินทราย จังหวัดขอนแก่น ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยระบบปลูกมันสำปะหลังร่วมกับพืชตระกูลถั่ว ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน และรักษาความยั่งยืนในการผลิตมันสำปะหลัง

16. ในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรโดยทั่วไปจะไม่มีการให้ระบบน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่หากสามารถทำการให้ระบบน้ำได้จะช่วยเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ และการจัดการพื้นที่ดินทราย เมื่อสามารถให้ระบบน้ำได้ ก็สามารถเพิ่มการปลูกพืชอายุสั้นหมุนเวียนแล้วไถกลบเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารบางส่วนนอกจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการพื้นที่ดินทราย ในเชิงการอนุรักษ์เพื่อให้สามารถปลูกมันสำปะหลังได้ต่อเนื่องโดยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินทรายที่จะเสื่อมช้าลง อีกทั้งการให้น้ำร่วมกับการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียน และ หรือปลูกเป็นพืชแซม ยังสามารถเพิ่มผลผลิต เปอร์เซ็นต์แป้งและเพิ่มผลผลิตแป้งในมันสำปะหลังได้อีกด้วย ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปพิจารณาปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในดินทราย ด้วยการจัดการระบบการปลูกพืช ระบบน้ำ หรือใช้ร่วมกันได้ต่อไป

17. การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

-ปัจจุบันการวิเคราะห์ตัวอย่างดินสามารถวิเคราะห์อย่างละเอียดได้ที่ห้องปฏิบัติการหรือวิเคราะห์อย่างง่ายโดยใช้ DOA Soil Test Kit แล้วนำผลวิเคราะห์มาคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการของมันสำปะหลัง แนะนำให้มีการผสมปุ๋ยใช้เอง โดยใช้แม่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักในปริมาณสูง เช่น ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) โดยไม่จำเป็นต้องใส่สารตัวเติม หรือฟิลเลอร์ (filler) ช่วยให้ประหยัดค่าปุ๋ยเคมีเมื่อเทียบกับปุ๋ยสูตรสำเร็จทางการค้า ได้ปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการและลดความเสี่ยงจากการใช้ปุ๋ยปลอม เนื่องจาการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจะทำให้เกษตรกรได้ข้อมูลการใส่ปุ๋ยในเบื้องต้นเฉพาะแปลงแล้วเกษตรกรสามารถนำไปปรับใช้สูตรให้เหมาะสมกับ พันธุ์ สภาพพื้นที่ สภาพแวดล้อม หรืออายุเก็บเกี่ยวได้เฉพาะพื้นที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยจะเพิ่มประสิทธิภาพได้จะต้องมีการจัดการดินที่ดีโดยมีการไถเตรียมดินให้ลึกและร่วนซุย การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ การเลือกใช้ท่อนพันธุ์ดีที่มีความแข็งแรง

กรมวิชาการเกษตร

สมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลงศัตรูมันสำปะหลัง ก่อนปลูกควรมีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยไทอะมีโทแซมอัตรา 4 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร และการป้องกันกำจัดวัชพืชแบบผสมผสานทันต่อช่วงเวลา

- ควรมีการการประยุกต์ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับเครื่องจักรกลทางการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยให้มีความแม่นยำมากขึ้น

- รูปแบบในการพัฒนาเครือข่าย การถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ต่างๆ จะต้องมีระบบ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารในพื้นที่หลากหลายช่องทางมากขึ้น เพื่อปรับตัวให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน

18. การทดสอบและขยายผลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออก

- ควรพิจารณาผลวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน ร่วมกับปริมาณอินทรียวัตถุ เพื่อคำแนะนำการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงการเตรียมดินก่อนปลูก กรณีปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมทุกปีมีความจำเป็นต้องปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์ โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดิน

- การปฏิบัติตามเทคโนโลยีการปรับปรุงดินและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังได้ โดยต้นทุนการผลิตอาจไม่ได้ลดลง หากต้องมีการปรับสภาพดินตามค่าวิเคราะห์ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่เมื่อคิดรายได้สุทธิจะพบมีค่าเพิ่มขึ้นจากวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร จึงส่งผลให้คุ้มค่าต่อการลงทุนมากกว่า เห็นควรขยายผลเทคโนโลยีการปรับสภาพดินและการใส่ปุ๋ยค่าวิเคราะห์ดินสู่เกษตรกรรายอื่นในพื้นที่ภาคตะวันออกต่อไป

- กรณีเกษตรกรไม่สามารถจัดซื้อแม่ปุ๋ย 18-46-0 ได้สะดวกในพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มักนิยมใช้ปุ๋ยสูตรเสมอ 16-16-16 ในการผลิตมันสำปะหลัง จึงปรับคำแนะนำโดยการคำนวณคำแนะนำจากปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นการใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 (50 กิโลกรัมต่อไร่) ใส่ร่วมแม่ปุ๋ย 46-0-0 (15 กิโลกรัมต่อไร่) และ 0-0-60 (17 กิโลกรัมต่อไร่) เผยแพร่เป็นทางเลือกให้เกษตรกร

- แนวทางจัดการเพลี้ยแป้งที่ติดมากับท่อนพันธุ์หลังปลูก เกษตรกรรับทราบแนวทางแก้ปัญหาด้วยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ มีการปฏิบัติตามเทคโนโลยีหากมีแรงงานเพียงพอ ในกรณีแรงงานไม่เพียงพอ เกษตรกรจะปรับเป็นการฉีดพ่นท่อนพันธุ์หลังปลูก จึงควรมีงานวิจัยรองรับในแนวทางดังกล่าว

- แนวทางการจัดการเพลี้ยแป้งและไรแดงหลังปลูก 1-3 เดือน สามารถป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีการสำรวจพบศัตรูพืชเพียงเล็กน้อย และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดได้ทันการณ์ ดังนั้น การสำรวจศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปฏิบัติ

- แนวทางการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคที่ติดมากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ทั้งโรคพุ่มแจ้และโรคใบด่างมันสำปะหลัง การป้องกันการแพร่ระบาดอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องผ่านการคัดเลือกท่อนพันธุ์คุณภาพตั้งแต่ในแปลงผลิตท่อนพันธุ์ ซึ่งสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคดังกล่าวยังมีแนวโน้มแพร่กระจายอย่างต่อเนื่อง จึงควรประชาสัมพันธ์เกษตรกรผลิตท่อนพันธุ์ใช้เองหรือรวมกลุ่มการผลิตท่อนพันธุ์คุณภาพในพื้นที่ เพื่อความมั่นใจในคุณภาพท่อนพันธุ์ ทราบประวัติแหล่งท่อนพันธุ์ และช่วยลดการแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่ติดมากับท่อนพันธุ์ได้

กรมวิชาการเกษตร

- การคัดเลือกพื้นที่เป็นดินดานก่อนใช้ไถระเบิดดินดาน โดยพิจารณาจากมันสำปะหลังมีเจริญเติบโตไม่ปกติ มีน้ำท่วมขังพื้นที่ปลูกเป็นประจำ ดินระบายน้ำไม่ดี พบโรคหัวเน่าเป็นประจำ ข้อสังเกต อาจพบดินดานเฉพาะจุด โดยเฉพาะบริเวณหัวแปลง-ท้ายแปลง ซึ่งเป็นบริเวณที่กลับรถและดินถูกอัดบดเป็นประจำ ควรไถระเบิดดินดานเมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ และระดับความลึกการไถระเบิดดินดานอยู่ระหว่าง 30-50 เซนติเมตร ควรไถระเบิดดินดานทุก 3-5 ปี แบบตารางหมากรุก ร่วมกับการใส่วัสดุอินทรีย์เพื่อช่วยปรับปรุงดิน และลดการไถพรวนขณะที่ดินมีความชื้นสูง และการไถระเบิดดินดานแบบรวมกลุ่มการใช้เครื่องจักรกลเกษตรจะช่วยให้เกษตรกรที่ไม่ได้ถือครองรถแทรกเตอร์ สามารถดำเนินการปรับโครงสร้างดินได้ ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มศักยภาพในการผลิตมันสำปะหลังได้

19. การทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค

- กรณีมีเครื่องจักรกลเกษตรใช้งานอยู่แล้ว

1) ส่งเสริมให้มีการใช้ การดูแลรักษา และซ่อมบำรุงที่มีอยู่แล้วอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบจากการเลือกใช้และใช้ไม่ถูกต้องซึ่งจะส่งผลต่อแปลงปลูก ค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง โดยรูปแบบการร่วมดำเนินการของผู้มีส่วนได้เสียทำนองเดียวกับโครงการนี้แล้วขยายผลให้เกิดเป็นวงกว้างมากขึ้น

2) การสร้างเครือข่ายการบริหารจัดการเครื่องจักรกลเกษตรทำนองเดียวกับรูปแบบของ Machinery Ring, MR ที่ประสบผลสำเร็จแล้วในหลายประเทศเฉพาะเยอรมัน อังกฤษ และอีกหลายประเทศในยุโรป เพื่อเป็นการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่มีอยู่แล้วให้คุ้มค่า เป็นลดค่าใช้จ่าย และมีโอกาสลงทุนเครื่องจักรใหม่ๆ เกษตรกรมีโอกาสได้ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกขั้นตอนการผลิต และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงขนาด และราคาของเครื่องจักรกลเกษตรในอนาคตที่จะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความซับซ้อนและราคาที่แพงขึ้น และสิ่งที่จะตามมาคือมีราคาสูง ต้องการแรงงานมีทักษะในการใช้ ดูแลรักษาและซ่อมแซม

3) ปรับประบบการปลูกพืชให้เข้ากับขนาดกับเครื่องจักรโดยเฉพาะตั้งแต่ขั้นตอนการปลูกเป็นต้นไป เพราะการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรของไทยเป็นส่วนของอุปกรณ์ต่อพ่วง แต่ต้นกำลังเป็นการนำเข้าซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะปรับขนาดเครื่องจักรให้เข้ากับระบบปลูกปัจจุบัน

4) ควรมีการเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้ การใช้เครื่องจักรกลเกษตรให้ถูกวิธี และการบริการจัดการ ทั้งเพื่อสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดผลกระทบต่อสภาพพื้นที่ การสูญเสียและเสียหายของผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ

- กรณีที่ยังขาดเครื่องจักรหรือมีแล้วแต่ยังมีศักยภาพไม่เหมาะสมจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนา

1) ขั้นตอนการปลูก ควรพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังให้มีเปอร์เซ็นต์การปักท่อนพันธุ์ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะสามารถปลูกได้โดยไม่ต้องมีการเตรียมดินมากกว่าปกติ หรือสภาพแปลงที่อาจเศษวัสดุเหลือตกค้างในแปลงปริมาณมากเช่นจากการเปลี่ยนจากอ้อยมาเป็นการปลูกมันสำปะหลัง รวมถึงการปรับระยะการปลูกให้เหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรสำหรับขั้นตอนการปลูกที่ตามมาเช่น การกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว เพื่อผลกระทบจากวัชพืช และการสูญเสียผลผลิตระหว่างการเก็บเกี่ยว

สำนักวิจัยการเกษตร

2) ขั้นตอนการดูแลรักษา โดยเฉพาะการกำจัดวัชพืช ซึ่งยังขาดต้นกำลังและอุปกรณ์กำจัดวัชพืชที่เหมาะสม โดยในส่วนของต้นกำลังอาจพัฒนาต้นกำลังให้เหมาะกับแปลง (เอาแทรกเตอร์มาดัดแปลง หรือพัฒนาใหม่ให้เป็นรถยกสูง) หรือปรับระยะแถวให้กว้างขึ้นเพื่อให้เข้ากับขนาดแทรกเตอร์ต้นกำลัง แต่ในส่วนของอุปกรณ์ต่อพ่วงจำเป็นต้องได้รับการกพัฒนาทีสามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่องและระหว่างต้นได้ รวมถึงอาจเป็นหุ่นยนต์กำจัดวัชพืช

3) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว จัดเป็นขั้นตอนสำคัญที่มีสัดส่วนของต้นทุนการผลิตสูงสุด ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างรุนแรงและใกล้เข้าขั้นวิกฤตแล้วในหลายพื้นที่ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนโดยควรเป็นเครื่องจักรที่สามารถทำได้ครอบคลุมทุกกิจกรรมในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่การตัดและสับย่อยต้นจนกระทั่งลำเลียงขึ้นรถบรรทุก หรือให้ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆให้มากที่สุด ลดการใช้แรงงานและมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

20. เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ 7 สภาพภูมินิเวศน์ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

การขยายผลเทคโนโลยีจะต้องมีความร่วมมือกันระหว่างภาครัฐในพื้นที่เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยี ซึ่งจะส่งผลต่อผลกระทบทางเศรษฐกิจในภาพรวมจะต้องมีการบูรณาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคโนโลยีที่นำไปใช้จะต้องปรับให้ง่ายต่อการนำไปใช้ของเกษตรกร และสามารถจัดหา จัดซื้อได้ง่ายจะทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ และการที่เกษตรกรสามารถหาผลิตภัณฑ์นำไปทดสอบเองจึงเกิดผลของเทคโนโลยี และความยั่งยืนในเทคโนโลยี

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. กระทรวงเกษตรและสหการณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 8//2548. ISBN974-436-434-3 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2551. เอกสารแนะนำการปลูกมันสำปะหลัง.สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2557. http//www.doa.go.th/images/stories/indexpp2518/

กรมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. การจัดการเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง. สำนักพิมพ์จี-เบรน จำกัด กรุงเทพฯ. 60 หน้า.

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทนอลของประเทศไทย. สืบค้นวันที่ 2 มิถุนายน 2557. http://www.cassava.org

ก้อนทอง พวงประโคน บุญช่วย สงฆนาม วินัย ศรวัต วรยุทธ ศิริชุมพันธุ์ วิมลรัตน์ ศุกรินทร์และอิสระ พุทธสิมมา. 2550. การวิจัยเพื่อพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่โรงงานเอทานอลจังหวัดขอนแก่น. ในรายงานผลงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่เกษตรกร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 . กรมวิชาการเกษตร. หน้า 101-114.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2561. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตมันสำปะหลัง. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพืชเศรษฐกิจและการจัดการธาตุอาหารพืชในการผลิตพืชอินทรีย์. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2561.

กัลยากร โปร่งจันทึก ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง นงลักษณ์ ปั้นลาย และวีระพงษ์ เย็นอ่วม. 2561. การศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ ข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3. รายงานผลการทดลองสิ้นสุด ปี 2561. สืบค้นจาก https://www.doa.go.th/ac/nakhonsawan/wp-content/uploads/2020/01/2.pdf

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ สาทิส เวณุจันทร์ คนึงศักดิ์ เจียรนัยกุล และสุทิน จูฑะสุวรรณ. 2535. วิจัยวิเคราะห์การใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2535 ทะเบียนวิจัยเลขที่ 35 08 006 008, กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และอนุชิต ฉ่ำสิงห์. 2550. เครื่องขุดมันสำปะหลัง. นสพ. กสิกร, ก.ย.-ต.ค. 2550, 80(5) หน้า 89-102.

จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข ประพิศ วองเทียม อุมาพร รักษาพราหมณ์ จิตติลักษณ์ พลพวก จารุวรรณ บางแวก และจินดา จิตจักร. 2559. การจำแนกและประเมินลักษณะทางคุณภาพของหัวคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งและคุณภาพของท่อนพันธุ์ในเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553-2558. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร.

ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ โอภาษ บุญเส็ง สมาน รุ่งเรือง อนุศาสตร์ สุ่มมาตย์ วัลลีย์ อมรพล สันติ ธีราภรณ์ ดิสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ และฉัตรชนก นพพรพรร. 2550. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต

กรมวิชาการเกษตร

มันสำปะหลัง. หน้า 156-176. ใน : รายงานการประชุมผลงานวิจัยเพื่อพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่นประจำปี 2549. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 6-8 มิถุนายน 2550 ณ โรงแรมรามาการ์เด้น กรุงเทพฯ.

ชยันต์ ภักดีไทย.2558.ความต้องการน้ำและการให้น้ำมันสำปะหลัง. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการ การเพิ่มประสิทธิภาพมันสำปะหลังและการใช้น้ำ ระหว่างวันที่ 19-20 กุมภาพันธ์ 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.

เชิดศักดิ์ ศิริหล้า ปิยะณัฐ สิทธิ และยุทธศักดิ์ พิมสาร. 2555. เครื่องปลูกมันสำปะหลัง. ในเอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 4-5 เมษายน 2555.

โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 119 หน้า.

ฐิติมา คล่องแคล่ว และประเทือง อุษาบริสิทธิ์. 2561. การทดสอบชุดปลูกมันสำปะหลังแบบเปิดร่อง. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561. หน้า 284-288

ณรงค์เดช ซื่อสกุลรัตน์ และสามารถ บุญอาจ. 2561. เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 24(1): หน้า 1-5

นพดล แดงพวง ประเสริฐ อุปถัมภ์ พินิจ กัลยาศิลปิน วุฒิชัย กากแก้ว ณัฐพล มากท่า วีระยุทธ โพธิ์ไทร และโสภิตา สมคิด. 2554. การทดสอบเทคโนโลยีแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง

นฤทัย วรสถิตย์ กัมปนาท บุญสิงห์ สุพัตรา ชาวกงจักร์ นิมิตร วงศ์สุวรรณ แคทลิยา เอกอุ่น อำภาศรี พ่อค้า ศุภชัย อติชาติ และวัฒนา แสนตรี. 2558. การวิเคราะห์สถานภาพการผลิตมันสำปะหลังของกลุ่มสมาชิกสหกรณ์เครดิตยูเนี่ยนเขาพระนอน จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อการวางแผนเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 56 หน้า.

นิรนาม. 2013. หลักการป้องกันกำจัดโรคพืช. สืบค้นจาก http://www.thaikasetsart.com/การป้องกันกำจัดโรคพืช/. [29 เมษายน 2562].

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด ภานุวัฒน์ มูลจันทะ อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช และ โอภาษ บุญเส็ง. 2558. การคัดเลือกและประเมินเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังต้านทานไส้เดือนฝอยรากปม. รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จ.ปทุมธานี. 69 หน้า.

นุชรีย์ ศิริ กชมน วงศ์ใหญ่ แพรวพรรณ สร้อยสุวรรณ และกมลทิพย์ ใจขาล. 2560. การทำลายชิงเพลี้ยแป้งสีชมพู Phenacoccus manihoti ต่อระดับความเสียหายของมันสำปะหลังสี่พันธุ์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13 “ปฏิรูปอารักขาพืชไทย สู่ประเทศไทย 4.0 เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” วันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2560 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง. หน้า 61.

ประพิศ วองเทียม จงรักษ์ จารุเนตร และศุภชัย สารกาญจน์. 2553. การจำแนกและประเมินระดับความต้านทานแมลงศัตรูของเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง. ผลงานวิจัยฉบับเต็ม ใน เอกสารขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรง

ศรีวิชาการเกษตร

ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ประสาท แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ วุฒิพล จันทร์สระคู ศักดิ์ชัย อาษาวัง สุพัตรา ชาวกงจักร สิทธิชัย ดาศรีดนัย ศารทูลพิทักษ์. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง. ใน รายงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 163 หน้า.

ประสาท แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ ศักดิ์ชัย อาษาวัง และวุฒิพล จันทร์สระคู. 2553. การศึกษาอิทธิพลของตำแหน่งการขุด ความยาวซี่ของผาลขุด และความสูงตอมันสำปะหลังต่อระบบขุดเก็บของเครื่องขุดเก็บหัวมันสำปะหลัง. ในเอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 ประจำปี 25536– 7 พฤษภาคม 2553 อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน: 6 หน้า.

ประสาท แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ศักดิ์ชัย อาษาวัง พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง วุฒิพล จันทร์สระคู อัคคพล เสนาณรงค์ สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ และขนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2553. วิจัยและพัฒนาเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง. ในเอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12 วันที่ 31 มีนาคม 1 เมษายน 2554 ณ ชลจันทร์รีสอร์ท พัทยา จ.ชลบุรี: 6 หน้า.

ประสาท แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ วุฒิพล จันทร์สระคู สนอง อมฤกษ์ คุรุวรรณ ภามาตย์ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ และสิทธิชัย ดาศรี. 2558. การทดสอบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ในสภาพพื้นที่เพาะปลูกต่างๆ. รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

ปิยะธิดา ตันตสวัสดิ์ และอารีย์ วรัญญูวัฒน์. 2551. บทปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. บริษัทเอเอนเทคจำกัด, กรุงเทพฯ. 109 หน้า.

ผู้จัดการออนไลน์. 2564. "เฉลิมชัย" สั่งปราบโรคใบด่างมันสำปะหลัง ตัดวงจรควบคุมพื้นที่ระบาด แนะเกษตรกรใช้พันธุ์สะอาดทนโรค. สืบค้นจาก https://mgronline.com/smes/detail/9640000051937. [ม.ค.65].

พลอยชมพู กรวิภาสเรือง มานิตา คงชื่นสิน พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ วิมลวรรณ โชติวงศ์ และอัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล. 2558. อนุกรมวิธาน และเขตแพร่กระจายของไรศัตรูมันสำปะหลังในประเทศไทย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. หน้า 90-128.

พินิจ กัลยาศิลปิน นพดล แดงพวง จงรักษ์ จารุเนตร ประเวศน์ ศิริเดช ชูชาติ วัฒนวรรณ สุเมธ พากเพียร และวุฒิ พิพนธ์. 2553. การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกในไร่เกษตรกร. รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาฉบับเต็ม ปี 2554. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิมพ์นารา เสือสกุล และเรวัติ เลิศฤทัยโยธิน. 2563.การวิเคราะห์เสถียรภาพของอ้อยปลูกพันธุ์กำแพงแสน ชุดปี 2007 และ 2008 ด้วยวิธี GGE Biplot ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 9(3):35-59.

ศรีวิชาการเกษตร

พุทธรักษา เสรี สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และศุภิฌา ธนะจิตต. 2560. ผลของการไถพรวนและวัสดุปรับปรุงดินต่อความเสถียรของเม็ดดินในชุดดินยโสธรที่ปลูกมันสำปะหลัง. วารสารแก่นเกษตร 45(2): หน้า 227-238.

ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง. 2557. ผลการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันสำปะหลัง. หน้า 349-363. *ใน*: รายงานผลงานวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง ประจำปี 2554. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, กรมวิชาการเกษตร.

มานิตา คงชื่นสิน. 2547. ไรศัตรูพืชผัก. ใน : เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง “การควบคุมไรศัตรูผักโดยชีววิธี”. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 28 หน้า.

มานิตา คงชื่นสิน พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง วิมลวรรณ โชติวงศ์ วัฒนา จารณศรี เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2556. ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 2. วันที่ 29-30 สิงหาคม 2556. ณ ห้องประชุมอารียันต์ ตึกจักรทองชั้น 3 กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 102 หน้า.

ยุทธนา เครือหาญชาญพงค์ อานนท์ สายคำฟู พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง พินิจ จิรัคคกุล อุชฎา สุขจันทร์ และอนุสรณ์ เทียนสิริฤกษ์. 2558. วิจัยและพัฒนาไถระเบิดดินดานสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง. กรุงเทพ: สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ และมานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2553. การพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลัง. รายงานการวิจัย ภาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญญบุรี. 47 หน้า.

วิระศักดิ์ เทพจันทร์. 2553. ความก้าวหน้าในการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อม และการนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า 29-52. ใน เอกสารประกอบการอบรมการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่ตระกูลถั่ว ปฏิสัมพันธุ์ระหว่างพันธุ์กับสิ่งแวดล้อม(GxE) ของพืชไร่ตระกูลถั่ว. 19-21 พค. 2553 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่.

วิชัย โอภานุกุล ประสาท แสงพันธุ์ตา อานนท์ สายคำฟู ธนพงค์ แสนจุ้ม ดนัย ศารทูนพิทักษ์ บาลทิตย์ ทองแดง. 2562. วิจัยรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง. ใน เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 14-15 มีนาคม 2562 ณ โรงแรมฮาร์ดร็อค พัทยา จังหวัดชลบุรี. หน้า 87-92.

วุฒิพล จันทร์สระคู ศักดิ์ชัย อาษาวัง อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ประสาท แสงพันธุ์ตา กลวัชร ทิมินกุล และสุพัตรา ชาวกงจักร. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก. โครงการวิจัยสิ้นสุด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร: 27 หน้า.

วัฒนะ วัฒนานนท์ สมเจตน์ จันทวัฒน์ เสาวรี ตังสกุล สมพงษ์ กาทอง ไรน์ฮาร์ด เฮาเลอร์ และนพศล สมุทรทอง. 2549. ผลของการเตรียมดินวิธีต่างๆ ต่อชนิดมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ในประเทศไทย. วารสารวิชาการเกษตร 24 (1): หน้า 1-19.

กรมวิชาการเกษตร

วัฒนา จารณศรี มานิตา คงชื่นสิน เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และพิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์. 2544. เอกสารวิชาการไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุมกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ. 192 หน้า.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วีรเดช โขนสันเทียะ รัชนี ขันธหัตถ์ เพียงเพ็ญ ศรวัต ประพิศ วองเทียม ศุภชัย สารกาญจน์ และอัจฉรา ลิ่มศิลา. 2553. ฐานข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมันสำปะหลังพันธุ์ไทย พันธุ์ลูกผสม และพันธุ์ต่างประเทศ. ผลงานวิจัยดีเด่นและผลงานวิจัยที่เสนอเข้าร่วมพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่นประจำปี 2552. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 16-30.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. มปป. รู้จริงเรื่องพืชกับกรมวิชาการเกษตร: การแปรรูปอาหารจากมันสำปะหลัง. เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2554. ดิน น้ำและการจัดการการปลูกมันสำปะหลัง. โครงการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการกระจายพันธุ์ดีและการขยายท่อนพันธุ์สะอาด. 48 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2563. คู่มือการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาดและมีคุณภาพ. เอกสารภายใต้โครงการวิจัยพัฒนาและขยายผลเทคนิคการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาดและมีคุณภาพ 2563. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. 67 หน้า.

สมชาย บุญประดับ ศรินณา ชูธรรมธัช สุจิตร ใจจิตร ไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง บงการ พันธุ์เพ็ง ฉัตรสุดา เชิงอักษร พรทิพย์ แพงจันทร์ และพนิต หมวกเพชร. 2558. วิจัยและพัฒนาระบบการปลูกพืชอย่างยั่งยืนในพื้นที่ใช้น้ำฝน. รายงานการวิจัยปี 2558 กรมวิชาการเกษตร. 196 หน้า.

สุนี ศรีสิงห์ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วัลลิภา สุชาโต และวาสนา ยอดปรางค์ . มปป. การศึกษาวิธีการใช้น้ำร้อนในการกำจัดเชื้อโรคใบขาวในท่อนพันธุ์อ้อย 1) การกำจัดเชื้อโรคใบขาวในอ้อยที่มีระดับการติดเชื้อแตกต่างกัน. ใน: รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร.

โสณิชา อุทุมพร และกิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ. 2559. การพัฒนาเครื่องหมาย ILP จากกลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างดอกปาล์มน้ำมัน (Elaeis guineensis Jacq.). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24(2):.299-308.

สัญลักษณ์ กิ่งทอง ปรีชานันท์ ศรีแก้ว และจิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. 2552. การศึกษาแนวทางการออกแบบกลไกปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมต่อสภาพการเพาะปลูกของประเทศไทย. น.7-12. เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2554. ยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมมันสำปะหลังประเทศไทย (พ.ศ. 2555-2559) และโปรแกรมวิจัยและพัฒนามันสำปะหลังภายใต้กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา สวทช. ระยะที่ 2 (Strategic Planning Alliance II: SPA II) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 62 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2553. มาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมันสำปะหลัง. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร :การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมันสำปะหลังตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551. 10 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. มาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมันสำปะหลัง. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.5701-2561 ต้นพันธุ์มันสำปะหลัง. 20 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร ตารางแสดงรายละเอียดมันสำปะหลัง. สืบค้นจาก http://www.oae.go.th/. [กุมภาพันธ์ 2561].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. สืบค้นจาก: www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/casava/4-58.pdf. [เมษายน 2561].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร . 2562 . สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, มีนาคม 2564. 214 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร : มันสำปะหลังโรงงานรายจังหวัด ปี 2561. สืบค้นจาก: www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/cassava61.pdf. [ตุลาคม 2562].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2564. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 240 หน้า.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพ. 137 หน้า.

สิบเอกสุกรี สุขประเสริฐ. 2558. การพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบใช้กับจุดต่อพ่วงสามจุด Category II. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 94 หน้า.

สุกิจ รัตนศรีวงษ์ ก้อนทอง พวงประโคน บุญช่วย สงฆนาม ทอม เตี๊ยะเพชร และวัลลีย์ อมรพล. 2550. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่โดยเกษตรกรมีส่วนร่วม. ใน รายงานผลงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่เกษตรกร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 . กรมวิชาการเกษตร. หน้า 86-100.

สุกิจ รัตนศรีวงษ เบญจมาศ คำสืบ วีระชัย จุนขุนทด ขนิษฐา กาคำมูล และอินทิรา เยื่องจันทึก. 2555. กระบวนการถายทอดเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังสูเกษตรกรโดย “สีคิ้วโมเดล” *ใน* รายงานการประชุมรายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ระหว่างวันที่ 5-7 กันยายน 2555 ณ อาคารสารสนเทศเพื่อการบริหาร มหาวิทยาลัยนครพนม. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม:236-242. สืบค้นจาก http://www.mcc.cmu.ac.th/Seminar/showseminar.asp?type_id=21. [กรกฎาคม 2558].

สุทัศน์ สุรวาณิช บุญชู สายธนู พเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ โสภิตา สมคิด นวลจันทร์ ศรีสมบัติ บงการ พันธุ์เพ็ง วลีรัตน์ วรกาญจนบุญ. 2556. กำหนดเขตการผลิตพืชเศรษฐกิจตามศักยภาพที่ดินเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ยางพารา มันสำปะหลัง และอ้อย). พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด. อุบลราชธานี. 91 หน้า.

สุเทพ สหายา พวงผกา อ่างมณี ชมัยพร บัวมาศ และชลิดา อุณหวุฒิ. 2553. เพลี้ยแป้งในมันสำปะหลังและการป้องกันกำจัด. รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา ปี 2553. หน้า 52-69.

กรมวิชาการเกษตร

สุภาพร สุขโต สมบัติ บวรพรเมธี กำพลศักดิ์ สุขโต สงัด ดวงแก้ว ปัญญา พุกสุ่น และนิลุบล ทวีกุล. 2560. การจัดการปุ๋ยมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ในแหล่งปลูกจังหวัดอุทัยธานี *ใน* ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตรประจำปี 2559 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 117-131.

สุวลักษณ์ อะมะวัลย์. 2555. ผลของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของมันสำปะหลัง. วิชาการค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ พ.ศ.2555 จำนวน 52 หน้า.

เสรี วงษ์พิเชฐ. 2549. การใช้เครื่องเก็บขุดมันสำปะหลังและการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง. สัมภาษณ์

โสภิตา สมคิด ปรีชา แสงโสดา นงลักษณ์ จีนกูล มัตติกา ทองรส นพดล แดงพวง เครือวัลย์ บุญเงิน ประนอม ใจอ้าย อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และกฤชพร ศรีสังข์. 2558. การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 247 หน้า.

โสภิตา สมคิด มัตติกา ทองรส นาฏญา โสภา พิกุลทอง สุอนงค์ นิพนธ์ ภาชนะวรรณ และอภิชาต เมืองซอง. 2558. โครงการวิจัยการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง. *ใน* รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด 2559.สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ เมธาพร พุฒขาว เชาวนาถ พฤทธิเทพ วัลลีย์ อมรพล ศรีสุดา ทิพยรักษ์ สมควร คล้องช้าง ชยันต์ ภักดีไทย นรีลักษณ์ วรรณสาย ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง นิลุบล ทวีกุล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ศิวิไล ลาภบรรจบ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์ เสาวรี บำรุง อนุศาสตร์ สุ่มมาตร ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม พัชรินทร์ นามวงศ์ วุฒิพล จันสระคู วนิดา โนบรรเทา วสันต์ วรรณจักร์ เหรียญทอง พานสายตา อนันต์ ทองภู และสรรเสริญ แสงใส. 2558. *ใน* รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุดโครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสาปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร. 227 หน้า.

อภิญญา พุทธาประทีป. 2553. การประเมินความเสี่ยงของการปลูกมันสำปะหลังของระดับฟาร์มในประเทศไทย วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นจาก http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/20073. [มิถุนายน 2558].

อัจฉรา ลิ่มศิลา วัลลีย์ อมรพล พินิจ กัลยาศิลปิน วสันต์ วรรณจักร อภิชาต เมืองซอง และสุชาติ คำอ่อน.2551. การเปรียบเทียบผลผลิตมันสำปะหลังในชุดดินที่สำคัญ 10 ชุดดิน. ใน รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตร การทดลองสิ้นสุด ปี 2551. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง และอทิติยา แก้วประดิษฐ์. 2561. ชีววิทยาของไรแดงมันสำปะหลัง (Cassava Red Mite); Oligonychus biharensis (Hirst). รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2561 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. หน้า 362-374.

อัมพร วิโนทัย. มปป. แตนเบียน เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *Anagyrus lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae). กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช. 15 หน้า.

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

อรุโณทัย ซาววา สุภาวดี ง้อเหรียญ อัญชลี ศรีสุวรรณ ประพิศ วองเทียม และหทัยรัตน์ อุไรรงค์. 2552. การศึกษาความหลากหลายของพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทยโดยใช้เทคนิค SCAR (Sequence Characterized Amplified Region). รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551-2552 สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 96-118.

อัมพร วิโนทัย. 2552. รายงานชนิดเพลี้ยแป้งที่สำรวจพบในไร่มันสำปะหลัง.การสัมนาทางวิชาการ “เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังและการควบคุมโดยใช้แตนเบียน”. ธันวาคม 2552 ณ สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง ห้วยบงนครราชสีมา.

โอภาส บุญเส็ง. การไถระเบิดดินดานในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง. สืบค้นจาก: http://www.thaitapiocastarch.org/en/information/learning_ industry/articles/11/ การไถระเบิดดินดานในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง. [เมษายน 2559].

Abera, S. and S.K. Rakshit. 2003. Processing Technology Comperison of Physicochemical and Function Properties of Cassava Starch Extracted from Fresh Root and Dry Chips. Biosynthesis Nutrition Biomedical, Starch vol.55 Issue 7: 287-296.

Aiemnaka, P., A. Wongkaew, J. Chanthaworn, S.K. Nagashima, S. Boonma, J. Authapun. S. Jenweerawat, P. Kongsila, P. Kittipadakul, S. Nakasathien, T. Sreewongchai, W. Wannarat, V. Vichukit, L.A.B. Lopez-Lavalle, H. Ceballos, C. Rojanaridpiched and C. Phumichai. 2012. Molecular Characterization of a Spontaneous Waxy Starch Mutation in Cassava. Crop Science, Vol.52: 2121-2130.

Akhir, H. Md., M.Shahmihaizan M.J., Mohd Nadzim N., Aris A., Salleh B., Humaizi M.J. and Hafizi M. 2014. Performance of an Imported Single Row Cassava Planter and Modified API Cassava Planter. National Conference On Agricultural and Food Mechanization 2014 (NCAFM 2014) 20 - 22 May 2014, Kota Kinabalu, Sabah.

Allen RG, Pereira LS, Howell TA, Jensen ME. 2011. Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. Agric. For. Meteorology. 98(6):899-920.

Annamalai, S. and Vijayaraj, R. 2019.Design and Fabrication of Cassava Planting Machine. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology Volume 7 (3): 2319-2321.

AnnoDOA_nameplant/t524.pdf. [พฤษภาคม 2557].

Anuchit Chamsing. 2007. Agricultural Mechanization Status and Energy Consumption for Crop Production in Thailand. AIT Diss No. AE.....Asian Institute of Technology, Pathum Thani, Thailand.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Bradbury, P. J., Zhang, Z., Kroon, D. E., Casstevens, T. M., Ramdoss, Y., & Buckler, E. S. (2007). TASSEL: software for association mapping of complex traits in diverse samples. Bioinformatics, 23(19), 2633-2635. doi: 10.1093/bioinformatics/btm308.

CABI. 2006. Pest on cassava. Crop Protection Compendium, edited in 2006.

Chanroj, V. (2016). Association mapping of latex yield in rubber tree (Hevea brasiliensis) (degree of doctor), Thammasat University, Faculty of Science and technology.

Dellaporta, S.L., Wood, J. and Hicks, J.B. (1983). A plant DNA mini-preparation: version II, Plant Molecular Biology. Reporter, 1, 19–21.

Firdous S.S., R. Asghar, M.I. UI-Haque, A. Waheed, S.N. Afzal and M.Y. Mirza. 2009. Pathogenesis of Pseudomonas syringae pv. Sesame associated with sesame (Sesame indicum L.) bacterial leaf spot. Pak. J. Bot., 41(2): 927-934.

Fukuda, W.M.G., C.L. Guevara, R. Kawuki, and M.E. Ferguson. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 19 pp.

Gawel, N. J., and Jarret, R. L. (1991). A modified CTAB DNA extraction procedure for Musa and Ipomoea. Plant Mol. Biol. Rep., 9(3), 262-266.

Haque, M. R. and J. H. Bradbury. 1999. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. Food Chemistry. 77: 107–114.

Hariharan, K V., S.P. Pradeep kumar, M.Prasanth and R. Senthil Kumar. 2015. Design and Fabrication of Tapioca Planter. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) 4(6): 565-570.

Hillocks, R.J., J.M. Thresh and A.C.Bellotti. 2001. Cassava Biology Production and Utilization. Oxon : CABI Pub.

Hunt L. A., S. Pararajasingham, J. W. Jones, G. Hoogenboom, D. T. Imamura and R. M. Ogoshi. 1993. GENCALC: Software to Facilitate the Use of Crop Models for Analyzing Field Experiments. Agronomy Journal 85(5): 1090-1094.

IRRI. n.d. CropStat. Retrieved June 15, 2013, from http://bbi.irri.org/products.

IRRI. n.d. PBTools - Plant Breeding Tools. Retrieved June 24, 2019, from http://bbi.irri.org/products.

Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. Today. 16: 334-340.

Lungkapin, J., V. M. Salokhe, R. Kalsirisilp and H. Nakashima. “Laboratory Studies of the Stem Cutting Unit of a Cassava Planter”. Agricultural Engineering International: the CIGR E-journal. Manuscript PM 07 008. Vol. IX. July, 2007.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Lungkapin, J., V. M. Salokhe; R. Kalsirisilp and H. Nakashima. 2009. Design and Development of a Cassava Planter. Transactions of the ASABE. 52(2): 393-399.

Kongchuensin, M., V. Charanasri and A. Takafuji. 2005. Geographic distribution of Neoseiulus longispinosus (Evans) and its habitat plants in Thailand. Acarology Society of Japan. 14(1):1-11.

Kunkeaw, S., Tangphatsornruang, S., Smith, D.R. and Triwitayakorn, K. (2010). Genetic linkage map of cassava (Manihot esculenta Crantz) based on AFLP and SSR markers. Plant Breeding 129: 112–115.

Lebot, V. 2009. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. Wallingford, UK ; Cambridge, MA : CABI.

Liu, K., and Muse, S. V. (2005). PowerMarker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis. Bioinformatics, 21(9), 2128-2129. doi: 10.1093/bioinformatics/bti282.

Mariangela Hungria, Ruben J. Campo, Emanuel M. Souza and Fabio O. Pedrosa Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. 2010 สืบค้นจาก https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-009-0262-0.

Mba, R.E.C., P. Stephenson, K. Edwards, S. Mezer, J. Nkumbira, U. Gulberg, K. Apel, M. Gale, J. Tohme and M.A. Fregene. 2001. Simple sequence repeat (SSR) marker survey of the cassava (Manihot esculenta Crantz) genome: toward a SSR-based molecular genetic map of cassava. Theoretical and Applied Genetics. 102: 21 – 31.

Munyikwa, T.R.I., C.J.J.M. Raemaker, M. Schreuder, E. Jacobsen and R.G.F. Visser. 1998. Pinpointing towards improved transformation and regeneration of cassava (Manihot esculentaCrantz). Pl. Sci. 135: 87-101.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. Plant Physiology, 15, 473-497.

Neisse A.C., J.L. Kirch and K. Hongyu. 2018. AMMI and GGE Biplot for genotype × environment interaction: a medoid–based hierarchical cluster analysis approach for high–dimensional data. Biometrical Letters.55 (2): 97-121.

Noshin, I. & Asghari, B. (2010). Biology and Fertility of Soils. 46 (4): 393-406.

Olivoto,T.. n.d. Metan (multi-environment trials analysis) provides useful functions for analyzing multi-environment trial data using parametric and non-parametric methods. Retrieved December 2, 2021, from https://cran.r-project.org/web/packages/metan/metan.pdf.

Raemakers, C. J. J. M., M. G. M. Rozenboom, K. Danso, E. Jacobsen and R. G. F. Visser. 1997. Regeneration of plants from somatic embryos and friable embryogenic callus of cassava (Manihot esculenta Crantz.). African Crop Science Journal. 2: 238-243.

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Raghu, D., N. Senthil, T. Saraswathi, M. Raveendran, R. Gnanam, R. Venkatachalam, P. Shanmugasundaram and C. Mohan. 2007. Morphological and Simple Sequence Repeats (SSR) based finger printing of south indian Cassava germplasm. International Journal of Integrative Biology. 1(2): 141 – 149.

Restrepo S., Duque M. C. and Verdier V. 2000. Characterization of pathotypes among isolates of Xanthomonas axonopodis pv. manihotis in Colombia. Plant Pathol 49: 680-687

Shaner G., Finney R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology 67:1051–1056.

Sofiari, E., C.J.J.M. Raemakers, E. Kanju, K. Danso, A.M. van Lammeren, E. Jacobsen and R.G.F. Visser. 1997. Comparison of NAA and 2,4-D induced somatic embryogenesis in cassava. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 50: 45-56.

Stamp, J.A. and G.G. Henshaw. 1987. Secondary somatic embryogenesis and plant regeneration in cassava. Plant Cell Tiss Org. 10: 227-233.

Szabados, L., R. Hoyos and W.M. Roca. 1987. In vitro somatic embryogenesis and plant regeneration of cassava. Plant Cell Rep. 6: 248-251.

Taylor, M.G. and I.K. Vasil. 1996. The ultrastructure of somatic embryo development in pearl millet (Pennisetumglaucum; Poaceae). Am. J. Bot. 83: 28-44.

Taylor, N.J., M.V. Masona, R. Carcamo,T. Ho, C. Schopke and C.M. Fauquet. 2001. Propagation of embryogenic tissues and regeneration of transgenic plants in cassava (Manihot esculenta Crantz). Euphytica. 10: 25-34.

Watana W., S. Tangakul, S. Katong, P. Phetprapi, S. Jantawat, N. Samuthong and R.H. Howeler. (2009). Effect of methods of land preparation on the yield of four cassava cultivars in Thailand., (pp. 225-232). doi:10.17660/ActaHortic.2006.703.28

Watson S.l., I.H. Delacy, D.W. Podlish and K.E. Basford. n.d. GEBEI. Department of Agriculture, University of Queensland. 39 pages.

Welsch, R., J. Arango, C. Bär, B. Salazar, S. Al-Babili, J. Beltrán, P. Chavarriaga, H. Ceballos, J. Tohme and P. Beyer. 2010. Provitamin A accumulation in cassava (Manihot esculenta) roots driven by a single nucleotide polymorphism in a phytoene synthase gene. Plant Cell. 22: 3348 - 3356.

Wongtiem, P., D. Courtois, B. Florin, M. Juchaux, D. Pelteier, P. Broun and J.P. Ducos. 2011. Effects of cytokinin on secondary somatic embryogenesis of selected clone Rayong 9 of Manihot esculentaCrantz. for ethanol production. African Journal of Biotechnology. 10(9): 1600-1608.

Zhang, S., Chen, X., Lu, C., Ye, J., Zou, M., Lu, K., Feng, S., Pei, J., Liu, C., Zhou, X., Ma, P., Li, Z., Liu, C., Liao, Q., Xia, Z., and Wang, W. (2018). Genome-Wide Association Studies of 11 Agronomic Traits in Cassava (Manihot esculenta Crantz). Front Plant Sci, 9, 503. doi: 10.3389/fpls.2018.00503.

กรมวิชาการเกษตร