



กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกร

เพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค

Testing and Develop Using of Agricultural Machinery Technology

Cooperated Work with Farmers for Cost Reduction of Cassava

Production Different Regions

นายอนุชิต ชำสิงห์

Anuchit Chamsing

ปี 2564

บทสรุปผู้บริหาร

เครื่องจักรกลเกษตรมีบทบาทสำคัญในการผลิตทางการเกษตรในการสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดการสูญเสียผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และการขาดแคลนแรงงาน และมีแนวโน้มสำคัญมากขึ้นอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีการเคลื่อนย้ายสู่ภาคอุตสาหกรรมอื่น และการเข้าสู่สังคมผู้สูงวัยของประชากร โดยเฉพาะประชากรในภาคการเกษตร

เพื่อให้ต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรผลงานวิจัยได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ ได้รับการยอมรับนำไปใช้งานนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังของประเทศ จึงดำเนินการทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลังให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เศรษฐกิจและสังคม ควบคุมการรวบรวมข้อมูลและพัฒนาการใช้เครื่องจักรของเกษตรกร และเพื่อเป็นการจัดเตรียมเครื่องจักรต้นแบบผลงานวิจัยสำหรับการสาธิตเผยแพร่ต่อไป เป็นการดำเนินการร่วมกับเกษตรกร และเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานระดับพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตร ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ กลาง และภาคตะวันออก พบว่าเกษตรกรในแต่ละภาคมีการใช้เครื่องจักรกลเกษตรทำนองเดียวกัน แตกต่างกันในบางขั้นตอนการผลิตที่ยังไม่มีการนำมาใช้งาน ในรูปแบบการใช้ และค่าใช้จ่ายตามสภาวะสังคมและเศรษฐกิจของในภาคนั้นๆ โดยในภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางตอนบน และอีสานตอนล่างซึ่งเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังแหล่งใหญ่ของประเทศมีการใช้เครื่องจักรกลเกษตรมากที่สุด แต่ยังขาดเครื่องกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ และเครื่องจักรในบางกิจกรรมของขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่รุนแรงมากขึ้น สำหรับผลการทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบผลงานวิจัยจำนวน 5 รายการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุ์ เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยเครื่องกำจัดวัชพืชและเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่และพบว่ายังจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อส่วนเครื่องจักรต้นแบบอื่นๆพร้อมต่อการใช้งานและเผยแพร่ให้มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพพร้อมกับเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร พร้อมนี้ได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน

บทคัดย่อ

เพื่อทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลังให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เศรษฐกิจ และสังคม ควบคู่กับการรวบรวมข้อมูลและพัฒนาการใช้เครื่องจักรของเกษตรกร และเพื่อเป็นการจัดเตรียมเครื่องจักรต้นแบบ ผลงานวิจัยสำหรับการสาธิตเผยแพร่ต่อไป เป็นการดำเนินการร่วมกับเกษตรกร และเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานระดับพื้นที่ของ กรมวิชาการเกษตร ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ กลาง และภาคตะวันออก พบว่าเกษตรกรในแต่ละภาคมีการใช้ เครื่องจักรกลเกษตรทำนองเดียวกัน แตกต่างกันในบางขั้นตอนการผลิตที่ยังไม่มีการนำมาใช้งาน ในรูปแบบการใช้ และค่าใช้จ่าย ตามสภาวะสังคมและเศรษฐกิจของในภาคนั้นๆ โดยในภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางตอนบน และอีสานตอนล่างซึ่งเป็นแหล่งปลูก มันสำปะหลังแหล่งใหญ่ของประเทศมีการใช้เครื่องจักรกลเกษตรมากที่สุด แต่ยังคงขาดเครื่องกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ และ เครื่องจักรในบางกิจกรรมของขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่รุนแรงมากขึ้น สำหรับผลการทดสอบ และพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบผลงานวิจัยจำนวน 5 รายการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุ์ เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยเครื่องกำจัดวัชพืชและเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ และพบว่ายังจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อ ส่วนเครื่องจักรต้นแบบอื่นๆพร้อมต่อการใช้งานและเผยแพร่ให้มี การใช้งานอย่างมี ประสิทธิภาพร่วมกับเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร พร้อมนี้ได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อ เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน

Abstract

To test and develop machinery prototypes for cassava production, along with data collection on using of agricultural machinery for cassava production of farmers, and to prepare machinery prototypes for demonstration in the future. The project was conducted with farmers and local authority official staff in Northeastern, Northern, Central Plain, and Eastern regions from Department of Agriculture. The results showed that using agricultural machinery of farmers were similar. However, some difference was discovered on farm operations that had not been implemented due to socioeconomic conditions. In the lower North, upper Central Plain and lower Northeastern which are the largest cassava plantations areas used most agricultural machinery. Efficient mechanical weeder and machinery in harvesting process are still lacking, also labor shortage problem is increasing trend. For testing and development of five prototype machines such as cassava cutting machine, weeding machine mounting with power tiller, moldboard plow type cassava digger, semi-automatic cassava harvester, and cassava root conveying machine attached to a truck, found that further development is needed especially on mechanical weeder and semi-automatic cassava harvester. However, others machines are ready to disseminate in conjunction with cassava technologies of the Department of Agriculture. Along with this, an economic analysis was conducted to provide information on investment decisions

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะกรรมการวิจัยและพัฒนาของกรมวิชาการเกษตร ที่ให้โอกาสได้ดำเนินโครงการ และขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาของหน่วยงาน และหน่วยงานในระดับพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตร ที่อนุญาตให้นักวิชาการเกษตร มาร่วมดำเนินงาน และขอบคุณทุกๆท่าน ซึ่งไม่สามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมดที่มีจำนวนมาก ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการให้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีในระดับหนึ่ง และหวังว่าเครือข่ายการทำงานที่เกิดขึ้นในครั้งนี้จะยังคงอยู่ และขยายวงกว้างออกไปเพื่อให้การ ขับเคลื่อนการนำเทคโนโลยีในหลายสาขาวิชามาใช้สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดการสูญเสียผลผลิต ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย และยกระดับการพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร.....	ก
บทคัดย่อ.....	ข
Abstract.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน.....	6
บทที่ 3 ผลการศึกษา.....	8
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล.....	31
เอกสารอ้างอิง.....	33

สารบัญภาพ

รูปที่ 1	เครื่องต้นแบบงานวิจัยที่เลือกมาดำเนินการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุมันสำปะหลัง (ก) เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม (ข) เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู (ค) เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ (ง) และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก (จ)	9
รูปที่ 2	ไถบุกเบิก (ก) ไถผลพรวน (ข)	10
รูปที่ 3	การไถยกร่อง ผานยกร่อง (ก) และผานยกร่องมีโซ่ลากปาดสันร่อง (ข)	10
รูปที่ 4	การตัดท่อนพันธุมันโดยใช้แรงงานคน และเครื่องตัดท่อนพันธุมันที่พัฒนาขึ้นเองในแต่ละพื้นที่	11
รูปที่ 5	แรงงานคนเดินปักท่อนพันธุมัน (ก) และคนนั่งกระบะต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์แล้วปักท่อนพันธุมัน (ข)	11
รูปที่ 6	เครื่องปลูกลำเลียงมันสำปะหลังแบบปากท่อนพันธุมันในแนวตั้ง	11
รูปที่ 7	เครื่องปลูกลำเลียงมันสำปะหลังแบบปากท่อนพันธุมันในแนวนอน	12
รูปที่ 8	ท่อนพันธุมันมีลักษณะเอียง บางส่วนไม่ถูกปัก และท่อนพันธุมันแตกจากการตัดไม้ดีมี ส่งผลต่อท่อนพันธุมันที่ฝังไปซึ่งอาจจะมีปัญหาเรื่องการงอกกลดลง	12
รูปที่ 9	ท่อนพันธุมันปักไม่ตรงตามต้องการ หรือปักไม่ลง ต้องใช้คนเดินปักซ่อม และเขี่ยดินพันธุมันให้ตั้งตรง	13
รูปที่ 10	กิจกรรมต่างๆในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง	14
รูปที่ 11	การไม่ตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยวจากปัญหาการขาดแคลนแรงงาน อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิต	15
รูปที่ 12	ส่วนหนึ่งของผานขุดมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาคที่เกษตรกรใช้งานซึ่งมีหลากหลายรูปแบบมาก	16
รูปที่ 13	ปัญหาการติดตั้งถังปุ๋ย และการปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มอุปกรณ์เพื่อลดความเหนื่อยล้าจากการเดิน	17
รูปที่ 14	การติดตั้งอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเข้ากับรถไถเดินตามของเกษตรกร	17
รูปที่ 15	ต้นแบบรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง	18
รูปที่ 16	การทดสอบกำจัดวัชพืชด้วยรถยกสูงกำจัดวัชพืชของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม	18
รูปที่ 17	ผลผลิตขุดมันสำปะหลังต้นแบบงานวิจัย (ก) และผลผลิตขุดมันสำปะหลังของเกษตรกร (ข)	19
รูปที่ 18	เครื่องตัดและสับย่อยต้นมันสำปะหลังที่มีปัญหาการอุดตัน และส่วนของการขุดที่มีปัญหาการสะสมของเศษวัชพืช กิ่งและต้น ซึ่งมีแนวทางแก้ไขได้แล้ว (ข)	20
รูปที่ 19	การพัฒนาต่อยอดจากต้นแบบเดิม และการทดสอบการใช้งานจริงในแปลง	20
รูปที่ 20	เครื่องขุดมันฯ ร่วมจัดงานวันเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอินทรีย์ รุ่นที่ 1 ประจำปี 2560/2561	21
รูปที่ 21	บรรยายเรื่องการใช้เครื่องจักรกลในการผลิตมันสำปะหลัง ศวพ.ภาพสินธุ์	22
รูปที่ 22	ร่วมเป็นวิทยากรบรรยายโครงการจัดงานถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง อ.วังเหนือ จ.ลำปาง	22
รูปที่ 23	การบรรยายและสาธิต ณ หมู่ 7 ต.ป่าอ้อ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี	22
รูปที่ 24	ค่าใช้จ่าย และจุดคุ้มทุนการลงทุนเครื่องปลูกลำเลียงมันสำปะหลัง	23
รูปที่ 25	ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมชุดเครื่องจักรกลเกษตรในระบบการเก็บเกี่ยว	24

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 เครื่องต้นแบบผลงานวิจัยที่สร้าง และจัดหาสำหรับใช้ดำเนินโครงการในแต่ละภูมิภาค.....	8
--	---

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลาง
รับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

- 1) สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย
- 2) กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้า
การเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
- 3) อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
- 4) กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง

เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

- ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

- ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์

คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษ
และภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

- ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม

สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาส
ให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกๆระดับ

- ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตร
ต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

- ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรตรระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
<p>โปรแกรม P10. ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจ</p> <p>แผนงานที่ 16: แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตมันสำปะหลังแบบบูรณาการและยั่งยืน</p> <p>แผนงานวิจัยย่อยที่ 2 ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่</p> <p>โครงการวิจัยทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับเกษตรกรเพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค</p>	1,765,500.-

4. รายละเอียดโครงการ

4.1 ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

เครื่องจักรกลเกษตรมีบทบาทสำคัญในการผลิตทางการเกษตรในการสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดการสูญเสียผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และการขาดแคลนแรงงาน และมีแนวโน้มสำคัญมากขึ้นอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีการเคลื่อนย้ายสู่ภาคอุตสาหกรรมอื่น และการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประชากร โดยเฉพาะประชากรในภาคการเกษตร ซึ่งสัดส่วนของประชากรในภาคเกษตรลดลงอย่างมากจากร้อยละ 62.49 ในปี 2534 เหลือร้อยละ 39.14 ในปี 2552 ทั้งพบว่าประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยประชากรช่วงอายุ 1-14 ปี ลดลงอย่างมากจากร้อยละ 48.12 ในปี 2513 คาดว่าจะเหลือเพียง 15.01 ในปี 2568 และพบว่าประชากรช่วงอายุมากกว่า 60 ปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากจากร้อยละ 4.89 ในปี 2513 เป็น 21.22 ในปี 2568 ทั้งพบว่าในปีดังกล่าวจะมีประชากรในวัยทำงานเพียงร้อยละ 67.76 (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2554)

ในส่วนของการผลิตมันสำปะหลังสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้มีบทบาทสำคัญในการดำเนินการวิจัยด้านเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องหลายรายการตั้งแต่ในอดีต แต่เนื่องจากระบบการผลิต ปัญหาอุปสรรค ความต้องการและเงื่อนไข ความต้องการเทคโนโลยีในการผลิตมันสำปะหลังเปลี่ยนไป โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตรก็เปลี่ยนไปเช่นเดียวกัน สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้เริ่มให้ความสำคัญกับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อการแก้ปัญหาและสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอีกครั้งตั้งแต่ปี 2548 โดยเริ่มจากเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายเป็นสัดส่วนของต้นทุนการผลิตสูงสุดประมาณ 27% ของต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังทั้งหมด รองลงมาได้แก่ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน ค่ากำจัดวัชพืช ค่าขนส่ง และค่าท่อนพันธุ์และแรงงานปลูกในสัดส่วนร้อยละ 18 17 16 13 และ 7 ตามลำดับ (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) โดยเริ่มจากการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบหัวหมู จากประเด็นปัญหาทั้งที่เคยมีการวิจัย มีภาคเอกชนผลิตจำหน่ายหลายรุ่น และมีการใช้งานแพร่หลายระดับหนึ่งแต่ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควรทั้งที่ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และก็ยังมีการพัฒนาแบบใหม่อย่างต่อเนื่อง สันนิษฐานว่ายังไม่มีความคุ้มค่ามันสำปะหลังที่ไม่เหมาะสม มีราคาแพงแต่มีชั่วโมงการทำงานต่อปีน้อยจึงไม่คุ้มต่อการลงทุน จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูให้ได้แบบที่เหมาะสมและสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องประสงค์ทั้งเพื่อการขุดมันสำปะหลังและการไถกลบต่อซึ่งเพียงการปรับเปลี่ยนบางชิ้นส่วนที่สำคัญ ผลในส่วนของการใช้เพื่อการขุดมันสำปะหลังสามารถ

ช่วยลดความต้องการแรงงาน และลดต้นทุนการเก็บเกี่ยว และความสูญเสียผลผลิตได้ 33%, 10% และ 2-5 เท่า ตามลำดับ และเครื่องดังกล่าวได้มีภาคเอกชนจำนวน 3 รายมารับเทคโนโลยีไปผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์จนถึงปัจจุบัน แต่ไม่มีการนำไปใช้เพื่อการไกล่เกลี่ยข้อขัดแย้งด้วยความสามารถในการทำงานต่ำเมื่อเทียบกับเครื่องมือเตรียมดินอื่นๆ ภายใต้งบประมาณการวิจัยและพัฒนาในประเด็นนี้

ภายหลังจากดำเนินโครงการวิจัยและได้เครื่องจักรเพื่อแก้ปัญหาการเก็บเกี่ยวได้ระดับหนึ่ง พบว่าปัญหาแท้จริงนั้นต้องแก้ปัญหาระบบการเก็บเกี่ยวซึ่งประกอบไปด้วยหลายกิจกรรมคือ ตัดต้น ขุดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน เก็บรวมกอง ตัดหัวออกจากเหง้า ลำเลียงขึ้นรถบรรทุก และบรรทุกไปจำหน่าย โดยพบว่าเฉพาะกิจกรรมหลังจากการขุดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน จะกระทบการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปจำหน่ายที่ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากและประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน เป็นปัญหาลักษณะคอขวดของระบบส่งผลให้มีการใช้งานผานขูดมันเพียงร้อยละ 50 ของความสามารถในการทำงาน รวมถึงได้ทราบปัญหาเกี่ยวกับความต้องการเครื่องจักรกลเกษตรในระบบการผลิตมันสำปะหลังทั้งระบบ ซึ่งสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้พยายามพัฒนาต่อยอดเครื่องจักรในกระบวนการเก็บเกี่ยว และเครื่องจักรในขั้นตอนการผลิตอื่นอีกหลายรายการตามลำดับความสำคัญ ซึ่งได้แก่ เครื่องขุดและเก็บเหง้ามันสำปะหลัง เครื่องเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง เครื่องสับย่อยเหง้ามันสำปะหลัง เครื่องตัดหัวออกจากเหง้า เครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก เครื่องปลูกมันสำปะหลัง เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงท้ายรถไถเดินตาม เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เครื่องกำจัดวัชพืชแบบปรดยกสูง เครื่องตัดและสับย่อยต้นมันสำปะหลัง และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งเป็นการต่อยอดงานวิจัยร่วมกับบริษัท พี.ที.โอ.โธพาร์ท จำกัด โดยได้รับการสนับสนุนการวิจัยส่วนหนึ่งจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ และสมาคมแปงมันสำปะหลังไทย ที่มีส่วนทั้งการตัดและสับย่อยต้นก่อนการขุดเหง้า ขุดและลำเลียงเหง้าไปรวมกองและตัดหัวออกจากเหง้าที่บริเวณหัวหรือท้ายแปลง ทดสอบเบื้องต้นช่วยลดจำนวนการใช้แรงงานลงประมาณ 60% และ 24% เมื่อเทียบกับการเก็บเกี่ยวระบบเดิมที่ใช้แรงงานคนทั้งหมด และการใช้แรงงานคนร่วมกับการใช้เครื่องขูดมันสำปะหลัง ตามลำดับ ทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวลงประมาณ 14% ตลอดจนลดการสูญเสียผลผลิตลง 2-4% จะเห็นได้ว่าสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมมีความพยายามที่จะวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรเพื่อมาสนับสนุนการแก้ปัญหาและพัฒนาการผลิต ผลการดำเนินการที่ได้มีทั้งระดับองค์ความรู้ เครื่องต้นแบบเบื้องต้น เครื่องต้นแบบที่มีความก้าวหน้าในการพัฒนา เครื่องต้นแบบที่มีศักยภาพที่จะต้องพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับพื้นที่ หรือพัฒนาต่อยอดเพื่อการผลิตเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก มีปัญหาข้อจำกัดในหลายประการ รวมถึงในบางเครื่องต้องรอเวลาที่เงินจูงใจความต้องการ จำเป็นต้องมีกลไกขับเคลื่อนต่อเนื่อง แม้เครื่องต้นแบบที่มีศักยภาพในการใช้งานอาจจำเป็นต้องมีการทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยเฉพาะเกี่ยวข้องกับดิน การสาธิตเผยแพร่ โดยในอดีตขาดการขับเคลื่อนต่อเนื่องโดยตรง ยกเว้นในต้นแบบบางเครื่องที่มีความต้องการสูงและมีศักยภาพสูงแล้วภาคเอกชนนำผลงานวิจัยไปต่อยอดเพื่อการผลิตเชิงพาณิชย์ แต่สำหรับในบางเครื่องต้นแบบอาจยังไม่เสร็จสมบูรณ์รวมถึงอาจต้องรอเงินจูงใจเวลา แต่มีความจำเป็นต้องเตรียมการและเผยแพร่ ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการขับเคลื่อนคือการจัดหาหรือทดสอบและพัฒนา ร่วมกับผู้มีส่วนได้เสียซึ่งได้แก่ เกษตรกร เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานระดับพื้นที่ ซึ่งจะได้ผลทั้งการพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับพื้นที่ ควบคู่ไปกับการเผยแพร่ขยายผล โดยในเบื้องต้นเครื่องจักรต้นแบบผลงาญวิจัยที่พิจารณาว่ามีความสำคัญ มีศักยภาพในการใช้งาน และบางเครื่องมีการผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์แล้ว รวมถึงเป็นเครื่องจักรที่ยังไม่มีการผลิตหรือยังไม่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลาย ซึ่งได้แก่ เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงท้ายรถไถเดินตาม เครื่องขูดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

จากการที่เครื่องจักรกลเกษตรมีความสำคัญมากขึ้น แม้จะมีการศึกษา วิจัยและพัฒนาด้านเครื่องจักรกลเกษตรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่ส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาที่ตัวเครื่องจักรโดยเฉพาะอุปกรณ์ต่อพ่วงแต่เครื่องจักรต้นกำลังส่วนใหญ่เป็นการนำเข้า ขาดฐานข้อมูลด้านเครื่องจักรกลเกษตร และงานวิจัยเพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานสำคัญเพื่อการบริหารจัดการ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการการใช้เครื่องจักรกลเกษตร ดังนั้นเพื่อให้เครื่องจักรต้นแบบงานวิจัยได้มีการทดสอบพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ เศรษฐกิจและสังคม และได้รับการยอมรับลงทุนเพื่อนำไปใช้งาน รวมถึงการใช้เครื่องจักรที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดต้นทุนการผลิต ลดการสูญเสียผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ช่วยให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น จึงดำเนินการวิจัยในลักษณะทดสอบและพัฒนาทั้งพัฒนาเครื่องต้นแบบ ควบคู่ไปกับการพัฒนาการใช้งานร่วมกับผู้มีส่วนได้เสียในการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาคซึ่งมีความแตกต่างกันหลายประการ..

4.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลังให้เหมาะสมต่อการใช้งานในแต่ละภูมิภาคของประเทศร่วมกับเกษตรกร และเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานกรมวิชาการเกษตรในพื้นที่ สำหรับสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน ลดการสูญเสีย และแก้ปัญหาคารขาดแคลนแรงงานในการผลิตมันสำปะหลัง

4.3 ขอบเขตการศึกษา

โครงการฯ จะดำเนินการในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค จำนวน 4 ภูมิภาคของประเทศ ที่มีการปลูกมันสำปะหลัง ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก เพื่อทดสอบ และพัฒนา ตลอดจนพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร สำหรับสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพผลิต ลดการสูญเสีย พัฒนาคุณภาพผลผลิต และแก้ปัญหาคารขาดแคลนแรงงานในการผลิตมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องจักรกลเกษตร ในทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่ขั้นการเตรียมดินจนถึงการเก็บเกี่ยว ทั้งเครื่องจักรกลเกษตรที่มีการใช้ทั่วไป และเครื่องจักรกลเกษตรต้นแบบ ที่เป็นผลการค้นคว้าวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่ดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว และอาจมีสำเร็จเพิ่มเติมจากโครงการวิจัยอื่นในช่วงดำเนินโครงการวิจัยนี้ ซึ่งการดำเนินการจะบูรณาการการทำงานร่วมกับเกษตรกร นักวิจัย/เจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องของมันสำปะหลังจากในการทดสอบความเหมาะสมในการใช้งานกับพื้นที่ พัฒนาการใช้ และหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรในพื้นที่ เพื่อดำเนินการทดสอบและเผยแพร่ร่วมกับเทคโนโลยีด้านอื่นของกรมวิชาการเกษตรอยู่แล้ว ในแต่ละภูมิภาคของประเทศ ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะบูรณาการทั้งที่เกี่ยวกับคนและเทคโนโลยี เผยแพร่เทคโนโลยีจากการวิจัยให้ถึงมือเกษตรกร จะดำเนินการวิจัยเป็น 4 การทดลอง สอดคล้องกับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค และมีเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรที่จะใช้ในการวิจัย ดังนี้

4.3.1 การแบ่งกิจกรรมในการดำเนินโครงการ แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง สำหรับในแต่ละภูมิภาค คือ

- 1) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคเหนือ
- 3) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคกลาง
- 4) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออก

4.3.2 เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรของกรมวิชาการเกษตรที่จะนำมาใช้ในโครงการของแต่ละภูมิภาค ในเบื้องต้นประกอบด้วยเครื่องจักรกลเกษตร ดังนี้

- 1) เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

- 2) เครื่องมือกำจัดวัชพืชในร่องมันสำปะหลังแบบเดินตาม
- 3) เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์
- 4) เครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก
- 5) เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นการนำเอาต้นแบบเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบติดตั้งหน้ารถแทรกเตอร์ ผสมเข้ากับเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง
- 6) เครื่องจักรกลเกษตรอื่นๆ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาระหว่างการดำเนินโครงการ

โดยรายการเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมหรือในแต่ละภูมิภาคอาจไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของพื้นที่ พันธุ์ และสภาพเศรษฐกิจและสังคมนั้นๆ แต่คาดว่าทุกรายการดังกล่าว สามารถจัดการให้สามารถทดสอบและพัฒนาการใช้งานได้ในทุก การทดลอง และอาจมีการนำเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลสำเร็จของการวิจัยโครงการวิจัยอื่น มาทดสอบและเผยแพร่ เพิ่มเติมในช่วงดำเนินการวิจัยของโครงการนี้ อาทิ เครื่องปลูกมันสำปะหลัง เครื่องให้น้ำเฉพาะจุด และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง แบบกึ่งอัตโนมัติ

นิยามศัพท์

เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นการนำเอาต้นแบบเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบติดตั้งหน้ารถแทรกเตอร์ ผสมเข้ากับเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง โดยเมื่อมารวมเป็นเครื่องดังกล่าวแล้วถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องนี้ และส่วนประกอบของเครื่องนี้ว่าเครื่องตัด และสับย่อยต้น

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1.1. การแบ่งกิจกรรมวิจัยภายใต้โครงการ โครงการวิจัยจะแบ่งการดำเนินโครงการเป็น 4 การทดลอง หรือตามภูมิภาคที่มีการปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสภาพภูมิประเทศ เศรษฐกิจ และสังคม ประกอบด้วย

- 1) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคเหนือ
- 3) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคกลาง
- 4) ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออก

2.1.2. วิธีปฏิบัติงานทดลอง ในแต่ละการทดลองมีวิธีดำเนินการวิจัยเหมือนกัน ดังนี้

1) สร้างและจัดหาเครื่องจักรต้นแบบผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมสำหรับหน่วยงานระดับการทดลองในแต่ละภูมิภาค โดยเครื่องต้นแบบผลงานวิจัยประกอบไปด้วย กำจัดวัชพืชแบบตอพ่วงกับรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

2) จัดหา คัดเลือกเกษตรกร และแปลงทดสอบร่วมกับผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นนักวิจัยในหน่วยงานในพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตร (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร (สวพ.) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร (ศวพ.) ในแต่ละภูมิภาคอย่างน้อย 2 กลุ่ม หรือจังหวัด มีเกษตรกรตัวอย่างหรือนำร่องประมาณ 2-3 รายเข้าร่วมโครงการทดสอบเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร (จำนวนเกษตรกรที่ร่วมโครงการในขั้นตอนการทดสอบจำนวนน้อย เนื่องจากจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และราคาแพง) เพื่อการรวบรวมข้อมูล และทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในระบบปฏิบัติเดิม และการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร และใช้เป็นเกษตรกรนำร่องสำหรับการเผยแพร่ในอนาคตการรวบรวมข้อมูล ในแต่ละขั้นตอนการผลิตมันสำปะหลัง ตั้งแต่การเตรียมดิน จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวและขนย้ายขึ้นรถบรรทุก ขั้นตอนการผลิตใดที่ไม่มีผลงานวิจัยเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรของกรมวิชาการเกษตร จะเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับการจัดทำเป็นข้อมูลพื้นฐาน และวิเคราะห์ปัญหา ส่วนขั้นตอนการผลิตใดที่เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรของกรมวิชาการเกษตร มีการวางแผนการทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ตามกระบวนการวิจัย

3) บันทึกข้อมูลการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตรต่างๆตามหลักการทดสอบทางเกษตรวิศวกรรม การใช้แรงงาน และค่าใช้จ่าย ในทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่การเตรียมดิน ถึงการเก็บเกี่ยวแล้วขนย้ายขึ้นรถบรรทุก ตลอดจนการรวบรวมข้อมูลปัญหาอุปสรรค ความต้องการ และเงื่อนไขความต้องการ เพื่อเป็นทั้งข้อมูลสถานการณ์การใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลัง ซึ่งจัดเป็นข้อมูลสำคัญและพบว่ามีการศึกษามาก่อนน้อยมากและไม่ครอบคลุม ส่วนกิจกรรมการผลิตที่มีเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรของกรมวิชาการเกษตรอยู่แล้วดังกล่าวในขอบเขตในการศึกษา ซึ่งมีทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นต้องพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ ในกรณีไม่จำเป็นต้องพัฒนา จะทำการบันทึกข้อมูลการใช้งาน ส่วนกรณีที่ต้องพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ (โดยเฉพาะเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับดิน) จะมีการวางแผนการทดสอบ และพัฒนาตามหลักการทางวิศวกรรม

ก. การบันทึกข้อมูล ในแต่ละขั้นตอนการเพาะปลูก มีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร ได้แก่ จำนวนแรงงาน (คน-ชม./ไร่) ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่) ความสามารถการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง) ข้อมูลบ่งชี้สภาพการทดสอบ เช่น ชนิดดิน ความชื้นดิน ความหนาแน่นดิน ระยะห่างระหว่างแถว/ต้น ขนาดร่อง ฯลฯ

ข. ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ (%)

ค. ปัญหา อุปสรรค ความต้องการ และเงื่อนไขความต้องการ

4) วิเคราะห์ผลการทดสอบ และพัฒนาแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักร พร้อมทดสอบประเมินผลให้เหมาะสมกับพื้นที่ (หากจำเป็น)

5) ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง อาทิ นักวิจัยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม นักวิชาการผู้ร่วมวิจัย เกษตรกรที่ร่วมโครงการ เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หาข้อสรุป แนวทางแก้ปัญหา และแนวทางในการขยายผลเพื่อการเผยแพร่เทคโนโลยีต่อไป โดยการวิเคราะห์ จะดำเนินการทั้งรายกิจกรรมและทั้งระบบการผลิต

6) จัดนิทรรศการเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร พร้อมกับการเทคโนโลยีในอื่นๆ ในการผลิตมันสำปะหลังของกรม ตลอดจนการทดสอบความพึงพอใจ ปัญหา ความต้องการ และเงื่อนไขความต้องการ เพื่อการแก้ปัญหาและสนับสนุนการพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังต่อไป

7) วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และจัดทำรายงาน

2. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

ไม่มี มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

ผลการดำเนินโครงการสรุปได้เป็น 5 ประเด็นดังนี้คือ 1) ได้มีการสร้างและจัดหาเครื่องต้นแบบผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม เพื่อใช้ในการทดสอบและพัฒนา 2) ผลการรวบรวมข้อมูลวิถีปฏิบัติและการใช้เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค 3) ผลการทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรให้เหมาะสมกับพื้นที่ในแต่ละภูมิภาค 4) การเผยแพร่ร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่ และ 5) ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

1. การสร้างและจัดหาเครื่องต้นแบบผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม เพื่อใช้ในการทดสอบและพัฒนา

เพื่อทดสอบและพัฒนาให้ได้ต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรในการการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมกับพื้นที่ รวมทั้งเพื่อให้การเผยแพร่ขยายผลการใช้งานได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็ว สนับสนุนการยกระดับการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังของประเทศในภาพรวม ได้มีการสร้างและจัดหาเครื่องต้นแบบที่เป็นผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบระดับการทดลองในแต่ละภูมิภาคของโครงการ จำนวน 4 หน่วยงาน ซึ่งได้แก่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น เชียงใหม่ จันทบุรี และกลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้สำหรับการทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ รวมถึงเพื่อการเผยแพร่ร่วมกับเทคโนโลยีในการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร โดยหน่วยงานระดับพื้นที่ของกรมวิชาการเกษตรทั้งระดับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรของแต่ละภูมิภาค ซึ่งมีรายการเครื่องต้นแบบและจำนวน ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องต้นแบบผลงานวิจัยที่สร้าง และจัดหาสำหรับใช้ดำเนินโครงการในแต่ละภูมิภาค

ที่	ต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตร	จำนวน
1	เครื่องตัดท่อนพันธุ์	1
2	เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม	1
3	เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู	2
4	เครื่องขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก	1
5	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ	1*

หมายเหตุ * เป็นเครื่องที่มีค่าใช้จ่ายสูง และยังมีความต้องการพัฒนาอีกมาก จึงจัดสร้างให้เฉพาะการทดลองที่ 3 (ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคกลาง) แต่นำไปใช้ทดสอบและพัฒนาให้เหมาะสมกับทุกการทดลองหรือภูมิภาค



รูปที่ 1 เครื่องต้นแบบงานวิจัยที่เลือกมาดำเนินการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพืชมันสำปะหลัง (ก) เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม (ข) เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู (ค) เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ (ง) และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก (จ)

2. การรวบรวมข้อมูลวิธีปฏิบัติและการใช้เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาค

ในแต่ละภูมิภาคมีวิธีปฏิบัติและการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในแต่ละขั้นตอนการผลิตการผลิตมันสำปะหลัง ดังนี้

2.1. การเตรียมดิน เพื่อเตรียมดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง เกษตรกรทำการไถเตรียมดินให้ลึกประมาณ 25-30 เซนติเมตร 2-3 ครั้ง ขึ้นอยู่กับชนิดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพพื้นที่เพาะปลูก วิธีการปลูก และปริมาณฝน มีรายละเอียดวิธีการปฏิบัติ และการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในแต่ละขั้นตอนการเตรียมดินดังนี้

2.1.1 การไถตะ เป็นการไถที่ต้องการความลึก เพื่อให้มีหน้าดินลึกและร่วนซุยช่วยให้หัวมันสำปะหลังกระจายตัวได้ดี รถแทรกเตอร์ต้นกำลังควรเป็นรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดตั้งแต่ 50 แรงม้า ขึ้นไปพ่วงลากไถจานบุกเบิก (Standard Disk Plow) ชนิด 3 หรือ 4 ผาล (รูปที่ 2ก) ขึ้นอยู่กับขนาดของแทรกเตอร์ต้นกำลัง ความชื้นดิน และชนิดดิน อย่างไรก็ตามพบว่ามีการใช้ไถแนวตั้งหรือไถผาลพรวน (Vertical Disk Plow) ชนิด 5 หรือ 7 ผาล สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ (รูปที่ 2ข) ซึ่งจะได้ดีกว่า แต่มีอัตราการรับจ้างต่ำกว่าการไถด้วยไถบุกเบิก พบในกรณีการเตรียมดินทางเหนือหรือพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันตลอดจนกรณีที่เกษตรกรประเมินว่ามีความเสี่ยงจากสภาพดินฟ้าอากาศ และราคาจำหน่ายหัวมันสำปะหลังที่ต่ำ เป็นการลดต้นทุนจากความเสียหายที่อาจมีดังกล่าว อย่างไรก็ตามสามารถใช้ไถเตรียมดินได้ความลึกที่เหมาะสม หากดินไม่แห้งและแข็งเกินไป อัตราค่าจ้างเตรียมดินใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 450-550 บาท/ไร่



(ก)



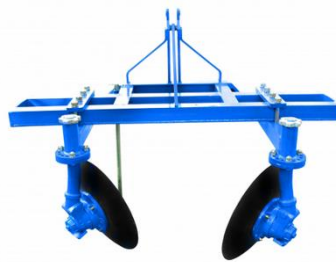
(ข)

รูปที่ 2 ไถบุกเบิก (ก) ไถผาลพรวน (ข)

2.1.2 การไถแปร เป็นการไถขวางทิศทางการไถตะ เพื่อให้มีการย่อยดินจากการไถตะ ซึ่งอาจจะไถ 1-2 ครั้ง ให้ก้อนดินมีขนาดเล็กกลั่นร่วนซุยเหมาะสม และไม่ต้องการความลึกมากนัก ดำเนินการโดยใช้รถแทรกเตอร์ต่อพ่วงลากไถแนวตั้งหรือผาลพรวน ชนิด 5 หรือ 7 ผาล สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า และรถแทรกเตอร์ขนาดตั้งแต่ 50 แรงม้าขึ้นไป ในแต่ละภูมิภาคมีวิธีการปฏิบัติทำนองเดียวกัน และหากเป็นการปลูกแบบไม่ยกร่อง จะไม่ดำเนินการไถครั้งที่ 2 เกิน 1-2 วัน ก่อนปลูกอัตราค่าจ้างเตรียมดินใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 350-450 บาท/ไร่

2.1.3 การยกร่อง นิยมยกร่องในเขตพื้นที่ซึ่งมีการระบายน้ำไม่ดี และเป็นการปลูกโดยใช้แรงงานคนจะดำเนินการภายหลังการเตรียมดินขั้นที่ 2 แล้ว หรือดำเนินการต่อจากการเตรียมดินขั้นที่ 1 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และความชื้นดิน โดยดำเนินการโดยใช้แทรกเตอร์ต่อพ่วงกับผานยกร่อง (รูปที่ 3ก) เพื่อยกร่องให้เป็นแนวตรง และมีระยะระหว่างร่องตามต้องการประมาณ 110-120 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ หากใช้แทรกเตอร์ขนาดใหญ่จะระยะระหว่างแถวกว้างกว่าการใช้แทรกเตอร์ขนาดกลางเป็นต้นกำลัง เพราะมีความกว้างของฐานล้อที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่ที่พบเป็นการใช้รถแทรกเตอร์ขนาดกลางประมาณ 47-50 แรงม้า ซึ่งจะมีระยะระหว่างแถวประมาณ 110 เซนติเมตร แต่ก็พบในทุกภูมิภาคที่ใช้แทรกเตอร์ขนาดมากกว่า 50 แรงม้า ซึ่งจะมีระยะระหว่างแถวกว้างประมาณ 120 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามพบว่าในบางพื้นที่โดยเฉพาะแถบภาคกลางตอนบนและเหนือตอนล่างมีการใช้โซ่หรือท่อนไม้ผูกลากเข้ากับผานยกร่องเพื่อลดความแหลมของสันร่องเพื่อรับน้ำฝนให้มากที่สุด ชะลอไหลบ่าให้น้ำฝนซึมไปในร่องมากที่สุด (รูปที่ 3ข) อัตราค่าจ้างเตรียมดินใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 250-300 บาท/ไร่

2.2. การปลูก ในแต่ละภูมิภาคและในแต่ละพื้นที่ของภูมิภาคมีวิธีปฏิบัติและการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะจำนวนแรงงานที่จัดหาได้ในพื้นที่จะเป็นปัจจัยสำคัญ คือพื้นที่ซึ่งไม่มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน จะยังนิยมปลูกโดยใช้แรงงานคน ซึ่งสามารถสรุปพอสังเขปของวิธีปฏิบัติ และการใช้เครื่องมือ เครื่องจักรดังนี้



รูปที่ 3 การไถยกร่อง ผานยกร่อง (ก) และผานยกร่องมีโซ่ลากปาดสันร่อง (ข)

2.2.1 การปลูกโดยใช้แรงงานคน การปลูกโดยใช้แรงงานคนยังพบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทุกภูมิภาคของประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคอีสานตอนบน ซึ่งในการปฏิบัติจะประกอบไปด้วยหลายหลายกิจกรรม เช่น ต้องมีการไถยกร่องกรณีปลูกแบบยกร่อง การตัดท่อนพันธุ์ การแช่ท่อนพันธุ์ และการนำท่อนพันธุ์ไปปักลงในร่องที่เตรียมไว้แต่อาจมีการประยุกต์อุปกรณ์และเครื่องจักรง่ายๆ เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงาน เช่น เครื่องตัดท่อนพันธุ์หลายรูปแบบ (รูปที่ 4) กระจับต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์แล้วให้คนนั่งปักท่อนพันธุ์ (รูปที่ 5ข)



รูปที่ 4 การตัดท่อนพันธุ์โดยใช้แรงงานคน และเครื่องตัดท่อนพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นเองในแต่ละพื้นที่

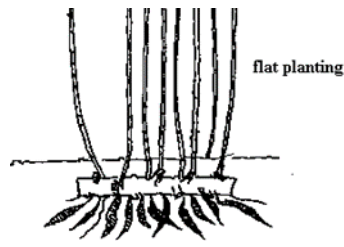


รูปที่ 5 แรงงานคนเดินปักท่อนพันธุ์ (ก) และคนนั่งกระจับต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์แล้วปักท่อนพันธุ์ (ข)

2.2.2 การปลูกโดยใช้เครื่องปลูก เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์โดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะการวางท่อนพันธุ์ มี 2 แบบ คือ แบบวางท่อนพันธุ์ในแนวนอน และแบบปักท่อนพันธุ์ในแนวตั้ง (รูปที่ 6 และ 7) โดยแบบวางนอนจะประหยัดท่อนพันธุ์กว่าเนื่องจากใช้ความยาวท่อนพันธุ์ยาวเพียง 5-10 เซนติเมตร มีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อนน้อยกว่าแบบปักท่อนพันธุ์ จากการดำเนินโครงการทั้งหมดที่พบเป็นแบบปักท่อนพันธุ์ในแนวตั้ง มีส่วนประกอบหลัก 6 ส่วน ได้แก่



รูปที่ 6 เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบปักท่อนพันธุ์ในแนวตั้ง



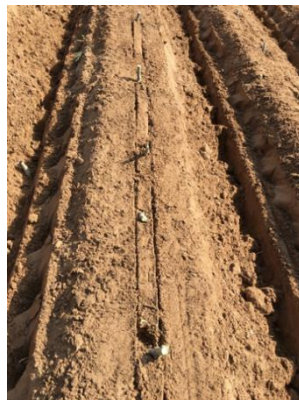
รูปที่ 7 เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบปากท่อนพันธุ์ในแนวนอน

1. ชุดผานยกทรง ประกอบด้วยผานยกทรงแบบจานจำนวน 2 ใบ ทำหน้าที่ในการยกดินที่ผ่านการไถพรวนแล้วโอบขึ้นมาให้เป็นร่อง

2. ชุดตัดท่อนพันธุ์ จะทำหน้าที่ตัดท่อนพันธุ์ให้ได้ตามความยาว และระยะระหว่างต้นตามต้องการ แล้วส่งท่อนพันธุ์ไปยังชุดปักท่อนพันธุ์และได้ระยะระหว่างต้นตามที่ต้องการ ชุดตัดท่อนพันธุ์นี้จะประกอบด้วยชุดใบมีดตัดทรงกระบอก 2 ชุดหมุนเข้าหากันโดยได้รับกำลังขับเคลื่อนมาจากชุดล้อขับ (ground wheel) ที่เส้นรอบวงของทรงกระบอกจะติดตั้งแผ่นยาง/ท่อ และใบมีด เพื่อดึงท่อนพันธุ์ มาตัดให้เป็นท่อนยาว 25-30 เซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับตั้งได้ทั้งความยาวท่อนพันธุ์ และระยะระหว่างต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ประกอบการผลิตและรุ่นของเครื่องปลูก แล้วปล่อยท่อนพันธุ์ที่ถูกตัดแล้วส่งต่อไปยังชุดปักท่อนพันธุ์ ทั้งนี้เครื่องปลูกแบบวางนอน และแบบปักในแนวตั้งจะมีกลไกทำงานเหมือนกัน

3. ชุดล้อขับ (ground wheel) จะทำหน้าที่ส่งกำลังไปขับเคลื่อนชุดตัดท่อนพันธุ์ผ่านระบบเฟืองและโซ่ ให้มีความยาว และระยะระหว่างต้นในการปลูกที่ต้องการ โดยทั่วไปจะมีชุดเฟืองให้เปลี่ยนอัตราทด โดยทั่วไปสามารถปรับได้ที่ระยะระหว่างต้น 50-80 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามพบว่าบางผู้ประกอบการผลิตออกแบบโดยไม่มีการใช้ล้อขับตามหลักการของเครื่องปลูกที่ขุดทั่วไป แต่การกำหนดระยะระหว่างต้นโดยใช้อัตราทดการขับเคลื่อนจากเพลา PTO ของแทรกเตอร์ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และการใช้เกียร์ของรถแทรกเตอร์ ซึ่งผู้ใช้จะต้องเลือกใช้ตามตารางที่ออกแบบมาให้

4. ชุดปักท่อนพันธุ์ ประกอบด้วยลูกทรงกระบอก 2 ลูก หมุนสวนทางกันทำงานเหมือนกันกับชุดตัดท่อนพันธุ์ แต่ได้รับกำลังขับเคลื่อนจากเพลาอำนาจขับเคลื่อนของรถแทรกเตอร์ให้หมุนตลอดเวลา โดยมีความเร็วเชิงเส้นและวัสดุสำหรับจับยึดท่อนพันธุ์ที่แตกต่างกันหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ประกอบการผลิตจำหน่าย โดยชุดปักนี้จะส่งผลโดยตรงต่อความเสียหายของท่อนพันธุ์ ความเอียงของท่อนพันธุ์ และประสิทธิภาพในการปักท่อนพันธุ์ (รูปที่ 8) ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารพบว่าประสาธ และคณะ (2556) ออกแบบให้หมุนด้วยความเร็วเชิงเส้น 1.6 เมตร/วินาที



รูปที่ 8 ท่อนพันธุ์มีลักษณะเอียง บางส่วนไม่ถูกปัก และท่อนพันธุ์แตกจากการตัดไม่ดีมี ส่งผลต่อท่อนพันธุ์ถัดไปซึ่งอาจจะมีปัญหาเรื่องการงอกลดลง

5. กระบะ/คอกใส่ท่อนพันธุ์ สำหรับการใส่ท่อนพันธุ์ทั้งลำ ขนาดจำกัดโดยความสามารถในการยกน้ำหนักของรถแทรกเตอร์ แต่หากสามารถบรรทุกท่อนพันธุ์ได้น้อยเกินไปจะทำให้ท่อนพันธุ์หมดในช่วงกลางแปลง โดยเฉพาะในการปลูกในแถวที่ยาว จำเป็นต้องมีการเตรียมท่อนพันธุ์วางกองไว้เป็นช่วงๆ ซึ่งไม่ใช่คุณลักษณะของเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่ดี เกษตรกรจะไม่นิยมลงทุนในรุ่นลักษณะนี้

6. โครงสร้างหลักและจุดต่อพ่วง เป็นโครงสร้างหลักสำหรับยึดส่วนประกอบหลักเข้าด้วยกัน และมีจุดต่อพ่วงเพื่อการต่อพ่วงเข้าระบบต่อพ่วง 3 จุดของรถแทรกเตอร์ โดยทั่วไปจะออกระบบต่อพ่วงไว้เป็น 2 ขนาด เพื่อให้ต่อพ่วงได้กับทั้งแทรกเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ที่มีขนาดจุดต่อพ่วงอยู่คนละกลุ่ม (category) กัน

7. อุปกรณ์ให้ปุ๋ย อุปกรณ์ให้ปุ๋ยที่ติดกับเครื่องปลูกจะทำการโรยปุ๋ยรองพื้นหรือเป็นการโรยปุ๋ยลงบนดินก่อนที่ดินด้านข้างจะถูกยกขึ้นมาเป็นร่องและกลบปุ๋ยไว้ใต้ดิน ซึ่งการโรยปุ๋ยจะเป็นการโรยตลอดความยาวร่องปลูก ซึ่งในช่วงระหว่างต้นก็จะถูกโรยปุ๋ยด้วย และรากรมันสำปะหลังจะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยนั้นได้ก็ต่อเมื่อมันสำปะหลังโตและรากกระจายไปถึง ซึ่งปุ๋ยดังกล่าวอาจมีการสลายตัวและถูกชะล้างซึมลงสู่ดินชั้นล่างบางส่วนแล้วดังนั้นเกษตรกรควรจะใส่เฉพาะปุ๋ย P และ K อย่างไรก็ตามในประเทศไทย อุปกรณ์นี้ไม่ถือเป็นอุปกรณ์หลักของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ขึ้นอยู่กับความต้องการและกำลังซื้อของลูกค้า

8. อุปกรณ์พ่นสารควบคุมวัชพืชก่อนงอก พบว่ามีผู้ประกอบการผลิตจำหน่ายบางรายติดตั้งอุปกรณ์พ่นสารควบคุมวัชพืชก่อนงอก (ยาคลุมหญ้า) สามารถต่อพ่วงและฉีดพ่นเพื่อการคลุมหญ้าหรือป้องกันหญ้าออกไปพร้อมกับการใช้เครื่องปลูกได้เลย แต่ในทางปฏิบัติ เครื่องปลูกมันสำปะหลังที่มีผลิตจำหน่ายแล้วโดยส่วนใหญ่ยังมีความจำเป็นต้องมีคนเดินตามเพื่อปักซ่อมท่อนพันธุ์ที่ไม่ถูกปักฝังลงไปในส่วนร่อง หรืออาจต้องมีการปรับให้ท่อนพันธุ์อยู่ในตำแหน่งที่ตั้งตรงตามที่ต้องการ (รูปที่ 9) จึงไม่นิยมทำการพ่นยาคลุมหญ้าไปพร้อมกับการปักท่อน เพราะจะทำให้คลุมหญ้าไม่ทั่วถึงจะไม่ได้ผล นอกจากนี้การพ่นยาคลุมหญ้าดังกล่าวจำเป็นต้องดำเนินการในขณะดินมีความชื้นระดับหนึ่งจึงจะมีประสิทธิภาพในการคลุมหญ้า

ดังนั้นเครื่องปลูกมันสำปะหลังควรได้รับการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปักท่อนพันธุ์ให้มีเปอร์เซ็นต์การปักที่สูงขึ้น โดยเฉพาะให้สามารถทำการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้แม้จะมีเศษวัสดุปะปนอยู่ในแนวปักท่อนพันธุ์ อันเนื่องจากการเร่งปลูกหรือเป็นแปลงจากการปลูกพืชอื่นที่มีเศษวัสดุเหลือตกค้างในดินมากเช่น แปลงที่เปลี่ยนมาจากการปลูกอ้อย หรือแปลงที่มีดินมีลักษณะเป็นก้อนโดยเฉพาะในพื้นที่มีเนื้อดินเหนียวสูง



รูปที่ 9 ท่อนพันธุ์ปักไม่ตรงตามต้องการ หรือปักไม่ลง ต้องใช้คนเดินปักซ่อม และเขี่ยต้นพันธุ์ให้ตั้งตรง

2.3. การดูแลรักษา จากการสำรวจรวบรวมข้อมูล พบจำนวนน้อยที่ทำการกำจัดวัชพืช และเป็นการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวด้วยอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถเดินตามจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะดำเนินการเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1-1.5 เดือน ด้วยการไถข้างร่องไถลัดร่องให้พลิกมากลบวัชพืชไว้ที่กลางร่อง จากนั้นใช้จอบกำจัดวัชพืชระหว่างต้นด้วยแรงงานคน หรือไม่ทำการกำจัดวัชพืชเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงและประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน หรือใช้ยาฆ่าหญ้า และหลังจากนั้นจนประมาณอายุมันสำปะหลัง 3 เดือนจะดำเนินการอีกครั้ง ด้วยการไถพลิกดินและเศษวัชพืชจากกลางร่องให้พลิกดินกลบวัชพืชที่ข้างร่องแต่ไม่ถึงร่อง ซึ่งหากพลิกกลบไม่ดีจะทำให้มีวัชพืชไม่ถูกกำจัด และแย่งน้ำปุ๋ยจากต้นมันสำปะหลังกระทบต่อผลผลิต รวมถึงส่งผลกระทบต่อผลผลิต

ผลผลิตระหว่างการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามในภายหลังพบว่าการนำแทรกเตอร์มาเปลี่ยนเป็นล้อขนาดใหญ่ใช้ยางตันและหน้ายางแคบ ราคาทั้งชุดอยู่ในช่วง 55,000-60,000 บาท ซึ่งช่วยให้ความสูงของท้องรถแทรกเตอร์สี่ล้อเพิ่มขึ้นจาก 40-45 เซนติเมตรเป็นประมาณ 80-90 เซนติเมตร สามารถนำมาต่อพ่วงอุปกรณ์กำจัดวัชพืชพร้อมอุปกรณ์ให้ปุ๋ยเข้าไปทำงานในแปลงมันสำปะหลัง แต่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ที่ว่างสำหรับการเลี้ยวกลับรถที่กว้าง

อย่างไรก็ตามพบว่าอยู่ท้องถื่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการนำรถแทรกเตอร์ขนาด 36-45 แรงม้า มาดัดแปลงให้เป็นรถแทรกเตอร์ยกสูงที่มีความสูงประต่องรถแทรกเตอร์ประมาณ 100-120 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการรับจ้างดัดแปลงประมาณ 250,000-300,000 บาท ยังไม่พบมีการใช้งานแพร่หลาย แต่ได้รับแจ้งว่ามีการรับจ้างดัดแปลงไปแล้วประมาณ 5 คัน อยู่ระหว่างดำเนินการ 3 คัน และแจ้งว่ามีเกษตรกรสอบถามมาจำนวนมากแต่เมื่อทราบราคาและต้องใช้ระยะเวลาในการดัดแปลงประมาณ 1 เดือนก็ชะลอการสั่งทำไป นอกจากนี้ในส่วนของผู้ประกอบการต่อพ่วงเพื่อการทำวัชพืชสำหรับรถแทรกเตอร์สี่ล้อและกับรถไถเดินตามมีหลักการและวิธีปฏิบัติทำนองเดียวกันคือไม่สามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่องและระหว่างต้นมันสำปะหลังได้ ดังนั้นทั้งแทรกเตอร์ต้นกำลังและอุปกรณ์วัชพืชควรได้รับการวิจัยพัฒนาเพื่อให้สามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่อง และระหว่างต้นได้ นอกจากนี้พบว่าระยะระหว่างแถวทั่วไปค่อนข้างแคบการใช้ทั้งแทรกเตอร์และรถไถเดินตามต้นกำลังเพื่อเข้าทำงานในแปลงทำได้ลำบาก ซึ่งแนวทางหนึ่งในแก้ปัญหาคือจำเป็นต้องมีการปรับระยะระหว่างแถวให้กว้างแล้วปรับระยะระหว่างต้นให้แคบลงเพื่อให้มีจำนวนต้นต่อไร่เท่าเดิมเพื่อให้เครื่องจักรสามารถเข้าไปทำงานได้สะดวก

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 (รูปที่ 10) โดยมีรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมพอสังเขปดังนี้



รูปที่ 10 กิจกรรมต่างๆในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

2.4.1 การตัดต้นมันสำปะหลัง ที่การตัดต้นมันสำปะหลังก่อนการขุดพบเป็นการตัดโดยใช้แรงงานคนด้วยมีซึ่งมีทั้งเป็นตัดเพื่อนำต้นมันไปใช้เป็นท่อนพันธุ์สำหรับฤดูปลูกต่อไปซึ่งเกษตรกรหรือแรงงานจะคัดเลือกตัดเอาเฉพาะต้นที่สมบูรณ์และตัดยอดทิ้ง ส่วนต้นที่ไม่สมบูรณ์ก็จะพินให้ล้มลงไประหว่างแถว หากเพื่อใช้เป็นท่อนพันธุ์สำหรับการปลูกในแปลงอื่นหรือจำหน่ายก็จะตัดทำนองเดียวกัน แต่ต้นที่ถูกตัดแล้วประมาณ 10 ต้น จะถูกนำมามัดรวมกันเป็นมัดๆด้วยเชือกฟางหรือตอกจากไม้ไผ่แล้วขนย้ายออกจากแปลง โดยพบว่าในหลายพื้นที่โดยเฉพาะภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบน หากไม่ใช้ต้นเพื่อทำเป็นท่อนพันธุ์ จะไม่มีการตัดต้นก่อนทำการขุด จะใช้แทรกเตอร์ดันให้ต้นล้มไปเลย (รูปที่ 11) และพบว่าเริ่มมีการพัฒนาเครื่องตัดต้นขึ้นมาหลายรูปแบบ แต่ยังเป็นเพียงการตัดเพื่อให้ต้นขาดและล้มแบบไร้ทิศทาง ซึ่งสะท้อนถึงปัญหาการขาดแคลนแรงงานและค่าใช้จ่าย ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะส่งผลต่อการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากหัวหลุดออกจากเหง้าก่อนการเก็บเกี่ยว และการปกคลุม

ของเศษต้นมันสำปะหลัง และอาจเกิดการสูญเสียผลผลิตมากยิ่งขึ้นหากระบบการเก็บเกี่ยวเป็นการจ้างเหมาในอัตราต่อตันของหัวมันสำปะหลัง



รูปที่ 11 การไม่ตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยวจากปัญหาการขาดแคลนแรงงาน อาจส่งผลต่อการสูญเสียผลผลิต

2.4.2 การถอนหรือขุดหัวมันสำปะหลัง จากการศึกษาในทุกภูมิภาคไม่พบว่ามีการถอนโดยใช้แรงงานคน เป็นการขุดด้วยผานขุดมันต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ ซึ่งรูปแบบของผานขุดจะแตกต่างกันไปหลากหลาย (รูปที่ 12) และพบว่ายังมีการพัฒนาเป็นรุ่นใหม่ขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือ ซึ่งไม่ใช่แหล่งเพาะปลูกขนาดใหญ่ และเริ่มมีการใช้ผานขุดมันไม่นาน และเป็นผานขุดที่พัฒนาขึ้นมาเองในพื้นที่ ซึ่งแตกต่างจากผานขุดมันสำปะหลังในภูมิภาคอื่นที่เป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังขนาดใหญ่ ที่มีรูปแบบคล้ายกันแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อย จากกรณีที่พบว่ารูปแบบของผานขุดมันสำปะหลังหลากหลาย และยังมีการพัฒนาเป็นแบบใหม่อย่างต่อเนื่องและยังเป็นแบบที่ทำหน้าที่เพียงขุดหัวมันสำปะหลังจากใต้ดินขึ้นมาบนดินเท่านั้น และจากการศึกษาวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ได้ข้อสรุปแล้วว่าผานขุดมันสำปะหลังที่มีผลผลิตจำหน่ายแล้วหลายรุ่น รวมถึงผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยที่มีภาคเอกชนขอเทคโนโลยีไปผลิตจำหน่ายได้จำนวนนับพันเครื่องนั้นสามารถใช้งานได้ดี มีการสูญเสียผลผลิตต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ยังไม่ดีเท่าที่ควร จำเป็นต้องหาทางเร่งเผยแพร่เพื่อสร้างการรับรู้ให้เลือกใช้ และใช้อย่างถูกวิธีซึ่งจะสนับสนุนการลดการสูญเสียผลผลิตของประเทศในภาพรวมได้อีกมาก รวมถึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหนือจากนี้ เพราะผานขุดแบบนี้เพียงทำหน้าที่ขุดหัวมันสำปะหลังจากใต้ดินให้ขึ้นมาอยู่เหนือดินเท่านั้น แต่กิจกรรมอื่น ๆ ยังใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ทั้งมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น และบางพื้นที่ปัญหาเกือบเข้าขั้นวิกฤต

2.4.3 การเก็บรวมกอง เป็นการเก็บเกี่ยวให้มารวมเป็นกอง เพื่อความสะดวกในการตัดหัวออกจากเหง้า และการลำเลียงขึ้นรถบรรทุก ในทุกภาคปฏิบัติทำนองเดียวกัน

2.4.4 การตัดหัวออกจากเหง้า เกษตรกรจะทำการตัดหัวออกจากเหง้าโดยการใช้มีดฟัน ในแต่ละภูมิภาคพบทั้งมีการปูลูกเพื่อรองรับหัวที่ตัดไม่ให้ปนกับดิน และในบางพื้นที่ตัดแล้ววางหัวกองบนดิน ทั้งพบว่าในเขตภาคเหนือทำการตัดหัวแล้วใส่ลงในกระสอบปุยทั้งเพื่อความสะอาดและสะดวกในการขนย้าย

2.4.5 การลำเลียงขึ้นรถบรรทุก เป็นการเก็บหัวที่ผ่านการตัดแล้วใส่เชิงแล้วลำเลียงขึ้นรถบรรทุก โดยพบว่าในบางพื้นที่ของภาคเหนือจะทำการเก็บหัวใส่กระสอบปุย และลำเลียงทั้งกระสอบใส่รถบรรทุก โดยพบว่ามีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรช่วยในการลำเลียงบ้างในจำนวนที่ไม่มากนักและพบเฉพาะในเขตจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูก



รูปที่ 12 ส่วนหนึ่งของผานขุดมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาคที่เกษตรกรใช้งานซึ่งมีหลากหลายรูปแบบมาก

2.4.6 การขนย้ายไปจำหน่าย ยานพาหนะที่ใช้ในการบรรทุกหัวมันสำปะหลังไปจำหน่าย ในแต่ละภูมิภาคค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งรถแทรกเตอร์พ่วงรถไถเดินตาม รถบรรทุกเกษตร (อีแต่น) รถบรรทุกเล็ก รถบรรทุก 6 ล้อ หรือรถบรรทุก 10 ล้อ โดยในแต่ละภาคเหนือตอนบนจะใช้รถปิ๊กอัพ และรถบรรทุกเกษตร และรถบรรทุกเล็ก ในภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบนพบทั้งรถแทรกเตอร์พ่วงรถไถเดินตาม แต่เป็นรถแทรกเตอร์ที่ต่อกระบะสูงและช่วงล่างขนาดใหญ่สามารถบรรทุกได้ประมาณ 4 ตัน ในขณะที่ภาคกลางอีสานตอนล่างจะใช้รถบรรทุกเกษตร รถบรรทุกขนาดเล็ก กลาง และรถบรรทุก 10 ล้อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระยะทางในการขนส่งและศักยภาพด้านจำนวนแรงงานที่ทำได้

3. การทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรให้เหมาะสมกับพื้นที่ในแต่ละภูมิภาค

3.1. เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ในแต่ละการทดลองได้มีการทดสอบการใช้งานเพื่อศึกษาการทำงาน เตรียมการนำไปให้เกษตรกรที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นเกษตรกรนำร่องทดสอบการใช้งาน และเพื่อการเผยแพร่ร่วมกับการเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร ร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่แต่ละภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร พบว่าสามารถทำการตัดท่อนพันธุ์ที่มีการเรียงโคนและปลายได้ดี แต่ให้ความเห็นว่าทำงานได้ช้าเมื่อเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ที่ใช้เครื่องมือช่างมาประยุกต์หลากหลาย อาทิ เลื่อยวงเดือนตัดเหล็ก เครื่องตัดหญ้าสะพายหลังที่ใช้ใบแบบเลื่อยวงเดือน และเครื่องเลื่อยยนต์ ซึ่งภายหลังการตัดเกษตรกรไม่ให้ความใส่ใจเรื่องการสลับโคนและปลายหรือไม่พิจารณาว่าเป็นปัญหา ด้วยเหตุผลว่าแรงงานที่ทำการปักท่อนพันธุ์ยังเป็นแรงงานที่มีความชำนาญในการแยกแยะโคนปลายปลายแต่อนาคตอาจจำเป็น หากไม่ใช้เครื่องปลูก มันสำปะหลังที่ทำการปลูกแบบเป็นลำซึ่งไม่จำเป็นต้องทำการตัดเป็นท่อนก่อน ดังนั้นโครงการนี้ เครื่องนี้จึงถูกใช้เพียงเพื่อการเผยแพร่ รมงคลให้เห็นความสำคัญของการไม่ปักท่อนพันธุ์เอาส่วนเอาปลายลง

3.2. เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม

ในแต่ละภูมิภาคได้มีการทดสอบการใช้งาน ประสบปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหานั้นเองเหมือนกัน ปัญหาที่พบมี 2 ประเด็นหลัก คือ 1) ประเด็นเกี่ยวกับแปลงปลูกมันสำปะหลัง คือระยะระหว่างแถวที่เกษตรกรปลูกส่วนใหญ่แคบเกินไปไม่สามารถนำรถไถเดินตามเข้าไปทำงานในระหว่างแถวได้ แม้ต้นแบบเครื่องจักรกำจัดวัชพืชแบบพร้อมใส่ปุ๋ยจะได้การออกแบบตัดแปลงให้กว้างของล้อแคบกว่าปกติแล้วก็ตาม ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พบว่าเป็นผลมาจากการยกทรง หรือการใช้เครื่องปลูก

มันสำปะหลังต่อฟวงแทรกเตอร์ขนาดกลาง 47-50 แรงม้า ซึ่งความกว้างฐานล้อและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติจะได้ระยะระหว่าง แกวเฉลี่ย 110 เซนติเมตร แต่หากใช้แทรกเตอร์ขนาดใหญ่จะมีความกว้างฐานล้อมากกว่านี้ และเครื่องต้นแบบจะสามารถเข้าทำงานได้ ที่ผ่านมาเกษตรกรมีการจัดการวัชพืชด้วยการใช้ยาคุมหญ้าควบคุมวัชพืชก่อนงอก และภายหลังหากมีวัชพืชจะใช้แรงงานคนหรือยาฆ่าหญ้า หรือปล่อยทิ้งเพราะขาดแคลนแรงงานและมีค่าใช้จ่ายสูง 2) ประเด็นเกี่ยวกับต้นแบบเครื่องกำจัดวัชพืช มีประเด็นย่อยคือ 2.1) ไม่ได้ออกแบบให้สามารถทำการติดตั้งได้กับรถไถเดิมตามในยี่ห้อ และรุ่นอื่นๆที่หลากหลาย (รูปที่ 13) ทำให้เป็นข้อจำกัดในการจัดหาแปลง รถไถเดินตาม รวมถึงต้องใช้เวลาในการดัดแปลงแก้ไขให้เหมาะสมกับรถไถเดินตามที่นิยมใช้ในภูมิภาคนั้นๆ 2.2) ปัญหาขาดแคลนแรงงาน เพราะแม้ว่าต้นแบบเครื่องกำจัดวัชพืช จะสามารถเข้าทำงานได้ แต่ด้วยการที่เกษตรกรผู้ควบคุมต้องเดินตาม ความเหนื่อยล้า และอายุของเกษตรกรจึงเป็นอีกเงื่อนไขในการยอมรับนำไปใช้งาน 2.3 ส่วนของตัวอุปกรณ์กำจัดวัชพืช ถูกออกแบบสำหรับรถไถเดินตามในบางยี่ห้อ และรุ่น เมื่อนำไปใช้กับยี่ห้อและรุ่นที่แตกต่างออกไปจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาดัดแปลงเพิ่มเติมระหว่างการค้าเดินโครงการ (รูปที่ 13 และ 14)

อย่างไรก็ตามในระหว่างการดำเนินโครงการก็ยังสามารถสาธิตและเผยแพร่ในบางพื้นที่ที่มีการวางแผนเรื่องระยะปลูกให้สอดคล้องกับเครื่องจักร และสำหรับพื้นที่ปลูกทั่วไปก็ได้พยายามพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ของโครงการ แม้จะไม่ได้ทดสอบและเผยแพร่ในวงกว้าง แต่อย่างน้อยได้เรียนรู้ถึงปัญหา และสร้างการรับรู้กับเกษตรกรถึงความสำคัญในการกำจัดวัชพืช ความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับระบบการปลูกพืชให้เข้ากับเครื่องจักร และในส่วนของผู้พัฒนาเครื่องจักรและนักวิจัยจะได้นำประเด็นปัญหาไปวิเคราะห์ และหาแนวทางในการพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชเพื่อมาแก้ปัญหาการกำจัดวัชพืช และสนับสนุนการผลิตต่อไป



รูปที่ 13 ปัญหาการติดตั้งถังปุ๋ย และการปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มอุปกรณ์เพื่อลดความเหนื่อยล้าจากการเดิน



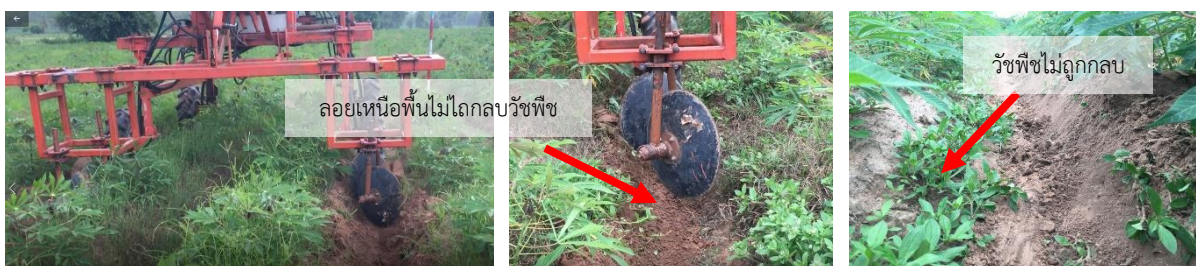
รูปที่ 14 การติดตั้งอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเข้ากับรถไถเดินตามของเกษตรกร

นอกจากนี้ระหว่างดำเนินโครงการวิจัยนี้ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการพัฒนารถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง (รูปที่ 15) และมีการเผยแพร่ไปแล้วในบางพื้นที่ คณะผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้นำมาทดสอบการใช้งานเพิ่มเติมนอกเหนือจากวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่ายังมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนี้



รูปที่ 15 ต้นแบบรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง

- 1) กำลังในการขับเคลื่อนไม่เพียงพอ ในบางพื้นที่ไม่สามารถขับเคลื่อนได้ ควรมีการออกแบบที่คำนึงกำลังที่ต้องการเพื่อเลือกขนาดและระบบขับเคลื่อนที่เหมาะสม
- 2) โครงสร้างของเครื่องเป็นแบบโครงแข็ง ไม่เหมาะกับพื้นที่เกษตรโดยเฉพาะมันสำปะหลัง ส่งผลให้ล้อขับเคลื่อนทั้งสี่ล้อที่ออกแบบไว้และกำลังขับเคลื่อนต่ำอยู่แล้ว ทำให้แทรกเตอร์เคลื่อนที่ในแปลงไม่ได้ ควรมีการออกแบบโครงสร้างให้สามารถให้ตัวให้ตามระดับของพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป หรืออาจออกแบบให้ทั้งสี่ล้อสามารถให้ตัวได้เป็นอิสระ
- 3) การเลือกใช้ชนิดล้อขับเคลื่อน ควรเป็นล้อที่ช่วยลดการลื่นไถล หรือเป็นแบบตีนตะขาบ 4) ในส่วนของอุปกรณ์กำจัดวัชพืชยังเป็นแบบที่นิยมใช้กับพืชไร่ทั่วไป ซึ่งสามารถกำจัดวัชพืชได้เฉพาะในร่อง ไม่สามารถกำจัดวัชพืชด้านข้างร่องและระหว่างต้นได้ แม้ให้ทำงานเหมือนอุปกรณ์กำจัดวัชพืชทั่วไปก็ยังเป็นปัญหาเนื่องจากการออกแบบการต่อพ่วงเข้ากับรถยกสูงและตัวรถยกสูงที่เป็นแบบแข็งไม่สามารถให้ตัวตามระดับพื้นที่ได้ วัชพืชจึงไม่ถูกกลบเป็นช่วงๆตลอดความแถวปลูก (รูปที่ 16)
- 4) ต้นแบบรถยกสูงนี้เป็นแนวคิดที่น่าสนใจ ควรได้รับการพัฒนาต่อยอดอีกมากเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ก่อนที่จะเผยแพร่ในวงกว้าง เพราะหากรีบเผยแพร่จะทำให้เกิดภาพจำที่ไม่ดีจากเกษตรกร และส่งผลให้การเผยแพร่ต้นแบบรถยกสูงกำจัดวัชพืชในภายหลังจะทำได้ลำบาก



รูปที่ 16 การทดสอบกำจัดวัชพืชด้วยรถยกสูงกำจัดวัชพืชของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

3.3. เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู

ด้วยต้นแบบเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูมีผู้ประกอบการนำไปผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ในช่วงระยะเวลาและจำนวนหนึ่งแล้ว จากการทดสอบในแต่ละภูมิภาคจึงไม่มีปัญหามากนัก ปัญหาที่พบจะเป็นประเด็นความแข็งแรงที่เมื่อทำการขุดแล้วเจอตอไม้ส่วนของคานจะโค้งงอขึ้นทำให้มุมในการขุดไม่ดีตามที่ออกแบบไว้ โดยภาพรวมได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี ทั้งยังช่วยลดความเสียหายและการสูญเสียผลผลิตได้มากกว่าแบบที่เกษตรกรมีการใช้งาน เช่น การทดสอบที่ จ.ลำปาง เปรียบเทียบกับผานขุดของเกษตรกร (รูปที่ 17) มีความเสียหายของผลผลิต 5.33 และ 12.51% และมีการสูญเสียผลผลิต 4.67 และ 13.45% ซึ่งลดลงอย่างมากถึง 57.6 และ 6.5.4% ตามลำดับ



รูปที่ 17 ฝานขุดมันสำปะหลังต้นแบบงานวิจัย (ก) และฝานขุดมันสำปะหลังของเกษตรกร (ข)

3.4. เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ

เนื่องจากเป็นเครื่องเก็บเกี่ยวที่เอาผลงานวิจัยเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบติดตั้งเข้ากับนารถแทรกเตอร์ และเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลังที่ต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ผนวกเข้าด้วยกัน (รูปที่ 1) ที่จะช่วยแก้ปัญหาคอขวดในระบบเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เพราะสามารถดำเนินการได้เกือบทุกกิจกรรมในระบบการเก็บเกี่ยววัฏจักรการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยเฉพาะทั้งในส่วนของการตัดต้น และกิจกรรมหลังจากที่ขุดเหง้ามันสำปะหลังให้ขึ้นมาจากดินแล้วที่ต้องใช้แรงงานคนทั้งหมด ใช้แรงงานจำนวนมาก และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างรุนแรง ทั้งเกือบเข้าขั้นวิกฤตโดยเฉพาะเขตพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีการเจริญเติบโตของสังคมเมืองสูง ปัญหาเดิมที่พบคือในส่วนของการขุดต้นของส่วนการตัดและสับย่อยต้น และการขุดต้นของส่วนการขุดและหนีบลำเลียงหากเป็นแปลงมันสำปะหลังที่มีการแตกกิ่งมาก และแปลงที่มีวัชพืชมาก (รูปที่ 18) ซึ่งได้ดำเนินการเวียนปรับปรุงแก้ไขและทดสอบหลายรอบ คาดว่าสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่ได้ทำการปรับแก้ต้นแบบให้เสร็จสมบูรณ์จากข้อจำกัดของงาน งบประมาณ และฤดูกาล จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาต่อไป รวมถึงการหาลำโพงที่ต้องการแท้จริง การลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังให้ส่งต่อรถบรรทุกทั้งทางด้านซ้ายและความเพื่อลดเวลาการเลี้ยวหัวงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่



รูปที่ 18 เครื่องตัดและสับย่อยต้นมันสำปะหลังที่มีปัญหาการดูดต้น และส่วนของการขุดที่มีปัญหาการสะสมของเศษวัชพืช กิ่ง และต้น ซึ่งมีแนวทางแก้ไขได้แล้ว (ข)

3.5. เครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

ต้นแบบเครื่องนี้ก่อนทำการสร้างเพื่อแจกจ่ายให้กับหน่วยงานในภูมิภาคอื่น ได้มีการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมจากต้นแบบงานวิจัย หลังจากได้แจกจ่ายไปทดสอบ สาธิต และใช้งานในภูมิภาคอื่นๆ ไม่พบว่ามีปัญหาในการทำงาน แต่ด้วยระบบในการปฏิบัติ โดยเฉพาะขนาดของรถบรรทุกที่แตกต่างกัน บางหน่วยจึงไม่ได้ทำได้เพียงสาธิตให้เห็นหลักการ เพื่อให้เกษตรกรนำไปพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับบริบทของตนเอง



รูปที่ 19 การพัฒนาต่อยอดจากต้นแบบเดิม และการทดสอบการใช้งานจริงในแปลง

4. การเผยแพร่ร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่

ในแต่ละการทดลองหรือหน่วยงานแต่ละภูมิภาค ได้มีการเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลัง ทั้งรูปแบบการบรรยาย การนำเครื่องต้นแบบของโครงการนี้ไปทดสอบร่วมกับเกษตรกร และสาธิตร่วมกับการเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆ กับหน่วยงานในอื่นในพื้นที่ทั้งในและนอกกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และภาคเอกชน โดยเฉพาะการจัดงาน field day ของทุกๆ ปี เช่น งาน field day ของกรมส่งเสริมการเกษตรอาทิ สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร สำนักงานเกษตรจังหวัดอุทัยธานี สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา สำนักงานเกษตรจังหวัดนครศรีสะเกษ ของผู้ประกอบการแปรรูปมันสำปะหลัง อ.วังเหนือร่วมกับ สวทช. และศวพ.ลำปาง ของกลุ่มคัสเตอร์มันโคราช (Kotac) ของ ศวพ.ชัยภูมิ ศวพ.กาฬสินธุ์ บริษัท อุบลไปโอเอทานอล จำกัด สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรอำเภอเจริญ และอีกหลายแห่ง ซึ่งแต่ละแห่งได้รับความสนใจจากผู้เข้าร่วมงาน และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี จัดได้ว่าทั้งเครือข่ายในการทำงานจากผู้มีส่วน

ได้เสียที่เกี่ยวข้อง ได้รับข้อเสนอแนะ ปัญหา เพื่อมาพัฒนาต่อยอดสำหรับการนำไปเผยแพร่ และสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยต่อไป



รูปที่ 20 เครื่องชุดมันฯ ร่วมจัดงานวันเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอินทรีย์ รุ่นที่ 1 ประจำปี 2560/2561



รูปที่ 21 บรรยายเรื่องการใช้เครื่องจักรกลในการผลิตมันสำปะหลัง ภาพพินิจ



รูปที่ 22 ร่วมเป็นวิทยากรบรรยายโครงการจัดงานถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง อ.วังเหนือ จ.ลำปาง



รูปที่ 23 การบรรยายและสาธิต ณ หมู่ 7 ต.ป่าอ้อ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี

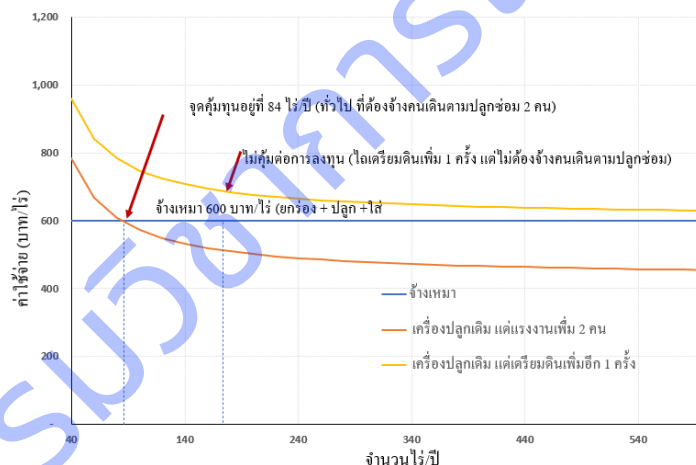
5. การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

เพื่อเป็นการประเมินศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการผลิตมันสำปะหลัง ได้ดำเนินการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย และจุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาลงทุนเพื่อการถือครองแก่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร และการลงทุนเพื่อการรับจ้าง โดยในด้านวิศวกรรมเกษตรใช้หลักการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่นิยมและเป็นที่ยอมรับในสากลและประเทศไทย คือหลักการของ Hunt (1998) ซึ่งประมาณการค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรกลเกษตรด้วยวิธีการแบบเส้นตรง (straight line method) จากสมการหลักดังนี้

$$AC = FC + \frac{1.6A}{SWe} [(RM)P + L + O + F + T]$$

โดยที่ AC =ค่าใช้จ่ายต่อปีในการใช้งาน (บาท/ปี), P =ราคาแรกซื้อ (บาท), FC =ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี), A =พื้นที่การทำงานต่อปี (ไร่), S =ความเร็วในการขับเคลื่อน (กิโลเมตร/ชั่วโมง), W =หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร), e =ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ (ทศนิยม), RM =ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง), L =อัตราค่าจ้างแรงงาน (บาท/ชั่วโมง), O =ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง) F =ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง), T =ค่าแทรกเตอร์ต้นกำลัง (บาท/ชั่วโมง) ซึ่งจะขอนำมาเสนอเป็นตัวอย่างเฉพาะที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องปลูกมันสำปะหลัง และเครื่องจักรในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ดังนี้

5.1 กรณีเครื่องปลูกมันสำปะหลัง



รูปที่ 24 ค่าใช้จ่าย และจุดคุ้มทุนการลงทุนเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

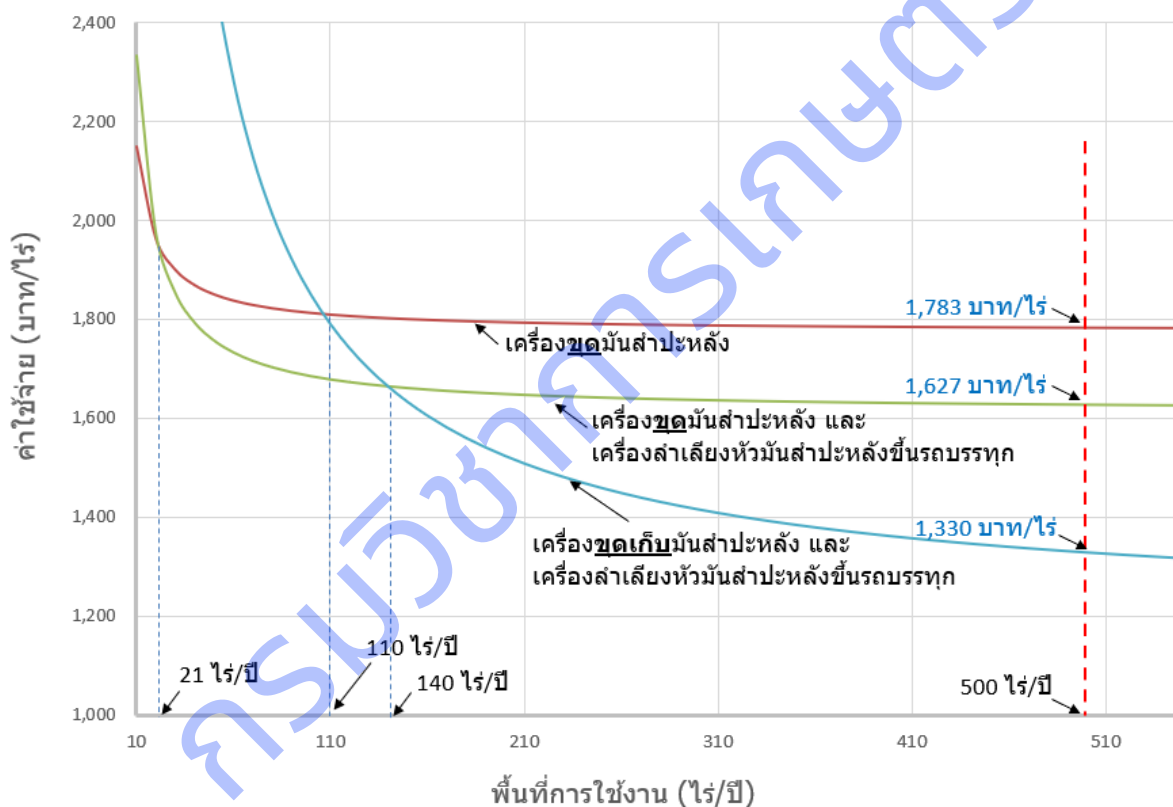
จากกราฟจะเห็นได้ว่าในการใช้เครื่องปลูกมันสำปะหลังที่มีราคาจำหน่ายที่ 70,000 บาท อายุใช้งาน 5 ปี เมื่อพิจารณาเทียบกับการจ้างเหมาปลูกโดยใช้แรงงานคนจะมีจุดคุ้มทุนที่ 400 ไร่ หรือจะต้องมีการใช้เครื่องปลูกนี้ทำงานอย่างน้อย 80 ไร่/ปี ในระยะเวลา 5 ปี และจะไม่คุ้มทุนหากเครื่องปลูกไม่มีประสิทธิภาพในการปักท่อนพันธุ์ที่สูงพอแล้วจำเป็นต้องมีการไถแปร 2 ครั้ง จะไม่คุ้มต่อการลงทุน

5.2 กรณีเครื่องจักรในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ด้วยพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะปัจจัยด้านปริมาณพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง การขาดแคลนแรงงาน และสภาวะเศรษฐกิจของสังคม เป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการ

ยอมรับการนำเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้ในระบบการเก็บเกี่ยว ดังนั้นในเบื้องต้นจะขอนำเสนอการวิเคราะห์เพื่อประกอบการลงทุนกับชุดเครื่องจักรในแต่ละระบบดังรูปที่ 25

จากกราฟหากพิจารณาจุดที่เส้นกราฟค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าหากมีพื้นที่การเก็บเกี่ยวน้อยกว่า 21 ไร่/ปี ควรใช้เพียงเครื่องชุดมันสำปะหลังธรรมดา ร่วมกับการใช้แรงงานคนหรือในระบบการเก็บเกี่ยวในปัจจุบัน และหากมีพื้นที่เก็บเกี่ยวต่อปีที่ 110 ไร่ เครื่องชุดเก็บมันสำปะหลัง หรือเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ (ยังไม่เสร็จสมบูรณ์และพร้อมต่อการผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์) ร่วมกับการใช้เครื่องลำเลียงมันสำปะหลังจะคุ้มทุนมากที่สุด เพราะมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระบบปัจจุบัน และจะคุ้มทุนมากกว่าการใช้เครื่องชุดมันสำปะหลังธรรมดา ร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหากมีพื้นที่ในการเก็บเกี่ยวในแต่ละปีมากกว่า 140 ไร่ (พิจารณาที่อายุการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแต่ละเครื่องที่ 5 ปี)



รูปที่ 25 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมชุดเครื่องจักรกลเกษตรในระบบการเก็บเกี่ยว

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำ รับรอง	จำนวน	หน่วย นับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้น จริง	จำนวน	หน่วย นับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์กรความรู้	1	เรื่อง	1. องค์กรความรู้	5	เรื่อง	1. เก็บเกี่ยวอย่างไรให้ได้หัวมันสำปะหลังมากที่สุด (วารสารพลังเกษตร) 2. เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลัง (ppt บรรยายพิเศษหลายครั้ง) 3. แผ่นพับเครื่องขุดมันสำปะหลัง 4. smart box การเก็บเกี่ยวและการลดการสูญเสีย 5. Poster 5.1. เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู 5.2. เครื่องขุดเก็บมันสำปะหลังแบบอัตโนมัติ	เพื่อใช้ในการเผยแพร่ร่วมกับเทคโนโลยีมันสำปะหลังอื่นร่วมกับหน่วยงานระดับพื้นที่ ในงาน Field day หรือการเผยแพร่เทคโนโลยีอื่นสำหรับมันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร
2. ผลงานตีพิมพ์ ระดับชาติ	1	เรื่อง	2. ผลงานตีพิมพ์ ระดับชาติ	1	เรื่อง	อยู่ระหว่างดำเนินการจัดทำ ขณะนี้ดำเนินการได้ 20%	
3. การประชุม เผยแพร่ผลงาน/ สัมมนาระดับชาติ 3.1 นำเสนอปาก เปล่า	2	เรื่อง	3. การประชุม เผยแพร่ผลงาน/ สัมมนาระดับชาติ 3.1 นำเสนอปาก เปล่า	2	เรื่อง	เรื่องที่ 1 เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลัง (นำเสนอในงานประชุม "สุดยอดอุตสาหกรรมเกษตรระดับภูมิภาค (Agritechinca & Horticulture Asia Regional Summit 2021) ระหว่างวันที่ 16-17 พ.ย.2564) เรื่องที่ 2 ดำเนินการในปี 2565	เป็นงานประชุมสัมมนา ระดับภูมิภาค ทั้งในระบบ Online และ Onsite ที่มี ผู้ร่วมสัมมนาจากหลาย ประเทศ และเจ้าหน้าที่ จากหลายภาคส่วน
4. ต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ 4.1 ระดับ ภาคสนาม	1	ต้นแบบ	4. ต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ 4.1 ระดับ ภาคสนาม	5	ต้นแบบ	1. เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม 2. เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	ความสามารถในการ ทำงานโดยเฉลี่ย 1.61 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพ กำจัดวัชพืชโดยเฉลี่ย 87% ลั่นเปลือมน้ำมัน เชื้อเพลิงโดยเฉลี่ย 0.45 ลิตร/ไร่ ใช้ใบเลื่อยเวงเดือน ขนาด 10 นิ้ว จำนวน 60 ฟัน ตัดท่อนพันธุ์มัน สำปะหลังให้สามารถ เรียงโคน และปลายได้ 5,000 ท่อน/ชั่วโมง ใช้ แรงงาน 2 คน

ผลผลิตตามคำ รับรอง	จำนวน	หน่วย นับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้น จริง	จำนวน	หน่วย นับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
						3. เครื่องชุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู	มีความสามารถในการทำงาน 0.8-1.0 ไร่/ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดดินและความสมบูรณ์ของเหง้า มันสำปะหลัง สูญเสียผลผลิต 2-4%ลดค่าใช้จ่าย 10%
						4. เครื่องถ้ำเลี้ยงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก	ใช้เครื่องยนต์ต้นกำลัง 5 แรงม้า มีความสามารถในการทำงาน 3.29-3.62 ตันต่อชั่วโมง มีความสูญเสียจากการร่วงหล่นของหัวมันสำปะหลัง 0.76-1.85%
						5. เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ	มีความสามารถในการทำงาน 0.8-1.0 ไร่/ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดดินและความสมบูรณ์ของเหง้า มันสำปะหลัง สูญเสียผลผลิต 1-3% ลดค่าใช้จ่าย 15% ลดจำนวนการใช้แรงงาน 24% จากระบบการใช้เครื่องชุดฯ ร่วมกับการใช้แรงงานคน
5. ต้นแบบเทคโนโลยี 5.1 ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	5. ต้นแบบเทคโนโลยี 5.1 ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	1. เอกสารคำแนะนำเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลัง	ช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจของการมีอยู่ การเลือกใช้ และการใช้เครื่องจักรกลสำหรับการผลิตอย่างเหมาะสม และใช้อย่างถูกวิธี จะช่วยสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดค่าใช้จ่าย ลดการใช้แรงงาน และลดการสูญเสียผลผลิต

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
<p>การมีเครื่องต้นแบบสาธิตเผยแพร่ ร่วมกับการบรรยายพิเศษเครื่องจักรมันสำปะหลัง ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจในวงกว้าง</p> <ol style="list-style-type: none"> ต้นแบบที่เอกชนขอรับเทคโนโลยีไปผลิตจำหน่าย (เครื่องชุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู) ยังมีการผลิตจำหน่ายได้ต่อเนื่อง ด้วยผู้ประกอบการ 3 ราย คือ 1) อุประเสริฐยนต์ อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี 2) บริษัท บี.ที.โอโตพาร์ท จำกัด อ.เมือง จ.ชลบุรี และ 3) บริษัท พรเจริญ (ช่างคิด) 2014 อ.พระพุทธรบาท จ.สระบุรี เครื่องจักรที่มีการเผยแพร่ผ่าน YouTube (ช่อง Anuchit Chamsing และทัศนีย์ ศรีมณีวงษ์) เช่นเครื่องตัดและสับย่อยต้น และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ มีคนสนใจโทรมาสอบถามอย่างต่อเนื่อง แต่การพัฒนายังไม่เสร็จสมบูรณ์ จึงยังไม่มีการผลิตจำหน่าย แต่อย่างน้อยได้มีการเผยแพร่แนวคิดและความก้าวหน้าในการการพัฒนา เป็นการชี้แนะและกระตุ้นให้มีการพัฒนาคู่ขนาน หรือต่อยอดเพื่อแก้ปัญหาระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม ถูกนำไปใช้งานจริง และมีการปรับระบบปลูกให้สามารถใช้กับเครื่องกำจัดวัชพืชดังกล่าวได้ โดยเฉพาะพื้นที่การผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์ ที่ สวพ.4 ดำเนินโครงการร่วมกับ บ.อุบลไปโอเอทานอล 	2560 เป็นต้นมา

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
<p>ด้านเศรษฐกิจ : การสาธิตเผยแพร่ และการบรรยายพิเศษ โดยเฉพาะประเด็นการลดการสูญเสียผลผลิต ส่งผลให้เกษตรกรให้ความสำคัญ และตระหนักในประเด็นเหล่านี้มากขึ้น คาดว่าจะลดความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ระดับหนึ่ง ที่มูลค่าหลักร้อยล้านบาทต่อการสูญเสียผลผลิต 1% ซึ่งปัจจุบันมีการสูญเสียผลผลิตอยู่ในช่วง 2-7% หรือหากประมาณจากค่าการสูญเสียผลผลิตเฉลี่ย 5% และราคารับซื้อ 2,000 บาท/ตัน คิดเป็นความเสียหายทางเศรษฐกิจประมาณ 3,000 ล้านบาท ซึ่งจากการเผยแพร่เพื่อให้เห็นความสำคัญและตระหนักในการลดการสูญเสียผลผลิต โดยคาดว่าจะมีการลดการสูญเสียผลผลิตลงอย่างน้อย 1% นั่นคือลดความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างน้อย 30 ล้านบาทต่อปี</p>	2560 เป็นต้นไป
<p>ด้านสังคม : การมีเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตมันสำปะหลังสนับสนุนการลดความเหนื่อยยาก ลดจำนวนการใช้แรงงาน สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดการสูญเสียผลผลิต ช่วยให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และมีรายได้มากขึ้น</p>	
<p>ด้านสิ่งแวดล้อม : การเลือกใช้เครื่องจักรกลเกษตรอย่างเหมาะสมและถูกวิธี จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p>	

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

โครงการนี้จัดเป็นส่วนหนึ่งของการผลักดันผลงานวิจัยเพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ คือ ต้นแบบงานวิจัยโดยส่วนใหญ่สามารถใช้งานได้ดีแล้ว ตีระดับหนึ่ง และจำเป็นต้องมีการทดสอบ และพัฒนาให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และร่วมมือกับหน่วยงานของกรมในระดับพื้นที่ในแต่ละภูมิภาคของประเทศ แต่เนื่องจากในการดำเนินการวิจัยด้านวิศวกรรมเกษตรจะได้เพียงต้นแบบเครื่องจักรเพียง 1 เครื่อง เท่านั้น ยกเว้นเครื่องจักรที่มีภาคเอกชนมาขอรับต้นแบบเทคโนโลยีนำไปผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ จึงจะมีการใช้งานในพื้นที่อยู่จำนวนหนึ่ง แต่ก็ยังคงจำกัดอยู่เฉพาะในบางพื้นที่ของภูมิภาค หรือภูมิภาค เพราะในด้านเกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตร การยอมรับในการลงทุน และนำไปใช้งานนั้นมีปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และสังคมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยเฉพาะปัจจัยด้านจำนวนแรงงานที่จัดหาได้ในพื้นที่ หรือปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

ดังนั้นนอกเหนือจากการเผยแพร่ผลงานวิจัยผ่านช่องทางสื่อต่างๆ แล้ว การมีต้นแบบเครื่องจักรให้กับหน่วยงานในพื้นที่เพื่อใช้ในการทดสอบ สาธิต ร่วมกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ และการเผยแพร่ร่วมกับเทคโนโลยีการผลิตสาขาอื่นของหน่วยงานในพื้นที่ จะเป็นการเผยแพร่เชิงประจักษ์ และสนับสนุนให้มีการขับเคลื่อนการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้เร็วและครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น และจากการดำเนินโครงการใน 4 ภูมิภาคของประเทศ ได้มีการจัดสร้าง จัดหาต้นแบบเครื่องจักรให้ในแต่ละภูมิภาคดังนี้

1. เครื่องตัดต้นมันสำปะหลัง จำนวน 1 เครื่อง/ภูมิภาค
2. เครื่องกำจัดวัชพืชและให้ปุ๋ย จำนวน 1 เครื่อง/ภูมิภาค
3. เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู จำนวน 2 เครื่อง/ภูมิภาค
4. เครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก จำนวน 1 เครื่อง/ภูมิภาค
5. เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง (เฉพาะหน่วยงานภาคกลาง เนื่องจากการพัฒนายังไม่เสร็จสมบูรณ์ที่พร้อมต่อการจำหน่าย และอยู่ระหว่างการพัฒนาต่อยอดกับภาคเอกชน)

ด้านนโยบาย ไม่มีผู้มีส่วนในการกำหนดนโยบายให้ความสนใจโดยตรง มีแต่คำกล่าวว่าเครื่องจักรกลเกษตรสำคัญ แต่ไม่มีการกำหนดนโยบายที่เป็นรูปธรรม คณะผู้วิจัยพยายามนำเสนอต่อสาธารณะ และผู้มีส่วนได้เสียในระบบการผลิต จึงทำได้ในวงจำกัด และขับเคลื่อนได้อย่างช้าๆ

ด้านสังคม จากการวิจัย และการดำเนินโครงการลักษณะบูรณาการอย่างนี้ ได้เสดดาให้เกษตรกรเห็นถึงความตั้งใจของหน่วยงานภาครัฐมีความพยายามหาแนวทางแก้ปัญหา และสนับสนุนการพัฒนาระบบการผลิตมันสำปะหลัง

ด้านเศรษฐกิจ การสาธิตเผยแพร่ และการบรรยายพิเศษ โดยเฉพาะประเด็นการลดการสูญเสียผลผลิต ส่งผลให้เกษตรกรให้ความสำคัญ และตระหนักในประเด็นเหล่านี้มากขึ้น คาดว่าจะลดความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ระดับหนึ่ง และหากได้รับการขับเคลื่อนอย่างจริงจัง จะลดความเสียหายทางเศรษฐกิจได้นับหมื่นล้านบาท/ปี

ด้านวิชาการ คณะผู้วิจัยได้พยายามสะท้อนถึงประเด็นปัญหา แนวทางเพื่อแก้ปัญหา รวมถึงการดำเนินการด้วยคณะผู้วิจัยเองตามภารกิจ เพื่อให้ภาควิชาการได้นำประเด็นปัญหาไปช่วยกันหาแนวทางในการแก้ปัญหา และขับเคลื่อนการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมได้เร็วขึ้น อาทิเช่น

1. ได้พยายามสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงระบบการปลูกพืชให้เข้ากับเครื่องจักรกลเกษตร เนื่องจากขนาดของแทรกเตอร์เป็นข้อจำกัดที่สำคัญ ประเทศไทยผลิตเพียงอุปกรณ์ต่อพ่วงการที่จะให้ผู้ผลิตแทรกเตอร์ต้นกำลังปรับตัวเข้ากับระบบการเพาะปลูกนั้นเป็นไปได้ยาก
2. การลงทุน และการเลือกใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงการบริหารจัดการการใช้เครื่องจักรกลเกษตรร่วมกันเพื่อเป็นการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่ถือครองให้คุ้มต่อการลงทุนอย่างมีประสิทธิภาพ และมีโอกาสลงทุนเครื่องจักรใหม่ให้ครบต่อระบบการผลิต
3. สะท้อนให้เห็นว่าปัญหาการเก็บเกี่ยวต้องแก้ทั้งระบบ ไม่เพียงเครื่องชุดมันที่เพียงการชุดห้ำมันสำปะหลังจากไถดินขึ้นมาบนดิน แต่ปัญหาสำคัญเป็นลักษณะปัญหาคอขวด ต้องช่วยกันพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ เพราะมีสัดส่วนต้นทุนการผลิตสูง และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างรุนแรง และมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 สรุปผลและอภิปรายผล

จากการดำเนินการในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ในการสำรวจรวบรวมข้อมูล การใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร การทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรต้นแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ เศรษฐกิจและสังคม ที่เป็นการดำเนินการร่วมกันกับเกษตรกร และเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรจากหน่วยงานในระดับพื้นที่ พบว่าการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลังเป็นไปในทำนองเดียวกัน ต่างกันเพียงค่าใช้จ่าย และอัตราค่าจ้างดำเนินการ และเครื่องจักรบางรายการยังไม่ถูกนำไปใช้งานอันเนื่องมาจากปัจจัยเกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคม เช่นเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ยังไม่แพร่หลายในภาคเหนือและภาคตะวันออก เครื่องจักรในการกำจัดวัชพืช และเครื่องจักรสำหรับบางกิจกรรมยังมีไม่เหมาะสมและเพียงพอ ผลการทดสอบต้นแบบจักรกลเกษตรที่เป็นผลงานวิจัยจำนวน 6 รายการ ได้แก่ เครื่องตัดท่อนพันธุ์ เครื่องกำจัดวัชพืชแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ และเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยเครื่องกำจัดวัชพืชฯ และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ ส่วนเครื่องจักรต้นแบบอื่นๆพร้อมต่อการใช้งานและเผยแพร่ให้มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพพร้อมกับเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังอื่นๆของกรมวิชาการเกษตร พร้อมนี้ได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน

4.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตพืชมีความสำคัญและมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นและรวดเร็วโดยเฉพาะเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานอันเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายแรงงานออกนอกภาคเกษตร และปัญหาสังคมผู้สูงอายุ รวมถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสภาพภูมิอากาศ ด้านเศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อความต้องการ เงื่อนไขความต้องการ และรูปแบบการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไป ในการผลิตมันสำปะหลังก็จะเกิดปัญหาทำนองเดียวกัน ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหาและเตรียมการเผชิญกับปัญหาในอนาคต เห็นควรดำเนินการดังนี้

4.2.1 กรณีมีเครื่องจักรกลเกษตรใช้งานอยู่แล้ว

1) ส่งเสริมให้มีการใช้ การดูแลรักษา และซ่อมบำรุงที่มีอยู่แล้วอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบจากการเลือกใช้และใช้ไม่ถูกต้องซึ่งจะส่งผลต่อแปลงปลูก ค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง โดยรูปแบบการร่วมดำเนินการของผู้มีส่วนได้เสียทำนองเดียวกับโครงการนี้แล้วขยายผลให้เกิดเป็นวงกว้างมากขึ้น

2) การสร้างเครือข่ายการบริหารจัดการเครื่องจักรกลเกษตร ทำนองเดียวกับรูปแบบของ Machinery Ring, MR ที่ประสบความสำเร็จแล้วในหลายประเทศเฉพาะเยอรมัน อังกฤษ และอีกหลายประเทศในยุโรป เพื่อเป็นการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่มีอยู่แล้วให้คุ้มค่า เป็นลดค่าใช้จ่าย และมีโอกาสลงทุนเครื่องจักรใหม่ๆ เกษตรกรมีโอกาสได้ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกขั้นตอนการผลิต และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงขนาด และราคาของเครื่องจักรกลเกษตรในอนาคตที่จะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความซับซ้อนและราคาที่สูงขึ้น และสิ่งที่จะตามมาคือมีราคาสูง ต้องการแรงงานมีทักษะในการใช้ ดูแลรักษาและซ่อมแซม

3) ปรับระบบการปลูกพืชให้เข้ากับขนาดกับเครื่องจักรโดยเฉพาะตั้งแต่ขั้นตอนการปลูกเป็นต้นไป เพราะการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรของไทยเป็นส่วนของอุปกรณ์ต่อพ่วง แต่ต้นกำลังเป็นการนำเข้าซึ่งเป็นไปได้ที่จะปรับขนาดเครื่องจักรให้เข้ากับระบบปลูกปัจจุบัน

4) ควรมีการเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้ การใช้เครื่องจักรกลเกษตรให้ถูกวิธี และการบริหารจัดการ ทั้งเพื่อสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดผลกระทบต่อสภาพพื้นที่ การสูญเสียและเสียหายของผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ

4.2.2 กรณีที่ยังขาดเครื่องจักรหรือมีแล้วแต่ยังมีศักยภาพไม่เหมาะสมจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

1) ขั้นตอนการปลูก ควรพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังให้มีเปอร์เซ็นต์การปักท่อนพันธุ์ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะสามารถปลูกได้โดยไม่ต้องมีการเตรียมดินมากกว่าปกติ หรือสภาพแปลงที่อาจเศษวัสดุเหลือตกค้างในแปลงปริมาณมาก เช่นจากการเปลี่ยนจากอ้อยมาเป็นการปลูกมันสำปะหลัง รวมถึงการปรับระยะเวลาการปลูกให้เหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรสำหรับขั้นตอนการปลูกที่ตามมา เช่น การกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว เพื่อผลกระทบต่อจากวัชพืช และการสูญเสียผลผลิตระหว่างการเก็บเกี่ยว

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

3) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว จัดเป็นขั้นตอนสำคัญที่มีสัดส่วนของต้นทุนการผลิตสูงสุด ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างรุนแรงและใกล้เข้าขั้นวิกฤตแล้วในหลายพื้นที่ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนโดยควรเป็นเครื่องจักรที่สามารถทำได้ครอบคลุมทุกกิจกรรมในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่การตัดและสับย่อยต้นจนกระทั่งลำเลียงขึ้นรถบรรทุก หรือให้ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆให้มากที่สุด ลดการใช้แรงงานและมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

4.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. ข้อจำกัดเกี่ยวกับฤดูกาล เกษตรกร และระเบียบการไปราชการ ยากต่อการประสานงาน แม้จะมีการประสานงานกับเกษตรกรเป็นที่เรียบร้อยแล้ว แต่เมื่อถึงเวลานัดหมายกลับมีทั้งเกษตรกรได้ดำเนินการไปก่อนแล้ว และเกษตรกรไม่สามารถดำเนินการได้เพราะขึ้นอยู่กับฤดูกาล ความพร้อมของแรงงานและเครื่องจักรในพื้นที่ และตลาดในกรณีการเก็บเกี่ยว ประกอบกับลักษณะโครงการเป็นความร่วมมือดำเนินการ ไม่ใช่การซื้อเหมาแปลงเพื่อดำเนินการ ดังนั้นการที่เกษตรกรไม่ทำตามที่นัดหมาย จึงทำให้บางกิจกรรมทำงานได้ลำบาก เพราะกระทบกับเกษตรกรโดยตรง

2. การถูกตัดงบประมาณลง 50% ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามแผน

3. การระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 เป็นอุปสรรคทั้งนักวิจัยที่จะออกเดินทางไปปฏิบัติงานวิจัย และในส่วนของเกษตรกรก็มีมาตรการป้องกันชุมชนทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้ในหลายๆกิจกรรม

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- กรมวิชาการเกษตร. 2557. <http://www.doa.go.th/images/stories/indexpp2518/>
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย. สืบค้นวันที่ 2 มิถุนายน 2557.
<http://www.cassava.org>
- ก้อนทอง พวงประโคน บุญช่วย สงฆนาม วินัย ศรวัต วรยุทธ ศิริชุมพันธ์ วิมลรัตน์ ศุภรินทร์ และอิสระ พุทธสิมมา. 2550. การวิจัยเพื่อพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่โรงงานเอทานอลจังหวัดขอนแก่น. ในรายงานผลงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่เกษตรกรรม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 101-114.
- จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ, สาทิส เวณจันทร์, คณิศศักดิ์ เจียรนัยกุล และสุทิน จุฑะสุวรรณ. 2535. วิจัยวิเคราะห์การใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2535 ทะเบียนวิจัยเลขที่ 35 08 006 008, กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
- จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ, อนุชิต ฉ่ำสิงห์. 2550. เครื่องขุดมันสำปะหลัง. นสพ. กสิกร, ก.ย.-ต.ค. 2550, 80(5) หน้า 89-102.
- เชิดศักดิ์ ศิริหล้า ปิยะณัฐ สิทธิ และยุทธศักดิ์ พิมสาร. 2555. เครื่องปลูกมันสำปะหลัง. ในเอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 4-5 เมษายน 2555.
- ฐิติมา คล่องแคล่ว และประเทือง อุษาบริสิทธิ์. 2561. การทดสอบขุดปลูกมันสำปะหลังแบบเปิดร่อง. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561. หน้า 284-288
- ณรงค์เดช ชื่อสกุลรัตน์ และสามารถ บุญอาจ. 2561. เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 24(1): หน้า 1-5
- นายประสาธต แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ วุฒิพล จันทร์สระคู คุรุวรรณ ภาमाตรี ศักดิ์ชัย อาษาวัง และชนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2556. วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์. รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 83 หน้า
- ประสาธต แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ วุฒิพล จันทร์สระคู ศักดิ์ชัย อาษาวัง สุพัตรา ชาววงจักร สิทธิชัย ดาศรี ดนัย ศารทูลพิทักษ์. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง. ใน รายงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 163 หน้า
- ประสาธต แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ชนิษฐ์ หว่านณรงค์ ศักดิ์ชัย อาษาวัง และวุฒิพล จันทร์สระคู. 2553. การศึกษาอิทธิพลของตำแหน่งการขุด ความยาวซี่ของผลขุด และความสูงตอมันสำปะหลังต่อระบบขุดเก็บของเครื่องขุดเก็บหัวมันสำปะหลัง. ในเอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 ประจำปี 2536-7 พฤษภาคม 2553 อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน: 6 หน้า
- ประสาธต แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ศักดิ์ชัย อาษาวัง พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง วุฒิพล จันทร์สระคู อัครพล เสนาณรงค์ สุภาษิต เสี่ยมพงศ์ และ ชนิษฐ์ หว่านณรงค์ และ 2553. วิจัยและพัฒนาเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง. ในเอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12 ประจำปี 31 มีนาคม 1 เมษายน 2554 ณ ชลจันทร์รีสอร์ท พัทยา จ.ชลบุรี: 6 หน้า

- ประสาธต์ แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์ วุฒิพล จันท์สระคู สนอง อมฤกษ์ คุรุวรรณ ภามาตย์ ขนิษฐ หว่านณรงค์ และสิทธิชัย ดาศรี. 2558. การทดสอบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ในสภาพพื้นที่เพาะปลูกต่างๆ. รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
- พุทธรักษา เสรี สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และ ศุภิญา ธนะจิตต์. 2560. ผลของการไถพรวนและวัสดุปรับปรุงดินต่อความเสถียรของเม็ดดินในชุดดินยโสธรที่ปลูกมันสำปะหลัง. เกษตร 45 (2) : 227-238.
- พุทธรักษา เสรี สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่มและศุภิญา ธนะจิตต์. 2560. ผลของการไถพรวนและวัสดุปรับปรุงดินต่อความเสถียรของเม็ดดินในชุดดินยโสธรที่ปลูกมันสำปะหลัง. วารสารเกษตร 45(2): หน้า 227-238
- รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ และมานพ ตันตระกูล. 2553. การพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลัง. รายงานการวิจัยภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 47 หน้า
- วัฒนะ วัฒนานนท์ สมเจตน์ จันทวัฒน์ เสาวรี ตั้งสกุล สมพงษ์ กาทอง ไธรัตน์ เฮาเลอร์ และนพพล สมุทรทอง. 2549. ผลของการเตรียมดินวิธีต่างๆ ต่อชนิดมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ในประเทศไทย. วารสารวิชาการเกษตร 24 (1): หน้า 1-19
- วิชัย โอภาณุกุล ประสาธต์ แสงพันธุ์ตา อานนท์ สายคำฟู ธนพงศ์ แสนจุ่ม ดนัย ศารทูนพิทักษ์ บาลทิตย์ ทองแดง. 2562. วิทยุรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง. . ใน เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 14-15 มีนาคม 2562 ณ โรงแรมฮาร์ดีร็อค พัทยา จังหวัดชลบุรี. หน้า 87-92.
- วุฒิพล จันท์สระคู ศักดิ์ชัย อาษาวิง อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ประสาธต์ แสงพันธุ์ตา กลวัชร ทิมีนกุล และสุพัตรา ชาววงจักร. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก. โครงการวิจัยสิ้นสุด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร: 27 หน้า.
- สัญลักษณ์ กิ่งทอง, ปริชานันท์ 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.
- สิบเอกสุกรี สดขประเสริฐ. 2558. การพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบใช้กับจุดต่อพ่วงสามจุด Category II. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 94 หน้า
- สุกิจ รัตนศรีวิงษ์ ก้อนทอง พวงประโคน บุญช่วย สงฆนาม ทอม เตี้ยะเพชร และ วัลลีย์ อมรพล. 2550. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่โดยเกษตรกรมีส่วนร่วม. ใน รายงาน ผลงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่เกษตรกรรม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 . กรมวิชาการเกษตร. หน้า 86-100.
- เสรี วงษ์พิเชฐ. 2549. การใช้เครื่องเก็บขูดมันสำปะหลังและการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง. สัมภาษณ์
- 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 สืบค้นวันที่ 25 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.

H., Md.Akhir, 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

J. Lungkapin, 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.

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

K V.Hariharan1 , S.P. Pradeep kumar1 , M.Prasanth1 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

กรมวิชาการศึกษา