รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

Research and Development of Picking Machine and Transfer for Cassava Tuber into the Truck

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายวุฒิพล จันทร์สระคู

Mr.Wuttiphol Chansrakoo

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

Research and Development of Picking Machine and Transfer for Cassava Tuber into the Truck

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายวุฒิพล จันทร์สระคู

Mr.Wuttiphol Chansrakoo

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ

โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี ประกอบด้วย 2 กิจกรรมวิจัย คือ การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และ วิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยที่สำเร็จลุล่วงจะมีผู้นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความยินดีอย่างยิ่งที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้ที่ได้จากชุดโครงการวิจัยนี้ให้แก่ผู้สนใจ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่คณะผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้

(นายวุฒิพล จันทร์สระคู)
หัวหน้าโครงการวิจัย
วิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก
29 มีนาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
ผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	7
บทนำ.....	8
บทคัดย่อ.....	11
กิจกรรมงานวิจัย 1 ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า	12
กิจกรรมงานวิจัย 2 วิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก	37
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	52

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เริ่มดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ได้โดยได้รับการสนับสนุนจาก ผู้อำนวยการ ข้าราชการ พนักงานราชการ และลูกจ้างประจำ ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมและศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย และสถานที่ทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านต่างๆ แต่มิได้เอ่ยนามไว้ ซึ่งล้วนแต่มีส่วนส่งเสริมให้โครงการวิจัยนี้ดำเนินงานจนเป็นผลสำเร็จ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย

วุฒิพล จันทร์สระคู	ศักดิ์ชัย อาษาวัง	อนุชิต ฉ่ำสิงห์
Wuttiphol Chansrakoo	Sakchai Arsawang	Anuchit Chamsing
ประสาท แสงพันธุ์ตา	กลวัชร ทิมินกุล	สุพัตรา ชาวกงจักร
Prasat Sangphanta	Kolawatchara Thiminkul	Supattra Chawkongchak

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	=	พื้นที่ทำงาน, ไร่/ปี
i	=	อัตราดอกเบี้ย, เปอร์เซ็นต์
N	=	อายุการใช้งาน, ปี
P	=	ราคาซื้อของเครื่องจักร, บาท
S	=	ราคาซากของเครื่องจักร, บาท

บทนำ

ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 4 ของโลกรองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย และเป็นประเทศผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลกทำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 2 หมื่นล้านบาท โดยประเทศไทยมีเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 3 ล้านคน บนพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 6.7 ล้านไร่ ผลผลิตราว 21.4 ล้านตัน มีพื้นที่เพาะปลูกเป็นอันดับ 4 รองจากข้าวและข้าวโพด และยางพารา ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มันสำปะหลังนอกจากจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ (ธีรภัทร, 2545) แล้ว ยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญโดยพบว่ามันสำปะหลังจัดเป็นพืชที่เหมาะที่สุดในการทำเอทานอล (เจริญศักดิ์, 2544) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 เพื่อเป็นการลดการนำเข้าสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้น (วงศ์สุภัทร, 2549) โดยในปี 2554 คาดว่าจะมีผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 30.2 ล้านตัน และสามารทำการผลิตเอทานอลได้ประมาณ 1,600 ล้านลิตร (กล้าณรงค์, 2549)

การวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับมันสำปะหลัง จัดเป็น 1 ใน 10 ของพืชเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการในยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และจากการที่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในระบบการผลิตที่มีผลกระทบโดยตรงต่อความสูญเสีย ความเสียหาย คุณภาพของผลผลิตโดยหัวมันที่ทำการขุดแล้วหากไม่ได้รับการแปรรูปภายใน 2 วัน คุณภาพจะลดอย่างมาก (Thant, 1997 และ พร้อมพรรณ, 2549) และต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง โดยพบว่าต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังนั้นขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีสัดส่วนการลงทุนสูงสุด (27%) รองลงมาได้แก่ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน ค่ากำจัดวัชพืช ค่าขนส่ง และค่าท่อนพันธุ์และแรงงานปลูกในสัดส่วนร้อยละ 18 17 16 13 และ 7 ตามลำดับ (สุรพงษ์และคณะ, 2550) โดยค่าจ้างแรงงานเป็นสัดส่วนค่าใช้จ่ายสูงสุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับค่าใช้จ่ายในการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักอื่นๆ ยกเว้นในการผลิตข้าว (Anuchit, 2007) ทั้งนี้เนื่องจากใช้แรงงานคนเป็นหลัก เพื่อการขุดหรือถอน การตัดส่วนที่เป็นหัวออกจากโคนต้น และรวบรวมขึ้นรถบรรทุกเพื่อการขนย้ายไปจำหน่าย และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานเช่นเดียวกับการผลิตพืชอื่นในภาคเกษตร เนื่องจากแรงงานเคลื่อนย้ายสู่นอกภาคเกษตร ทั้งมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และทำให้ค่าจ้างแรงงานในภาคเกษตรสูงขึ้นเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อเป็นการสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในระบบการเก็บเกี่ยว จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาและแก้ปัญหาทั้งระบบ (จารุวัฒน์ และอนุชิต, 2550 และ อนุชิต และคณะ, 2552) ระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทย พบว่ามีอยู่ 2 รูปแบบหลัก คือ การเก็บเกี่ยวแบบใช้แรงงานคนในทุกขั้นตอน และ แบบใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังร่วมกับการใช้แรงงานคน โดยรูปแบบที่สองนั้น สามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลน

แรงงานที่เกษตรกรกำลังเผชิญอยู่ได้ในระดับหนึ่ง โดยลดการใช้แรงงานประมาณร้อยละ 37 และ ลดต้นทุนการผลิตลงประมาณร้อยละ 8-10 (Anuchit, 2007) แต่ยังมีเกษตรกรจำนวนมิใช่น้อย ทั้งในเขตพื้นที่ซึ่งมีการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังแล้ว และในพื้นที่ที่ยังไม่มีการใช้ ยังคงทำการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนทั้งหมด ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ผลิตและจำหน่ายแล้ว ยังมีประสิทธิภาพไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรบางส่วน หรือไม่เหมาะสมกับการใช้งานในบางเขตพื้นที่เพาะปลูกจากข้อจำกัดการใช้งานบางประการ ระบบปฏิบัติในพื้นที่นั้นๆ และการมีข้อจำกัดน้อยเกี่ยวกับช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว ยกเว้นต้องรีบทำการเก็บเกี่ยวเพื่อการปลูกใหม่ ซึ่งแตกต่างจากพืชอื่นที่ต้องทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพราะมีผลกระทบต่อความสูญเสียและความเสียหายของผลผลิตที่จะได้รับ ทั้งนี้สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูที่มีความต้องการแรงฉุดลากน้อยและมีความสูญเสียผลผลิตที่จะได้รับน้อย (2-4%) พร้อมคุณลักษณะเพิ่มเติมจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตและจำหน่ายอยู่ทั่วไป เช่นการทำการขุดได้อย่างต่อเนื่องกรณีใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ลักษณะเหง้ามันสำปะหลังมีลักษณะตั้งคล้ายการขุดหรือถอนโดยคน ทำให้ง่ายต่อการเก็บและรวมกอง มีระบบการปรับเลื่อนเข้ากับระยะระหว่างแถวทำได้สะดวก และมีช่วงการทำงานในสภาพดินที่แตกต่างกันมากขึ้น เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน การลดต้นทุนการผลิต และลดการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (อนุชิต และคณะ, 2552) นอกจากนี้พบว่าอุปสรรคสำคัญต่อการขยายตัวของการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างหนึ่ง คือการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตจำหน่ายในปัจจุบันนั้น เพียงช่วยลดจำนวนแรงงาน และความเหนื่อยยากในช่วงการขุดถอนขึ้นจากดินเท่านั้น ส่วนการเก็บรวบรวมกอง ตัดหัวมันจากเหง้า และการขนย้ายขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปจำหน่าย นั้น ยังคงต้องใช้แรงงานคนถึง 2 ใน 3 ส่วน ของรูปแบบการเก็บเกี่ยวการใช้แรงงานคนทั้งหมดในการเก็บเกี่ยว ซึ่งจัดเป็นข้อจำกัดและเป็นปัญหาในลักษณะคอขวดที่สำคัญในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (อนุชิต และคณะ, 2552) หน่วยงานต่างๆ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวเช่นกัน และได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยว นอกเหนือจากการวิจัยและพัฒนาเพื่อการขุดให้หัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน หรือพัฒนาเครื่องมือสำหรับขั้นตอนหลังจากการขุดขึ้นมาจากดินบ้างแล้ว ทั้งมีการเผยแพร่แล้ว มีต้นแบบแต่ไม่เผยแพร่ และอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยและพัฒนา โดยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องจักรต้นแบบในลักษณะการขุดขึ้นมาจากดินแล้วจัดให้มีการรวมกอง สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดและเก็บมันสำปะหลัง ซึ่งมีความก้าวหน้าไปในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์

อย่างไรก็ตามพบว่า ได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ภายหลังการขุดขึ้นมาจากดิน และการเก็บรวมกอง ก่อนการขนย้ายขึ้นรถบรรทุก แต่ยังไม่ได้รับการเผยแพร่สู่เกษตรกร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แม้กระทั่งเครื่องมือสำหรับการขนย้ายหัวมันขึ้นรถบรรทุกก็ยังอยู่ในกระบวนการวิจัยและพัฒนาให้ได้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ในขบวนการวิจัยและพัฒนานั้นยังคงมีเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เช่น แรงงาน พันธุ์ที่หลากหลาย สภาพพื้นที่เพาะปลูก และต้นทุน

ค่าใช้จ่าย เป็นต้น จึงนับได้ว่าขั้นตอนการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และขั้นตอนการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือทุ่นแรงเพื่อการสนับสนุนการแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และพัฒนาเครื่องมือช่วยในการขนย้ายหัวมันสำปะหลังออกจากแปลงใส่รถบรรทุกให้เกิดความสะดวกมากขึ้น ลดปัญหาด้านการขาดแคลน และเพิ่มประโยชน์จากอุปกรณ์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ให้มีความหลากหลายขึ้น ลดความเหนื่อยยากของแรงงาน พัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของแรงงานคน ประหยัดเวลา และแก้ปัญหาข้อจำกัดการทำงานต่างๆ เป็นแก้ปัญหาสำคัญที่มีลักษณะคอขวดในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง อีกทั้งได้แนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สมบูรณ์แบบต่อไป

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า หลังจากขุดเก็บและรวมกองไว้แล้ว เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า ส่งกำลังผ่านสายพานแบบลิ่มเพื่อขับชุดโซ่ป้อนเหง้าสองชุด และชุดใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน จำนวน 4 .ใบซึ่งติดตั้งเหนือชุดโซ่ป้อน ใบแรกวางด้านหน้าในแนวระดับ อีกสองใบวางในแนวดิ่ง โดยสามารถปรับระยะห่างระหว่างใบเลื่อยทั้งสองใบได้ เนื่องจากใบเลื่อยด้านหนึ่งยึดกับโครงที่เลื่อนเข้าออกได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้ามัน ส่วนใบเลื่อยอีกใบหนึ่งติดตั้งทางด้านหลังในแนวระดับ เหง้ามันถูกป้อนโดยการคว่ำเหง้าลงด้านล่าง เครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 2,257 รอบต่อนาที ความเร็วชุดโซ่ป้อน 0.09 เมตรต่อวินาที และ ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยทั้งสี่ใบ 16.30 เมตรต่อวินาที สามารถปลิดหัวมันได้ 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หัวมันสูญเสียร้อยละ 1.44 มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.00 สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีความเป็นไปได้ในการใช้งานทดแทนการปลิดหัวมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคน และเป็นแนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ทำงานต่อเนื่องเป็นระบบได้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหลังการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ลดปัญหาด้านการขาดแคลนในการลำเลียงขึ้นรถบรรทุก ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกที่เหมาะสมกับกระบวนการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ต่างๆ ทดสอบการทำงานเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ และทดสอบการทำงานจริงในแปลงเกษตรกร ผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกแบบติดด้านข้างตัวรถใช้ต้นกำลังเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า ใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เหมาะสม 2,000–2,200 รอบต่อนาที ความเร็วเชิงเส้นของอุปกรณ์ลำเลียง 0.82-0.90 เมตรต่อวินาที เครื่องสามารถพับเก็บได้ขณะรถเคลื่อนที่ในแปลง และถอดเครื่องยนต์ออกเมื่อเสร็จจากการทำงานแล้ว จากผลการทดสอบมันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 9 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สวพ.3 ใช้รถบรรทุกขนาด 3 ตันบรรทุก พบว่าเครื่องมือมีความสามารถในการทำงาน 3.29 – 3.62 ตันต่อชั่วโมง มีความสูญเสียจากการร่วงหล่นของหัวมันสำปะหลัง 0.76 – 1.85%

กิจกรรมงานวิจัย 1

ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

Research and Development of machines for Cassava Tuber Cutting from Cassava Rhizome

ชื่อผู้วิจัย (กิจกรรม)

ศักดิ์ชัย อาษาวัง วุฒิพล จันทร์สระคู อนุชิต ฉ่ำสิงห์

ประสาท แสงพันธุ์ตา สุพัตรา ชาวกงจักร์

คำสำคัญ (Key word)

หัวมันสำปะหลัง เหง้ามันสำปะหลัง เครื่องตัดเหง้ามัน

Cassava Tuber, Cassava Rhizome, Cutting machine

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าหลังจากการขุดเก็บและรวมกองไว้แล้ว เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า ส่งกำลังผ่านสายพานแบบลิ่มเพื่อขับชุดโซ่ป้อนเหง้าสองชุด และชุดใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน จำนวน 4 .ใบซึ่งติดตั้งเหนือชุดโซ่ป้อน ใบแรกวางด้านหน้าในแนวระดับ อีกสองใบวางในแนวดิ่ง โดยสามารถปรับระยะห่างระหว่างใบเลื่อยทั้งสองใบได้เนื่องจากใบเลื่อยด้านหนึ่งยึดกับโครงที่เลื่อนเข้าออกได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้ามัน ส่วนใบเลื่อยอีกใบหนึ่งติดตั้งทางด้านหลังในแนวระดับ ขณะทำงานเหง้ามันถูกป้อนโดยการคว่ำเหง้าลงด้านล่าง ซึ่งเครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 2,257 รอบต่อนาที ความเร็วชุดโซ่ป้อน 0.09 เมตรต่อวินาที และ ความเร็วเชิงเส้นเฉลี่ยใบเลื่อยทั้งสี่ใบ 16.30 เมตรต่อวินาที สามารถปลิดหัวมันได้ 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หัวมันสูญเสียร้อยละ 1.44 มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.00 และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีความเป็นไปได้ในการใช้งานทดแทนการปลิดหัวมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคน และเป็นแนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ทำงานต่อเนื่องเป็นระบบได้

Abstracts

This research aimed to solve the shortage of labor to pluck out of the cassava roots after digging and then stacking them together. The developed prototype used a 5 hp - small gasoline engine which the wedge belts drived the two rhizome feeder chains and the four circular saw blades with 7 inches in diameter and 60 teeth which were mounted above the feeder chains. The in front of blade was placed in the level and the next two blades were placed vertically, while the gap could adjust due to the rhizome diameter cause of the one blade was mounted on the adjustable frame. The last back blade was placed in the level. When the machine was operated the rhizome was upside down. The prototype machine worked properly when the engine run at 2,257 rpm., feeder chains speed 0.09 meters per second and the four blades speed at 16.30 meters per second. The results showed that the working capacity was 829 kg per hour, the losses of cassava roots were 1.44 %, stem mixed with 1 % and fuel cost was 251 baht per rai .It is possible to substitute cassava roots plucking by manual labor and guide the development of the new research for harvesting cassava to work systematically.

บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 4 ของโลกรองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย และยังเป็นผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ทำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 2 หมื่นล้านบาท โดยมีเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 3 ล้านคน บนพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 6.7 ล้านไร่ ผลผลิตราว 21.4 ล้านตัน มีพื้นที่เพาะปลูกเป็นอันดับ 4 รองจากข้าว ข้าวโพด และยางพารา ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูง สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ (ธีรภัทร, 2545) และยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญเหมาะที่สุดในการทำเอทานอล (เจริญศักดิ์, 2544) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 เป็นการลดการนำเข้าสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้น (วงศ์สุภัทร, 2549) การวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับมันสำปะหลัง จัดเป็น 1 ใน 10 ของพืชเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการในยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญในระบบการผลิตที่มีผลกระทบโดยตรงต่อความสูญเสีย ความเสียหาย คุณภาพของผลผลิต โดยหัวมันที่ทำการขุดแล้วหากไม่ได้รับการแปรรูปภายใน 2 วัน คุณภาพจะลดอย่างมาก (Thant, 1997 และ พร้อมพรรณ, 2549) ในด้านต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลัง ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีสัดส่วนการลงทุนสูงสุด (27 %) รองลงมาได้แก่ ค่าปุ๋ย (18 %) ค่าเตรียมดิน (17 %) ค่ากำจัดวัชพืช (16 %) ค่าขนส่ง (13 %) ค่าท่อนพันธุ์และแรงงานปลูก (7 %) (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) โดยค่าจ้างแรงงานเป็นสัดส่วนค่าใช้จ่ายสูงสุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับค่าใช้จ่ายในการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักอื่นๆ ยกเว้นในการผลิตข้าว (Anuchit, 2007) ทั้งนี้เนื่องจากใช้แรงงานคนเป็นหลัก เพื่อการขุดหรือถอน การตัดส่วนที่เป็นหัวออกจากโคนต้น และรวบรวมขึ้นรถบรรทุกเพื่อการขนย้ายไปจำหน่าย และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานเช่นเดียวกับการผลิตพืชอื่นในภาคเกษตร เนื่องจากแรงงานเคลื่อนย้ายสู่นอกภาคเกษตร ทั้งมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และทำให้ค่าจ้างแรงงานในภาคเกษตรสูงขึ้นเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อเป็นการสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในระบบการเก็บเกี่ยวจึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาและแก้ปัญหาทั้งระบบ (จารุวัฒน์ และอนุชิต, 2550 และ อนุชิต และคณะ, 2552)

ระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทยพบว่ามีอยู่ 2 รูปแบบหลัก คือการเก็บเกี่ยวแบบใช้แรงงานคนในทุกขั้นตอน และแบบใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังร่วมกับการใช้แรงงานคน โดยรูปแบบที่สองนั้น สามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่เกษตรกรกำลังเผชิญอยู่ได้ในระดับหนึ่ง โดยลดการใช้แรงงานประมาณร้อยละ 37 และลดต้นทุนการผลิตลงประมาณร้อยละ 8-10 (Anuchit, 2007) แต่ยังมีเกษตรกรจำนวนไม่น้อยทั้งในเขตพื้นที่ซึ่งมีการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังแล้ว และในพื้นที่ที่ยังไม่มีการ

ใช้ ยังคงทำการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนทั้งหมด ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ผลิตและจำหน่ายแล้ว ยังมีประสิทธิภาพไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรบางส่วน หรือไม่เหมาะสมกับการใช้งานในบางเขตพื้นที่เพาะปลูกจากข้อจำกัดการใช้งานบางประการ ระบบปฏิบัติในพื้นที่นั้นๆ และการมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวน้อย ยกเว้นต้องรีบทำการเก็บเกี่ยวเพื่อการปลูกใหม่ ซึ่งแตกต่างจากพืชอื่นที่ต้องทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพราะมีผลกระทบต่อความสูญเสียและความเสียหายของผลผลิตที่จะได้รับ ทั้งนี้สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูที่มีความต้องการแรงฉุดลากน้อยและมีความสูญเสียผลผลิตน้อย (2-4%) พร้อมคุณลักษณะเพิ่มเติมจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตและจำหน่ายอยู่ทั่วไป เช่นการทำการขุดได้อย่างต่อเนื่องกรณีใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ลักษณะเหง้ามันสำปะหลังมีลักษณะตั้งคล้ายการขุดหรือถอนโดยคน ทำให้ง่ายต่อการเก็บและรวมกอง มีระบบการปรับเลื่อนเข้ากับระยะระหว่างแถวทำได้สะดวก และมีช่วงการทำงานในสภาพดินที่แตกต่างกันมากขึ้น เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน การลดต้นทุนการผลิต และลดการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (อนุชิต และคณะ, 2552)

อุปสรรคสำคัญต่อการขยายตัวของการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างหนึ่ง คือการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตจำหน่ายในปัจจุบันนั้น เพียงช่วยลดจำนวนแรงงาน และความเหนื่อยยากในช่วงการขุดถอนขึ้นจากดินเท่านั้น ส่วนการเก็บรวบรวมกอง ปลิดหัวมันจากเหง้า และการขนย้ายขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปจำหน่าย นั้น ยังคงต้องใช้แรงงานคนถึง 2 ใน 3 ส่วน ของรูปแบบการเก็บเกี่ยวการใช้แรงงานคนทั้งหมดในการเก็บเกี่ยว ซึ่งจัดเป็นข้อจำกัดและเป็นปัญหาในลักษณะคอขวดที่สำคัญในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (อนุชิต และคณะ, 2552) หน่วยงานต่างๆ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวเช่นกัน และได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยว นอกเหนือจากการวิจัยและพัฒนาเพื่อการขุดให้หัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน หรือพัฒนาเครื่องมือสำหรับขั้นตอนหลังจากการขุดขึ้นมาจากดินบ้างแล้ว ทั้งมีการเผยแพร่แล้ว มีต้นแบบแต่ไม่เผยแพร่ และอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยและพัฒนา โดยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องจักรต้นแบบในลักษณะการขุดขึ้นมาจากดินแล้วจัดให้มีการรวมกอง สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดและเก็บมันสำปะหลัง (รูปที 1) ซึ่งมีความก้าวหน้าไปในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตามพบว่า ได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (รูปที่ 2) และเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (รูปที่ 3) ภายหลังการขุดขึ้นมาจากดิน และการเก็บรวมกอง ก่อนการขนย้ายขึ้นรถบรรทุก แต่ยังไม่ได้รับการเผยแพร่สู่เกษตรกร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แม้กระทั่งเครื่องมือสำหรับการขนย้ายหัวมันขึ้นรถบรรทุกก็ยังอยู่ในกระบวนการวิจัยและพัฒนาให้ได้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ในขบวนการวิจัยและพัฒนานั้นยังคงมีเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เช่น แรงงาน พันธุ์ที่หลากหลาย สภาพพื้นที่เพาะปลูก และต้นทุนค่าใช้จ่าย เป็นต้น จึงนับได้ว่าขั้นตอนการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และขั้นตอนการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือทุ่นแรงเพื่อการสนับสนุนการ

แก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าหลังจากมีการขุดและเก็บรวมกองไว้ในแปลงแล้ว ภายหลังเสร็จสิ้นการทดลองนี้จะได้ต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังและเป็นการเพิ่มรายได้ของเกษตรกร โดยคาดว่าจะช่วยลดการใช้แรงงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ ลดความเหนื่อยยากของแรงงาน พัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของแรงงานคน ประหยัดเวลา และแก้ปัญหาข้อจำกัดการทำงานต่างๆ เป็นแก้ปัญหาสำคัญที่มีลักษณะคอขวดในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง อีกทั้งได้แนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สมบูรณ์แบบต่อไป

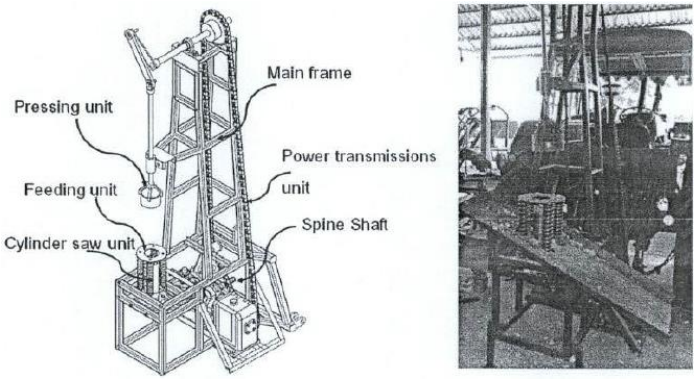
การทบทวนวรรณกรรม

อนุชิต และคณะ (2553) ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องมือตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าแบบใบเลื่อยชักระบบนิวเมติกส์ (รูปที่ 2) ใช้หลักการตัดด้วยใบเลื่อยชัก (Reciprocating saw) และใช้ส่วนการขับแบบเลื่อยหรือตะไบนิวแมติกส์ ส่วนการตัดเป็นแบบเลื่อยชักสามารถทำการเปลี่ยนได้จากใบเลื่อยตัดหรือตะไบ ให้เป็นใบแบบใบตัดที่มีชนิดและจำนวนฟันเลื่อยที่เหมาะสมกับวัสดุที่ตัด ซึ่งมีลักษะอ่อนและมีความชื้นสูง ตัวเครื่องมือที่นำมาใช้เป็นส่วนการขับมีจำหน่ายทั่วไปหลากหลายรุ่น รุ่นที่เลือกมาพัฒนามีน้ำหนัก ช่วง 0.5-1 กิโลกรัม ทำงานที่ความเร็วในการชัก 3,000-10,000 ครั้ง/นาที ระยะชัก 10 มิลลิเมตร มีการสั่นสะเทือน 16.5 เมตร/วินาที มีความต้องการลม 0.23 ลูกบาศก์เมตร/นาที ซึ่งค่อน¬ข้างต่ำดังนั้นหากสามารถพัฒนาให้เป็นเครื่องมือตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้สำเร็จ สามารถใช้เครื่องมือดังกล่าวได้หลายตัวต่อเครื่องปั๊มลมหนึ่งตัว จากผลการทดสอบเครื่องมือมีความสามารถในการตัด 615 กิโลกรัม/ชั่วโมง ใกล้เคียงกับการตัดด้วยแรงงานหญิงในระบบการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยมีดหรือขวานในระบบปฏิบัติเดิม ช่วยลดความเหนื่อยยากของแรงงาน แต่ต้นทุนสูงกว่า ซึ่งเกษตรกรคงไม่ลงทุนและยอมรับนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงพิจารณาเห็นว่าจำเป็นต้องพัฒนาต้นแบบเครื่องมือตัดนี้เพิ่มเติมและมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานให้สูงขึ้น และให้มีความยืดหยุ่นในการทำงานมากขึ้นเพื่อแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต่อไป

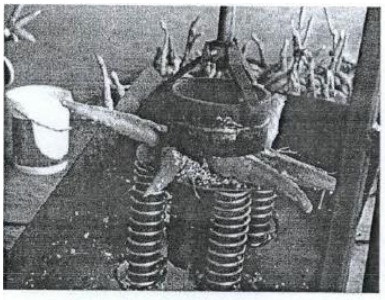
รูปที่ 1 เครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง กรมวิชาการเกษตร

รูปที่ 2 เครื่องมือตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าแบบใบเลื่อยชักระบบนิวเมติกส์
ที่มา : อนุชิต และคณะ (2553)

จตุรงค์ และคณะ ได้พัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า (รูปที่ 3) โดยเปรียบเทียบระหว่างหัวกดแบบเรียบและแบบขั้นบันได (รูปที่ 4 และ 5) พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุดเมื่อใช้หัวกดแบบขั้นบันไดและความเร็วของชุดใบมีดทรงกระบอกมีค่าตั้งแต่ 1,000 รอบต่อนาที และมีเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมัน 94.5-97.9 % ความสามารถในการทำงาน 313-376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้เชื้อเพลิง 5.2-6.1 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งค่าต่างๆที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังที่มีระบบชุดลำเลียงหัวมันขึ้นรถบรรทุกให้สามารถทดแทนแรงงานคนได้จริง เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและยกระดับการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังของประเทศไทยต่อไป



รูปที่ 3 ภาพร่างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า



รูปที่ 4 หัวกดแบบเรียบ

รูปที่ 5 หัวกดแบบขั้นบันได

เสรี และคณะ. (มปป.) ได้ออกแบบและสร้างชุดทดสอบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยมีชุดจับเหง้ามัน (รูปที่ 6) ที่วิ่งอยู่บนโครงที่มีรางเลื่อน (รูปที่ 7) ชุดโครงตัดใบเลื่อยวงเดือน (รูปที่ 8) สามารถปรับมุมแกนใบเลื่อยได้ ทำการทดสอบที่มุม 45 60 และ พบว่าเมื่อองศาของใบมีดเพิ่มขึ้นนั้นจะทำให้ เปอร์เซ็นต์การตัดเพิ่มสูงขึ้น และ เปอร์เซ็นต์การตัดไม่หมดจะลดลงในขณะที่ เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนมีค่าเพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 6 ชุดจับเหง้ามัน

รูปที่ 7 โครงรางเลื่อน

รูปที่ 8 ชุดโครงใบเลื่อย

พยุงศักดิ์ และคณะ. (มปป.) พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังให้สามารถปลิดหัวมันออกจากเหง้า (รูปที่ 9) ประกอบด้วยชุดผาลขุด ชุดถอนและชุดลำเลียงที่มีสายพานสองเส้นขับด้วยมอร์เตอร์ไฮโดรลิค และชุดปลิดหัวมันออกจากเหง้าที่พัฒนาจากใบมีดคว้านรูแบบฟันเลื่อย เครื่องเก็บเกี่ยวต่อแบบแขนพ่วงแบบสามจุดทางด้านขวาของแทรกเตอร์ ผาลขุดเป็นรูปกรวยกลมมีมุมเอียง 23 องศา ผลการทดสอบมีหัวมันสูญเสีย 3.8 % และมีประสิทธิภาพการทำงานรวม ความสูญเสียเนื่องจากการลำเลียงไม่ได้ และการขุดไม่ได้มีค่าประมาณ 38 % 5.3 % และ 9 % ตามลำดับ ซึ่งระบบต่างๆยังไม่สอดคล้องกันทำให้ประสิทธิภาพการทำงานรวมค่อนข้างต่ำ

รูปที่ 9 ต้นแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สามารถปลิดหัวมันออกจากเหง้า

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์ ประกอบด้วย นาฬิกาจับเวลา เครื่องมือวัดความเร็วรอบเพลา ตลับเมตร มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1 แรงม้า กระบอกตวงสำหรับวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรงม้า ตาชั่ง วัสดุและอุปกรณ์เครื่องมือช่างต่างๆ และแปลงมันสำปะหลังสำหรับการทดลองเครื่องจักรต้นแบบ

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาวิจัยนี้ เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลต้นแบบให้สามารถใช้ในการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าให้มีประสิทธิภาพ

วิธีปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การทดลองจึงได้กำหนดขั้นตอนวิธีปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลทางกายภาพเกี่ยวกับเหง้ามันสำปะหลัง ได้แก่ ความยาวเหง้า เส้นผ่านศูนย์กลางเหง้า เพื่อใช้ในการกำหนดระยะห่างของชุดจับป้อนเหง้า ความกว้าง ความยาว และความสูง ของหัวมันที่แผ่ออกจากเหง้า เพื่อใช้กำหนดความกว้างและความสูงของจุดยึดต่าง ๆ ของชุดปลิดหัวเพื่อป้องกันการขัดตัวขณะทำการป้อนเหง้า จำนวนหัวและน้ำหนักทั้งหมดต่อเหง้าเพื่อออกแบบการจับยึดเหง้าของชุดป้อนเพื่อป้องกันการลื่นหลุดขณะป้อน รวมถึงการปลิดหัวมันออกจากเหง้าด้วยวิธีการต่างๆ และรวมทั้งรูปแบบและเครื่องมือที่มีการพัฒนาและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และข้อมูลการปลิดโดยใช้แรงงานคนตามวิธีปฏิบัติเดิม เพื่อใช้เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องต้นแบบ

2. ออกแบบกลไกและสร้างชุดทดสอบกลไกการปลิดหัวมันออกจากเหง้า โดยมีเงื่อนไขในการออกแบบประกอบด้วย

2.1 เป็นกลไกที่เหมาะสำหรับการปลิดหัวมันหลังจากการขุดและเก็บรวมกองไว้ในแปลงแล้ว เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันแบบติดข้างรถบรรทุกซึ่งเป็นงานวิจัยที่อยู่ภายใต้กิจกรรมเดียวกัน เครื่องต้องมีน้ำหนักเบา ใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว

2.2 ใช้แรงงานคนในการทำงาน หรือใช้ต้นกำลังขนาดเล็กที่ราคาไม่แพงมาก เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย

3. ดำเนินการทดสอบกลไกต่าง ๆ และชุดทดสอบ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันออกจากเหง้ามันสำปะหลัง

4. สร้างต้นแบบและทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังในห้องปฏิบัติการ

5. ทดสอบการทำงานจริงในแปลงเกษตรกร และเวียนปรับปรุงแก้ไขจนได้เครื่องต้นแบบที่เหมาะสม โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และเขียนรายงาน ดังนี้

การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกค่าชี้ผลสมรรถนะการทำงานของเครื่องดังนี้

ก. ความสามารถในการทำงาน C_P (กิโลกรัม/ชั่วโมง) ดังสมการที่ 1

ข. ความสามารถในการปลิดหัวมันสำปะหลัง C_l (%) ดังสมการที่ 2

ค. การสูญเสียหัวมันสำปะหลังที่ทิ้งไปกับเหง้า L_s (%) ดังสมการที่ 3

ง. เหง้ามันปนมากับหัวมันสำปะหลังที่ปลิดได้ I_m (%) ดังสมการที่ 4

จ. เปรียบเทียบการทำงานกับวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร

ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$C_P = \frac{m_1}{t} \quad \text{----------(1)}$$

$$C_l = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100 \quad \text{----------(2)}$$

$$L_s = \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m_2} \times 100 \quad \text{----------(3)}$$

$$I_m = \frac{m_1 + m_3 + m_2}{m_1} \times 100 \quad \text{----------(4)}$$

เมื่อ m_1 คือน้ำหนักหัวมันที่เครื่องปลิดได้ (กิโลกรัม)

เมื่อ m_2 คือน้ำหนักหัวมันที่ไม่ถูกปลิด และถูกทิ้งไปกับเหง้า (กิโลกรัม)

เมื่อ m_3 คือน้ำหนักเหง้าที่ปนมากับหัวมันที่เครื่องปลิดได้ (กิโลกรัม)

เมื่อ t คือเวลาการทำงานของเครื่องปลิด (ชั่วโมง)

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นงานวิจัย ตุลาคม 2556 สิ้นสุด กันยายน 2558

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น

แปลงทดลองการผลิตมันสำปะหลังของศูนย์วิจัยฯ กรมวิชาการเกษตร และไร่เกษตรกร

ผลการวิจัย (Results) และอภิปรายผล (Discussion)

1. ผลการศึกษาข้อมูลทางกายภาพเกี่ยวกับเหง้ามันสำปะหลัง การปลิดหัวมันออกจากเหง้าด้วยวิธีการต่างๆ และรวมทั้งรูปแบบและเครื่องมือที่มีการพัฒนาและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และข้อมูลการปลิดโดยใช้แรงงานคนตามวิธีปฏิบัติเดิม มีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาข้อมูลทางกายภาพเกี่ยวกับเหง้ามันสำปะหลัง เป็นการรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน จังหวัด ซึ่งแยกเป็นพันธุ์ที่ปลูกทั่วไปจำนวน พันธุ์ (ตารางที่ 1) การวัดขนาดต่างๆของเหง้ามันแสดงดังรูปที่ 10

รูปที่ 10 การวัดความกว้าง ความยาว และความลึกเหง้ามันสำปะหลัง

การขุดมันจากแปลงยังมีทั้งรูปแบบการถอนต้นมันทั้งต้นในพื้นที่ที่ดินไม่แข็งและไม่แน่นมาก แล้วนำมารวมกองทั้งต้นโดยใช้แรงงานคน ดังรูปที่ 11 แล้วจึงใช้มีดปลิดหัวมันลงบนแปลง การขนย้ายต้นมันอาจมีการใช้เครื่องคีบลำอ้อยในการเก็บรวมกอง ดังรูปที่ 12 บางพื้นที่จะตัดต้นมันแล้วเก็บรวมกองไว้เพื่อทำพันธุ์ (รูปที่ 13) แล้วขุดหัวมันด้วยผาลขุด (รูปที่ 14) หรืออาจใช้คานงัด (รูปที่ 15) ส่วนการปลิดหัวมันออกจากเหง้าในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังเป็นการใช้มีด หรือพร้า (รูปที่ 15) ตามวิธีปฏิบัติเดิมสับหัวมันลงในแปลงแล้วจึงเก็บใส่เข่งเพื่อขนขึ้นรถบรรทุกหรือรถเพื่อการเกษตรอื่นเพื่อส่งไปจำหน่ายต่อไป ยังไม่พบการใช้เครื่องมือทุ่นแรง หรือเครื่องจักรอื่นในการปลิดหัวมัน

รูปที่ 11 การถอนมันทั้งต้นก่อนการปลิด

รูปที่ 12 การเก็บต้นมันหลังการปลิดด้วยรถคีบอ้อย

รูปที่ 13 การตัดต้นมันก่อนการขุด

รูปที่ 14 การขุดมันด้วยผาลขุด

รูปที่ 15 การถอนเหง้ามันด้วยคานงัด

รูปที่ 16 การปลิดหัวมันด้วยมีด

ตารางที 1: ข้อมูลทางกายภาพของหัวมันและเหง้ามันสำปะหลัง พันธุ์ เกษตรศาสตร์ อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน

รายการ	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	ลึก (cm)	kg/เหง้า	เหง้ายาว (cm)	เส้นผ่าศูนย์กลางเล็กสุด (cm)	เส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่สุด (cm)
สุงสุด	60.0	66.8	39.2	5.6	23.5	6.2	6.4
ต่ำสุด	21.0	15.0	11.0	0.3	3.7	2.6	2.7
เฉลีย	38.6	34.8	25.0	1.6	11.4	3.9	4.4
sd	9.9	10.6	6.5	1.0	4.6	0.8	0.7

ตารางที 2: ความสามารถในการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยแรงงานเมื่อใช้มีดสับ

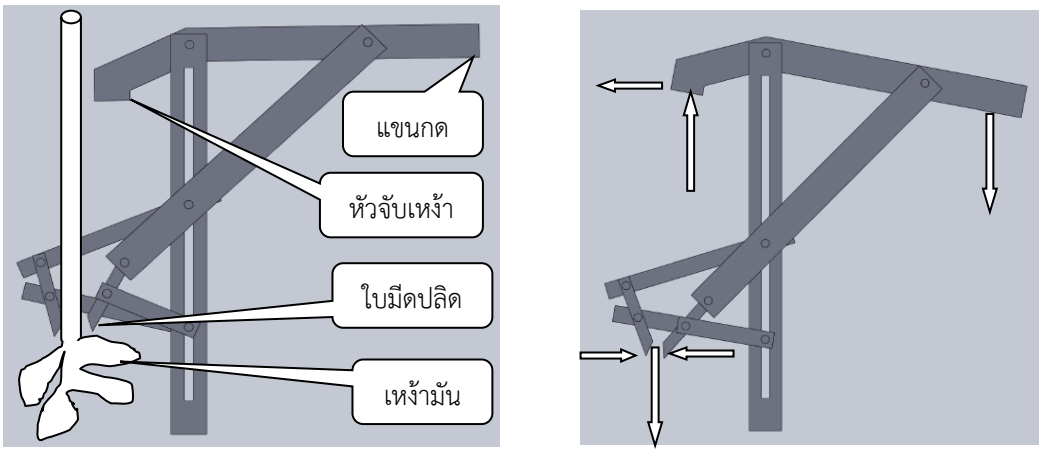
คนที่	ซ้ำที่	จำนวนเหง้า	น้ำหนักหัวมัน (กก.)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความสามารถเมื่อสับต่อเนื่อง	60%ของความสามารถ (กก./ชม)
1	1	10	31.2	34.41	3,264	1,959
	2	7	22.7	129.48	631	379
	3	12	32.1	99.21	1,165	699
2	1	13	35.4	92.36	1,380	828
	2	14	35.8	111.61	1,155	693
	3	14	38.2	132.39	1,039	623
3	1	7	36.5	205.32	640	384
	2	11	38.7	79.47	1,753	1,052
	3	7	24.5	35.00	2,520	1,512
เฉลี่ย		11	32.8	102.14	1,505	903

2. ผลการออกแบบกลไกและสร้างชุดทดสอบกลไกการปลิดหัวมันออกจากเหง้า

เนื่องจากเงื่อนไขที่ต้องการให้เป็นกลไกที่เหมาะสำหรับการปลิดหัวมันหลังจากการขุดและเก็บรวมกองไว้ในแปลงแล้ว เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันแบบติดข้างรถบรรทุกซึ่งเป็นงานวิจัยที่อยู่ภายใต้กิจกรรมเดียวกัน เครื่องต้องมีน้ำหนักเบา ใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว ใช้แรงงานคนในการทำงาน หรือใช้ต้นกำลังขนาดเล็กที่ราคาไม่แพงมาก เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย จึงได้ออกแบบกลไกจำนวน 4 แบบ และเลือกแบบที่ 4 มาสร้างเป็นต้นแบบแบบที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

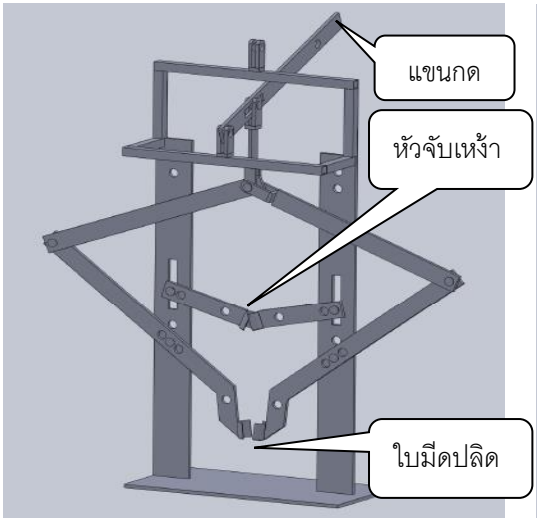
รูปแบบของกลไกเครื่องปลิดหัวมันแบบที่ 1 (รูปที่ 17) ในเบื้องต้นได้ออกแบบให้มีการทำงานดังนี้คือ เมื่อจับก้านเหง้ามันด้วยหัวจับ พร้อม ๆ กับการโยกแขนกดแล้ว หัวจับเหง้ามันจะจับเหง้าจนแน่นและยกเหง้าขึ้นในแนวดิ่ง ขณะเดียวกันชุดใบมีดจะถูกดันลงด้านล่างพร้อมกับปากใบมีดจะหุบลงจนมี

ขนาดราวๆเส้นผ่านศูนย์กลางโคนเหง้า ทำให้หัวมันถูกเฉือนขาดจากเหง้าเมื่อมีการโยกคานกดเพียงครั้งเดียว

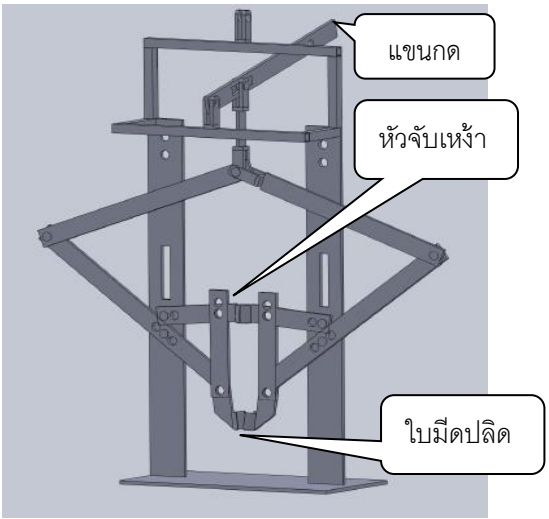


รูปที่ 17 กลไกแบบที่ 1 และลักษณะการทำงาน

หลังจากทำการทดสอบเบื้องต้นกลไกแบบที่ 1 แล้วพบว่าไม่มีความแข็งแรงมากพอ จึงได้ออกแบบกลไกแบบที่ 2 (รูปที่ 18) เพื่อให้กลไกมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยเมื่อโยกแขนโยกบนขึ้น ปากจับเหง้ามันและชุดใบมีดจะอ้าออก เพื่อให้สอดเหง้ามันเข้าไปที่ปากจับและหัวมันอยู่ที่ใบมีด แต่ยังพบว่าชุดปากจับและชุดใบมีดยังมีระยะห่างกันมากเกินไป และมีระยะชักการปลิดน้อยทำให้ไม่สามารถทำงานได้ จึงออกแบบกลไกแบบที่ 3 (รูปที่ 19) ซึ่งเมื่อปากจับเหง้าแล้วดึงเหง้าขึ้นด้านบน ชุดใบมีดจะกดลงมาปลิดหัวมันด้านล่าง แต่ยังพบว่าปากจับยังจับไม่แน่นพอ จึงออกแบบกลไกแบบที่ 4 (รูปที่ 20)



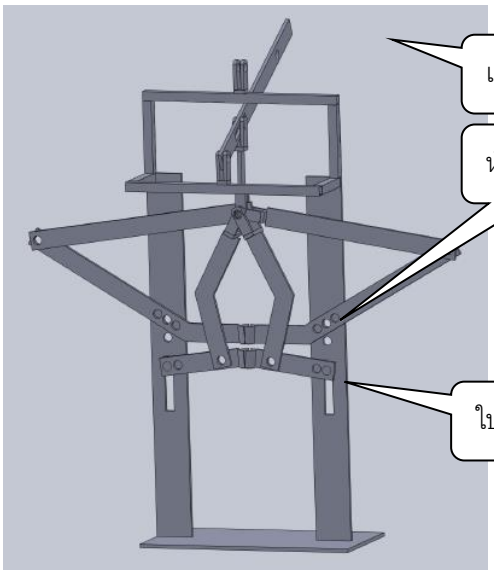
รูปที่ 18 กลไกแบบที่ 2



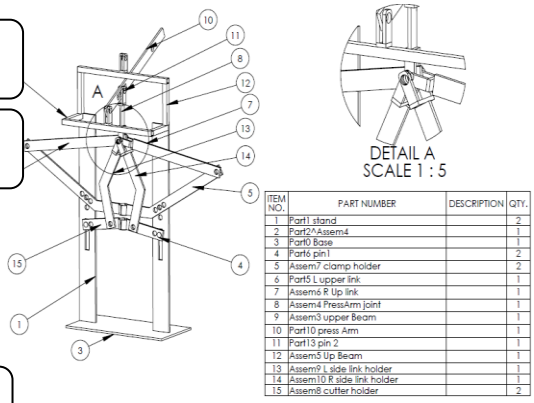
รูปที่ 19 กลไกแบบที่ 3

กลไกแบบที่ 4 นี้ชุดจับเหง้ากลับมาอยู่ด้านบน ส่วนชุดใบมีดตัดอยู่ด้านล่าง เมื่อจับเหง้าและกดแขนกดลงชุดจับเหง้าจะเคลื่อนที่ขึ้นพร้อมกับจับเหง้า และจับเหง้าได้แน่นมากขึ้น ส่วนชุดใบมีดปลิดที่อยู่ด้านล่างจะถูกกดลงมาตามระยะร่องสไลด์เพื่อปลิดหัวมันออกจากเหง้า ซึ่งพบว่ากลไกแบบนี้มีความเป็นไป

ได้ที่จะปลิดหัวมันออกจากเหง้าได้ จึงออกแบบเพื่อสร้างต้นแบบสำหรับการทดสอบ (รูปที่ 21) แล้วนำมาสร้างต้นแบบและทดสอบแสดง ดังรูปที่ 22



รูปที่ 20 กลไกแบบที่ 4



รูปที่ 21 แบบสำหรับสร้างกลไกแบบที่ 4

3. ผลการดำเนินการทดสอบกลไกต่าง ๆ และชุดทดสอบ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันออกจากเหง้ามันสำปะหลัง

รูปที่ 22 ต้นแบบที่ 1 ทีสร้างจากกลไกแบบที่ 4 และการทดสอบการปลิดหัวมันออกจากเหง้า

ผลการทดสอบและเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องต้นแบบที่ 1 กับการสับหัวมันออกจากเหง้าด้วยมีดพร้า (รูปที่ 23) มีผลแสดงดังตารางที่ 3

รูปที่ 23 การปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยมีดพร้า และลักษณะเหง้ามันที่ปนกับหัวมันหลังการปลิด

พบว่าการทดสอบเครื่องต้นแบบที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียหัวมัน 3.68 และเปอร์เซ็นต์เหง้าปนกับหัวมัน 3.61 ซึ่งมากกว่าวิธีตัดด้วยมีดประมาณ 4.5 เท่า และมีความสามารถในการทำงานประมาณ 212.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้อยกว่าการตัดด้วยมีดประมาณ 2.3 เท่า พบว่ายากที่จะพัฒนากลไก ให้ทำงานได้ดีและเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งมีปัญหาที่พบได้แก่ ชุดจับเหง้ายังจับได้ไม่แน่นพอ ทำให้เหง้ามันหลุดได้เมื่อชุดใบมีดกดตัดลงมา นอกจากนี้ยังพบว่าการงอกของหัวมันจากเหง้ามีลักษณะไม่แน่นอน และมักมีระยะเยื้องศูนย์ออกจากแนวศูนย์กลางของเหง้าและลำต้น ดังรูปที่ 24 จึงต้องนำลักษณะดังกล่าวมาพิจารณาการออกแบบชุดใบมีดตัด เพื่อให้มีเหง้ามันที่ปนไปกับหัวมัน และหัวมันที่ตัดไม่หมดและติดไปกับเหง้าลดลง

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเบื้องต้นเปรียบเทียบการปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยแรงงานคนกับการใช้เครื่องต้นแบบแบบที่1

วิธีการปลิดหัวมันออกจากเหง้า	ซ้ำที่	ความสามารถในการทำงาน (ก.ก./ชม.)	หัวมันสูญเสียติดไปกับเหง้า (%)	เหง้าปนกับหัวมัน (%)
ปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยมีด	1	473.9	0.69	0.69
	2	517.1	0.78	0.78
	3	475.8	0.95	0.94
	เฉลี่ย	488.9	0.81	0.80
ปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยเครื่องต้นแบบ	1	182.4	2.68	3.25
	2	211.9	5.30	2.94
	3	243.2	3.05	4.65
	เฉลี่ย	212.5	3.68	3.61

รูปที่ 24 ลักษณะหัวมันที่เยื้องศูนย์ทำให้ยากในการจับยึดด้วยหัวจับของเครื่องต้นแบบที่ 1

4. สร้างต้นแบบและทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบที่ 1 เบื้องต้นพบว่ายากที่จะพัฒนากลไก ให้ทำงานได้ดีและเหมาะสมกับการใช้งานได้ จึงมีแนวคิดแก้ไขต้นแบบแบบที่ 2 จะเน้นในการนำไปประยุกต์เพื่อให้ใช้กับเครื่องลำเลียงหัวมันขึ้นรถบรรทุก (รูปที่ 25) ซึ่งต้นแบบนี้เกษตรกรยังสามารถใช้ในแปลงได้เช่นกัน เครื่องต้นแบบที่ 2 นี้ (รูปที่26) ในเบื้องต้นขับด้วยมอเตอร์เฟสเดียวขนาด 1 แรงม้า และได้พัฒนาให้ขับโดยใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กได้ มีใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน จำนวนสองใบวางอยู่เหนือชุดโซ่ป้อนเหง้า มีชุดโซ่ป้อนและใบเลื่อยด้านซ้ายสามารถเลื่อนเข้าออกโดยการหมุนแขนหมุนด้านข้างเพื่อให้มีระยะห่างในการตัดเหมาะกับขนาดเหง้ามันได้ ส่วนอีกชุดหนึ่งตรึงอยู่กับที่ เหง้ามันถูกคว่ำลงบนโซ่ป้อนที่ขับด้วยแขนหมุนด้านบนซึ่งมีสายพานขับให้โซ่ป้อนทั้งสองชุดหมุนด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกัน โซ่ป้อนมีปีกประคองเพื่อป้อนเหง้ามันให้เคลื่อนที่ผ่านใบเลื่อยได้ ในเบื้องต้นเหง้ามันถูกตัดเที่ยวแรกแล้วถูกนำมาตัดซ้ำโดยหมุนเหง้าให้ด้านที่มีหัวมันเหลืออยู่ถูกตัดอีกครั้งหนึ่ง การใช้งานเครื่องต้นแบบและผลจากการใช้งาน (รูปที่ 27) หัวมันที่ตัดได้สมบูรณ์แสดง (รูปที่28) เหง้ามันที่ตัดได้สมบูรณ์ (รูปที่ 29) หัวมันที่สูญเสียติดไปกับเหง้า(รูปที่ 30) เหง้าที่ปนกับหัวมัน (รูปที่ 31) และผลการทดสอบการปลิดหัวมันออกจากเหง้าทั้งวิธีการสับด้วยมีดและการใช้เครื่องต้นแบบแสดงดังตารางที่ 4 และ 5

รูปที่ 25 เครื่องลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเบื้องต้นเปรียบเทียบการปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยแรงงานคนกับการใช้เครื่องต้นแบบแ

วิธีการปลิดหัวมันออกจากเหง้า	ซ้ำที่	เหง้าปนกับหัวมัน (%)	หัวมันสูญเสียติดไปกับเหง้า (%)	ความสามารถในการทำงาน (ก.ก./ชม.)
ปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยมีด	1	2.44	0.22	635
	2	0.75	0.19	710
	3	2.78	0.50	581
	เฉลี่ย	1.99	0.30	642
ปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยเครื่องต้นแบบ	1	0.19	1.54	251
	2	3.30	1.09	250
	3	4.80	0.30	273
	เฉลี่ย	2.77	0.97	258

รูปที่ 26 เครื่องต้นแบบแบบที่ 2 และลักษณะการวางเหง้ามันก่อนเข้าสู่การปลิดหัวมัน

รูปที่ 27 การใช้งานเครื่องต้นแบบที่ 2 และผลจากการใช้งาน

รูปที่ 28 หัวมันที่ตัดได้สมบูรณ์

รูปที่ 29 เหง้ามันที่ตัดได้สมบูรณ์

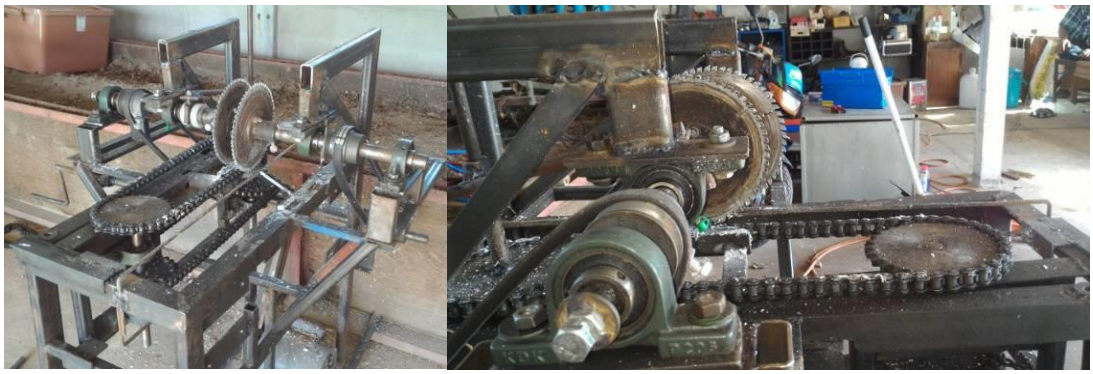
รูปที่ 30 หัวมันที่สูญเสียติดไปกับเหง้า

รูปที่ 31 เหง้ามันที่ปนกับหัวมัน

ผลการทดสอบต้นแบบที่ 2 พบว่ายังมีปัญหาและอุปสรรคและทำการแก้ไข (รูปที่ 32) และทำการทดสอบเบื้องต้นหลังแก้ไข (รูปที่ 33) ได้แก่

1. ย้ายจุดยึดตลับลูกปืนเพลาใบเลื่อยให้อยู่ด้านบนเพื่อไม่ให้ขวางการป้อนเหง้า จะทำให้ตัดได้ดีขึ้น
2. ขยายโครงเครื่องให้กว้างขึ้นอีกเพื่อให้ใบเลื่อยเลื่อนออกได้มากขึ้นเมื่อต้องตัดมันที่เหง้าใหญ่มากๆ
3. ติดตั้งใบเลื่อยด้านท้ายอีกหนึ่งใบเพื่อปลิดหัวมันที่ตั้งในแนวดิ่ง โดยวางใบในแนวระดับ

4. ใบเลื่อยคู่หน้าจะติดตั้งให้ใบหนึ่งถอยมาด้านท้ายเครื่องเล็กน้อยเพื่อลดการกระชากเมื่อเกิดการตัดพร้อมๆกันและเป็นการลดภาระให้กับต้นกำลังด้วย



รูปที่ 32 การแก้ไขเครื่องต้นแบบที่ 2

รูปที่ 33 ผลการทดสอบเบื้องต้นต้นแบบที่ 2 หลังการแก้ไข

ผลการทดสอบเบื้องต้นต้นแบบที่ 2 หลังการแก้ไข พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาให้ทำงานได้ดีขึ้น จึงทำการขยายขนาดของโครงเครื่องให้กว้างและยาวขึ้น (รูปที่ 34) เพื่อให้รองรับการปลิดหัวจากเหง้ามันขนาดใหญ่ได้ รวมถึงได้เพิ่มใบเลื่อยทางด้านหลังเครื่องอีกหนึ่งใบ ในเบื้องต้นวางให้เพลาเลื่อยอยู่ด้านล่างเพื่อให้ปลิดหัวมันที่ตัดไม่หมดจากใบเลื่อยคู่ข้างซ้าย ขวาที่ทางด้านหน้าของเครื่อง นอกจากนี้เครื่องต้นกำลังได้พัฒนามาเลือกใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า สามารถปรับรอบการทำงานของการขับใบเลื่อยตัด และยังได้เพิ่มชุดเกียร์ทดที่ต่อกับเพลารวมชุดขับจากต้นกำลัง เพื่อการขับชุดโซ่ป้อนเหง้ามันให้ป้อนได้ต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้มือหมุนแบบเดิม และเพิ่มชุดสปริงเพื่อควบคุมระยะห่างของชุดโซ่ป้อนแทนการควบคุมแบบเดิมที่ใช้มือหมุนแกนบังคับระยะ ทำให้เครื่องต้นแบบทำงานได้ต่อเนื่องดียิ่งขึ้น ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบ ยังพบว่ามีเหง้ามันติดขัดอยู่ที่เพลาใบเลื่อยตัวท้ายเมื่อตัดเหง้าที่มีขนาดใหญ่ (รูปที่ 35) จึงย้ายเพลาใบเลื่อยหลังขึ้นมาอยู่ด้านบนเพื่อแก้ปัญหาการติดของเหง้า (รูปที่ 36) แต่ยังพบว่าเมื่อปลิดเหง้าที่มีหัวขนาดใหญ่ยังเกิดการหยุดของใบเลื่อยตัดข้างด้านใดด้านหนึ่งได้ เนื่องจากเกิดการ

กระชากเหง้ามันเข้าใบอุดระหว่างช่องว่างของใบเลื่อยตัดข้างทั้งสองใบ และหัวมันที่ยาวมักงัดเข้าไปในเพลาของใบเลื่อยคู่หน้า จึงแก้ปัญหาโดยการย้ายใบเลื่อยหลังมาอยู่ด้านหน้าก่อนการตัดด้วยใบเลื่อยคู่ด้านข้าง (รูปที่ 37) แต่ยังมีการกระชากหัวมันเข้าไปตัดและใบเลื่อยตัดข้างหยุดหมุนทำให้ตัดข้างไม่สมบูรณ์ จึงกลับข้างใบเลื่อยด้านซ้ายพร้อมกับกลับทิศทางการหมุนให้หมุนตัดขึ้นให้ตรงกันข้ามกับใบเลื่อยด้านขวาที่หมุนตัดลง (รูปที่ 38) ทำให้ใบเลื่อยตัดได้ดีทั้งสามใบ นอกจากนี้ยังได้เพิ่มใบเลื่อยหลังอีกหนึ่งใบเพื่อลดความสูญเสียจากการปลิดหัวมันให้น้อยลงได้ (รูปที่ 39) แบบในการสร้างเครื่องต้นแบบแสดงดัง รูปที่ 40

รูปที่ 34 เครื่องต้นแบบที่ 2 ที่ขยายโครงเครื่อง

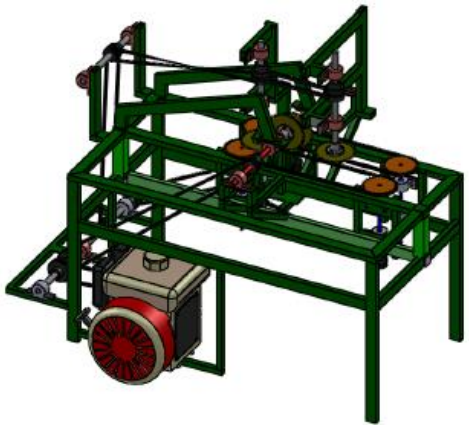
รูปที่ 35 การติดขัดของเหง้าที่ใบเลื่อยหลัง

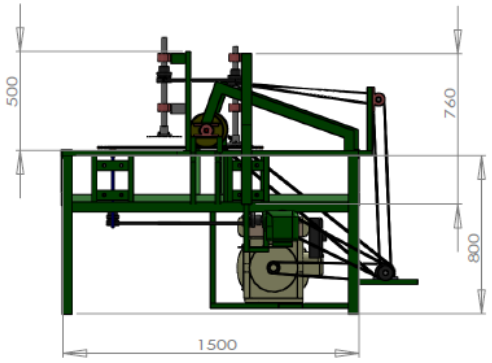
รูปที่ 36 การติดขัดของหัวมันในใบเลื่อยด้านข้างเครื่องต้นแบบหลังจากที่ย้ายใบเลื่อยหลังให้อยู่ด้านบน

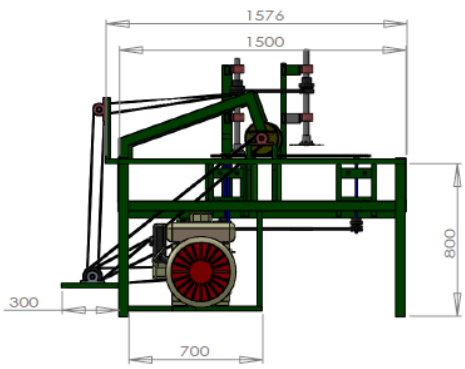
รูปที่ 37 เครื่องต้นแบบที่ย้ายใบเลื่อยหลังมาอยู่ด้านหน้า ใบเลื่อยตัดข้างหมุนทิศเดียวกัน

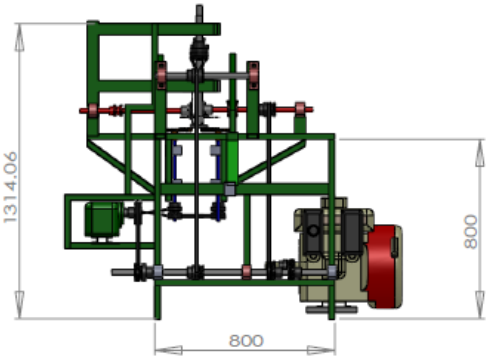
รูปที่ 38 เครื่องต้นแบบที่ย้ายใบเลื่อยหลังมาด้านหน้า และกลับทิศการหมุนตัดใบเลื่อยด้านซ้าย

รูปที่ 39 เครื่องต้นแบบที่ 2 ที่เพิ่มใบเลื่อยด้านหลัง และเครื่องต้นแบบที่ประกอบโครงป้องกัน









รูปที่ 40 แบบสำหรับการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

ทำการทดสอบกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน (รูปที่ 41) และ (รูปที่ 42) ภาพขณะทำการทดสอบ (รูปที่ 43) และผลการทดสอบ ซึ่งเปรียบเทียบหัวมันดีที่เครื่องตัดได้ เหง้าหลังการตัด หัวมันสูญเสียติดเหง้า และเหง้าปนกับหัวมัน (รูปที่ 44) ผลการปลิดที่ได้แสดงดังรูปที 45-46

รูปที่ 41 มันสำปะหลังที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 42 มันสำปะหลังเตรียมทำการทดสอบ

รูปที่ 43 ภาพการทดสอบเครื่องต้นแบบที 2

รูปที่ 44 เปรียบเทียบผลการทำงานของเครื่อง

รูปที่ 45 ลักษณะหัวมันสูญเสียติดกับเหง้า และเหง้าปนกับหัวมัน

รูปที่ 46 เหง้ามันที่ได้จากการปลิดหัวมันด้วยเครื่องต้นแบบ

รูปที่ 47 ทดสอบการปลิดด้วยแรงงาน

รูปที่ 48 เปรียบเทียบผลการปลิดด้วยแรงงานคน

รูปที่ 49 เหง้าที่ตัดด้วยมีด และเหง้าที่ปนกับหัวมันจากตัดด้วยมีด

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการปลิดหัวมันออกจากเหง้าด้วยเครื่องต้นแบบที่ 2 ที่ปรับปรุงแล้วกับการใช้แรงงานคน

กรรมวิธีการปลิดหัวมัน	ความเร็วเครื่องยนต์ (รอบ/นาที)	ความเร็วโซ่ป้อน (ม./วินาที)	ความเร็วใบเลื่อย (ม./วินาที)	ความสามารถการทำงาน (กก./ช.ม.)	ความสามารถการทำงาน (ไร่/วัน)	% การปลิดหัวมัน	% หัวมันสูญเสียติดเหง้า	% เหง้าปนกับหัวมัน	น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ช.ม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ช.ม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่.)
ปลิดหัวมันด้วย	1,807	0.07	13.11	678	1.36	98.87	1.13	0.99	1.59	39.80	265
เครื่องต้นแบบที่ 2	2,257	0.09	16.30	829	1.66	98.56	1.44	1.00	2.08	51.95	251
	2,971	0.18	21.46	922	1.84	98.22	1.78	0.49	2.60	65.07	282
เฉลี่ย	2,345	0.11	16.96	810	1.62	98.55	1.45	0.83	2.09	52.27	266
ปลิดด้วยแรงงานคน	-	-	-	855	1.71	100	0.0	0.97	-	-	-

จากผลการทดสอบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าต้นแบบที่ 2 หลังการปรับปรุงแก้ไขแล้ว พบว่า การตัดโดยแรงงานคนมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1,140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และหากคิดที่ร้อยละ 75 ของการทำงานต่อเนื่องมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 855 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งการใช้เครื่องปลิดต้นแบบมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 810 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือประมาณ ร้อยละ 94.6 ของแรงงานคน ส่วนการปลิดหัวมันมีเปอร์เซ็นต์การตัดเฉลี่ย 98.5 (แรงงาน 100 เปอร์เซ็นต์) การสูญเสียหัวมันติดไปกับเหง้าเฉลี่ยร้อยละ 1.45 (แรงงาน ไม่มีการสูญเสียหัวมันติดเหง้า) และมีเหง้าปนกับหัวมันเฉลี่ยร้อยละ 0.82 ซึ่งน้อยมาก (แรงงาน 0.97) ส่วนการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเฉลี่ย 266 บาทต่อไร่ เมื่อคิดที่ค่าประมาณการของแปลงที่ทดสอบที่ผลผลิตมันประมาณ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ และจากผลการทดสอบแนะนำให้ใช้ที่ความเร็วรอบการทำงานระดับความเร็วปานกลางที่ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยตัดทั้งสามใบประมาณ 16.30 เมตรต่อวินาที ซึ่งเครื่องไม่สั่น เดินได้เรียบ และมีความสามารถในการทำงาน 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีการสูญเสียหัวมัน และมีเหง้ามันปนกับหัวมันค่อนข้างน้อย จึงเห็นได้ว่าการใช้เครื่องปลิดหัวมันต้นแบบมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถทดแทนแรงงานได้และคุณภาพผลผลิตที่ได้ใกล้เคียงกัน และจากการทดสอบยังไม่ได้มีการเพิ่มความเร็วใบเลื่อยตัดโดยการใช้รอบเครื่องยนต์ให้ต่ำลงซึ่งจะช่วยประหยัดเชื้อเพลิงและเครื่องเดินได้ราบเรียบมากขึ้น รวมถึงในเบื้องต้นได้นำใบเลื่อยตัดด้านหน้าที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้นได้แก่ 8 นิ้ว และ 10 นิ้ว มาทดลองปลิดหัวมัน พบว่ามีการติดขัดได้ง่าย เนื่องจากมีแรงต้านมากขึ้น แต่ยังไม่มีการทดสอบใบเลื่อยขนาด 7 นิ้ว ที่มีจำนวนฟันต่อนิ้วน้อยลง และมีความกว้างคลองเลื่อยต่างกัน ซึ่งน่าจะทำให้มีข้อมูลการใช้งานที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า ส่งกำลังผ่านสายพานแบบลิ่ม เพื่อขับชุดโซ่ป้อนเหง้าสองชุด และชุดใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน จำนวน 4 . ใบซึ่งติดตั้งเหนือชุดโซ่ป้อน ใบแรกวางด้านหน้าในแนวระดับ อีกสองใบวางในแนวดิ่ง โดยสามารถปรับระยะห่างระหว่างใบเลื่อยทั้งสองใบได้ เนื่องจากใบเลื่อยด้านหนึ่งยึดกับโครงที่เลื่อนเข้าออกได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้ามัน ส่วนใบเลื่อยอีกใบหนึ่งติดตั้งทางด้านหลังในแนวระดับ เหง้ามันถูกป้อนโดยการคว่ำเหง้าลงด้านล่าง เครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 2,257 รอบต่อนาที ความเร็วชุดโซ่ป้อน 0.09 เมตรต่อวินาที และ ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยทั้งสี่ใบ 16.30 เมตรต่อวินาที สามารถปลิดหัวมันได้ 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หัวมันสูญเสียร้อยละ 1.44 มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.00 สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีความเป็นไปได้ในการใช้งานทดแทนการปลิดหัวมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคน และเป็นแนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ทำงานต่อเนื่องเป็นระบบได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้งาน หรือพัฒนาต่อยอดให้เป็นประโยชน์สูงสุดต่อไป
2. เป็นการให้บริการความรู้กับภาคเอกชน นำเครื่องมือต้นแบบไปขยายผลเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์
3. เสนอผลงานวิจัยในการประชุมสัมมนาวิชาการที่สำคัญๆ เช่น การประชุมสัมมนาวิชาการของสถาบันวิจัยพืชไร่ สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย และการสัมมนาวิชาการอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น
4. เผยแพร่ผลงานวิจัยทาง Web site ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
5. ส่งข่าวงานวิจัยแก่สาธารณะผ่านทางสื่อต่างๆ โดยความร่วมมือของฝ่ายประชาสัมพันธ์กรมวิชาการเกษตร ทั้งทางหนังสือพิมพ์ วิทยุ และโทรทัศน์ ออกงานนิทรรศการด้านการเกษตรต่างๆ สาธิตให้แก่เกษตรกรกลุ่มเป้าหมายร่วมกับภาคเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

กิจกรรมงานวิจัย 2

วิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

Research and Development of Cassava Transporter Attached to a Truck

ชื่อผู้วิจัย (กิจกรรม)

วุฒิพล จันทร์สระคู ศักดิ์ชัย อาษาวัง อนุชิต ฉ่ำสิงห์ กลวัชร ทิมินกุล

ประสาท แสงพันธุ์ตา สุพัตรา ชาวกงจักร

คำสำคัญ (Key word)

หัวมันสำปะหลัง รถบรรทุกเกษตร

Cassava Tuber, Transporter Truck

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหลังการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ลดปัญหาด้านการขาดแคลนในการลำเลียงขึ้นรถบรรทุก ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกที่เหมาะสมกับกระบวนการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ต่างๆ ทดสอบการทำงานเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ และทดสอบการทำงานจริงในแปลงเกษตรกร ผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกแบบติดด้านข้างตัวรถใช้ต้นกำลังเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า ใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เหมาะสม 2,000–2,200 รอบต่อนาที ความเร็วเชิงเส้นของอุปกรณ์ลำเลียง 0.82-0.90 เมตรต่อวินาที เครื่องสามารถพับเก็บได้ขณะรถเคลื่อนที่ในแปลง และถอดเครื่องยนต์ออกเมื่อเสร็จจากการทำงานแล้ว จากผลการทดสอบมันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 9 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สวพ.3 ใช้รถบรรทุกขนาด 3 ตันบรรทุก พบว่าเครื่องมือมีความสามารถในการทำงาน 3.29 – 3.62 ตันต่อชั่วโมง มีความสูญเสียจากการร่วงหล่นของหัวมันสำปะหลัง 0.76 – 1.85%

Abstract

Research and development of cassava conveyer purpose to release the lack of labors who carry the harvested cassava to the transporters. The prototype was designed to attached on the side of transporter's container and 5 horsepower of gasoline engine was the main power. The optimal of engine working speed was 2,000-2,200 rpm that could get 0.82- 0.99 m/s of chain 's linear velocity. The tests were conducted in the lab and the field and the cassava Rayong 9 was selected. The field tests were

conducted at the office agricultural research and development region 3's field in Kalasin province. The prototype was attached with 3 ton trailer. The results showed the working capacity of 3.29-3.62 ton/hr and the cassava loss was 0.76-1.85%.

คำนำ (Introduction)

ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 4 ของโลกรองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย และเป็นประเทศผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลกทำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 2 หมื่นล้านบาท โดยประเทศไทยมีเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 3 ล้านคน บนพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 6.7 ล้านไร่ ผลผลิตราว 21.4 ล้านตัน มีพื้นที่เพาะปลูกเป็นอันดับ 4 รองจากข้าวและข้าวโพด และยางพารา ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มันสำปะหลังนอกจากจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ (ธีรภัทร, 2545) แล้ว ยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญโดยพบว่ามันสำปะหลังจัดเป็นพืชที่เหมาะที่สุดในการทำเอทานอล (เจริญศักดิ์, 2544) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 เพื่อเป็นการลดการนำเข้าสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้น (วงศ์สุภัทร, 2549) โดยในปี 2554 คาดว่าจะมีผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 30.2 ล้านตัน และสามารทำการผลิตเอทานอลได้ประมาณ 1,600 ล้านลิตร (กล้าณรงค์, 2549)

การวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับมันสำปะหลัง จัดเป็น 1 ใน 10 ของพืชเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการในยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และจากการที่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในระบบการผลิตที่มีผลกระทบโดยตรงต่อความสูญเสีย ความเสียหาย คุณภาพของผลผลิต โดยหัวมันที่ทำการขุดแล้วหากไม่ได้รับการแปรรูปภายใน 2 วัน คุณภาพจะลดอย่างมาก (Thant, 1997 และ พร้อมพรรณ, 2549) และต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง โดยพบว่าต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังนั้นขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีสัดส่วนการลงทุนสูงสุด (27%) รองลงมาได้แก่ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน ค่ากำจัดวัชพืช ค่าขนส่ง และค่าท่อนพันธุ์และแรงงานปลูกในสัดส่วนร้อยละ 18 17 16 13 และ 7 ตามลำดับ (สุรพงษ์และคณะ, 2550) โดยค่าจ้างแรงงานเป็นสัดส่วนค่าใช้จ่ายสูงสุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับค่าใช้จ่ายในการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักอื่นๆ ยกเว้นในการผลิตข้าว (Anuchit, 2007) ทั้งนี้เนื่องจากใช้แรงงานคนเป็นหลัก เพื่อการขุดหรือถอน การตัดส่วนที่เป็นหัวออกจากโคนต้น และรวบรวมขึ้นรถบรรทุกเพื่อการขนย้ายไปจำหน่าย และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานเช่นเดียวกับการผลิตพืชอื่นในภาคเกษตร เนื่องจากแรงงานเคลื่อนย้ายสู่นอกภาคเกษตร ทั้งมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และทำให้ค่าจ้างแรงงานในภาคเกษตรสูงขึ้นเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อเป็นการสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนการแก้ปัญหาการ

ขาดแคลนแรงงานในระบบการเก็บเกี่ยว จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาและแก้ปัญหาทั้งระบบ (จารุวัฒน์ และอนุชิต, 2550 และ อนุชิต และคณะ, 2552) ระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทย พบว่ามีอยู่ 2 รูปแบบหลัก คือ การเก็บเกี่ยวแบบใช้แรงงานคนในทุกขั้นตอน และ แบบใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังร่วมกับการใช้แรงงานคน โดยรูปแบบที่สองนั้น สามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่เกษตรกรกำลังเผชิญอยู่ได้ในระดับหนึ่ง โดยลดการใช้แรงงานประมาณร้อยละ 37 และ ลดต้นทุนการผลิตลงประมาณร้อยละ 8-10 (Anuchit, 2007) แต่ยังมีเกษตรกรจำนวนมิใช่น้อย ทั้งในเขตพื้นที่ซึ่งมีการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังแล้ว และในพื้นที่ที่ยังไม่มีการใช้ ยังคงทำการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนทั้งหมด ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ผลิตและจำหน่ายแล้ว ยังมีประสิทธิภาพไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรบางส่วน หรือไม่เหมาะสมกับการใช้งานในบางเขตพื้นที่เพาะปลูกจากข้อจำกัดการใช้งานบางประการ ระบบปฏิบัติในพื้นที่นั้นๆ และการมีข้อจำกัดน้อยเกี่ยวกับช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว ยกเว้นต้องรีบทำการเก็บเกี่ยวเพื่อการปลูกใหม่ ซึ่งแตกต่างจากพืชอื่นที่ต้องทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพราะมีผลกระทบต่อความสูญเสียและความเสียหายของผลผลิตที่จะได้รับ ทั้งนี้สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูที่มีความต้องการแรงฉุดลากน้อยและมีความสูญเสียผลผลิตที่จะได้รับน้อย (2-4%) พร้อมคุณลักษณะเพิ่มเติมจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตและจำหน่ายอยู่ทั่วไป เช่นการทำการขุดได้อย่างต่อเนื่องกรณีใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ลักษณะเหง้ามันสำปะหลังมีลักษณะตั้งคล้ายการขุดหรือถอนโดยคน ทำให้ง่ายต่อการเก็บและรวมกอง มีระบบการปรับเลื่อนเข้ากับระยะระหว่างแถวทำได้สะดวก และมีช่วงการทำงานในสภาพดินที่แตกต่างกันมากขึ้น เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน การลดต้นทุนการผลิต และลดการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (อนุชิต และคณะ, 2552) นอกจากนี้พบว่าอุปสรรคสำคัญต่อการขยายตัวของการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่างหนึ่ง คือการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตจำหน่ายในปัจจุบันนั้น เพียงช่วยลดจำนวนแรงงาน และความเหนื่อยยากในช่วงการขุดถอนขึ้นจากดินเท่านั้น ส่วนการเก็บรวบรวมกอง ตัดหัวมันจากเหง้า และการขนย้ายขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปจำหน่าย นั้น ยังคงต้องใช้แรงงานคนถึง 2 ใน 3 ส่วน ของรูปแบบการเก็บเกี่ยวการใช้แรงงานคนทั้งหมดในการเก็บเกี่ยว ซึ่งจัดเป็นข้อจำกัดและเป็นปัญหาในลักษณะคอขวดที่สำคัญในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (อนุชิต และคณะ, 2552) หน่วยงานต่างๆ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวเช่นกัน และได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยว นอกเหนือจากการวิจัยและพัฒนาเพื่อการขุดให้หัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน หรือพัฒนาเครื่องมือสำหรับขั้นตอนหลังจากการขุดขึ้นมาจากดินบ้างแล้ว ทั้งมีการเผยแพร่แล้ว มีต้นแบบแต่ไม่เผยแพร่ และอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยและพัฒนา โดยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องจักรต้นแบบในลักษณะการขุดขึ้นมาจากดินแล้วจัดให้มีการรวมกอง สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดและเก็บมันสำปะหลัง ซึ่งมีความก้าวหน้าไปในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์

โดยทั่วไประบบการจัดการหลังการขุดหรือถอนขึ้นมาจากดินแล้ว การเก็บรวมกอง การตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และการขนย้ายขึ้นรถบรรทุก เป็นระบบรับจ้าง อัตรา 150-200 บาท/ตัน

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเฉพาะการตัดหัวออกจากเหง้าหรือต้นอย่างเดียว พบว่าต้องใช้แรงงานเฉลี่ย 7.6 คน/ไร่/ชั่วโมง ซึ่งเป็นแรงงานจำนวนมาก โดยคิดเป็นการใช้แรงงานเฉลี่ยร้อยละ 21 ของแรงงานที่ใช้ในกรณีระบบการเก็บเกี่ยวแบบใช้แรงงานคนทั้งหมด และเฉลี่ยร้อยละ 31 ในกรณีระบบเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังร่วมกับการใช้แรงงานคน (เสรี, 2549) ซึ่งเป็นการใช้แรงงานคนจำนวนมาก และจากการประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ดังนั้นการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าจึงเป็นปัญหาคอขวดอันหนึ่งในระบบการเก็บเกี่ยว และจำกัดความสามารถการทำงานของเครื่องขุดมันสำปะหลัง โดยทำให้เครื่องขุดมันสำปะหลังทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ มีชั่วโมงการทำงานต่อวันตลอดจนต่อปีน้อย ทำให้ต้นทุนคงที่ของการลงทุนซื้อเครื่องขุดสูง และมีระยะเวลาในการคืนทุนยาว ส่งผลให้อัตรารับจ้างในการขุดสูง และเป็นการเพิ่มต้นทุนในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวเฉพาะที่สามารถบรรทุกไปจำหน่ายได้ในแต่ละวัน จะไม่นิยมทำการขุดทิ้งไว้แล้วตามเก็บในวันถัดไปอันเนื่องมาจากเกรงกลัวการสูญเสียน้ำหนัก และการลักขโมย ดังนั้นการลดการใช้แรงงาน และเพิ่มความสามารถในการทำงานของแรงงานภายหลังการขุด โดยเฉพาะการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้นจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังได้อย่างมาก

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยพัฒนาและเครื่องจักรกลเกษตร หรือเครื่องมือเพื่อช่วยผ่อนแรง และเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องดำเนินการ โดยมีรูปแบบและวิธีการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าดังนี้ (อนุชิต และคณะ, 2553)

1. การเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังให้เป็นกอง แล้วตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าทิ้งไว้เป็นกองๆ บนดินตลอดแนวร่องการขุด วิธีการนี้เป็นวิธีการปฏิบัติทั่วไปเกือบทุกพื้นที่ซึ่งมีการปลูกมันสำปะหลัง (รูปที่ 1)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 1 (ก) การเก็บโยนรวมกองภายหลังการขุดหรือถอน (ข)การตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยมีด และ (ค) การตัวหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยขวาน

ที่มา : อนุชิต และคณะ, 2553

2. การเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังให้เป็นกองๆ แล้วทำการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าลงบนวัสดุรองรับซึ่งโดยส่วนใหญ่ทำจากกระสอบปุ๋ยแผ่คลี่ออกเป็นผืนใหญ่ และทิ้งไว้เป็นกองๆ ตลอดแนวร่องการขุด เพื่อเป็นการป้องกันดินปน ง่ายต่อการขนย้าย และลดการสูญเสียของหัวมันสำปะหลังที่เป็นชิ้นเล็กๆ อันเป็นผลจากขั้นการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า วิธีการนี้เป็นวิธีการปฏิบัตินี้พบในเขตพื้นที่เขตติดต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ และ อ.ขาณุวรลักษณ์ จ.กำแพงเพชร (รูปที่ 2)

รูปที่ 2 การตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าลงบนภาชนะรองรับ เพื่อลดการสูญเสียความสะอาด และความสะดวกในการขนย้ายขึ้นรถบรรทุก

ที่มา : อนุชิต และคณะ, 2553

3. การเก็บเหง้ามันสำปะหลังโยนขึ้นไปทำการตัดบนกระบะบรรทุกของรถที่ใช้ในการขนย้ายหัวมันสำปะหลังไปจำหน่าย วิธีการปฏิบัตินี้พบในพื้นที่ อ.ไพศาลี อ.ท่าตะโก จ.นครสวรรค์ (รูปที่ 3 และ 4) แต่วิธีการนี้จะมีดินร่วงหล่นปนไปกับหัวมันสำปะหลังมาก

รูปที่ 3 การเก็บโยนเหง้ามันสำปะหลังที่ขุดแล้วไปตัดหัวออกจากเหง้าบนรถที่ใช้บรรทุกไปจำหน่าย

ที่มา : อนุชิต และคณะ, 2553

รูปที่ 4 การขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกของเกษตรกร

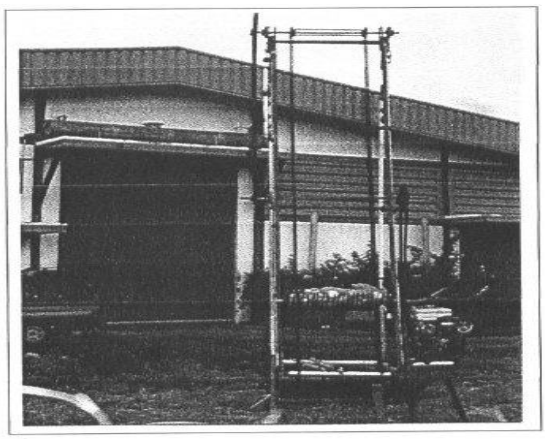
ที่มา : อนุชิต และคณะ, 2553

เชิดพงษ์ (2549) ได้พัฒนาอุปกรณ์ช่วยขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก (รูปที่ 5) เพื่อเพิ่มอัตราการทำงานในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยทำการศึกษาเพื่อลดเวลาในการรวบรวมหัวมันสำปะหลังก่อนการขนย้าย จึงออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยขนย้ายหัวมันสำปะหลัง และได้ทดสอบเปรียบเทียบวิธีการรวบรวมและขนย้ายหัวมันที่พัฒนาขึ้นใหม่กับวิธีการที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ พบว่า ควรพัฒนาวิธีการรวบรวมและขนย้ายหัวมันขึ้นรถบรรทุกโดยใช้อุปกรณ์ช่วยขนย้าย วิธีการที่พัฒนาขึ้นมีอัตราการทำงาน 0.0854 ไร่/คน-ชั่วโมง สูงกว่าวิธีการเดิม 28.32 เปอร์เซ็นต์ และต้องการแรงงานน้อยกว่าวิธีการเดิม 22.07 เปอร์เซ็นต์อุปกรณ์ช่วยขนย้ายที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ใช้รถแทรกเตอร์ที่เกษตรกรนิยมใช้โดยทั่วไปเป็นต้นกำลัง ติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์ที่จุดต่อพ่วงแบบ 3 จุด ขนย้ายหัวมันได้สูงสุด 454 กิโลกรัม/ครั้ง สามารถใช้งานร่วมกับรถบรรทุกขนาดใหญ่ กลาง และเล็กได้ และมีอัตราการทำงาน 0.1318 ไร่/คน-ชั่วโมง

รูปที่ 5 อุปกรณ์ช่วยขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

ที่มา : เชิดพงษ์ , 2549

วิทวัส (2545) ได้ออกแบบสร้างเครื่องขนมันสำปะหลังเพื่อบรรทุกขึ้นรถบรรทุก (รูปที่ 6) ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญสามส่วนคือ กระพ้อปากสูง ระบบลำเลียงด้วยโซ่และระบบส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม โดยมีมิติของเครื่องเท่ากับ 771x1100x3113 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง) หนัก 120 กิโลกรัม หลังจากทดสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของเครื่องขนมันสำปะหลังโดยใช้งานร่วมกับแรงงานคนจำนวนสามคนพบว่าเครื่องมีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 6 ตันต่อชั่วโมงและมีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 1 ปี เมื่อใช้เครื่องทำงานวันละ 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 120 วันต่อปี



รูปที่ 6 เครื่องขนหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

ที่มา : วิทวัส, 2545

ดนุวัศ และเสรี (2555) ได้ออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ตักและลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง ออกแบบให้ทำงานต่อเนื่องต่อจากผาลขุด การศึกษาอุปกรณ์ตักและลำเลียงเหง้ามันฯ โดยออกแบบเป็นลูกกระพ้อแบบโปร่งหน้ากว้างเท่ากับผาลขุด ทำงานโดยวิ่งในรางประคอง และทดสอบตักและลำเลียงเหง้ามันฯจากพื้นดินหลังการขุดด้วยความเร็ว 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เมตร/วินาที พบว่า ความเร็วการตักที่เหมาะสมไม่ควรมากกว่า 1.5 เมตร/วินาที ซึ่งจะทาให้ปลายซี่กระพ้อไม่เกิดการกระแทกกับดินและเหง้ามันฯ ในจังหวะการตักเหง้ามันฯ จากดินเพื่อลำเลียงขึ้นกระบะรวบรวมเหง้าฯ เมื่อปรับแต่งอุปกรณ์ขุดและเตรียมเหง้ามันฯและอุปกรณ์ตักและลำเลียงเหง้าฯ ตามข้อสรุปข้างต้นแล้วทดสอบการทางานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสอง พบว่า มีความสามารถในการทำงานเก็บเกี่ยวมันสาปะหลัง เฉลี่ย 0.32 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน และความสูญเสียจากการลำเลียงเฉลี่ย 59.10 และ 3.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สุกรี และคณะ (2540) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องขนหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก (รูปที่ 7) โดยที่ต้นทุนในการผลิตไม่สูงมากนัก สามารถนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีความเหมาะสมในการใช้งานในไร่มันสำปะหลังของเกษตรกรไทย ผู้ดำเนินงานวิจัยออกแบบเครื่องขนมันให้พ่วงกับรถแทรกเตอร์ 60-80 แรงม้า ใช้กำลังจากเพลาอำนวยกำลัง ขนหัวมันขึ้นรถบรรทุกสูงไม่เกิน 3.80 เมตร ที่มุม 50 องศา หลักการทำงาน คือ ตัวเครื่องเป็นแบบสายพานกวาด ใช่โซ่ลำเลียงแบบโซ่คู่ใช้ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ถ่ายทอดกำลังไปสู่ชุดลำเลียง และปั๊มน้ำมันไฮดรอลิคส์โดยใช้สายพานรางลำเลียงและชุดลำเลียงซ้อนกัน และยืดออกไปได้ เครื่องขนมันสำปะหลังมี 3 ล้อ เลี้ยวโดยล้อหน้าจากการทดสอบที่ความเร็วสายพานขับ 0.38 เมตรต่อวินาที ความสามารถในการทำงานประมาณ 27.86 ตัน/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 59.5

รูปที่ 7 เครื่องขนหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกแบบสายพานลำเลียง
ที่มา : สุกรี และคณะ (2540)

อย่างไรก็ตามเครื่องมือและอุปกรณ์ขนย้ายต่างๆ ยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่และน้ำหนักมากการเคลื่อนย้ายไม่ค่อยสะดวก ซึ่งควรจะมีการพัฒนาอุปกรณ์ขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกให้มีความสะดวกในการใช้งานในไร่มันสำปะหลัง มีรูปแบบที่สะดวกในการเคลื่อนย้าย และมีน้ำหนักเบาง่ายต่อการใช้งาน ทั้งนี้ในขบวนการวิจัยและพัฒนานั้นยังคงมีเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เช่น แรงงาน พันธุ์ที่

หลากหลาย สภาพพื้นที่เพาะปลูก และต้นทุนค่าใช้จ่าย เป็นต้น จึงนับได้ว่าขั้นตอนการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และขั้นตอนการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือทุ่นแรงเพื่อการสนับสนุนการแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหลังการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ลดปัญหาด้านการขาดแคลน และลดความเหนื่อยยากของแรงงาน พัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของแรงงานคน ประหยัดเวลา และแก้ปัญหาข้อจำกัดการทำงานต่างๆ เป็นแก้ปัญหาสำคัญที่มีลักษณะคอขวดในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

วิธีดำเนินการ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลต้นแบบให้สามารถใช้ในการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกให้มีประสิทธิภาพ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับกรรมวิธีการขนย้าย เครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกที่เกษตรกรใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยสร้างต้นแบบทดสอบสำหรับศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้รูปแบบของอุปกรณ์ขนย้ายหัวมันขึ้นรถบรรทุกที่เหมาะสมกับกระบวนการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ต่างๆ มีเงื่อนไขในการออกแบบดังนี้
    - 2.1 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้สะดวก ในการขนย้ายและติดตั้งกับรถบรรทุก
    - 2.2 มีความสูงของอุปกรณ์ที่สามารถปรับได้ในช่วง 2.0-2.5 เมตร
    - 2.3 สามารถบรรจุหัวมันสำปะหลังได้ครั้งละ 15-20 กิโลกรัม/กระพ้อ (เทียบน้ำหนักกับการบรรจุหัวมันสำปะหลังต่อเข่ง)
    - 2.4 โครงสร้างทำจากวัสดุเหล็กพ่นสีกันสนิม
    - 2.5 ปรับมุมเอียงของรางเลื่อนขนย้ายได้ ตั้งแต่ 0-45 องศา จากแนวด้านข้างรถบรรทุก
    - 2.6 ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังผ่านพูเล่ย์และสายพาน
3. ทดสอบการทำงานเบื้องต้น ของเครื่องมือต้นแบบในห้องปฏิบัติการและแปลงมันสำปะหลังของศูนย์วิจัยพืช กรมวิชาการเกษตร
4. ทดสอบการทำงานจริงในแปลงเกษตรกร และเวียนปรับปรุงแก้ไขจนได้เครื่องมือต้นแบบที่เหมาะสมตามความต้องการ
5. วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล เขียนรายงาน

ค่าชี้ผลสมรรถนะการทำงานของเครื่องดังนี้

- ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
- เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของหัวมันสำปะหลัง (%)
- เปรียบเทียบการทำงานกับวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร

เวลาและสถานที่	เริ่มต้น ตุลาคม 2557 – สิ้นสุด กันยายน 2558
สถานที่ทำการทดลอง	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น

ผลการวิจัย (Result) และอภิปรายผล (Discussion)

ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง มีการทำงานอยู่ 4 ขั้นตอนและมีอัตราการทำงาน คือ 1) การขุดมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องขุด 2) การรวมกอง 3) การตัดเหง้าหรือปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้ามันสำปะหลัง 4) การเก็บหัวมันใส่เข่งและขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ซึ่งในขั้นตอน การรวมกองและตัดเหง้าจะกระทำไปในขั้นตอนเดียว โดยมีอัตราการทำงาน การขุด การรวมกองและตัดเหง้า การเก็บหัวมันใส่เข่งและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก คือ 1.72 0.19 และ 0.18 ไร่/คน-ชั่วโมง ตามลำดับ

ผลของการศึกษารูปแบบการขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติในปัจจุบัน ในสภาพการทำงานจริง โดยทดสอบเก็บข้อมูลเบื้องต้น พบว่า แรงงานคนมีความสามารถในการทำงานคือ 0.18 ไร่/คน-ชั่วโมง ประสิทธิภาพเชิงเวลา 91.28 % ไม่มีการร่วงหล่นของมันสำปะหลัง แต่มีข้อจำกัดในการทำงานคือ เกิดความเมื่อยล้าในการทำงานเนื่องจากเป็นงานหนัก เด็กและผู้หญิงไม่สามารถทำงานได้ ส่งผลต่อค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้นกว่าหน้าที่อื่นๆ ในกระบวนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

รูปที่ 6 วิธีปฏิบัติของเกษตรกรในการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

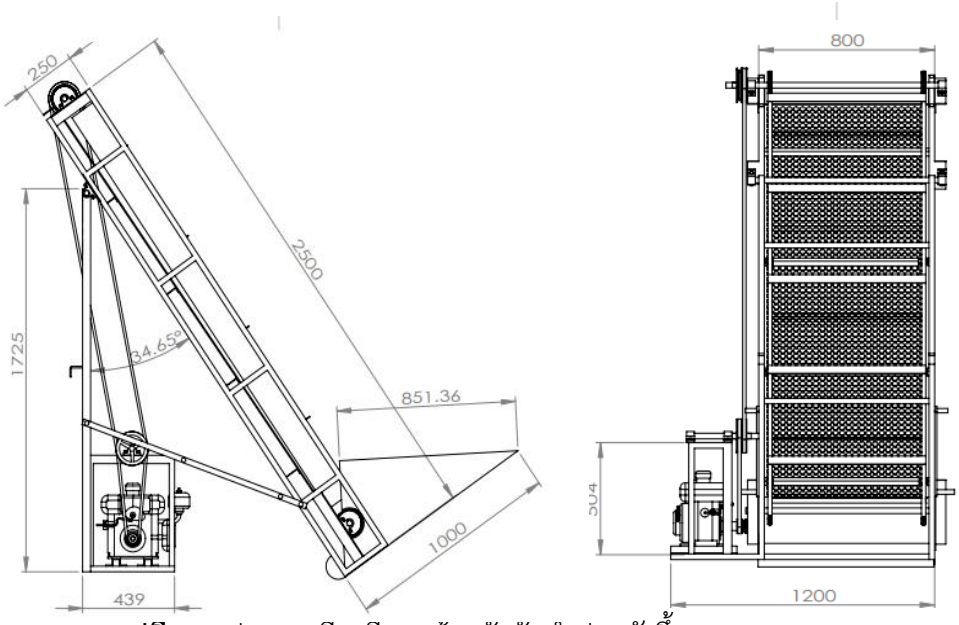
วิธีปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนนอกจากสมาชิกในครอบครัวประมาณ 2 – 3 คน แล้วต้องจ้างทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ระบบจ้างเหมาต่อพื้นที่ ในอัตราค่าจ้างประมาณ 200 – 250 บาทต่อไร่ หรือประมาณ 200-250 บาทต่อตัน ซึ่งการจ้างในระบบนี้ก่อให้เกิดความสูญเสียของหัวมันสูง เนื่องจากผู้รับจ้างจะมุ่งเน้นให้ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด การขุดหรือถอนจึงไม่สนใจว่าจะมีหัวมันขาดตกค้างอยู่ใน

ดินมากน้อยเพียงไร และพบว่าปัญหาการขาดแคลนแรงงานมีแนวแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น ในรายที่ไม่สามารถจัดหาแรงงานได้จะประเมินผลผลิตด้วยสายตามและประสบการณ์ แล้วขายเหมายกแปลงให้กับผู้รับจ้างขุดที่มีแรงงาน และรถขนย้ายเป็นของตนเองทำการขุดและบรรทุกไปจำหน่ายเอง ทั้งนี้จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น พบว่า ค่าใช้จ่ายโดยประมาณดังนี้

- ไถผาลสามพร้อมชักร่องราคา 700 บาท/ไร่
- ค่าปลูก 250 - 300 บาท/ไร่ รวมค่าเครื่องดื่มแต่ไม่รวมค่าขนส่งคนงาน
- ค่าต้นพันธุ์ ประมาณ 1,000 - 2,000 บาทต่อไร่
- ค่าแรงฉีดยา ถัง 200 ลิตรละ 200 บาท 1 ถังฉีดได้ประมาณ 2 ไร่ ไม่รวมค่ายาฉีด
- ค่าปุ๋ย ประมาณ 200 - 300 บาท/ไร่
- ค่าจ้างเหมาขุด คิดที่ 600 - 700 บาทต่อตัน หรือ 2,000 บาท/ไร่- ผลผลิต 3 ตัน
- ต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยไร่ละประมาณ 4,000 บาท

ผลการออกแบบเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกต้นแบบ

การออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์สำหรับการขนย้ายหัวมันสำปะหลังที่สับหัวออกจากเหง้าแล้ว เพื่อนำขึ้นรถบรรทุกนำไปจำหน่าย โดยใช้หลักการลำเลียงขึ้นด้านข้างของตัวรถบรรทุก สามารถถอดประกอบได้สะดวก ไม่ใช้ภาชนะบรรจุหัวมัน เช่น เข่ง ลำเลียงขึ้นรถด้วยระบบสายพานลำเลียงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็กได้



รูปที่ 7 รูปแบบเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

ดำเนินการสร้างชุดทดสอบ การขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยดำเนินการสร้างชิ้นส่วนตามแบบที่กำหนด โดยใช้เฟืองโซ่ และโซ่แบบมีปีก ทุกระยะ 50 เซนติเมตร ของข้อโซ่จะยึดด้วย

แผ่นเหล็กและไม้กั้นในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่คล้ายสายพานลำเลียง โดยมีรางตะแกรงเหล็กตามยาว 2.50 เมตร ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า

รูปที่ 8 การสร้างเครื่องมือขนย้ายและลำเลียงหัวมันสำปะหลัง

รูปที่ 9 ลักษณะการติดตั้งด้านข้างรถบรรทุกของเครื่องขนย้ายหัวมันฯ

จากการสร้างต้นแบบเครื่องมือสำหรับการขนย้ายหัวมันสำปะหลังที่ผ่านการตัดเหง้ามันฯออกแล้ว เพื่อลำเลียงขึ้นรถบรรทุก ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบ การติดตั้งอุปกรณ์ที่ด้านข้างของรถบรรทุก 6 ล้อ มีแผงไม้ด้านข้างตัวรถยกสูงกว่าหัวเก๋งรถ ซึ่งนิยมใช้ในการขนย้ายผลผลิตเกษตรทั่วไปในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในการทดสอบใช้งานเบื้องต้น ณ แปลงเกษตรกร พื้นที่ จ.ขอนแก่น เพื่อตรวจสอบกลไกการทำงานต่างๆของเครื่องมือขนย้ายฯ ที่ส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า ผ่านพูเล่ย์ และสายพาน ซึ่งผลการทดสอบเบื้องต้น พบว่าส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหลักๆ คือ การจับยึดติดด้านข้างตัวรถบรรทุก ยังไม่สะดวกและขาดความแข็งแรงในขณะที่ทำการเคลื่อนย้ายรถในแปลง

และตำแหน่งของกระบะรองรับในการเทหัวมันสำปะหลัง ค่อนข้างสูงและไม่สามารถปรับเลื่อนขึ้นลงได้ตามขนาดรถบรรทุก ผู้วิจัยจึงนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อการทดสอบครั้งถัดไป (รูปที่ 9)

รูปที่ 10 ต้นแบบเครื่องขนย้ายหัวมันสำปะหลังทดสอบที่ ศวพ.กาฬสินธุ์

ภายหลังจากการแก้ไขและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ ได้นำเครื่องมือขนย้ายฯ ไปทำการทดสอบที่แปลงทดลองการผลิตมันสำปะหลังของ ศวพ.กาฬสินธุ์ (รูปที่ 10) เพื่อทดสอบหาสมรรถนะในการทำงาน ซึ่งก็มีข้อจำกัดในการทดสอบ คือ รถบรรทุกผลผลิตเกษตร (ของ ศวพ.กาฬสินธุ์) มีลักษณะที่ต่างกันจากของเกษตรกร ซึ่งแผงกระบะข้างไม่มี จึงทำให้การทดสอบไม่ได้ตามแผนที่วางไว้เท่าที่ควร แต่ก็ได้ทำการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลการทำงาน เช่น ความเร็วเชิงเส้นของอุปกรณ์ลำเลียง (เมตร/วินาที) โดยการแปรค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชั่วโมง) ความสูญเสียของหัวมันสำปะหลังที่เกิดจากการร่วงหล่นในแปลง (%) เป็นต้น (ตารางที่ 1) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับแก้ไขเครื่องมือให้เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบต้นแบบเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกในภาคสนาม ณ แปลงทดลองการผลิตมันสำปะหลัง ศวพ.กาฬสินธุ์ (มิถุนายน 2558)

ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบ/นาที)	ซ้ำที่	ความเร็วเชิงเส้น (เมตร/วินาที)	ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชั่วโมง)	ความสูญเสีย (%)
1,800	1	0.75	2.77	6.73

	2	0.78	3.48	8.77
	3	0.77	2.75	12.62
	เฉลี่ย	0.76	2.98	9.35
	SD	0.02	0.42	2.99
2,000	1	0.84	3.67	0.98
	2	0.82	4.20	1.79
	3	0.81	3.15	2.70
	เฉลี่ย	0.82	3.62	1.85
	SD	0.02	0.53	0.86
2,200	1	0.88	3.53	0.57
	2	0.90	3.06	0.84
	3	0.91	3.34	0.87
	เฉลี่ย	0.90	3.29	0.76
	SD	0.02	0.24	0.17

จากตารางที่ 1 ในการพิจารณาเลือกใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1800 - 2200 รอบ/นาที หรือความเร็วเชิงเส้น 0.76 – 0.90 เมตร/วินาที เนื่องจากเป็นช่วงที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงไม่ช้าเกินไป และไม่เร็วมากเกินไปจนสั่นสะเทือนในขณะทำงานขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ทั้งนี้จากผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ความเร็วรอบต่ำ (1800 รอบ/นาที) มีความสูญเสียจากการร่วงหล่นของหัวมันฯ มากที่สุด สาเหตุอาจจะเนื่องจากอุปกรณ์ขนย้ายมีความเร็วในการส่งหัวมันฯลงกระบะรถบรรทุกไม่เพียงพอจึงทำให้หัวมันฯ ม้วนตัวกลับลงด้านใต้สายพานลำเลียงและร่วงหล่นสู่พื้นดิน อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบหาความเร็วที่เหมาะสมในการขนย้ายหัวมันฯ เพิ่มเติม โดยใช้ความเร็วรอบ 2000 - 2200 รอบ/นาที (0.82 – 0.90 เมตร/วินาที) และปรับปรุงอุปกรณ์บางส่วนให้สมบูรณ์ขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้นต่อไป

รูปที่ 12 ปัญหาของการลำเลียงหัวมันสำปะหลังและการแก้ไขต้นแบบในภาคสนามขณะทดสอบ

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

เครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกแบบติดด้านข้างตัวรถใช้ต้นกำลังเครื่องยนต์เบนซิน 5 แรงม้า ใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เหมาะสม 2000 – 2200 รอบต่อนาที หรือความเร็วเชิงเส้นของกระพ้อลำเลียง 0.82 – 0.90 เมตรต่อวินาที เครื่องสามารถพับเก็บได้ขณะรถเคลื่อนที่ในแปลง และถอดเครื่องยนต์ออกเมื่อเสร็จจากการทำงานแล้ว จากผลการทดสอบมันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 9 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สวพ.3 ใช้รถบรรทุกขนาด 3 ตันบรรทุก โครงด้านข้างรถเป็นราวเหล็กที่มีช่องว่างห่างมากเกินไป (มากกว่า 30 ซม.) ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับการบรรทุกมันสำปะหลังมากนักซึ่งทำให้หัวมันสำปะหลังร่วงหล่นได้ง่ายในขณะทำการขนย้าย ทั้งนี้พบว่าเครื่องมือมีความสามารถในการทำงาน 3.29 – 3.62 ตันต่อชั่วโมง มีความสูญเสียจากการร่วงหล่น 0.76 – 1.85% สามารถแก้ไขปัญหาของปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ลดภาระหนักของการขั้นตอนการขนย้ายผลผลิตมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกได้ดีกว่าการใช้แรงงานคน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้งาน หรือพัฒนาต่อยอดให้เป็นประโยชน์สูงสุด และ เป็นการให้บริการความรู้กับภาคเอกชน นำเครื่องมือต้นแบบไปขยายผลเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์
2. เผยแพร่ผลงานวิจัยทาง Web site ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
3. ส่งข่าวงานวิจัยแก่สาธารณะผ่านทางสื่อต่างๆ โดยความร่วมมือของฝ่ายประชาสัมพันธ์กรมวิชาการเกษตร ทั้งทางหนังสือพิมพ์ วิทยุ และโทรทัศน์ ออกงานนิทรรศการด้านการเกษตรต่างๆ สาธิตให้แก่เกษตรกรกลุ่มเป้าหมายร่วมกับภาคเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยของโครงการ

ได้ต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า อย่างน้อย 1 รูปแบบ และได้ต้นแบบเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก อย่างน้อย 1 รูปแบบ ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยง่ายในการใช้งาน ลดเวลาและภาระการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ข้อเสนอแนะ

ภายหลังเสร็จสิ้นโครงการจะได้ต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และเครื่องมือขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังและเป็นการเพิ่มรายได้ของเกษตรกร โดยคาดว่าจะช่วยลดการใช้แรงงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ โดยเครื่องมือทั้งสองรูปแบบคาดว่าจะมีภาคเอกชนรับผลงานวิจัยไปผลิตจำหน่ายและเกษตรกรยอมรับนำไปใช้งานต่อไป

บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง กิจกรรมงานวิจัยที่ 1

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และมานพ ตันตระบัณฑิตย์.2555. การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ : 30 ฉบับที่ : 3 เลขหน้า : 300-311 ปีพ.ศ. : 2555.

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. หนังสือพิมพ์กสิกร, 80(5): หน้า 89-102.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2544. ข่าววิจัยพัฒนา. เดลินิวส์ จันทร์ที่ 29 ตุลาคม 2544 หน้า 27.

เจษฎา ขอนพุดซา, อภิเดช กิจสัมพันธ์วงศ์, และเสรี วงส์พิเชษฐ. 2556 งานโครงการนักศึกษา ประจำปีการศึกษา 2555 ชื่อโครงการ การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยกลไกการตัดแบบเลื่อยวงเดือน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เชิดพงษ์ เชี่ยวชาญวัฒนา และเสรี วงพิเชษฐ. 2549 .การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก. สัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและหลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 4 วันที่ 8-9 มิถุนายน 2549 จังหวัดเชียงใหม่.

ธีรภัทร ศรีนรคุตร. 2545. วิจัยผลิตเอทานอลเกรดสูงจากมันสำปะหลัง ลดการนำเข้าเคมีภัณฑ์.โครงการวิจัยเอทานอลจากมันสำปะหลัง สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. สืบค้นจาก :http://www.itdoa.com/news_itda/science/doc_19.htm, [7 ส.ค. 2545].

ดนุวัศ ทางดี และเสรี วงส์พิเชษฐ์. 2555. การออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ตักและลำเลียงเหง้ามันสาปะหลัง การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 วันที่ 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่.

พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, คธา วาทกิจ, จรูญศักดิ์ สมพงศ์ และวีรชัย อาจหาญ. 2557. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 45 (3/1 พิเศษ): 353-356. 2557.

พร้อมพันธุ์ เสรีวิชยสวัสดิ์. 2549. อิทธิพลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการตัดต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งปะเทศ http://www.tapiocathai.org/reference/03.htm

วงศ์สุภัทร คงสวัสดิ์. 2549. บันทึกประเทศไทยปลาย 2547: สถานการณ์พลังงานไทยปี 2548 – 2551. หนังสือพิมพ์โพสทูเดย์. http://www.posttoday.com/thailand2547/plang.html

kasetresearch53/group06/wichar/index_04.html, ธันวาคม 2553.

วิทวัส สมัญญาภรณ์ . 2545. เครื่องขนมันสำปะหลังเพื่อบรรทุกขึ้นรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 99 หน้า.

ศักดา อิทรวิชัย และธัญญะ เกียรติวัฒน์. 2542. เครื่องขุดหัวมันสำปะหลังสั่นสะเทือน K.72, น.88-94. ในเอกสารรายงานประจำปี 2542. สมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย. 138น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2543/54. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพงษ์ เจริญรัถ, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตังสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอุดม เลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น.135-139. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. 159 น.

เสรี วงส์พิเชษฐ์. 2549. การใช้เครื่องเก็บขุดมันสำปะหลังและการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง. สัมภาษณ์

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และคณะ. 2552. การพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู. รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และคณะ. 2553. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

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

Chakkaphak, Chak and Kiatiwat, Thanya. 1995. Situation of farm machinery and prospected cooperation with CIAT. Unpublish. Agricultural Engineering Division, Department of Agirculure, Bangkok Thailand

Thant, Thida Khin. 1997. A study on the effect of storage condition on cassava roots and the effect of intermediate products on the quality of glucose syrup. AIT thesis no. AE-97-11. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

เอกสารอ้างอิง กิจกรรมงานวิจัยที่ 2

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย. สืบค้นจาก : http://www.cassava.org. [มี.ค. 2556].

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และอนุชิต ฉ่ำสิงห์. 2550. เครื่องขุดมันสำปะหลัง. หนังสือพิมพ์กสิกร, 80(5): หน้า 89-102.

เชิดพงษ์ เชี่ยวชาญวัฒนา และเสรี วงพิเชษฐ. 2549 . การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก . สัมมนาวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและหลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 4 วันที่ 8-9 มิถุนายน 2549 จังหวัดเชียงใหม่.

ดนุวัศ ทางดี และเสรี วงส์พิเชษฐ์ .2555. การออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ตักและลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่13 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่.

พร้อมพันธุ์ เสรีวิชยสวัสดิ์. 2549. อิทธิพลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการตัดต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งปะเทศ. สืบค้นจาก : http://www.tapiocathai.org/reference/03.htm [มี.ค. 2556].

วิทวัส สมัญญาภรณ์ . 2545. เครื่องขนมันสำปะหลังเพื่อบรรทุกขึ้นรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 99 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2553/54. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพงษ์ เจริญรัถ, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตังสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอุดม เลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น.135-139. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. 159 น.

สุกรี นันตะสุคนธ์ พักตร์วิภา สุทธิวารี สมนึก นิยะโต และพรศักดิ์ ต่ายก้อนทอง. 2540. ออกแบบและพัฒนาเครื่องขนมันสำปะหลัง. รายงานวิจัยฉบับเต็ม ทะเบียนวิจัยเลขที่ 4008001007, กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสรี วงส์พิเชษฐ์. 2549. การใช้เครื่องเก็บขุดมันสำปะหลังและการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง. สัมภาษณ์

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และคณะ. 2552. การพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู. รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

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

Chakkaphak, Chak and Kiatiwat, Thanya. 1995. Situation of farm machinery and prospected cooperation with CIAT. Unpublish. Agricultural Engineering Division, Department of Agirculure, Bangkok Thailand