

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชื่อชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลัง
2. ชื่อโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิตและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก
ชื่อกิจกรรม : วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิตและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก
3. ชื่อการทดลอง : ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Research and Development of machines for Cassava Tuber Cutting from Cassava Rhizome
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นายศักดิ์ชัย อาษาวัง สังกัดศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
ผู้ร่วมงาน : นายวุฒิพล จันทรสระคู¹ นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์² นายกลวัชร ทิมินกุล¹
นายประสาธ สแสงพันธุตา³ นางสุพัตรา ชาววงจักร³
5. บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยใช้ร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกและเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง เครื่องต้นแบบเครื่องปลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าที่พัฒนาขึ้น ใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า ขับโซ่ป้อนเหง้าสองชุด มีใบเลื่อยวงเดือนสำหรับตัดหัวมันด้านข้างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 100 ฟัน และมีใบเลื่อยขนาดเดียวกันวางในแนวระดับสำหรับตัดด้านหน้า เมื่อใช้ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยตัดทั้งสามใบที่ 16.30 เมตรต่อวินาที มีความสามารถตัดหัวมันได้ 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีการสูญเสียหัวมันร้อยละ 1.44 และมีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.00 ซึ่งค่อนข้างน้อย สามารถใช้เครื่องปลิตหัวมันสำปะหลังต้นแบบทดแทนแรงงานได้ และคุณภาพผลผลิตที่ได้ใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคน

6. คำนำ

ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 4 ของโลกรองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย และเป็นประเทศผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลก ทำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 2 หมื่นล้านบาท โดยประเทศไทยมีเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 3 ล้านคนบนพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 6.7 ล้านไร่ ผลผลิตราว 21.4 ล้านตัน มีพื้นที่เพาะปลูกเป็นอันดับ 4 รองจากข้าว ข้าวโพด และยางพาราตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ (ธีรภัทร, 2545) และยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญเหมาะที่สุดในการทำเอทานอล (เจริญศักดิ์, 2544) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 เป็นการลดการนำเข้าสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้น (วงศ์สุภัทร, 2549) โดยในปี 2554 คาดว่าจะมีผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 30.2 ล้านตัน และสามารถทำการผลิตเอทานอลได้ประมาณ 1,600 ล้านลิตร (กล้าณรงค์, 2549) การวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับมันสำปะหลัง จัดเป็น 1 ใน 10 ของพืชเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการในยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และจากการที่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในระบบการผลิตที่มีผลกระทบต่อความสูญเสีย ความเสียหาย คุณภาพของผลผลิตโดยหัวมันที่ทำการขุดแล้วหากไม่ได้รับการแปรรูปภายใน 2 วัน คุณภาพจะลดอย่างมาก (Thant, 1997 และ พร้อมพรรณ, 2549) และต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง โดยพบว่าต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังนั้น ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีสัดส่วนการลงทุนสูงสุด (27%) รองลงมาได้แก่ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน ค่ากำจัดวัชพืช ค่าขนส่ง และค่าท่อนพันธุ์และแรงงานปลูกในสัดส่วนร้อยละ 18 17 16 13 และ 7 ตามลำดับ (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) โดยค่าจ้างแรงงานเป็นสัดส่วนค่าใช้จ่ายสูงสุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับค่าใช้จ่ายในการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักอื่นๆ ยกเว้นในการผลิตข้าว (Anuchit, 2007) ทั้งนี้เนื่องจากใช้แรงงานคนเป็นหลัก เพื่อการขุดหรือถอน การตัดส่วนที่เป็นหัวออกจากโคนต้น และรวบรวมขึ้นรถบรรทุกเพื่อการขนย้ายไปจำหน่าย และประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานเช่นเดียวกับการผลิตพืชอื่นในภาคเกษตร เนื่องจากแรงงานเคลื่อนย้ายสู่นอกภาคเกษตร ทั้งมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และทำให้ค่าจ้างแรงงานในภาคเกษตรสูงขึ้นเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรกล

เกษตรกรเพื่อเป็นการสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนการแก้ปัญหา การขาดแคลนแรงงานในระบบการเก็บเกี่ยวจึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาและแก้ปัญหาทั้งระบบ (จารุวัฒน์ และอนุชิต, 2550 และ อนุชิต และคณะ, 2552) ระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทยพบว่ามีอยู่ 2 รูปแบบหลัก คือการเก็บเกี่ยวแบบใช้แรงงานคนในทุกขั้นตอน และแบบใช้เครื่องขุดมัน สำปะหลังร่วมกับการใช้แรงงานคน โดยรูปแบบที่สองนั้น สามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ที่เกษตรกรกำลังเผชิญอยู่ได้ในระดับหนึ่ง โดยลดการใช้แรงงานประมาณร้อยละ 37 และลดต้นทุนการผลิต ลงประมาณร้อยละ 8-10 (Anuchit, 2007) แต่ยังมีเกษตรกรจำนวนไม่น้อยทั้งในเขตพื้นที่ซึ่งมีการใช้เครื่อง ขุดมันสำปะหลังแล้ว และในพื้นที่ที่ยังไม่มีการใช้ ยังคงทำการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนทั้งหมด ทั้งนี้ส่วน หนึ่งเนื่องมาจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ผลิตและจำหน่ายแล้ว ยังมีประสิทธิภาพไม่เป็นที่ยอมรับของ เกษตรกรบางส่วน หรือไม่เหมาะสมกับการใช้งานในบางเขตพื้นที่เพาะปลูกจากข้อจำกัดการใช้งานบาง ประการ ระบบปฏิบัติในพื้นที่นั้นๆ และการมีข้อจำกัดน้อยเกี่ยวกับช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว ยกเว้นต้องรีบ ทำการเก็บเกี่ยวเพื่อการปลูกใหม่ ซึ่งแตกต่างจากพืชอื่นที่ต้องทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพราะ มีผลกระทบต่อความสูญเสียและความเสียหายของผลผลิตที่จะได้รับ ทั้งนี้สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มี การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมูที่มีความต้องการแรงฉุดลากน้อยและมีความ สูญเสียผลผลิตที่จะได้รับน้อย (2-4%) พร้อมคุณลักษณะเพิ่มเติมจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิต และจำหน่ายอยู่ทั่วไป เช่นการทำารขุดได้อย่างต่อเนื่องกรณีใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ลักษณะเหง้ามันสำปะหลังมีลักษณะตั้งคล้ายการขุดหรือถอนโดยคน ทำให้ง่ายต่อการเก็บและรวมกอง มี ระบบการปรับเลื่อนเข้าก็กระยะระหว่างแถวทำได้สะดวก และมีช่วงการทำงานในสภาพดินที่แตกต่างกัน มากขึ้น เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน การลดต้นทุนการผลิต และลดการสูญเสีย ผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (อนุชิต และคณะ, 2552) นอกจากนี้พบว่าอุปสรรคสำคัญต่อการขยายตัว ของการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานอย่าง หนึ่ง คือการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีการผลิตจำหน่ายในปัจจุบันนั้น เพียงช่วยลดจำนวนแรงงาน และ ความเหนื่อยยากในช่วงการขุดถอนขึ้นจากดินเท่านั้น ส่วนการเก็บรวบรวมกอง ตัดหัวมันจากเหง้า และการ ขนย้ายขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปจำหน่าย นั้น ยังคงต้องใช้แรงงานคนถึง 2 ใน 3 ส่วน ของรูปแบบการเก็บเกี่ยว การใช้แรงงานคนทั้งหมดในการเก็บเกี่ยว ซึ่งจัดเป็นข้อจำกัดและเป็นปัญหาในลักษณะคอขวดที่สำคัญใน ระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (อนุชิต และคณะ, 2552) หน่วยงานต่างๆ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว เช่นกัน และได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยว นอกเหนือจากการวิจัยและ พัฒนาเพื่อการขุดให้หัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน หรือพัฒนาเครื่องมือสำหรับขั้นตอนหลังจากการขุด ขึ้นมาจากดินบ้างแล้ว ทั้งมีการเผยแพร่แล้ว มีต้นแบบแต่ไม่เผยแพร่ และอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยและ พัฒนา โดยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องจักรต้นแบบในลักษณะการขุดขึ้นมาจากดินแล้วจัดให้มีการรวมกอง

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องชุดและเก็บมันสำปะหลัง ซึ่งมีความก้าวหน้าไปในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตามพบว่า ได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลัง โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ภายหลังจากชุดขึ้นมาจากดิน และการเก็บรวมกอง ก่อนการขนย้ายขึ้นรถบรรทุก แต่ยังไม่ได้รับการเผยแพร่สู่เกษตรกร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แม้กระทั่งเครื่องมือสำหรับการขนย้ายหัวมันขึ้นรถบรรทุกก็ยังอยู่ในกระบวนการวิจัยและพัฒนาให้ได้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ในขบวนการวิจัยและพัฒนานั้นยังคงมีเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เช่น แรงงาน พันธุ์ที่หลากหลาย สภาพพื้นที่เพาะปลูก และต้นทุนค่าใช้จ่าย เป็นต้น จึงนับได้ว่าขั้นตอนการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และขั้นตอนการขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือทุนแรงเพื่อการสนับสนุนการแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และพัฒนาเครื่องมือช่วยในการขนย้ายหัวมันสำปะหลังออกจากแปลงใส่รถบรรทุกให้เกิดความสะดวกมากขึ้น ภายหลังจากเสร็จสิ้นโครงการจะได้ต้นแบบเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังและเป็นการเพิ่มรายได้ของเกษตรกร โดยคาดว่าจะช่วยลดการใช้แรงงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ ลดความเหนื่อยยากของแรงงาน พัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของแรงงานคน ประหยัดเวลา และแก้ปัญหาข้อจำกัดการทำงานต่างๆ เป็นแก้ปัญหาสำคัญที่มีลักษณะคอขวดในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง อีกทั้งได้แนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สมบูรณ์แบบต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ : ประกอบด้วย นาฬิกาจับเวลา เครื่องมือวัดความเร็วรอบเพลา ตลับเมตร กระบอกตวงสำหรับวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรงม้า ตาซัง วัสดุและอุปกรณ์เครื่องมือช่างต่างๆ และแปลงมันสำปะหลังสำหรับการทดลองเครื่องจักรต้นแบบ

วิธีการ

แบบและวิธีการทดลอง : การศึกษาวิจัยนี้ไม่มีแผนการทดลอง เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลต้นแบบให้สามารถใช้ในการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าให้มีประสิทธิภาพ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพเกี่ยวกับหัวมันและการแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ด้วยวิธีการต่างๆ รวมทั้งรูปแบบและเครื่องมือที่มีการพัฒนาและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

2. ออกแบบและสร้างชุดทดสอบการปลดห้วมันออกจากเหง้ามันสำปะหลัง โดยในเบื้องต้นสร้างเป็นลักษณะชุดทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการออกแบบกลไกการปลดห้วมันแล้วจึงสร้างต้นแบบเครื่องปลดห้วมันสำปะหลังออกจากเหง้า

3. ดำเนินการทดสอบกลไกต่างๆ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการพัฒนาต้นแบบเครื่องมือตัดห้วมันออกจากเหง้ามันสำปะหลัง

4. สร้างต้นแบบ และทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องปลดห้วมันสำปะหลังในห้องปฏิบัติการ

5. ทดสอบการทำงานจริงในแปลงเกษตรกรและเขียนปรับปรุงแก้ไขจนได้เครื่องต้นแบบที่เหมาะสม โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล เขียนรายงาน ดังนี้

การบันทึกข้อมูล

บันทึกค่าชี้ผลสมรรถนะการทำงานของเครื่องดังนี้

1. ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
2. เปอร์เซนต์การตัดห้วมันสำปะหลัง (%)
3. เปอร์เซนต์ความสูญเสียของห้วมันสำปะหลังที่ติดไปกับเหง้า (%)
4. เปอร์เซนต์เหง้ามันปนที่ติดไปกับห้วมันสำปะหลัง (%)
5. เปรียบเทียบการทำงานกับวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร
6. วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและความคุ้มทุน

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นงานวิจัย ตุลาคม 2556 สิ้นสุด กันยายน 2558 (2 ปี) โดยดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น แปลงทดลองการผลิตมันสำปะหลังของศูนย์วิจัยฯ กรมวิชาการเกษตร และไร่เกษตรกร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การดำเนินงานในระยะ 6 เดือนแรกเป็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานต่างๆที่จำเป็นสำหรับการออกแบบเครื่องมือต้นแบบ เช่น ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของห้วและเหง้ามันสำปะหลังพันธุ์ที่นิยมปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้อมูลการใช้แรงงานคนตามวิธีปฏิบัติเดิม อุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงในการตัดห้วมัน ซึ่งมีความจำเป็นในการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่สามารถทดแทนแรงงานคนในการปลดห้วมันสำปะหลังออกจากเหง้า ข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพของห้วมันและเหง้ามันแสดงดังตารางที่ 1 ความสามารถในการปลดห้วมันออกจากเหง้าด้วยแรงงานแสดงดังตารางที่ 2 การเก็บเกี่ยวและปลดห้วมันแสดงดังภาพที่ 1 และการวัดขนาดต่างๆของเหง้ามันแสดงดังภาพที่ 2

ซึ่งข้อมูลทางกายภาพจะนำมาประกอบการออกแบบเครื่องปลดห้วมันออกจากเหง้าดังนี้

ขนาดกว้าง ยาว ลึกของหัวมัน ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบขนาดมิติต่างๆของ
เครื่องต้นแบบ

น้ำหนักหัวมันต่อเหง้า ใช้ออกแบบแรงที่ใช้หนีบจับหัวมันไม่ให้หลุดจากหัวจับ

ความยาวของก้านเหง้ามัน ใช้กำหนดระยะช่วงชักของหัวจับและใบมีดตัด

เส้นผ่าศูนย์กลางก้านเหง้ามัน ใช้กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวจับ

ตารางที่ 1: ข้อมูลทางกายภาพของหัวมันและเหง้ามันสำปะหลัง พันธุ์ เกษตรศาสตร์ อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน

รายการ	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	ลึก (cm)	kg/เหง้า	เหง้ายาว (cm)	เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางเล็กสุด (cm)	เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางใหญ่สุด (cm)
สูงสุด	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
เฉลี่ย	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

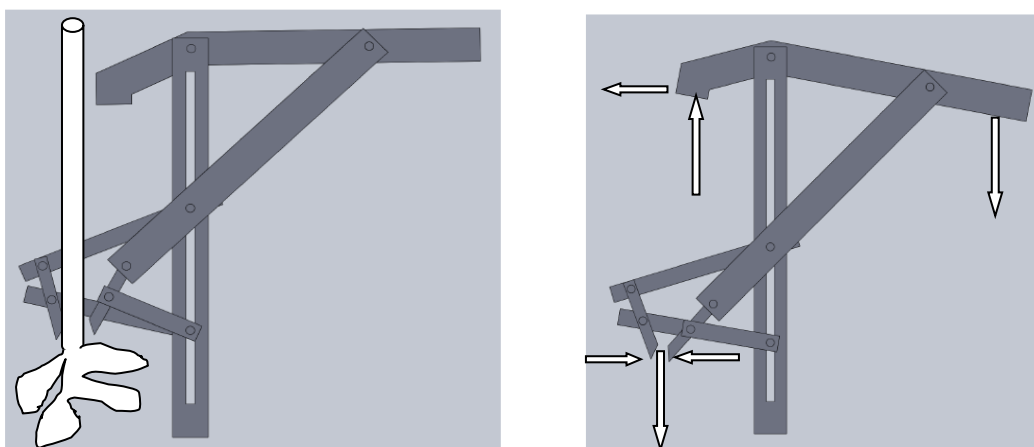
ตารางที่ 2: ความสามารถในการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยแรงงานเมื่อใช้มีดลับ

คนที่	ซ้ำที่	จำนวน เหง้า	น้ำหนักหัวมัน (กก.)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความสามารถ เมื่อสับต่อเนื่อง (กก./ชม)	60%ของ ความสามารถ (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



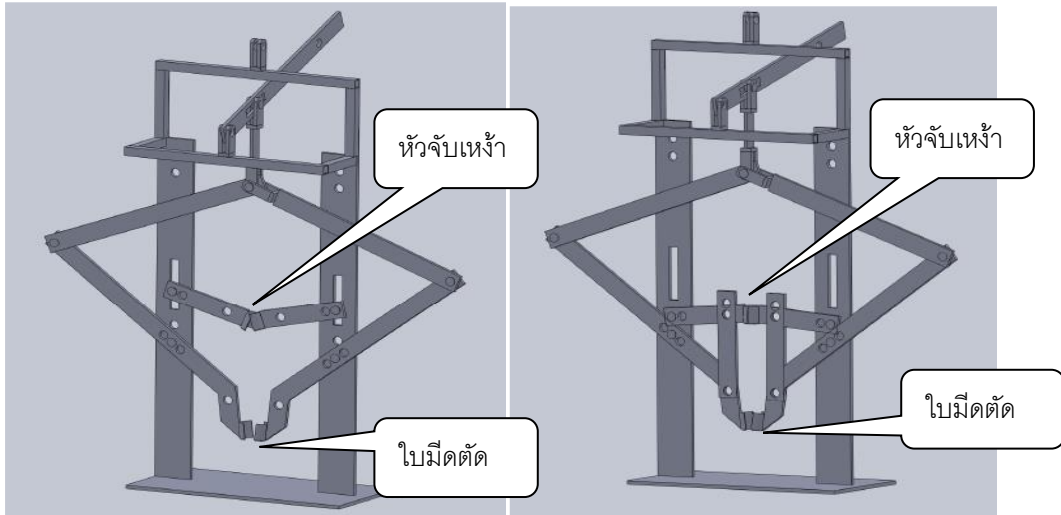
ภาพที่ 1 การปลิดหัวมันโดยใช้มีดสับของเกษตรกร ภาพที่ 2 การวัดขนาดต่างๆของเหง้ามัน

รูปแบบของชุดทดสอบเครื่องปลิดหัวมันนอกจากเหง้ามันนั้น ในเบื้องต้นได้ออกแบบให้มีการทำงาน ดังนี้คือ เมื่อจับก้านเหง้ามันด้วยหัวจับ พร้อม ๆ กับการโยกแขนกดแล้ว หัวจับเหง้ามันจะจับเหง้าจนแน่น และยกเหง้าขึ้นในแนวตั้ง ขณะเดียวกันชุดใบมีดซึ่งจะถูกดันลงด้านล่างพร้อมกับปากใบมีดจะหุบลงจนมีขนาดราวๆเส้นผ่านศูนย์กลางโคนเหง้า ทำให้หัวมันถูกเฉือนขาดจากเหง้าเมื่อมีการโยกคานกดเพียงครั้งเดียว แสดงดังภาพที่ 3



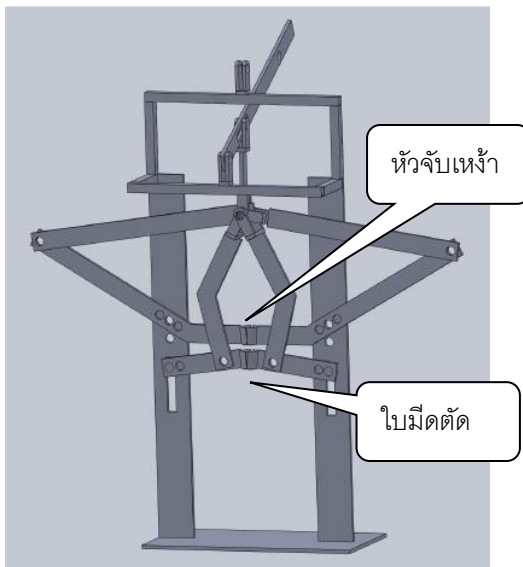
ภาพที่ 3 รูปแบบชุดทดสอบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

หลังจากทำการทดสอบเบื้องต้นกลไกของรูปแบบชุดทดสอบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าแบบที่ 1 (ภาพที่ 3) แล้วพบว่าไม่มีความแข็งแรงมากพอ จึงได้ออกแบบกลไกแบบที่ 2 (ภาพที่ 4) ซึ่งกลไกน่าจะมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยเมื่อโยกแขนโยกบนขึ้น ปากจับเหง้ามันและชุดใบมีดจะแอ้ออก เพื่อให้สอดเหง้ามันเข้าไปที่ปากจับและหัวมันอยู่ที่ใบมีด แต่ยังคงพบว่าชุดปากจับและชุดใบมีดยังมีระยะห่างกันมากเกินไป และมีระยะชักการตดน้อยซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำงานได้ จึงออกแบบกลไกแบบที่ 3 (ภาพที่ 5) ซึ่งเมื่อปากจับเหง้าแล้วดึงเหง้าขึ้นด้านบน ชุดใบมีดจะกดลงมาตัดหัวมันด้านล่าง แต่ยังคงพบว่าปากจับยังอาจจับไม่แน่นพอ จึงออกแบบกลไกแบบที่ 4 (ภาพที่ 6)

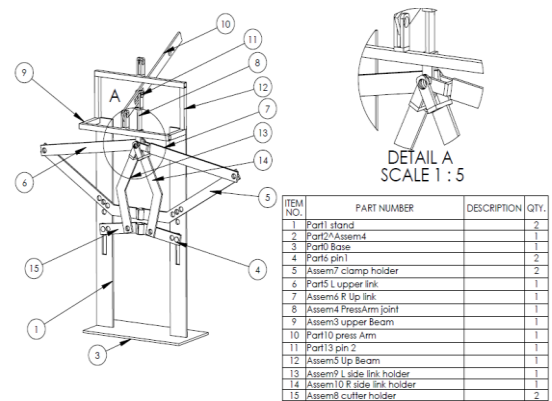


ภาพที่ 4 รูปแบบกลไกชุดทดสอบแบบที่ 2 ภาพที่ 5 รูปแบบกลไกชุดทดสอบแบบที่ 3

กลไกแบบที่ 4 นี้ชุดจับเหง้ากลับมาอยู่ด้านบน ส่วนชุดใบมีดตัดอยู่ด้านล่าง เมื่อจับเหง้าและกดแขนกดลงชุดจับเหง้าเคลื่อนที่ขึ้นและจับเหง้าได้แน่นมากขึ้น ส่วนชุดใบมีดตัดที่อยู่ด้านล่างจะถูกกดลงมาตามระยะร่องสไลด์เพื่อตัดหัวมันออกจากเหง้า ซึ่งพบว่ากลไกแบบนี้มีความเป็นไปได้ที่จะตัดหัวมันออกจากเหง้าได้ จึงออกแบบเพื่อสร้างต้นแบบสำหรับการทดสอบ (ภาพที่ 6) และสร้างต้นแบบและทดสอบแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 6 รูปแบบกลไกชุดทดสอบแบบที่ 4



ภาพที่ 7 ต้นแบบกลไกแบบที่ 4 ที่สร้างขึ้น และการทดสอบการปลิดหัวมันออกจากเหง้า
ผลการทดสอบและเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องกับการสับหัวมันออกจากเหง้าด้วยมีดพร้า
(ภาพที่ 8) มีผลแสดงดังตารางที่ 3



ภาพที่ 8 การปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยมีดพร้า และลักษณะเหง้ามันที่ปนกับหัวมันหลัง

พบว่า การทดสอบเครื่องต้นแบบมีเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียหัวมัน 3.68 และเปอร์เซ็นต์เหง้าปนกับหัวมัน 3.61 ซึ่งมากกว่าวิธีตัดด้วยมีดประมาณ 4.5 เท่า และมีความสามารถในการทำงานประมาณ 212.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้อยกว่าการตัดด้วยมีดประมาณ 2.3 เท่า

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเบื้องต้นการสับหัวมันจากเหง้าด้วยแรงงานคนกับการใช้เครื่องต้นแบบ

วิธีการสับหัวมันออกจากเหง้า	ซ้ำที่	% เหง้าเจือปนกับหัวมัน	% การสูญเสียหัวมันติดไปกับเหง้า	60 % ของ น.น.หัวมันที่สับได้ สุทธิต่อเวลาทำงาน (ก.ก./ชม.)
สับหัวมันจากเหง้าด้วยมีด	1	0.69	0.69	473.9
	2	0.78	0.78	517.1
	3	0.94	0.95	475.8
	เฉลี่ย	0.80	0.81	488.9
ปลิดหัวมันจากเหง้าด้วยเครื่องต้นแบบ	1	3.25	2.68	182.4
	2	2.94	5.30	211.9
	3	4.65	3.05	243.2
	เฉลี่ย	3.61	3.68	212.5



ภาพที่ 9 ลักษณะหัวมันที่เยื้องศูนย์



ภาพที่ 10 แท่นส่วนเจาะ

ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่ามีความยุ่งยากที่จะพัฒนาเครื่องต้นแบบที่ 1 ให้ทำงานได้ดีและเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งมีปัญหาที่พบได้แก่ ชุดจับเหง้ายังจับได้ไม่แน่นพอ ทำให้เหง้ามันหลุดได้เมื่อชุดใบมีดกดตัดลงมา นอกจากนี้ยังพบว่าการงอกของหัวมันจากเหง้ามีลักษณะไม่แน่นอน และมักมีระยะเยื้องศูนย์ออกจากแนวศูนย์กลางของเหง้าและลำต้น ดังภาพที่ 9 จึงต้องนำลักษณะดังกล่าวมาพิจารณาการออกแบบชุดใบมีดตัด เพื่อให้มีเหง้ามันที่ปนไปกับหัวมัน และหัวมันที่ตัดไม่หมดและติดไปกับเหง้าลดลง จึงมีแนวคิดแก้ไขต้นแบบที่ 1 โดยใช้หลักการของแท่นส่วนเจาะดังภาพที่ 10 ซึ่งเครื่องต้นแบบใหม่นี้จะเน้นการใช้งานโดยแรงงานในแปลง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยด้านล่างจะใช้เครื่องยนต์เล็กขับใบเลื่อยที่ติดกับขอบทรงกระบอกหมุน แล้ววางเหง้ามันบนแท่นรองรับที่มีหัวกดจากการทำงานของแขนโยกกดให้ลงไปตัดโดยใบเลื่อยด้านล่าง โดยที่ทรงกระบอกด้านล่างภายในจะมีทรงกระบอกขนาดต่างๆกันจำนวนสามกระบอกที่ติดใบเลื่อยไว้ และสามารถเลือกใช้ตามขนาดความโตของเหง้ามันได้

ต้นแบบเครื่องตัดหัวมันจากเหง้าอีกแบบหนึ่งหรือแบบที่ 2 ที่สร้างขึ้นแสดง(ภาพที่ 11) จะเน้นในการนำไปประยุกต์เพื่อให้ใช้กับเครื่องชุดเก็บมันที่ชุดและลำเลียงเหง้ามันขึ้นมายังกระบะ (ภาพที่ 12) และสามารถใช้ร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันขึ้นรถบรรทุก (ภาพที่ 13) ซึ่งต้นแบบนี้เกษตรกรยังสามารถใช้ในแปลงได้เช่นกัน เครื่องต้นแบบที่ 2 นี้ ในเบื้องต้นขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เฟสเดียวขนาด 1 แรงม้า และได้พัฒนาให้ขับโดยใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กได้ มีใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน จำนวนสองใบวางอยู่เหนือชุดโซ่ป้อนเหง้า มีชุดโซ่ป้อนและใบเลื่อยด้านซ้ายสามารถเลื่อนเข้าออกโดยการหมุนแขนหมุนด้านข้างเพื่อให้มีระยะห่างในการตัดเหมาะสมกับขนาดเหง้ามันได้ ส่วนอีกชุดหนึ่งตั้งอยู่กับที่ เหง้ามันถูกคว่ำลงบนโซ่ป้อนที่ขับเคลื่อนด้วยแขนหมุนด้านบนซึ่งมีสายพานขับให้โซ่ป้อนทั้งสองชุดหมุนด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกัน โซ่ป้อนมีปีกประคองเพื่อป้อนเหง้ามันให้เคลื่อนที่ผ่านใบเลื่อยได้ ในเบื้องต้นเหง้ามันถูกตัดที่ขั้วแรกแล้วถูกนำมาตัดซ้ำโดยหมุนเหง้าให้ด้านที่มีหัวมันเหลืออยู่ถูกตัดอีกครั้งหนึ่ง การใช้งานเครื่องต้นแบบและผลจากการใช้งาน (ภาพที่ 14) หัวมันที่ตัดได้สมบูรณ์แสดง (ภาพที่ 15) เหง้ามันที่ตัดได้สมบูรณ์ (ภาพที่ 16) หัวมันที่สูญเสียติดไปกับเหง้า

(ภาพที่ 17) เหน้ที่ปนกับห้วมัน (ภาพที่ 18) และผลการทดสอบการปลิดห้วมันออกจากเหน้ทั้งวิธีการสับด้วยมีดและการใช้เครื่องต้นแบบแสดงดังตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 ข้อมูลันสำปะหลังและผลการทดสอบการตัดห้วมันออกจากเหน้โดยการสับด้วยมีด

ซ้ที่	ขนาดเหน้มัน						น.น. ห้วมัน			น.น. เหน้			น.น. เหน้ เฉลี่ย (กก./ เหน้)	น.น. เหน้				หมายเหตุ
	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	ลึก (ซม.)	ความ ยาว รวม เหน้	จ.น. ห้วมัน ต่อ เหน้	น.น. ห้วมัน รวม เหน้	น.น. ห้วมัน ที่ตัดได้ (กก.)	น.น. ห้วมัน สูญเสีย ตัดเหน้	น.น. ห้วมัน รวม ห้วมัน ดี	น.น. เหน้ ปน กับ	น.น. เหน้ ที่ตัด ได้	น.น. เหน้ รวม (กก.)		ความ สามารถ ทำงาน	% การ ตัด ห้วมัน	% การ สูญเสีย ห้วมัน	% สิ่ง เจือปน กับ	
1	26.3	44.1	39.6	15.3	3.0	1.4	45.0	0.1	45.1	1.1	4.3	5.4	1.3	635	99.78	0.22	2.44	พันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน
2	32.2	46.5	29.6	16.1	3.4	1.7	53.5	0.1	53.6	0.4	5.1	5.5	1.5	710	99.81	0.19	0.75	
3	31.9	45.0	20.1	16.2	3.2	1.3	39.6	0.2	39.8	1.1	3.2	4.3	1.1	581	99.50	0.50	2.78	
เฉลี่ย	30.1	45.2	29.8	15.9	3.2	1.5	46.0	0.1	46.2	0.9	4.2	5.1	1.3	642	99.70	0.30	1.99	

ตารางที่ 5 ข้อมูลันสำปะหลังและผลการทดสอบการตัดห้วมันออกจากเหน้ด้วยเครื่องต้นแบบที่ 2

ซ้ที่	ไซป้อน ความเร็ว การ ป้อน (ม./ วินาที)	ขนาดเหน้มัน							น.น. ห้วมัน			น.น. เหน้			น.น. ห้วมัน เฉลี่ย (กก./ เหน้)	ความสามารถเครื่องตัด				หมายเหตุ	
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	ลึก (ซม.)	ความ ยาว รวม เหน้ จริง (ซม.)	เส้นผ่า กลาง เหน้ จริง (ซม.)	เส้นผ่า กลาง เหน้ จริง (ซม.)	จ.น. ห้วมัน ต่อ เหน้ (ห้/ จริง เหน้)	น.น. ห้วมัน รวม เหน้ (กก./ เหน้)	น.น. ห้วมัน ที่ ตัด ได้ (กก.)	น.น. ห้วมัน สูญเสีย ตัดเหน้ (กก.)	น.น. ห้วมัน รวม ห้วมัน ดี (กก.)	น.น. เหน้ ปน กับ ห้วมัน (กก.)	น.น. เหน้ ที่ เครื่อง ตัดได้ (กก.)		น.น. เหน้ รวม (กก.)	ความ สามารถ ทำงาน (กก./ ซม.)	% การ ตัด ห้วมัน ที่ เครื่อง ตัดได้	% การ สูญเสีย ห้วมัน ตัด เหน้		% เหน้ ปนกับ ห้วมัน
1	0.345	33.3	41.5	30.0	11.1	3.9	3.3	2.8	1.6	51.3	0.8	52.1	0.1	3.8	3.9	1.5	251	98.46	1.54	0.19	พันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน
2	0.344	28.2	44.1	19.4	17.0	3.5	2.7	3.1	1.4	36.4	0.4	36.8	1.2	2.5	3.7	1.3	250	98.91	1.09	3.30	
3	0.345	31.0	43.7	18.8	17.6	3.1	2.6	3.1	1.3	33.3	0.1	33.4	1.6	2.6	4.2	1.2	273	99.70	0.30	4.80	
เฉลี่ย	0.344	31.0	43.0	23.2	15.0	3.5	2.9	3.0	1.4	40.3	0.4	40.8	1.0	3.0	3.9	1.3	258	99.03	0.97	2.77	



ภาพที่ 11 เครื่องต้นแบบแบบที่ 2 และลักษณะการวางเหง้ามันก่อนเข้าสู่การปลิดหัวมัน



ภาพที่ 12 เครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง

ภาพที่ 13 เครื่องลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก



ภาพที่ 14 การใช้งานเครื่องต้นแบบและผลจากการใช้งาน



ภาพที่ 15 หัวมันที่ตัดได้สมบูรณ์



ภาพที่ 16 เหง้ามันที่ตัดได้สมบูรณ์



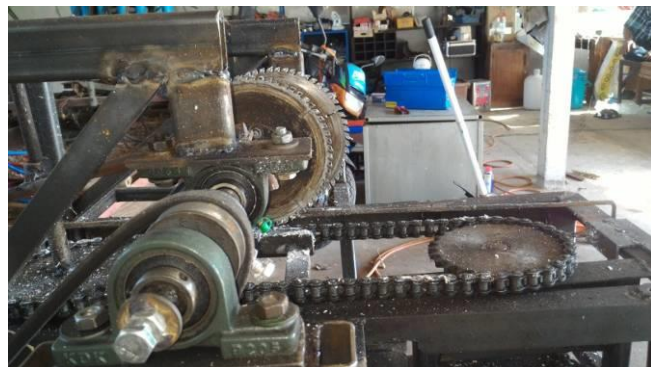
ภาพที่ 17 หัวมันที่สูญเสียติดไปกับเหง้า



ภาพที่ 18 เหง้ามันที่ปนกับหัวมัน

ผลการทดสอบต้นแบบที่ 2 พบว่ายังมีปัญหาและอุปสรรคและทำการแก้ไข (ภาพที่ 19) และทำการทดสอบเบื้องต้นหลังแก้ไข (ภาพที่ 20) ได้แก่

1. ย้ายจุดยึดตั้ลบลูกปืนเพลลาใบเลื่อยให้อยู่ด้านบนเพื่อไม่ให้ขวงการป้อนเหง้า จะทำให้ตัดได้ดีขึ้น
2. ขยายโครงเครื่องให้กว้างขึ้นอีกเพื่อให้ใบเลื่อยเคลื่อนออกได้มากขึ้นเมื่อต้องตัดมันที่เหง้าใหญ่มากๆ
3. ติดตั้งใบเลื่อยด้านท้ายอีกหนึ่งใบเพื่อตัดหัวมันที่ตั้งในแนวตั้ง โดยวางใบในแนวระดับ
4. ใบเลื่อยคู่หน้าจะติดตั้งให้ใบหนึ่งถอยมาด้านท้ายเครื่องเล็กน้อยเพื่อลดการกระชากเมื่อเกิดการตัดพร้อมๆกันและเป็นการลดภาระให้กับต้นกำลังด้วย



ภาพที่ 19 การแก้ไขเครื่องต้นแบบที่ 1



ภาพที่ 20 ผลการทดสอบเบื้องต้นหลังการแก้ไข

ผลการขยายขนาดของโครงเครื่องให้กว้างและยาวขึ้น (ภาพที่ 21) เพื่อให้รองรับการผลิตหัวจากเหง้ามันขนาดใหญ่ได้ รวมถึงได้เพิ่มใบเลื่อยทางด้านหลังเครื่องอีกหนึ่งใบ ในเบื้องต้นวางให้เพลาล้อยอยู่ด้านล่าง เพื่อให้ผลิตหัวมันที่ตัดไม่หมดจากใบเลื่อยคู่ข้างซ้าย ขวาที่ทางด้านหน้าของเครื่อง นอกจากนี้เครื่องต้นกำลังได้พัฒนามาใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า สามารถปรับรอบการทำงานของการขับใบเลื่อยตัด และยังได้เพิ่มชุดเกียร์ทดที่ต่อกับเพลารวมชุดขับจากต้นกำลัง เพื่อการขับชุดโซ่ป้อนเหง้ามันให้ป้อนได้ต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้มือหมุนแบบเดิม และเพิ่มชุดสปริงเพื่อควบคุมระยะห่างของชุดโซ่ป้อนแทนการควบคุมแบบเดิมที่ใช้มือหมุนแกนบังคับระยะ ทำให้เครื่องต้นแบบทำงานได้ต่อเนื่องดียิ่งขึ้น ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบต้นยังพบว่ายังมีเหง้ามันติดขัดอยู่ที่เพลาล้อยตัวท้ายเมื่อตัดเหง้าที่มีขนาดใหญ่ จึงย้ายเพลาล้อยหลังขึ้นมาอยู่ด้านบนเพื่อแก้ปัญหาคัดของเหง้า (ภาพที่ 22) แต่ยังพบว่าเมื่อผลิตเหง้าที่มีหัวขนาดใหญ่ยังเกิดการหยุดของใบเลื่อยตัดข้างด้านใดด้านหนึ่งได้ เนื่องจากเกิดการกระชากเหง้ามันเข้าไปอุดระหว่างช่องว่างของใบเลื่อยตัดข้างทั้งสองใบ และหัวมันที่ยาวมกักเข้าไปในเพลของใบเลื่อยคู่หน้า จึงแก้ปัญหาโดยการย้ายใบเลื่อยหลังมาอยู่ด้านหน้าก่อนการตัดด้วยใบเลื่อยคู่ด้านข้าง (ภาพที่ 23) แต่ยังมีอาการกระชากหัวมันเข้าไปตัดและใบเลื่อยตัดข้างหยุดหมุนทำให้ตัดข้างไม่สมบูรณ์ จึงกลับข้างใบเลื่อยด้านซ้ายพร้อมกับกลับทิศทางการหมุนให้หมุนตัดขึ้นให้ตรงกันข้ามกับใบเลื่อยด้านขวาที่หมุนตกลง (ภาพที่ 24) ทำให้ใบเลื่อยตัดได้ดีทั้งสามใบ



ภาพที่ 21 เครื่องต้นแบบที่ขยายโครงเครื่อง และใช้เครื่องยนต์ และการติดขัดของเหง้าที่ใบเลื่อยหลัง



ภาพที่ 22 การติดตั้งของเครื่องต้นแบบที่ย้ายใบเลื่อยหลังให้อยู่ด้านบน



ภาพที่ 23 เครื่องต้นแบบที่ย้ายใบเลื่อยหลังมาอยู่ด้านหน้า ใบเลื่อยตัดข้างหมุนทิศเดียวกัน



ภาพที่ 23 เครื่องต้นแบบที่ย้ายใบเลื่อยหลังมาด้านหน้า และกลับทิศการหมุนตัดใบเลื่อยด้านซ้าย

ทำการทดสอบกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน (ภาพที่ 24) และ (ภาพที่ 25) ภาพขณะทำการทดสอบ (ภาพที่ 26) และผลการทดสอบ ซึ่งเปรียบเทียบหัวมันดีที่เครื่องตัดได้ เหง้าหลังการตัด หัวมันสูญเสียติดเหง้า และเหง้าปนกับหัวมัน (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 24 มันสำปะหลังที่นำมาทดสอบ



ภาพที่ 25 มันสำปะหลังเตรียมทำการทดสอบ



ภาพที่ 26 ภาพการทดสอบเครื่องต้นแบบ



ภาพที่ 27 เปรียบเทียบการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ 28 ลักษณะหัวมันสุญเสียติดกับเหง้า และเหง้าปนกับหัวมัน



ภาพที่ 29 เหง้ามันที่ได้จากการปลิดหัวมันด้วยเครื่องต้นแบบ

ทำการทดสอบการปลิดด้วยแรงงาน (ภาพที่ 30) และผลการปลิดด้วยแรงงานคน (ภาพที่ 31 - 32)



ภาพที่ 30 ทดสอบการปลิดด้วยแรงงาน ภาพที่ 31 เปรียบเทียบผลการปลิดด้วยแรงงานคน



ภาพที่ 32 เหง้าที่ตัดด้วยมีด และเหง้าที่ปนกับหัวมันจากตัดด้วยมีด

ตารางที่ 6 ความเร็วเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังที่ใช้ทดสอบ

กรรมวิธี	ความเร็วเครื่องยนต์	ความเร็วของโซ่ป้อน		ความเร็วของใบเลื่อยตัดข้างด้านซ้าย			ความเร็วของใบเลื่อยตัดข้างด้านขวา			ความเร็วของใบเลื่อยตัดด้านหน้า		
	ความเร็วรอบเพลาขับ (รอบ/นาท)	ความเร็ว (ม./วินาที)	ความเร็ว (กม./ช.ม.)	ความเร็วรอบเพลา (รอบ/นาท)	เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อย (นิ้ว)	ความเร็ว (ม./วินาที)	ความเร็วรอบเพลา (รอบ/นาท)	เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อย (นิ้ว)	ความเร็ว (ม./วินาที)	ความเร็วรอบเพลา (รอบ/นาท)	เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อย (นิ้ว)	ความเร็ว (ม./วินาที)
T1ความเร็วต่ำ	1,807	0.07	0.27	1,405	7.0	13.07	1,409	7.0	13.11	1,407	7.0	13.09
T2ความเร็วปานกลาง	2,257	0.09	0.31	1,751	7.0	16.29	1,752	7.0	16.30	1,752	7.0	16.31
T3ความเร็วสูง	2,971	0.18	0.64	2,301	7.0	21.41	2,306	7.0	21.46	2,306	7.0	21.45

ตารางที่ 7 ข้อมูลมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน ที่ทดสอบด้วยเครื่องปลิดหัวมันต้นแบบ

กรรมวิธี	ขนาดเหง้ามัน					น.น. หัวมัน			น.น. เหง้า			น.น. หัวมันเฉลี่ยต่อไร่ (กก./ไร่)	
	กว้าง (ชม.)	ยาว (ชม.)	ลึก (ชม.)	จ.น. หัวมันต่อเหง้า (หัว/เหง้า)	น.น. หัวมันและเหง้า (กก./เหง้า)	น.น. หัวมันที่เครื่องตัดได้ (กก.)	น.น. หัวมันสูญเสียติดเหง้า (กก.)	น.น. หัวมันรวมดี (กก.)	น.น. เหง้าที่ปนกับหัวมัน (กก.)	น.น. เหง้าที่เครื่องตัดได้ (กก.)	น.น. เหง้ารวม (กก.)		
T1ความเร็วต่ำ	57.7	47.9	19.1	7.6	3.7	41.37	0.47	41.84	0.36	5.90	6.26	3.27	4,000
T2ความเร็วปานกลาง	63.1	47.9	18.4	7.7	3.3	42.63	0.62	43.25	0.41	5.37	5.78	2.93	4,000
T3ความเร็วสูง	62.7	49.2	17.5	8.5	3.5	43.83	0.79	44.62	0.22	6.13	6.35	3.10	4,000

ตารางที่ 8 ความสามารถและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลัง

กรรมวิธี	ความสามารถเครื่องผลิตหัวมันต้นแบบ					การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง					
	ความสามารถการทำงาน (กก./ชม.)	ความสามารถการทำงาน (ไร่/วัน)	% การตัดหัวมันที่เครื่องตัดได้ (ชม.)	% การสูญเสียหัวมันติดเหง้า	% เหง้าปนกับหัวมัน	ปริมาณต่อเวลาทำงาน (ลิตร/ชม.)	ปริมาณต่อผลผลิต (ลิตร/กก.)	ราคาน้ำมัน (บาท/ลิตร)	ค่าใช้จ่ายต่อเวลา (บาท/ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่ายต่อผลผลิต (บาท/กก.)	ค่าเชื้อเพลิงต่อไร่ (บาท/ไร่)
T1ความเร็วต่ำ	678	1.36	98.87	1.13	0.99	1.59	0.0027	25	39.80	0.066	265
T2ความเร็วปานกลาง	829	1.66	98.56	1.44	1.00	2.08	0.0025	25	51.95	0.063	251
T3ความเร็วสูง	922	1.84	98.22	1.78	0.49	2.60	0.0028	25	65.07	0.071	282

ตารางที่ 9 ข้อมูลของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน ทดสอบด้วยแรงงานคน

ซ้ำที่	ขนาดเหง้ามัน								น.น. หัวมัน			น.น. เหง้า			น.น. หัวมันเฉลี่ยต่อไร่ (กก./เหง้า)	
	กว้าง (ชม.)	ยาว (ชม.)	ลึก (ชม.)	ความยาวรวมของเหง้า (ชม.)	ความยาวเหง้าที่เข้าเครื่องตัดได้ (ชม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางโคนเหง้า (ชม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางปลายเหง้า (ชม.)	จ.น. หัวมันต่อเหง้า (หัว/เหง้า)	น.น. หัวมันและเหง้า (กก./เหง้า)	น.น. หัวมันที่มันดีที่ตัดได้ (กก.)	น.น. หัวมันสูญเสียติดเหง้า (กก.)	น.น. หัวมันรวมดี (กก.)	น.น. เหง้าที่ปนกับหัวมัน (กก.)	น.น. เหง้าที่เครื่องตัดได้ (กก.)		น.น. เหง้ารวม (กก.)
1	58.5	47.9	19.6	28.4	20.9	6.1	4.8	11.3	5.0	55.4	0.0	55.4	0.30	8.0	8.3	4.5
2	57.5	49.1	19.5	26.9	20.2	6.2	4.8	11.3	5.6	63.2	0.0	63.2	0.82	8.8	9.6	5.0
3	63.3	48.2	18.7	30.5	21.1	6.4	5.0	10.5	4.9	57.7	0.0	57.7	0.61	7.0	7.6	4.3
เฉลี่ย	59.7	48.4	19.3	28.6	20.7	6.2	4.9	11.0	5.2	58.8	0.0	58.8	0.58	7.9	8.5	4.6

ตารางที่ 10 ความสามารถการผลิตหัวมันด้วยแรงงานคนสับด้วยมีด

ซ้ำที่	น.น. หัวมัน เฉลี่ย (กก./เหง้า)	ความสามารถในการตัดด้วยแรงงานคน				หมายเหตุ
		ความ สามารถ การทำงาน (กก./ช.ม.)	% การตัด หัวมันที่ได้	% การสูญเสีย หัวมัน ติดเหง้า	% เหง้าปน กับหัวมัน	
1	4.5	1,164	100	0.0	0.55	พันธุ์ระยอง 9
2	5.0	1,094	100	0.0	1.30	อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน
3	4.3	1,164	100	0.0	1.06	
เฉลี่ย	4.6	1,140	100	0.0	0.97	

จากผลการทดสอบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าพบว่า การตัดโดยแรงงานคนมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1,140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และหากคิดที่ร้อยละ 75 ของการทำงานต่อเนื้อที่มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 855 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งการใช้เครื่องปลิดต้นแบบมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 809 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือประมาณ ร้อยละ 94.6 ของแรงงานคน ส่วนการตัดหัวมันมีเปอร์เซ็นต์การตัดเฉลี่ย 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 ซึ่งเครื่องไม่สั่นเดือนได้เรียบ และความสามารถ 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีการสูญเสียหัวมัน และมีเหง้ามันปนกับหัวมันค่อนข้างน้อย จึงเห็นได้ว่าการใช้เครื่องปลิดหัวมันต้นแบบสามารถทดแทนแรงงานได้ และคุณภาพผลผลิตที่ได้ใกล้เคียงกัน และมีความเห็นว่าการทำต้นแบบอีกแบบหนึ่งที่ใช้การกดหัวมันให้ถูกตัดด้วยใบเลื่อยหมุนแบบทรงกระบอกสามารถทดแทนได้ด้วยต้นแบบที่ทดสอบนี้แล้ว จึงไม่มีความจำเป็นต้องสร้างต้นแบบเพิ่มเติมในขณะนี้

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ : เครื่องต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าที่พัฒนาขึ้น ใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า ขับโซ่ป้อนเหง้าสองชุด มีใบเลื่อยวงเดือนสำหรับตัดหัวมันด้านข้าง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 100 ฟันและใบเลื่อยขนาดเดียวกันตัดด้านหน้า เมื่อใช้ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยตัดทั้งสามใบที่ 16.30 เมตรต่อวินาที มีความสามารถตัดหัวมันได้ 829 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ มีการสูญเสียหัวมันร้อยละ 1.44 และมีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ

1.00 ซึ่งค่อนข้างน้อย จึงเห็นได้ว่าการใช้เครื่องผลิตหัวมันต้นแบบสามารถทดแทนแรงงานได้ และคุณภาพผลผลิตที่ได้ใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคน แต่การทดลองนี้ใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว หากมีการทดลองใช้ใบเลื่อยที่มีขนาดต่างกันน่าจะมีผลต่อการใช้งานที่หลากหลายได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : ได้นำผลงานวิจัยที่สิ้นสุดเผยแพร่ต่อเกษตรกรเพื่อพัฒนาต่อยอดให้มีการใช้งานในแปลงจริงซึ่งน่าจะสามารถพัฒนาผลิตเครื่องต้นแบบจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :

12. เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย. <http://www.cassava.org>

จารุวัฒน์ มงคลธนรรต, สาทิส เวณจันทร์, คณิตศักดิ์ เจียรนัยกุล และสุทิน จุฑะสุวรรณ. 2535. วิจัย วิเคราะห์การใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2535 ทะเบียนวิจัยเลขที่ 35 08 006 008, กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

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

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2544. ข่าววิจัยพัฒนา. เดลินิวส์ จันทร์ที่ 29 ตุลาคม 2544 หน้า 27. เขตพงษ์ เขียวชาวนาพัฒนาและเสรี วงพิเชษฐ์. 2549 .การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยขนย้ายมัน

สำปะหลังขึ้นรถบรรทุก . สัมมนาวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและหลังการผลิตแห่งชาติ

ครั้งที่ 4 วันที่ 8-9 มิถุนายน 2549 จังหวัดเชียงใหม่.

دنุวัศ ทางดี และเสรี วงศ์พิเชษฐ์ .2555. การออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ตัดและลำเลียงหัวมันสำปะหลัง

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่13 4-5 เมษายน 2555

จังหวัดเชียงใหม่.

พร้อมพันธุ์ เสรีวิชัยสวัสดิ์. 2549. อิทธิพลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการตัดต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของ

หัวมันสำปะหลัง. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย<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 สมัญญากรณ์ . 2545. เครื่องขม้นสำปะหลังเพื่อบรรทุกขึ้นรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 99 หน้า.

ศักดิ์ดา อีทรวิชัย และธัญญา เกียรติวัฒน์. 2542. เครื่องขุดหัวม้นสำปะหลังสันสะเทือน K.72, น.88-94. ในเอกสารรายงานประจำปี 2542. สมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย. 138น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2549/50.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพงษ์ เจริญรัต, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตั้งสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ้มศิลา และอุดม เลี้ยววัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น.135-139. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. 159 น.

เสรี วงษ์พิเชษฐ์. 2549. การใช้เครื่องเก็บขุดมันสำปะหลังและการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง. สัมภาษณ์

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และคณะ. 2552. การพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู. รายงานผลการวิจัยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และคณะ. 2553. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. 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 Agriculture, 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.