



การวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลัง Research and Development for Increasing the Capacity of the Cassava Tubers Cutting Machine

เกียรติสุดา สุวรรณปา* และ เสรี วงศ์พิเชษฐ
Kiatsuda Suvanapa* and Seree Wongpichet

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002
Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, THAILAND
*Corresponding Author E-mail: Kiatsuda2557@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Received 15 October 2019 Accepted 17 December 2019 Online 29 December 2019 DOI: 10.14456/rj-rmutt.2019.10</p>	<p>In chopping the rhizome of cassava to separate the tubers from the stems is one step that important for cassava harvesting. Currently, it still requires human labor. Therefore, research and development of the cassava tubers cutting machine to replace human labor still has a low working rate when compared to human labor. Therefore, this study has conducted research and development to increase the rate of working of cassava rhizome. By Kiatsuda Suvanapa and Seree Wongpichet, (2015) developed to have 2 feed boxes (2 feeders) and analyze with the flow chart of the various activities in the operation of the machine, it was found that the average operating rate is 68 trees/hour/person (147 kg/hr/person). After that, the above results can be used to design and build a new machine with 6 feeders (used by 2 people) and from the testing of the machine with cassava Kasetart 50 varieties to compare with human labor. Found that the developed machine has an average operating rate of 353 plants/hour/person (1,124 kg/hr/person), which is 3 times faster than human labor and has lost cassava meat due to not all chopping average 0.78 %.</p>
<p><i>Keywords:</i> cassava tubers cutting machine, tubers cutting rate, cassava variety KU 50</p>	

บทคัดย่อ

การสับเห้งน้ำมันสำปะหลังเพื่อแยกหัวมันออกจากลำต้นเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของงานเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังซึ่งปัจจุบันยังต้องใช้วิธีการสับเห้งด้วยแรงงานคน จากการตรวจเอกสารพบว่า มีความพยายามวิจัยและพัฒนาเครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลังขึ้นมาหลายแบบเพื่อทดแทนแรงงานคน แต่ยังมีอัตราการทำงานค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสับเห้งด้วยแรงงานคน ในการศึกษาวิจัยมุ่งวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลังโดยเลือกพัฒนาเครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลัง แบบ 2 ช่องป้อน (คนป้อน 2 คน) ซึ่ง เกียรติสุตา สุวรรณปา และเสรี วงศ์พิเชษฐ ได้พัฒนาขึ้นมา และมีอัตราการทำงานโดยเฉลี่ย 68 ต้น/ชม./คน (147 กก./ชม./คน) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล (Flow Chart) ของกิจกรรมต่างๆ ในการทำงานของเครื่อง แล้วนำข้อค้นพบจากการวิเคราะห์ดังกล่าวไปออกแบบและสร้างเครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลังขึ้นใหม่ เป็นเครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลังแบบ 6 ช่องป้อน (ใช้ 2 คนป้อน) แล้วทดสอบการทำงานของเครื่องเปรียบเทียบกับวิธีการสับเห้งด้วยแรงงานคน ซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีอัตราการทำงานโดยเฉลี่ย 522 ต้น/ชม./คน (1,152 กก./ชม./คน) ซึ่งเป็นอัตราการทำงานที่สูงกว่าวิธีการสับเห้งด้วยแรงงานคน 3 เท่า และมีการสูญเสียเนื้อมันสำปะหลังเนื่องจากสับไม่หมดโดยเฉลี่ย 0.78 %

คำสำคัญ: เครื่องสับเห้งน้ำมันสำปะหลัง อัตราการสับเห้งน้ำมันสำปะหลัง มันสำปะหลังพันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก เนื่องจากถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ จำนวนมาก ได้แก่ อุตสาหกรรมมันเส้นและมันอัดเม็ด ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมแป้งมัน แป้งมันแปรรูป เป็นวัตถุดิบประกอบสำหรับการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมพลังงานทางเลือก เช่น เอทานอลและแอลกอฮอล์ เป็นต้น ในปีเพาะปลูก 2561/62 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง 8.4 ล้านไร่ ผลผลิต 29.97 ล้านตัน (หัวมันสำปะหลังสด) และส่งออกมันเส้นและมันสำปะหลังอัดเม็ดไปยังประเทศจีน ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ เป็นต้น ผลผลิตรวม 2.17 ล้านตัน (1)

ในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของเกษตรกรประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลักๆ ได้แก่ กิจกรรมที่ 1: การขุดหรือถอน, กิจกรรมที่ 2: การสับเห้ง และกิจกรรมที่ 3: การรวมกองและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก เพื่อนำไปจำหน่ายแก่พ่อค้าคนกลางหรือโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า กิจกรรมที่ 1 และ 3 มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรขึ้นมาใช้งานแล้ว (2-11) แต่กิจกรรมที่ 2 ยังเป็นการวิจัยในระดับเริ่มพัฒนาหลักการทำงานของเครื่อง (12-17) และพบว่า รูปแบบการทำงานของเครื่องสับเห้งส่วนใหญ่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติที่ต้องใช้แรงงานคนในการป้อนเห้งน้ำมันสำปะหลังลงในชุดป้อน และมีอัตราการทำงานที่ต่ำเมื่อเทียบกับการทำงานด้วยแรงงานคน เช่น อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ทำการศึกษาและพัฒนาการใช้ใบเลื่อยชักด้วยระบบนิวเมติกส์ในการสับแยกหัวมันสำปะหลังพบว่า มีอัตราการทำงานใกล้เคียงกับการทำงานของคน สามารถลดความเหนื่อยยากของแรงงาน แต่การนำระบบนิวเมติกส์มาใช้ในพื้นที่แปลงมันสำปะหลังนอกจากมีข้อจำกัดของระบบแล้วยัง

มีค่าใช้จ่ายในการทำงานที่สูงทำให้เป็นไปได้ยากที่เกษตรกรจะยอมรับนำไปใช้งานในพื้นที่แปลง (12)

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ และคณะ ทำการศึกษาการผลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยชุดกดหัวมันสำปะหลังที่เคลื่อนที่ลงมาสู่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางของชุดป้อนแบบใช้แทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบชนิดหัวกดแบบเรียบและแบบขั้นบันได พบว่า ชุดหัวกดแบบขั้นบันไดสามารถทำงานได้ดีกว่าชุดหัวกดแบบเรียบ ซึ่งมีอัตราการทำงานโดยเฉลี่ยในช่วง 313-376 กก./ชม. และใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5.2-6.1 ลิตร/ชม. การผลิตหัวมันสำปะหลังได้ 94.50-97.90 % (13)

พยุงค์ศักดิ์ จุลยุเสนา และคณะ ทำการศึกษาพัฒนาให้ชุดผลิตหัวมันสำปะหลังแบบใบมีดคว้านรูปแบบฟันเลื่อยไปติดตั้งทำงานร่วมกับผานชุดเป็นรูปกรวยกลม โดยต่อแขนพวงแบบสามจุดทางด้านขวาของแทรกเตอร์ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของเนื้อมันสำปะหลังโดยเฉลี่ย 3.8 % และประสิทธิภาพการทำงานรวมค่อนข้างต่ำ เนื่องจากระบบการทำงานในการชุด ลำเลียงและการสับเหง้าที่ยังไม่สอดคล้อง (14)

วุฒิพล จันทรสระคู และคณะ ทำการศึกษาการใช้ใบเลื่อยวงเดือนในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าที่ติดตั้งใบเลื่อยเหนือชุดโซ่ป้อนในแนวระดับและวางในแนวตั้ง โดยสามารถปรับระยะห่างระหว่างใบเลื่อยได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า สามารถผลิตหัวมันได้ 829 กก./ชม. การสูญเสียเนื่องจากสับไม่หมดโดยเฉลี่ย 1.44 % มีปริมาณเหง้ามันที่ติดไปกับหัวมันสำปะหลังหลังสับโดยเฉลี่ย 1.00 % (15)

เกียรติสุดา สุวรรณปา และเสรี วงศ์พิเชษฐ ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลังแบบ 2 ช่องป้อน โดยใช้คนในการป้อน 2 คน พบว่า มีความเป็นไปได้ในการนำหลักการทำงานดังกล่าวมาใช้แทนการสับเหง้าด้วยแรงงานคน ในการสับเหง้าในพื้นที่แปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม เครื่องสับเหง้า

ดังกล่าวยังมีอัตราการทำงานต่ำกว่าวิธีการสับด้วยคน เนื่องจากเวลาส่วนใหญ่ (42 %) ถูกใช้ไปกับกิจกรรมการป้อนและการรอเพื่อเลื่อนชุดป้อนไปยังตำแหน่งสับซึ่งดำเนินการด้วยคน (16-17)

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมุ่งวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลัง โดยเลือกพัฒนาเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลังแบบ 2 ช่องป้อน ซึ่งในการศึกษานี้ เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่อง

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย เพื่อเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลัง โดยเลือกพัฒนาเครื่องสับเหง้า แบบ 2 ช่องป้อน (คนป้อน 2 คน) ซึ่งเกียรติสุดา สุวรรณปา และ เสรี วงศ์พิเชษฐ ได้พัฒนาขึ้นมา (17) มีขั้นตอนการศึกษา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์กิจกรรมต่างๆ ในการทำงานของเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลังแบบ 2 ช่องป้อน

กิจกรรมต่าง ๆ ในการทำงานของเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลัง นับตั้งแต่เริ่มป้อนต้นมันสำปะหลังเข้าสู่เครื่อง และได้ผลผลิตเป็นหัวมันสำปะหลังออกจากเครื่อง จะมีลำดับของกิจกรรมเป็นวัฏจักรการทำงาน ซึ่งสามารถจำลองอยู่ในรูปแบบของแผนผังการไหล (Flow Chart) ของกิจกรรม และมีลักษณะการทำซ้ำ ๆ ในแต่ละวัฏจักร

ดังนั้น ในขั้นตอนนี้ จึงใช้วิธีจัดกิจกรรมการทำงานของเครื่องสับเหง้า เป็นกลุ่มกิจกรรมตามกิจกรรมหลักที่จำเป็นต่อการสับเหง้าให้สำเร็จ

จากนั้น จึงวิเคราะห์กิจกรรมทีละกิจกรรม เพื่อประเมินผลว่ายังจำเป็นต้องคงอยู่หรือไม่ และหากมีความจำเป็นต้องมีกิจกรรมนั้น จะมีวิธีการใดในการลดเวลาการทำงานของกิจกรรมนั้น

เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ จะได้ผลการศึกษาเป็นแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มอัตราการทำงานโดยรวมของเครื่องสับแห้งฯ

2. ออกแบบและสร้างเครื่องสับแห้งน้ำมันสำหรับหลังขึ้นใหม่ตามผลการศึกษาในข้อ 1

จากแนวทางในการปรับปรุงเครื่องสับแห้งฯ ตามผลการศึกษาในข้อ 1 จะนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องสับแห้งน้ำมันสำหรับหลังขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องสับแห้งน้ำมันสำหรับหลังว่ามีอัตราการทำงานเพิ่มขึ้นจริงหรือไม่

3. ทดสอบการทำงานของเครื่องสับแห้งน้ำมันสำหรับหลังที่พัฒนาขึ้นใหม่ เปรียบเทียบกับวิธีการสับแห้งฯ ด้วยแรงงานคนซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป

ในการทดสอบการทำงานของเครื่องสับแห้งฯ ว่า มีอัตราการทำงานเพิ่มขึ้นจริงหรือไม่ ใช้วิธีการทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีการสับแห้งฯ ด้วยแรงงานคนซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป

ในการทดสอบเปรียบเทียบฯ ใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นตัวอย่างในการทดสอบ โดยสุ่มมันสำปะหลังที่มีอายุพร้อมเก็บเกี่ยวในพื้นที่ที่ศึกษา (อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์) จากแปลงเกษตรกร โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างเป็นระบบ (Systematic Sampling) ด้วยการกำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างเป็น 3 บล็อก หรือ 3 ซ้ำ แต่ละบล็อกเป็นพื้นที่ย่อยๆ กระจายอยู่ในแปลง มีขนาดกว้าง 5 แถว x ยาว 15 เมตร และมีจำนวนมันสำปะหลังไม่ต่ำกว่า 100 ต้นต่อบล็อก โดยแต่ละบล็อกจะแบ่งมันสำปะหลัง 4 แถว สำหรับทดสอบการสับแห้งด้วยเครื่องสับแห้งฯ และอีก 1 แถว ไว้สำหรับทดสอบการสับแห้งด้วยแรงงานคน

แผนการทดสอบเปรียบเทียบฯ ใช้แผนการทดสอบแบบ Complete Randomize Design (CRD)

ค่าชี้ผลการศึกษาประกอบด้วย:

1) อัตราการทำงาน 2 รูปแบบ

$$\text{อัตราการงานเชิงปริมาณ (ตัน/ชม./คน)} = \frac{\text{จำนวนตันที่ใช้ในการสับ (ตัน)}}{\text{เวลาทำงาน (ชม.)} \times \text{จำนวนคน (คน)}} \dots(1)$$

$$\text{และ อัตราการทำงานเชิงน้ำหนัก (กก./ชม./คน)} = \frac{\text{ปริมาณหัวมันฯ ที่สับได้ (กก.)}}{\text{เวลาทำงาน (ชม.)} \times \text{จำนวนคน (คน)}} \dots(2)$$

2) ปริมาณความสูญเสียหัวมันสำปะหลัง (%)

$$= \frac{\text{น้ำหนักหัวมันฯ ที่ติดไปกับต้น (กก.)}}{\text{น้ำหนักหัวมันฯ ทั้งหมด (กก.)}} \dots(4)$$

ภายหลังการทดสอบ จะเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวอย่งในการทดสอบ โดยวัดขนาดของแห้งมันสำปะหลัง, วัดน้ำหนักหัวมันสำปะหลังต่อต้น, นับจำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้น และวัดครีมีการแผ่ของหัวมันฯ รอบๆ ลำต้น

การวิเคราะห์ผลการทดสอบเปรียบเทียบ ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

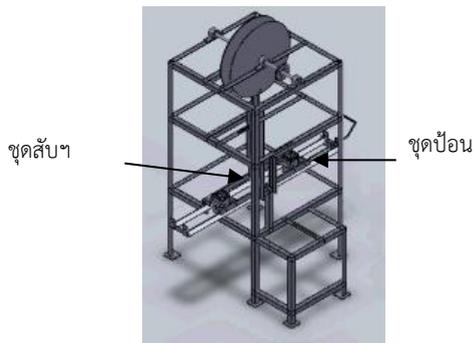
1. ผลการวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆ ในการทำงานของเครื่องสับแห้งน้ำมันสำหรับหลังแบบ 2 ช่องบ่อน



รูปที่ 1 แผนผังการไหล (Flow Chart) แสดงกิจกรรมหลัก ในงานสับแห้งมันสำปะหลังด้วยแรงงานคน

งานสับเห้้ามันสำปะหลังด้วยแรงงานคน ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรม (รูปที่ 1) ซึ่งแรงงานคนจะทำกิจกรรมเหล่านี้ตามลำดับและซ้ำ ๆ เป็นวัฏจักรการทำงาน

จากมุมมองดังกล่าวข้างต้น เมื่อนำมาพิจารณาเครื่องสับเห้้า แบบ 2 ช่องป้อน (รูปที่ 2) พบว่ากลไกหลักของเครื่องสับเห้้า ประกอบด้วยกลไก 2 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 2 ภาพสเก็ทของเครื่องสับเห้้า แบบ 2 ช่องป้อน ซึ่ง เกียรติสุตา สุวรรณปา และ เสรี วงศ์พิเชษฐ (2558) ได้พัฒนาขึ้นมา (17)

- ชุดป้อน: สำหรับทำหน้าที่ในกิจกรรมที่ 1 และ 3
- ชุดสับ: สำหรับทำหน้าที่ในกิจกรรมที่ 2 และเมื่อนำกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานของเครื่องสับเห้้า มาจัดเป็นกลุ่มกิจกรรม (ตารางที่ 1) จะช่วยให้สามารถสรุปประเด็นปัญหาหรือสาเหตุที่ทำให้เครื่องสับเห้้า มีอัตราการการทำงานที่ค่อนข้างต่ำ และได้แนวทางสำหรับปรับปรุงการทำงานของเครื่องสับเห้้า เพื่อเพิ่มอัตราการการทำงานให้สูงขึ้น (ตารางที่ 2)

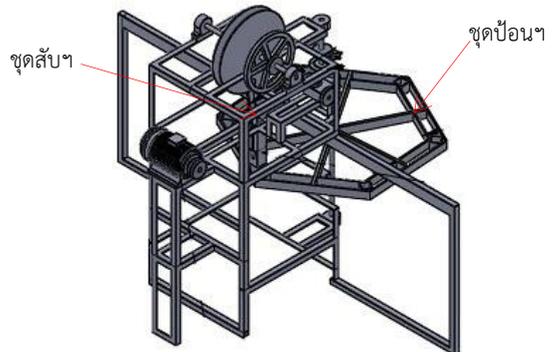
จากตารางที่ 1-2 พบว่า กิจกรรมที่ 2.1 และ 2.3 เป็นงานซ้ำซ้อน เนื่องจากรูปแบบการทำงานของเครื่องสับเห้้า ออกแบบให้ใช้มีเคลื่อนที่แบบ 'ไป-กลับ' ดังนั้น ควรออกแบบใหม่ให้มีเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวแบบต่อเนื่องจึงเลือกปรับปรุงเป็นแบบสายพานวงกลม

ส่วนกิจกรรมที่ 1.2 เป็นเวลาสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการจัดสมดุลความเร็วของกลไกที่เกี่ยวข้องคือ ความเร็วสายพานวงกลมและความเร็วของใบมีดสับเห้้า ทั้งนี้ในการออกแบบความเร็วของสายพานวงกลมยังต้องคำนึงถึงเวลาที่ต้องใช้ในการป้อนต้นมันสำปะหลังลงในชุดป้อนด้วย

สำหรับกิจกรรมที่ 1.1 และ 3 อาจลดเวลาทำงานลงได้บ้าง โดยการปรับปรุงชุดป้อนให้สามารถป้อนต้นมันสำปะหลังต้นใหม่ได้ง่ายขึ้นและดึงต้นมันสำปะหลังภายหลังการสับออกจากชุดป้อนได้เร็วขึ้น

2. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องสับเห้้ามันสำปะหลังต้นใหม่ ตามผลการศึกษาในข้อ 1

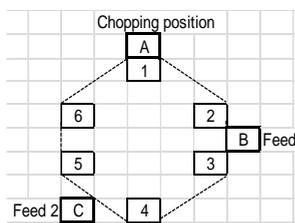
จากผลการศึกษาในข้อ 1 ได้ทำการปรับปรุงโดยการออกแบบใหม่และสร้างเป็นเครื่องสับเห้้า แบบ 6 ช่องป้อน โดยใช้คนป้อน 2 คนเช่นเดิม (รูปที่ 3) ช่องป้อนทั้ง 6 ชุด ถูกติดตั้งบนโครงเหล็กรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าซึ่งเทียบเท่าสายพานวงกลม



รูปที่ 3 ภาพสเก็ทของเครื่องสับเห้้า แบบ 6 ช่องป้อน

คนที่ทำหน้าที่ป้อนต้นมันสำปะหลังลงในช่องป้อนทั้ง 2 คน จะมีตำแหน่งทำงานดังแสดงในรูปที่ 4 โดยคนแรกจะป้อนต้นมันสำปะหลังลงในช่องป้อนโดยหายใจหัวมันขึ้นบน ส่วนลำต้นชี้ลงด้านล่างและจะทำการป้อนแบบช่องเว้นช่อง และคนที่สองจะป้อนต้นมันสำปะหลังลงในช่องป้อนที่คนแรกเว้นไว้ ดังนั้น เมื่อช่องป้อน

เคลื่อนที่ผ่านคนที่สองจะมีต้นมันสำปะหลังเต็มทุกช่อง ป้อน ก่อนที่จะเคลื่อนที่เข้าไปยังตำแหน่งทำงานของชุด สับเหง้า ที่ตำแหน่งทำงานของชุดสับฯ ชุดป้อนที่มีต้น มันสำปะหลังบรรจุอยู่ภายใน จะหยุดเป็นเวลาสั้นๆ เพื่อให้ใบมีดทรงกระบอกของชุดสับฯ เคลื่อนที่ลงมาสับ แยกหัวมันออกจากเหง้าฯ กลไกที่ใช้สำหรับควบคุมให้ สายพานชุดป้อนให้หมุนและหยุด เป็นชุดเฟือง Geneva (รูปที่ 5)

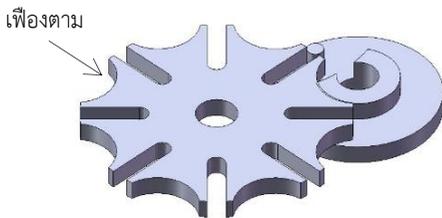


(ก)



(ข)

รูปที่ 4 ผัง Top View แสดงตำแหน่งทำงานของคนป้อน ทั้ง 2 คน (ก) และภาพร่างชุดป้อนแบบ 6 ช่อง ป้อน (ข)



รูปที่ 5 ชุดเฟือง Geneva ที่ใช้สำหรับควบคุมการ เคลื่อนที่ของชุดป้อน

3. ผลทดสอบการทำงานของเครื่องสับเหง้ามันสำปะหลัง ที่พัฒนาขึ้นใหม่ เปรียบเทียบกับวิธีการสับเหง้าฯ ด้วย แรงงานคนซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป

มันสำปะหลังที่ใช้ในการทดสอบ (รูปที่ 6) เป็น มันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมปลูกโดยทั่วไป ในพื้นที่ดิน ร่วนปนทรายของ จ.กาฬสินธุ์ ตัวอย่างมันสำปะหลังที่สุ่ม นำมาทดสอบเป็นมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 มี

อายุพร้อมเก็บเกี่ยว และมีลักษณะทางกายภาพ ดัง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 6 มันสำปะหลังที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลังที่ใช้ใน การทดสอบ*

ลักษณะทางกายภาพ	avg.	sd.
ขนาดเหง้ามันสำปะหลังโดยเฉลี่ย, ซม.	2.31	0.82
รัศมีการแผ่ของหัวมันสำปะหลังสูงสุด, ซม.	38.23	12.05
จำนวนหัวมันสำปะหลังโดยเฉลี่ย, หัว/ต้น	11.89	4.39
น้ำหนักหัวมันสำปะหลังโดยเฉลี่ย, กก./ต้น	2.10	0.77

หมายเหตุ: * เป็นมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 อายุ 8 เดือน ซึ่งปลูกในพื้นที่ดินร่วนปนทราย จ.กาฬสินธุ์ ปลูกด้วยระยะห่าง ระหว่างแถว X ระหว่างต้น = 90 X 65 ซม.

ภายหลังการทดสอบสับเหง้ามันสำปะหลังด้วย เครื่องสับเหง้าฯ ที่พัฒนาขึ้นใหม่ (รูปที่ 7) และการสับ เหง้าฯ ด้วยแรงงานคน (รูปที่ 8) ได้ผลการทดสอบ ดัง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งสภาพของหัวมัน สำปะหลังและต้นมันสำปะหลังภายหลังการสับเหง้าฯ ด้วยเครื่องสับเหง้าฯ และด้วยแรงงานคน แสดงในรูปที่ 9-10 และ 11-12 ตามลำดับ



รูปที่ 7 การทดสอบสับเหง้า ด้วยเครื่องสับเหง้า



รูปที่ 9 หัวมันสำปะหลัง ภายหลังจากการสับเหง้า ด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 8 การสับเหง้า ด้วยแรงงานคน



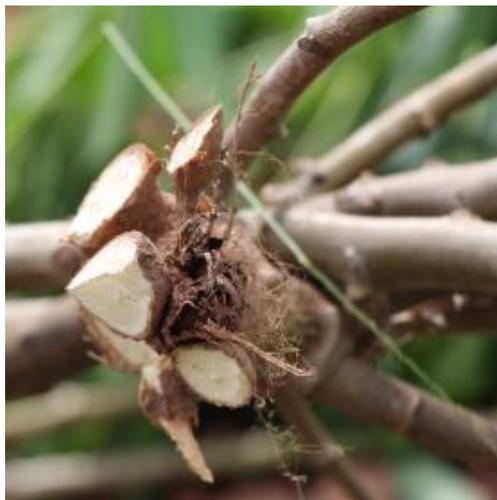
รูปที่ 10 ต้นมันสำปะหลัง ภายหลังจากการสับเหง้า ด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 4 รายละเอียดผลทดสอบสับเหง้า ด้วยเครื่องสับเหง้าที่พัฒนาขึ้นใหม่ เปรียบเทียบกับวิธีการสับเหง้าด้วยแรงงานคนซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป

รายการ	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3
การสับเหง้า ด้วยเครื่องสับเหง้า			
อัตราการทำงาน (ตัน/ชม./คน)	519.70	530.78	515.90
อัตราการทำงาน (กก./ชม./คน)	1,127.76	1,188.94	1,140.15
ความสูญเสียเนื้อมันสำปะหลัง (%)	0.81	0.75	0.77
การสับเหง้า ด้วยแรงงานคน			
อัตราการทำงาน (ตัน/ชม./คน)	175.24	181.42	177.55
อัตราการทำงาน (กก./ชม./คน)	392.54	397.31	395.94
ความสูญเสียเนื้อมันสำปะหลัง (%)	0.31	0.27	0.30



รูปที่ 11 หัวมันสำปะหลัง ภายหลังจากการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน



รูปที่ 12 ต้นมันสำปะหลัง ภายหลังจากการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน

ผลการทดสอบจากตารางที่ 4 เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงานเชิงปริมาณ (ตัน/ชม./คน), อัตราการงานเชิงน้ำหนัก (กก./ชม./คน) และปริมาณความสูญเสียหัวมันสำปะหลัง (%) ผลการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-7 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์อัตราการงาน (ตารางที่ 5-6) ชี้ให้เห็นว่า เครื่องสับเหง้า มีอัตราการงานทั้งเชิงปริมาณและเชิงน้ำหนัก สูงกว่าอัตราการงานของการสับเหง้าด้วยแรงงานคน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < 0.01$) โดยมีอัตราการงานสูงกว่า 2.92-2.93 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า การปรับปรุงเครื่องสับเหง้า ตามแนวทางการปรับปรุงดังกล่าวมาแล้วข้างต้น (ผลการศึกษาข้อ 1) สามารถเพิ่มอัตราการงานของเครื่องสับเหง้า ได้ตามความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ และผลการวิเคราะห์ปริมาณความสูญเสียหัวมันสำปะหลัง (ตารางที่ 7) พบว่า การสับเหง้าด้วยเครื่องสับเหง้า จะสูญเสียหัวมันสำปะหลังสูงกว่าวิธีการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน ($P\text{-value} < 0.01$) โดยมีความสูญเสีย

หัวมันสำปะหลังเฉลี่ย 0.78 % ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าวิธีการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน 2.65 เท่า

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการงานเชิงปริมาณ (ตัน/ชม./คน) ของเครื่องสับเหง้า ที่พัฒนาขึ้นใหม่กับวิธีการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน

SOV	SS	df	MS	F	P-value	sig.
Factors	177,562.5	1	177,562.5	5,108.2	0.000	**
Error	139.0	4	34.8			
Total	177,701.5	5				

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการงานเชิงน้ำหนัก (กก./ชม./คน) ของเครื่องสับเหง้า ที่พัฒนาขึ้นใหม่กับวิธีการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน

SOV	SS	df	MS	F	P-value	sig.
Factors	859,618.9	1	859,618.9	1,634.0	0.000	**
Error	2,104.4	4	526.1			
Total	861,723.3	5				

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความสูญเสียหัวมันสำปะหลัง (%) ของเครื่องสับเหง้า ที่พัฒนาขึ้นใหม่กับวิธีการสับเหง้า ด้วยแรงงานคน

SOV	SS	df	MS	F	P-value	sig.
Factors	0.35	1	0.35	512.80	0.000	**
Error	0.00	4	0.00			
Total	0.35	5				

ความสามารถในการสับเหง้า ด้วยเครื่องสับเหง้าที่พัฒนาขึ้นใหม่และการสับเหง้า ด้วยแรงงานคนซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปผลการทำงานของเครื่องสับเหง้าฯ ที่พัฒนาขึ้นใหม่เปรียบเทียบกับวิธีการสับเหง้าฯ ด้วยแรงงานคน

รายการ	avg.	sd.
การสับเหง้าฯ ด้วยเครื่องสับเหง้าฯ		
อัตราการทำงาน (ต้น/ชม./คน)	522.13	7.73
อัตราการทำงาน (กก./ชม./คน)	1,152.28	32.34
ความสูญเสียเน้มน้ำมันสำปะหลัง (%)	0.78	0.03
การสับเหง้าฯ ด้วยแรงงานคน		
อัตราการทำงาน (ต้น/ชม./คน)	178.07	3.12
อัตราการทำงาน (กก./ชม./คน)	395.26	2.46
ความสูญเสียเน้มน้ำมันสำปะหลัง (%)	0.29	0.02

สรุปผล

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมในการทำงานของเครื่องสับเหง้ามน้ำมันสำปะหลังแบบ 2 ช่องป้อน เพื่อเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องสับเหง้าฯ พบว่า รูปแบบการเคลื่อนที่ของชุดป้อนเดิมเป็นแบบเคลื่อนที่ ‘ไป-กลับ’ ทำให้เกิดการทํางานซ้ำซ้อนและเกิดการสูญเสียเวลาในบางช่วง เนื่องจากยังไม่มีการจัดสมดุลความเร็วของกลไกที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้องกัน ดังนั้น จึงออกแบบและสร้างเครื่องสับเหง้าฯ ใหม่ โดยใช้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบวงกลมต่อเนื่อง แทนการเคลื่อนที่แบบ ‘ไป-กลับ’ และจัดสมดุลความเร็วของกลไกที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้องกัน โดยเพิ่มจำนวนชุดป้อนให้คนป้อนทั้งสองคน ทํางานได้สอดคล้องกันมากขึ้น และเพิ่มความเร็วของใบมีดสับเหง้าฯ ให้สอดคล้องกับความเร็วของสายพานชุดป้อน

เมื่อทดสอบการทำงานของเครื่องสับเหง้ามน้ำมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นใหม่ เปรียบเทียบกับวิธีการสับเหง้าฯ ด้วยแรงงานคนซึ่งเกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป พบว่าเครื่องสับเหง้าฯ มีอัตราการทํางานเชิงปริมาณ 522.13 ต้น/ชม./คน หรือมีอัตราการทํางานเชิงน้ำหนัก 1,152.28 กก./ชม./คน ซึ่งเป็นอัตราการทํางานที่สูงกว่าวิธีการสับเหง้าฯ ด้วยแรงงานคน 2.92 เท่า และพบว่า การสับเหง้าฯ ด้วยเครื่องสับเหง้าฯ จะสูญเสียหัวมันสำปะหลัง 0.78 %

ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าวิธีการสับเหง้าฯ ด้วยแรงงานคน 2.65 เท่า

ดังนั้น ในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจะเป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาองค์ประกอบอื่นๆ ของเครื่องให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานในแปลงเกษตรกร เนื่องจากปัจจุบันเครื่องสับเหง้าแบบ 6 ช่องป้อนที่พัฒนาขึ้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายพานชุดป้อนเท่ากับ 1.7 เมตร และเมื่อรวมพื้นที่ยืนของคนป้อน 2 คนเข้าไปพบว่า จะต้องใช้พื้นที่ทํางานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เมตร ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนของการศึกษาพัฒนาให้เครื่องมีขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการนำไปใช้งานในแปลงเกษตรกรมากขึ้น ก่อนที่จะนำเครื่องออกไปเผยแพร่

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ในการสนับสนุนทุนในการศึกษาต่อปริญญาเอก และขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตรจากมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ และขอบพระคุณคณาจารย์ นักศึกษาโท-เอก สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการช่วยสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. ผลสำรวจมันสำปะหลังของคณะสำรวจภาวะการผลิตการค้ามันสำปะหลัง [อินเทอร์เนต]. 2562; [สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พ.ค. 2562]. จาก: <https://www.tapio.cathai.org/Mainpage.html>
2. ศักดา อินทวิชัย, ธัญญา เกียรติวัฒน์. เครื่องชุดมันสำปะหลังแบบสั้นสะเทือน K72. รายงานประจำปีสมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย. กรุงเทพฯ; 2542.

3. ประสาท แสงพันธุ์ตา. การออกแบบและพัฒนาเครื่องขุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลัง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.
4. สมนึก ชูศิลป์, เสรี วงศ์พิเชษฐ. การพัฒนากระบวนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังด้วยเครื่องขุดมันสำปะหลัง. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2548.
5. เสรี วงศ์พิเชษฐ. การพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังโดยใช้รถแทรกเตอร์เล็กเป็นต้นกำลัง. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2550.
6. เสรี วงศ์พิเชษฐ. การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังโดยใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.
7. Amponsah SK. Performance Evolution of the TEK Mechanical Cassava Harvester in Three Selected Locations of Ghana. [Master's thesis]. Kwame Nkrumah University; 2011.
8. Akinwonmi AS, Andoh F. Design of a Cassava Uprooting Device. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 2013;5(2):411-20.
9. Yulan L, Youpan S, Shihao L, Danping C, Gaoping W. Development and Prototype trial of Digging Pulling style Cassava Harvester. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2012;28(2):29-35.
10. Yi Y, Yulan L, Tao W, Meiyun Z. Design of the Selfpropelled Harvester for Cassava. Journal of Agricultural Mechanization Research. 2016;4.
11. Adebija JA, Farounbi AJ, Agaja F. Energy use in Cassava Tuber Harvesting using a Semi-Automatic Cassava Harvester. Global Scientific Journals. 2018;6(4):230-42.
12. อนุชิต น่ำสิงห์. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร; 2553.
13. จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, มานพ ตันตระกูลบัณฑิตย์. การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. วารสารวิชาการเกษตร. 2555;30(3):300-11.
14. พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, คชา วาทกิจ, จริญญาศักดิ์ สมพงษ์, วีระชัย อาจหาญ. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า [อินเทอร์เน็ต]. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว; 2558 [สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มี.ค. 2562]. จาก: http://www.phtnet.org/research/viewabstract.asp?research_id=mi698
15. วุฒิพล จันทรสระคู, ศักดิ์ชัย อาษาวิง, อนุชิต น่ำสิงห์, ประสาท แสงพันธุ์ตา, กลวัชร ทิมีนกุล, สุพัตรา ชาววงจักร. วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตและขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก [อินเทอร์เน็ต]. กรมวิชาการเกษตร; 2558 [สืบค้นเมื่อวันที่ 4 มี.ค. 2562]. จาก: <http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=2110&pid=2128>
16. เสรี วงศ์พิเชษฐ. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเหง้ามันสำปะหลังและออกแบบหลักการทำงานของชุดกลไกตัดเหง้า. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2556.
17. เกียรติสุดา สุวรรณปา, เสรี วงศ์พิเชษฐ. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม สำหรับสับแยกหัวมันสำปะหลัง

ออกจากเหง้า [อินเทอร์เน็ต]. สมาคมวิศวกรรมเกษตร
แห่งประเทศไทย; 2558 [สืบค้นเมื่อวันที่ 4 เม.ย. 2562].
จาก: <http://www.tsae.asia/2015conf/proceeding/tam09.pdf>