TAM-09

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม สำหรับสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

*เกียรติสุดา สุวรรณปา[1] และเสรี วงส์พิเชษฐ์[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

ติดต่อผู้เขียน: เกียรติสุดา สุวรรณปา E-mail: kiatsuda2557@gmail.com

บทคัดย่อ

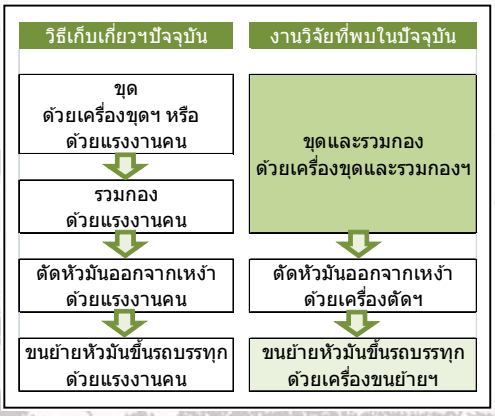
การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยมสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า โดยพัฒนาเครื่องสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า และใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ทำการสับแยกครั้งละเหง้าตามลำดับของการป้อนเหง้าเข้าสู่ตำแหน่งสับ ซึ่งป้อนด้วยแรงงานคน 2 คน แล้วทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องฯ โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เปรียบเทียบกับวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป ซึ่งผลการทดสอบพบว่า วิธีการสับแยกหัวมันฯด้วยเครื่องฯ และวิธีการสับแยกหัวมันฯด้วยมีดของเกษตรกร มีความสูญเสียโดยเฉลี่ย 0.58 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า มีความเป็นได้สูงในการสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม และพบว่ามีอัตราการทำงานโดยเฉลี่ย 68.20 เหง้า/ชม./คน (147.20 กก/ชม/คน) และ 162.70 เหง้า./ชม./คน (336.40 กก/ชม/คน) ตามลำดับ โดยใช้เวลาโดยเฉลี่ย 23.40 และ 12.00 วินาที/เหง้า ตามลำดับ ซึ่งวิธีการสับแยกหัวมันฯด้วยเครื่องฯใช้เวลาเฉพาะขั้นตอนการสับแยกหัวมันฯเพียง 2.20 วินาที/เหง้า หรือ 11 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งวัฏจักร แต่เวลาส่วนใหญ่สูญเสียไปกับกิจกรรมอื่นๆ เช่น เวลาป้อนเหง้ามันฯก่อนสับลงในชุดป้อน ฯลฯ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เครื่องฯมีอัตราการทำงานต่ำกว่าวิธีการของเกษตรกร ดังนั้น จึงควรมีการพัฒนาเพื่อลดเวลาป้อนเหง้าฯก่อนสับลงในชุดป้อนฯ ต่อไป

คำสำคัญ: สับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า; มันสำปะหลัง

1. บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในปี 2556 เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังมีจำนวนถึง 550,750 ครัวเรือน ได้ผลผลิตทั้งสิ้น 30.2 ล้านตัน (หัวมันสด) คิดเป็นมูลค่าที่เกษตรกรขายได้ 64.1 หมื่นล้านบาท ผลผลิตมันสำปะหลังหมดถูกนำไปแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น แปรรูปเป็นมันเส้นสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล เป็นมันอัดเม็ดสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และเป็นแป้งมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ เป็นต้น ซึ่งผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 20-25 % ถูกใช้ภายในประเทศ ที่เหลือ 75-80 % เป็นการส่งออก ตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยส่วนใหญ่อยู่ในเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีน [1, 2]

วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยทั่วไปในปัจจุบัน จำแนกตามกิจกรรมได้เป็น 4 กิจกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก (รูปที่ 1) และต้องเร่งนำหัวมันสดส่งโรงงานแปรรูปในสภาพวันต่อวัน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเสื่อมสภาพของหัวมันสดที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเป็นกิจกรรมประเภทที่ใช้ต้องแรงงานอย่างเข้มข้น และมีค่าใช้จ่ายในขั้นตอนเก็บเกี่ยวประมาณ 27 % ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด [3, 4]



รูปที่ 1 วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของไทยในปัจจุบัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

TSAE

นอกจากเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ได้รับการยอมรับ และนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นแล้ว ปัจจุบัน มีการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบที่สำคัญ 3 กลุ่ม (รูปที่ 1) ดังนี้

1) การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดและรวมกองมันสำปะหลังภายหลังการขุด: เครื่องต้นแบบในกลุ่มนี้ อาจจำแนกหลักการทำงานได้ 2 แบบ คือ หลักการขุดและลำเลียงมันฯ ไปใส่ภาชนะท้ายเครื่อง แล้วนำไปเทรวมกองที่หัวแปลง [5, 6, 7, 8, 9] และหลักการขุดพร้อมทั้งลำเลียงมันฯ ไปวางรายแบบรวม 5 แถว เป็น 1 แถว [10]

2) การวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า: เครื่องต้นแบบในกลุ่มนี้ ยังอยู่ในขั้นเริ่มพัฒนา มีหลักการทำงานหลายแบบ แต่ทุกแบบยังคงใช้แรงงานคนทำหน้าป้อนมันสำปะหลังภายหลังการขุด/เหง้ามันฯ เข้าสู่เครื่องตัดฯ [11, 12, 13, 14]

3) การวิจัยและพัฒนาเครื่องขนย้ายหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก: เครื่องต้นแบบในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่มีหลักการทำงานคล้ายกระพ้อลำเลียง และทุกแบบยังคงใช้แรงงานคนทำหน้าที่นำหัวมันสำปะหลังจากกอง เข้าสู่เครื่องขนย้ายฯ [15, 16, 17, 18]

เครื่องต้นแบบดังกล่าวข้างต้น ยังคงทำงานได้ในขอบเขตจำกัด ซึ่งต้องวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติม โดยเฉพาะเครื่องตัดหัวมันออกจากเหง้า ที่ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นของการพัฒนา ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาและพัฒนาหลักการทำงานสำหรับเครื่องสับแยกหัวมันออกจากเหง้า

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า การสับแยกหัวมันออกจากเหง้า ด้วยวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป เกษตรกรต้องทำการสับด้วยมีด ประมาณ 3-9 ครั้ง/เหง้า หรือใช้เวลาในช่วง 6-15 วินาที/เหง้า ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดว่า ถ้าสามารถสับแยกหัวมันออกจากเหง้าให้หมด ด้วยระยะเวลาสั้นๆ เช่น 1-2 วินาที หรือด้วยการสับเพียงครั้งเดียว โดยใช้กำลังจากเครื่องจักร และใช้แรงงานคนทำหน้าที่ป้อนเหง้ามันฯเข้าสู่ตำแหน่งสับ คาดว่าจะช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานได้

นอกจากนี้ เพื่อให้เกิดการสับหัวมันรอบเหง้าพร้อมกัน จึงออกแบบใบมีดที่มีลักษณะเป็นวงรอบ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งจำลองพฤติกรรมการสับด้วยมีดของเกษตรกร และเพื่อความง่ายในการสร้างกลไกของเครื่อง

จากสมมติฐานดังกล่าวข้างต้น จึงทำการพัฒนาเครื่องสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยมในการสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และคาดว่าจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าต่อไป

2. วิธีการดำเนินการ

<u>การทดสอบและประเมินผล การสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า ด้วยวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติ</u>

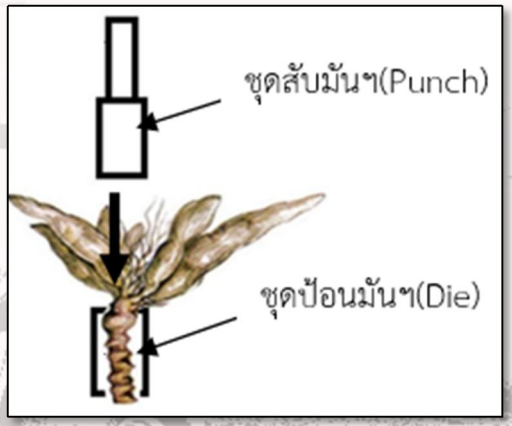
ทดสอบและประเมินผล การสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติโดยทั่วไป โดยทดสอบการสับแยกหัวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ100 เหง้า ตลอดช่วงเวลาที่ทดสอบ ทำการบันทึกวีดีโอซึ่งมีข้อมูลเวลา และเก็บข้อมูลสำหรับใช้คำนวณค่าชี้ผลการศึกษาตามข้อ 2.4

<u>การออกแบบเครื่องสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งนี้</u>

จากแนวคิดที่ต้องการสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าให้หมด ด้วยระยะเวลาสั้นๆเช่นหนึ่งวินาที หรือด้วยการสับเพียงครั้งเดียว จึงนำหลักการทำงานของเครื่องเจาะกระแทก (Punching Machine) มาปรับใช้

โดยออกแบบให้ดาย (Die) มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่จับยึดมันสำปะหลังก่อนถูกสับฯ ให้อยู่ในตำแหน่งหงายขึ้น (รูปที่ 2) ทั้งนี้ ขอบของทรงสี่เหลี่ยม จะนำใบมีดมาติดยึดโดยรอบ เพื่อให้มีลักษณะเป็นใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม ที่ทำให้การสับ 1 ครั้ง สามารถครอบคลุมพื้นที่หน้าตัดของเหง้าทั้ง 4 ด้าน และเรียกอุปกรณ์ส่วนนี้ว่า ชุดป้อนมันสำปะหลัง

และออกแบบพันช์ (Punch) ให้มีลักษณะเป็นแท่งรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่ขนาดเล็กกว่า ทำหน้ากดเพื่อสับแยกหัวมันฯ ออกจากเหง้า และพันช์จะเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ด้วยกลไกแบบลูกเบี้ยว (Cam) ซึ่งเรียกอุปกรณ์ส่วนนี้ว่า ชุดสับแยกหัวมันสำปะหลัง



รูปที่ 2 แสดงหลักการทำงานของเครื่องฯ

TSAE

ชุดป้อนฯ (Die) มี 2 ชุด ติดตั้งอยู่บนรางเลื่อนชุดเดียวกัน ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน ทำหน้าที่ป้อนมันฯก่อนถูกสับ ลงในชุดป้อนฯ แล้วเลื่อนชุดป้อนฯเข้าสู่ตำแหน่งสับ เพื่อให้ชุดสับฯ (Punch) ทำการสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า ทั้งนี้เครื่องฯจะทำงานสับแยกครั้งละเหง้า ตามลำดับของการป้อน

<u>การทดสอบและประเมินผล การทำงานของเครื่องสับแยกหัวมันฯ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบครั้งนี้</u>

เครื่องสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า ใช้คนในการทำงาน 2 คน เพื่อทำหน้าที่ป้อนเหง้าฯก่อนถูกสับเข้าในชุดป้อนฯ แล้วเลื่อนไปยังตำแหน่งสับ เพื่อรอการสับแยกด้วยจากชุดสับฯที่รับกำลังงานจากมอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า ซึ่งการเลื่อนชุดป้อนฯ ไปยังตำแหน่งสับนั้น จะรอจังหวะในการเลื่อนให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ของชุดสับฯ และจังหวะที่เลื่อนชุดป้อนฯที่ 1 ออกจากตำแหน่งสับ ชุดป้อนฯที่ 2 ที่ป้อนมันฯไว้แล้ว จะถูกเลื่อนเข้าไปสู่ตำแหน่งสับในเวลาเดียวกัน เป็นวัฏจักรการทำงานเช่นนี้ตลอดการทำงาน

จากการทดสอบเบื้องต้น พบว่า ควรควบคุมให้ชุดสับฯเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.31 ม./วินาที (37 รอบ/นาที) จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วเต็มความสามารถและต่อเนื่อง ไม่รีบเร่งเกินไป จึงใช้ความเร็วดังกล่าวทดสอบ

และทำการทดสอบประเมินผลการทำงานของเครื่องฯ โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จำนวน 3 ซ้ำๆละ 100 เหง้า ตลอดการทดสอบ ทำการบันทึกวีดีโอซึ่งมีข้อมูลเวลา และเก็บข้อมูลสำหรับคำนวณค่าชี้ผลตามข้อ 2.4

<u>ค่าชี้ผลการศึกษา</u>

ค่าชี้ผลการศึกษา ประกอบด้วย ปริมาณความสูญเสีย อัตราการทำงาน และเวลาทำงานต่อเหง้า ดังแสดงในสมการที่ 1 2 และ 3 ดังนี้

1) ปริมาณความสูญเสีย (%)

$$= \frac{\text{น้ำหนักหัวมันฯที่ติดไปกับเหง้า (กก.)}}{\text{น้ำหนักหัวมันฯทั้งหมด (กก.)}} x100$$

2) อัตราการทำงาน (เหง้า/ชั่วโมง/คน)

$$= \frac{\text{จำนวนเหง้าฯที่ใช้ในการสับ (เหง้า)}}{\text{เวลาทำงาน (ชม.)} \; x \;\; \text{จำนวนคน (คน)}}$$

และ อัตราการทำงาน (กก./ชั่วโมง/คน)

$$= \frac{\text{ปริมาณหัวมันฯที่สับได้ (กก.)}}{\text{เวลาทำงาน (ชม.)} \; x \;\; \text{จำนวนคน (คน)}}$$

3) เวลาทำงานต่อเหง้า (วินาที/เหง้า)

3. ผลการศึกษา

<u>ผลการทดสอบ การสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติ</u>

การทดสอบดำเนินการ ณ แปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร บ้านโคกน้ำเกลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเกษตรกรจะทำการขุดหรือถอนมันสำปะหลังขึ้นจากดิน แล้วสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า โดยใช้ใช้มีดเป็นอุปกรณ์ในการสับแยกหัวมันฯ (รูปที่ 3)

รูปที่ 3 การสับแยกหัวมันฯโดยเกษตรกร

มันสำปะหลังที่ใช้ในการทดสอบ มีน้ำหนักหัวมันโดยเฉลี่ย 2.1 กก./เหง้า มีจำนวนหัวมันโดยเฉลี่ย 7.68 หัว/เหง้า เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนของเหง้า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดโดยเฉลี่ย 6.49 ซม.

ผลการทดสอบ พบว่า การสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติ มีปริมาณความสูญเสียโดยเฉลี่ย 0.20 % และอัตราการทำงานโดยเฉลี่ย 162.70 เหง้า/ชม./คน หรือ 336.40 กก./ชม./คน (ตารางที่ 1 รูปที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบปริมาณความสูญเสีย และอัตราการทำงาน ของวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติ

ซ้ำที่	ปริมาณสูญเสีย	อัตราการทำงาน	
	(%)	เหง้า/ชม./คน	กก./ชม./คน
1	0.23	163.00	350.49
2	0.20	172.20	340.52
3	0.17	152.90	318.20
เฉลี่ย	**0.20**	**162.70**	**336.40**

รูปที่ 4 เหง้าภายหลังสับโดยเกษตรกร

รูปที่ 5 หัวมันฯ ภายหลังสับ โดยเกษตรกร

และผลการวิเคราะห์เวลาทำงานต่อเหง้า จากวีดีโอบันทึกผลการทำงาน (ตารางที่ 2) พบว่า ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม คือ

1) การหยิบจับเหง้าฯก่อนสับ ขึ้นจากกอง
2) การสับแยกหัวมันฯ ออกจากเหง้าด้วยมีด
3) การทิ้งเหง้าฯ หลังการสับ

ตารางที่ 2 ผลทดสอบเวลาที่ใช้ในการสับแยกหัวมันฯ ออกจากเหง้า ด้วยวิธีการของเกษตรกร โดยจำแนกเวลาฯตามกิจกรรมในแต่ละวัฏจักร

กิจกรรมตามลำดับการปฏิบัติ	เวลาเฉลี่ย (วินาที/เหง้า)	SD. (วินาที/เหง้า)	% เวลา
การหยิบจับเหง้าฯ ก่อน สับ ขึ้นจากกอง*	2.84	1.33	23.64
การสับแยก	8.33	1.63	69.35
การทิ้งเหง้าฯ หลัง การ สับ	0.84	0.49	7.01

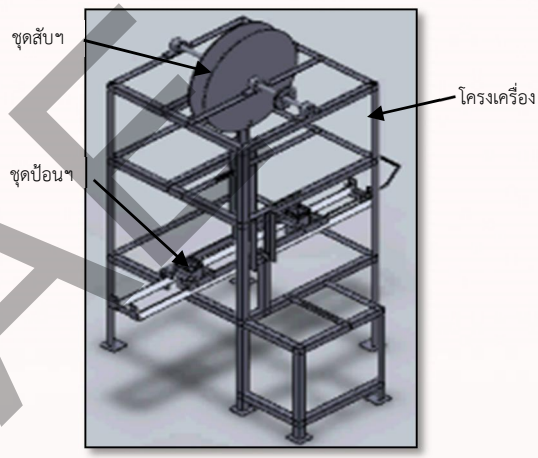
หมายเหตุ: * กิจกรรมที่ 1 เป็นเวลาอื่นๆ เช่น เดินไปยังเหง้าใหม่ (28%) และเวลาหยิบจับเหง้าฯ (67%)

ผลการศึกษาเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม พบว่า กิจกรรมทั้งวัฏจักร (กิจกรรมที่ 1-3) ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 12.00 วินาที/เหง้า ซึ่งกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3 ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 2.84 8.33 และ 0.84 วินาที/เหง้า ตามลำดับ

ซึ่งกิจกรรมที่ 2 เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลามากที่สุดในแต่ละวัฏจักร (69.35%) และมีแตกต่างกันตามขนาดของเหง้าฯที่กำลังสับ โดยมีค่าในช่วง 4.76-10.17 วินาที/เหง้า และมีจำนวนครั้งการสับในช่วง 3-9 ครั้ง/เหง้า

<u>ผลออกแบบเครื่องสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้</u>

เครื่องสับแยกหัวมันฯ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบนี้ มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน (รูปที่ 6) คือ



รูปที่ 6 ภาพร่างของเครื่องสับแยกหัวมันฯ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบนี้

1) โครงเครื่อง มีขนาด 80x80x1,560 ซม.

2) ชุดสับฯ ประกอบด้วย กลไกแบบลูกเบี้ยว (Cam) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 ซม. ส่วนลูกสูบกดซึ่งทำหน้าที่กดสับ เพื่อแยกหัวมันออกจากเหง้า มีลักษณะเป็นแท่งเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 6.5x6.5x25 ซม. และใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง

3) ชุดป้อนฯ ทำจากเหล็กกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 7.5x7.5x14.5 ซม. มีใบมีดติดยึดรอบบริเวณขอบมีลักษณะเป็นใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม

พฤติกรรมในช่วงที่ลูกสูบกดของชุดสับฯ กดลงบนเหง้าที่ใส่ไว้ในชุดป้อนฯ ทำให้เหง้าจมลงในชุดป้อน คมมีดรอบๆ ขอบจะสับแยกหัวมันออกจากเหง้า (รูปที่ 7)

TSAE

รูปที่ 7 พฤติกรรมขณะที่เกิดการสับแยกหัวมันฯ

ผลการทดสอบ การทำงานของเครื่องสับแยกหัวมันฯ ที่ใช้ในการทดสอบ

ผลการทดสอบ พบว่าการสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยเครื่องฯ มีปริมาณความสูญเสียโดยเฉลี่ย 0.58% และอัตราการทำงานโดยเฉลี่ย 68.20 เหง้า/ชม./คน หรือ 147.20 กก./ชม./คน ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 8 และ 9

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบปริมาณความสูญเสีย และอัตราการทำงาน ของเครื่องสับแยกหัวมันฯ

ซ้ำที่	ปริมาณสูญเสีย	อัตราการทำงาน*	
	(%)	เหง้า/ชม./คน	กก./ชม./คน
1	0.38	68.20	156.10
2	0.78	67.40	138.00
3	0.59	69.00	147.50
เฉลี่ย	**0.58**	**68.20**	**147.20**

หมายเหตุ: * อัตราการทำงานโดยภาพรวมของเครื่องฯมีค่า 136.50 เหง้า/ชม (294.40 กก./ชม.) โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน ในที่นี้แสดงค่าเป็นอัตราการทำงานต่อคน เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบกับอัตราการทำงานของวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติ

รูปที่ 8 เหง้าภายหลังการสับด้วยเครื่องฯ

รูปที่ 9 หัวมันฯ ภายหลังการสับด้วยเครื่องฯ

และผลการวิเคราะห์เวลาทำงานต่อเหง้า จากวีดีโอบันทึกผลการทำงาน พบว่า ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 5 กิจกรรม คือ 1) การป้อนเหง้ามันก่อนสับ ลงในอุปกรณ์จับยึด 2) การเลื่อนเหง้ามันก่อนสับ เข้าสู่ตำแหน่งสับ 3) การสับแยกหัวมันออกจากเหง้า ด้วยใบมีดทรงสี่เหลี่ยม 4) การเลื่อนเหง้ามันภายหลังการสับ ออกจากตำแหน่งสับ และ5) การดึงเหง้ามันภายหลังการสับ ออกจากอุปกรณ์จับยึด

ซึ่งกิจกรรมที่ 1-2 และกิจกรรมที่ 4-5 ดำเนินการโดยแรงงานคน ส่วนกิจกรรมที่ 3 ดำเนินการโดยเครื่องฯ ซึ่งใช้กำลังจากมอเตอร์

ผลการศึกษาเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม (ตารางที่ 4) พบว่า กิจกรรมทั้งวัฏจักร (กิจกรรมที่ 1-5) ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 23.40 วินาที/เหง้า ซึ่งกิจกรรมที่ 1-2 กิจกรรมที่ 3 และกิจกรรมที่ 4-5 ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 13.2 2.5 และ 7.7 วินาที/เหง้า ตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้ กิจกรรมที่ 1-2 และ กิจกรรมที่ 4-5 ดำเนินการโดยแรงงานคน แต่กิจกรรมที่ 3 ดำเนินการโดยเครื่องฯ ถ้าสามารถพัฒนาชุดป้อนฯ เพื่อให้แรงงานคนดำเนินการเฉพาะกิจกรรมที่ 1 ส่วนกิจกรรมที่ 2 ถึง 5 ถูกดำเนินการโดยเครื่องฯ คาดว่าจะช่วยเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องฯ ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทางปฏิบัติ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทำงานของเครื่องฯดังกล่าวข้างต้น กับผลการทำงานตามวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติตามข้อ 3.1 (รูปที่ 10) พบว่า

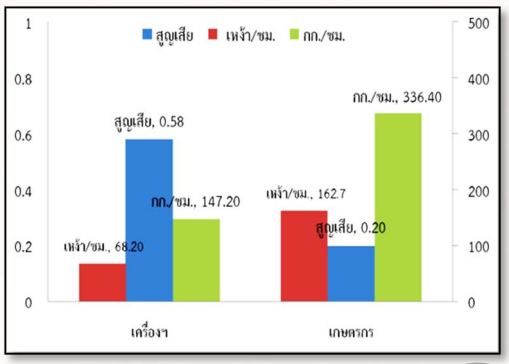
ตารางที่ 4 ผลทดสอบเวลาที่ใช้ในการสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยเครื่องสับแยกหัวมันฯ โดยจำแนกเวลาฯ ตามกิจกรรมในแต่ละวัฏจักร

กิจกรรมตามลำดับการปฏิบัติ	เวลาเฉลี่ย (วินาที/เหง้า)	SD. (วินาที/เหง้า)	% เวลา
1. การป้อนเหง้าฯ ก่อนสับ ลงในชุดป้อนฯ *	10.00	0.60	42.00

TSAE

กิจกรรมตามลำดับการปฏิบัติ	เวลาเฉลี่ย (วินาที/เหง้า)	SD. (วินาที/เหง้า)	% เวลา
2. การเลื่อนเหง้าฯ ก่อนสับ เข้าสู่ตำแหน่งสับ	3.20	1.60	14.00
3. การสับแยก	2.50	2.20	11.00
4. การเลื่อนเหง้าฯ หลังสับออกจากตำแหน่งสับ	3.70	2.20	16.00
5. การดึงเหง้าฯหลังสับออกจากชุดป้อนฯ	4.00	2.90	17.00

หมายเหตุ: *กิจกรรมที่ 1 เป็นเวลาป้อนฯ (72%) และเวลารอการเลื่อนเหง้าเข้าสู่ตำแหน่งสับ (28%)



รูปที่ 10 เปรียบเทียบผลการทำงานโดยเครื่องฯ และโดยวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติ

1) ปริมาณความสูญเสีย

วิธีการสับแยกหัวมันฯด้วยเครื่องฯ และวิธีการสับแยกหัวมันฯด้วยมีดของเกษตรกร มีความสูญเสียโดยเฉลี่ย 0.58 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า มีความเป็นได้สูงในการสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้าด้วยใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม

2) อัตราการทำงาน และเวลาทำงานต่อเหง้า

การสับแยกหัวมันฯ ด้วยเครื่องฯ และวิธีการสับแยกหัวมันฯ ด้วยมีดของเกษตรกร มีอัตราการทำงานโดยเฉลี่ย 68.20 เหง้า/ชม./คน (147.20 กก./ชม./คน) และ 162.70 เหง้า/ชม./คน (336.40 กก./ชม./คน) ตามลำดับ ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 23.40 และ 12.00 วินาที/เหง้า ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างวัฏจักรการทำงานของการสับแยกฯด้วยเครื่องฯ (ตารางที่ 4) และวัฏจักรการทำงานตามวิธีการของเกษตรกร (ตารางที่ 2) พบว่า ก) กิจกรรมที่ 1 และ 2 ของเครื่องฯ เทียบได้กับ กิจกรรมที่ 1 ของเกษตรกรฯ ซึ่งโดยภาพรวมเป็นเวลาที่ใช้ในการเตรียมสับแยกหัวมันฯ และใช้เวลา 13.20 และ 2.84 วินาที/เหง้า ตามลำดับ

ข) กิจกรรมที่ 3 ของเครื่องฯ เทียบได้กับ กิจกรรมที่ 2 ของเกษตรกรฯ ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า และใช้เวลา 2.20 และ 8.33 วินาที/เหง้า ตามลำดับ

ค) กิจกรรมที่ 4 และ 5 ของเครื่องฯ เทียบได้กับกิจกรรมที่ 3 ของเกษตรกรฯ ซึ่งโดยภาพรวมเป็นเวลาที่ใช้ภายหลังการสับแยกหัวมันฯเสร็จสิ้น และใช้เวลา 7.70 และ 0.84 วินาที/เหง้า ตามลำดับ

จากเวลาที่ใช้ในการสับแยกหัวมัน (ข้อ ข) กล่าวได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม เพื่อสับแยกหัวมันฯออกจากเหง้า และสามารถลดเวลาสับ ให้ต่ำกว่าวิธีการของเกษตรกร

แต่เวลาในกิจกรรมอื่นๆของเครื่องฯ (ข้อ ก และ ค) ยังมีค่าสูงมาก ซึ่งเป็นสาเหตุให้อัตราการทำงานโดยภาพรวมของเครื่องฯ (เหง้า/ชม./คน) มีค่าต่ำกว่าวิธีการของเกษตรกร อาจกล่าวได้ว่า แนวคิดในการใช้แรงงานคนทำหน้าที่ป้อนเหง้า โดยใช้กลไกแบบง่ายๆ จึงมีความเป็นไปได้ต่ำ ควรมีการวิจัยและพัฒนาต่อไปเพื่อเวลาดังกล่าว โดยเฉพาะการลดเวลาป้อนเหง้าฯก่อนสับ ลงในชุดป้อนฯ

4. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า มีความเป็นไปได้ในทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม สำหรับสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เนื่องจากวิธีการสับแยกหัวมันฯ ด้วยเครื่องฯ และวิธีการสับแยกหัวมันฯด้วยมีดของเกษตรกร มีความสูญเสียโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.58 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงานต่อผู้ปฏิบัติงาน 1 คน พบว่า วิธีการสับแยกหัวมันฯ ด้วยเครื่องฯ มีอัตราการทำงานต่ำกว่าวิธีการสับแยกหัวมันฯ ด้วยมีดของเกษตรกร เนื่องจากเวลาส่วนใหญ่ (42% ของเวลาทั้งวัฏจักร) เสียไปกับกิจกรรมที่ 1 ที่ต้องใช้แรงงานคนในการป้อนฯ และเวลารอการเลื่อนเหง้าเข้าสู่ตำแหน่งสับ แต่ใช้เวลาเฉพาะขั้นตอนการสับแยกหัวมันฯ เพียง 2.50 วินาที/เหง้า หรือ 11 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งวัฏจักร เท่านั้น

ดังนั้น แนวความคิดในการใช้แรงงานคนทำหน้าที่ป้อนและเลื่อนชุดป้อนมันฯไปยังตำแหน่งสับ ด้วยกลไกง่ายๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน จึงมีความเป็นไปได้ต่ำ ที่จะนำมาใช้ร่วมกับชุดสับแยกหัวมันฯ ที่รับกำลังงานจากเครื่องจักร และหากสามารถพัฒนาให้กิจกรรม 2 ถึง 5 ถูกดำเนินการโดยเครื่องฯ และคนทำหน้าที่ป้อนเหง้ามันฯ ลงในชุดป้อนฯในกิจกรรมที่ 1 เท่านั้น คาดว่า จะสามารถลดเวลาในการทำงาน และเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องฯให้สูงขึ้น ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทางปฏิบัติ

TSAE

5. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[3] กรมวิชาการเกษตร. 2537. มันสำปะหลัง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

[5] ประสาท แสงพันธุ์ตา. 2548. การออกแบบและพัฒนาเครื่องขุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์วิศว-กรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยา-ลัยเกษตรศาสตร์.

[6] ประสาท แสงพันธุ์ตา, อนุชิต ฉ่ำสิงห์, ขนิษฐ์ หว่านณรงค์, ศักดิ์ชัย อาษาวัง, และ วุฒิพล จันทร์สระคู. 2553. การศึกษาอิทธิพลของตำแหน่งการขุด ความยาวชี่ของผาลขุด และความสูงตอมันสำปะหลัง ต่อระบบขุดเก็บของเครื่องขุดเก็บหัวมันสำปะหลัง. รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 ประจำปี 2553, 6–7 พ.ค. 2553 อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย มหา-วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

[7] อภิชาต วัชนุภาพร และชินรักษ์ เธียรพงษ์. 2554. เครื่องขุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลัง. รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12 ประจำปี 2554, 31 มี.ค. – 1 เม.ย. 2554 ณ ชลจันทร์ พัทยารีสอร์ท จ.ชลบุรี.

[8] [8] ดนุวัศ ทางดี, 2554. การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย-ขอนแก่น.

[9] ประสาท แสงพันธุ์ตา, อนุชิต ฉ่ำสิงห์, ศักดิ์ชัย อาษาวัง, พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง, วุฒิพล จันทร์สระคู, อัคคพล เสนาณรงค์, สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ และขนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2554. วิจัยและพัฒนาเครื่องขุดเก็บมันสำปะหลัง. รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12 ประจำปี 2554, 31 มี.ค. – 1 เม.ย. 2554 ณ ชลจันทร์ พัทยารีสอร์ท จ.ชลบุรี.

[10] เสรี วงส์พิเชษฐ และชัยยันต์ จันทร์ศิริ. 2554. รายงานวิจัย: การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดและรวมกองมันสำปะหลัง. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (หน่วยงานร่วม: มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

[11] จาตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และมานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2555. การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง.วารสารวิชาการเกษตรปีที่ 30 ฉบับที่ : 3 เลขหน้า 300-311

[12] เจษฎา ขอนพุดซา และอภิเดช กิจสัมพันธ์วงศ์, 2555. การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยกลไกการตัดแบบเลื่อยวงเดือน. โครงงานปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย-ขอนแก่น.

[13] วีรชัย อาจหาญ, พยุงศักดิ์ จุลเสน, คธา วาทกิจ และจรูญ ศักดิ์ สมพงศ์. 2556. รายงานวิจัย: การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (หน่วยงานภาคี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี).

[14] เสรี วงส์พิเชษฐ. 2556. รายงานวิจัย: การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเหง้ามันสำปะหลัง และออกแบบหลักการทำงานของชุดกลไกตัดเหง้า. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (หน่วยงานร่วม: มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

[15] เชิดพงษ์ เชี่ยวชาญวัฒนา. 2549. การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[16] สุกรี นันตะสุคนธ์, พักวิภา สุทธิวารี, สมนึก นิยะโต, พงศักดิ์ ต่ายก้อนทอง. 2542. รายงานผลการวิจัยออกแบบและพัฒนาเครื่องขนมันสำปะหลัง. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรวิศวกรรมประจำปี 2541; 17-19 ก.พ. 2542; กาญจนบุรี

[17] วิทวัส สมัญญาภรณ์. 2545. การออกแบบและพัฒนาเครื่องขนมันสำปะหลังเพื่อบรรทุกในรถบรรทุก วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม-เครื่องกล. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์.

[18] ชัยยันต์ จันทร์ศิริ และเสรี วงส์พิเชษฐ. 2554. รายงานวิจัย: การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (หน่วยงานร่วม: มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

TSAE

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มทร.อีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่สนับสนุนทุนการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ อ.พัฒนา พึ่งพันธุ์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาเครื่องจักรกลเกษตร มทร.อีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยนี้

TSAE