

การออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดผักตบชวา

Design and Development of Water Hyacinth Rolling Machine

อนาวิน ทิพย์บุญราช¹, ณรงค์ฤทธิ์ บุตรดำ², ทินกรณัฏฐ์ พรหมแก้ว³, ธนภักดิ์ ผิวก่อง⁴ และอัจฉรา ไชยยา^{5*}
Anawin Thipboonraj¹, Narongrit Butta², Tinnakorn Promkeaw³, Thanakit Phewpong⁴ and Atchara Chaia^{5*}

^{1,2,3,4,5*}คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000 โทร 0 5434 2547 โทรสาร 0 5434 2549

E-mail: anawin@rmutl.ac.th

^{1,2,3,4,5*}Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Lanna Lampang

200 Moo 17, Phichai, Mueang, Lampang 52000 Tel +66 5434 2547 Fax +66 5434 2549 E-mail: anawin@rmutl.ac.th

วันที่รับบทความ 25 สิงหาคม 2566

วันที่รับแก้ไขบทความ 19 ธันวาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 20 ธันวาคม 2566

Received: Aug. 25, 2023

Revised: Dec. 19, 2023

Accepted: Dec. 20, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดผักตบชวาจากแบบมือหมุนเป็นแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดผักตบชวาของกลุ่มแม่บ้านหัตถกรรมเกษตรกรรมบ้านสันบัวบก ตำบลบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยแบบเดิมเป็นเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุนสามารถรีดได้สูงสุด 30 กรัมต่อนาที ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการและเกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องรีดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบ 2 ชุดลูกรีด และทำการหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีด โดยเปรียบเทียบอัตราการผลิตระหว่างเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุนกับเครื่องรีดผักตบชวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า จากการทดลองพบว่า ขนาดความหนาของเส้นผักตบชวาลังรีดด้วยเครื่องรีดทั้ง 2 ประเภท เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ผักตบชวา (มผช.39/2546) และอัตราการผลิตของเครื่องรีดแบบมือหมุนและแบบมอเตอร์ไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 1.8 และ 3.0 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 นอกจากนี้การใช้เครื่องรีดแบบมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถให้อัตราการผลิตได้สูงสุดเท่ากับ 8.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีค่าการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 33.87 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์·ชั่วโมง

คำสำคัญ: เครื่องรีดผักตบชวา, ชุดลูกรีด, ประสิทธิภาพ

Abstract

The objectives of this research were to design and develop a motorized water hyacinth rolling machine to replace the old-style hand-cranked water hyacinth rolling machine, and to test the efficiency of the new motorized water hyacinth rolling machine. This research was carried out at the Ban San Bua Bok handicraft production group, Ban Sang, Muang, Phayao. Normally, water hyacinth is rolled using a hand-cranked water hyacinth rolling machine with a maximum production rate of 30 g/min which is insufficient for demand and causes fatigue during operation. The researcher designed a new machine that used 2 rolling mills, and evaluated its efficiency by comparing production rates

วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2566

between the old and modern style machines. The results of the study found that the thickness of the water hyacinth after rolling using the new machine was in accordance with the Thai Industrial Standards Institute: Water Hyacinth Product (OTOP 39/2003). The capacity rate increased from 1.8 kg/h (old machine) to 3.0 kg/h (modern machine) representing a 60% boost in operational efficiency. In addition, the motorized water hyacinth rolling machine had a maximum capacity rate of 8.4 kg/h, with a highest specific power consumption of 33.87 kg/kW·h.

Keywords: Water hyacinth rolling machine, Rolling mills, Efficiency

1. บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์จากผักตบชวาเป็นที่ยอมรับของตลาดทั่วไป ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ด้วยการออกแบบรูปทรงของผลิตภัณฑ์ จึงถูกพัฒนาและถูกดัดแปลงให้เกิดประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น (Khojimat, 2002) นับตั้งแต่การจักสานเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กระเป๋า เครื่องใช้ ภาชนะใส่ของร้อน ตะกร้าลักษณะต่าง ๆ รองเท้า ตลอดจนการจักสานเป็นของที่ระลึกรูปต่าง ๆ เช่น เป็ด นก แมว กล้องใส่ของ เป็นต้น นอกจากนี้จะมีการพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์แล้ว จำเป็นต้องสืบสานและพัฒนาช่างฝีมือหรือผู้สร้างสรรค์ มีการค้นหาเทคนิคและกรรมวิธีในการผลิตอย่างเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง ควบคู่ไปด้วย (Supphong et al., 2021) ซึ่งการนำผักตบชวามารีดเป็นการทำให้เส้นผักตบชวานั้นแบน เพื่อให้ง่ายต่อการจักสานขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่องรีดจากเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในครัวเรือน จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าเครื่องรีดผักตบชวาแบบเดิมมีความล่าช้าในการผลิต และรูปแบบเดิมของเครื่องรีดผักตบชวานิยมติดอยู่กับลูกกลิ้งที่ขอบโต๊ะ ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องรีดแบบมือหมุน ในการรีดผักตบชวา โดยใช้ลูกกลิ้งหมุนทำให้ผักตบชวาเรียบแบนทำได้เพียงครั้งละ 1 เส้น สูงสุดได้เพียง 5 เส้นต่อนาที และเส้นผักตบชวามีความหนาตลอดลำเส้นไม่เท่ากัน ในขณะที่กำลังการผลิตสูงสุดต่อวันต้องการผลิตกระเป๋าให้ได้ 20 ใบ คิดเป็นจำนวนเส้นผักตบชวาที่ต้องใช้ประมาณ 3,000 เส้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตเส้นผักตบชวาที่ใช้เครื่องรีดแบบลูกกลิ้งหมุน ด้วยมือในเวลา 8 ชั่วโมงทำงาน จะสามารถผลิตได้มากที่สุด 2,400 เส้น (Thai Industrial Standards Institute, 2023) ซึ่งความสามารถในการทำงานของคนที่ทำเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุน หากใช้ไปเป็นระยะเวลาหนึ่ง ผู้ใช้งานจะล้า ปวดหลัง และอาการอื่น ๆ ตามมา ส่งผลให้กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการต่อวัน และเส้นผักตบชวาที่ได้ออกมานั้นมีขนาดไม่ตรงตามความต้องการ

ภักสิทธิ์ และคณะ (2549) ได้ออกแบบเครื่องรีดและกรีดเส้นผักตบชวา โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขับชุดลูกกลิ้งรีด เพื่อรีดและผลักให้เส้นผักตบชวาวิ่งเข้าสู่มีดใบตายที่ติดตั้งไว้ เครื่องมีประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ 71.63 สามารถกรีดเส้นขนาด 11 มิลลิเมตร ที่อัตราการทำงาน 1,880 เส้นต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่าแรงงานคนทำได้เพียง 360 เส้นต่อชั่วโมง และจากงานวิจัยของเกียรติศักดิ์ ใจโต และคณะ (2556) ได้ทำการสร้างเครื่องรีดและกรีดเส้นผักตบชวา โดยมีลูกกลิ้งคู่จำนวน 2 ชุด และชุดมีดกรีด 1 ชุด ชุดแรกทำหน้าที่รีดและป้อนผักตบชวาเข้าสู่ชุดมีดกรีดแบบจานหมุนคู่ ซึ่งทำหน้าที่กรีดผักตบชวาออกเป็นเส้นขนาด 10 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร โดยมีอัตราการรีดและกรีดเท่ากับ 2.33 และ 2.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ต้นทุนในการสร้างเครื่อง 45,000 บาท

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ลูกกลิ้งคู่แบบรีดและกรีด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าจะช่วยลดแรงงานจากคนได้เยอะแต่จะมีต้นทุนในการสร้างที่ค่อนข้างสูง ทางกลุ่มแม่บ้านหัตถกรรมเกษตรกรบ้านสันบัวบักต้องการฝึกตบขวาทั้งลำเส้นแบบไม่กรีด ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะออกแบบและพัฒนาเฉพาะเครื่องรีดฝึกตบขวา ด้วยการใช้อุปกรณ์แบบใช้ไฟฟ้าและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดฝึกตบขวา เพื่อให้เกิดความรวดเร็วและทุ่นแรงของคนทำงาน โดยการรีดขึ้นรูปให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.39/2546) ที่กำหนดให้เส้นฝึกตบขวาต้องมีขนาดของเส้นสม่ำเสมอเหนียวนุ่ม ไม่เปราะ ชาติง่าย และไม่มีรอยจุดหรือด่างอย่างเด่นชัด (Thai Industrial Standards Institute, 2003) และมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส ผลิตภัณฑ์จากฝึกตบขวา (มอก. เอส 51-2562) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากฝึกตบขวาก่อนนำมาทอหรือจักสาน โดยผ่านการทำความสะอาด คัดขนาด และผ่านกรรมวิธีให้เป็นเส้นที่มีขนาดตามต้องการทำให้แห้ง รีดให้เรียบ (Thai Industrial Standards Institute, 2019) โดยความต้องการของกลุ่มแม่บ้านหัตถกรรมเกษตรกรบ้านสันบัวบักที่กำหนดไว้ ความหนาตลอดทั้งลำเส้นไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดฝึกตบขวาจากแบบมือหมุนเป็นแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดฝึกตบขวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตของเครื่องรีดฝึกตบขวา

- 1) เครื่องรีดฝึกตบขวา ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ยี่ห้อ Mitsubishi Electric Automation รุ่น Super Line Split phase start Single Phase Induction Motor ขนาด 1/3 HP (0.25 kW) 4 Pole Type SP-KR, 50-60 Hz แรงดันไฟฟ้า 220-230 V 1 เฟส กระแสไฟฟ้า 2.8-3.2 A ความเร็วรอบ 1,450 rpm และ เกียร์ทดรอบรุ่น Worm Gear Reducer แบบ WPS เบอร์ 50
- 2) ลูกรีด ชุดที่ 1 เป็นชุดลูกรีดแบบไม่เคลื่อนที่ (Fixed Rolling) เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ยาว 264 มิลลิเมตร
- 3) ลูกรีด ชุดที่ 2 เป็นชุดลูกรีดแบบปรับค่าได้ (Moveable Rolling) เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ยาว 264 มิลลิเมตร
- 4) ขนาดของเครื่องรีดฝึกตบขวา กว้าง 510 มิลลิเมตร ยาว 630 มิลลิเมตร สูง 360 มิลลิเมตร

3.2 ขอบเขตของเส้นฝึกตบขวา

- 1) ขนาดความยาวของลำต้นก่อนนำมารีดขึ้นรูป ขนาด 50 - 55 เซนติเมตร
- 2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นฝึกตบขวาประมาณ 5 - 6 เซนติเมตร
- 3) ฝึกตบขวาที่นำมาใช้ มีอายุตั้งแต่ 8 เดือน ถึง 1 ปี
- 4) ฝึกตบขวาที่นำมาใช้ต้องทำให้แห้ง โดยนำไปตากแดดเป็นเวลา 3 - 4 วัน (เวลา 08:00 - 15:00 น.)
- 5) ก่อนที่จะนำฝึกตบขวามาใช้งานจะพรมน้ำให้เส้นฝึกตบขวาชุ่มเล็กน้อย

3.3 การประเมินคุณภาพของต้นผักตบชวาหลังการขึ้นรูป

1) ขนาดความหนาของเส้นผักตบชวาหลังการรีดขึ้นรูป ไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร (อ้างอิงการสัมภาษณ์ค่ามาตรฐานของกลุ่มแม่บ้าน) โดยใช้การวัดความหนา 3 ช่วง คือ ช่วงต้นของลำต้น (ช่วง 0 - 15 มิลลิเมตร) ช่วงกลางของลำต้น (ช่วง 20 - 35 มิลลิเมตร) และช่วงปลายของลำต้น (ช่วง 40 - 55 มิลลิเมตร) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

2) เส้นผักตบชวาหลังรีดเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ผักตบชวา (มผช.39/2546) คือ เส้นผักตบชวาต้องมีขนาดของเส้นสม่ำเสมอเหนียวนุ่ม ไม่เปราะ ขาดง่าย และไม่มีรอยจุดหรือต่างอย่างเด่นชัด

3) งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเป็นน้ำหนักกรัมต่อหน้าที่ จำนวน 3 รอบการทดลอง

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องรีดผักตบชวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

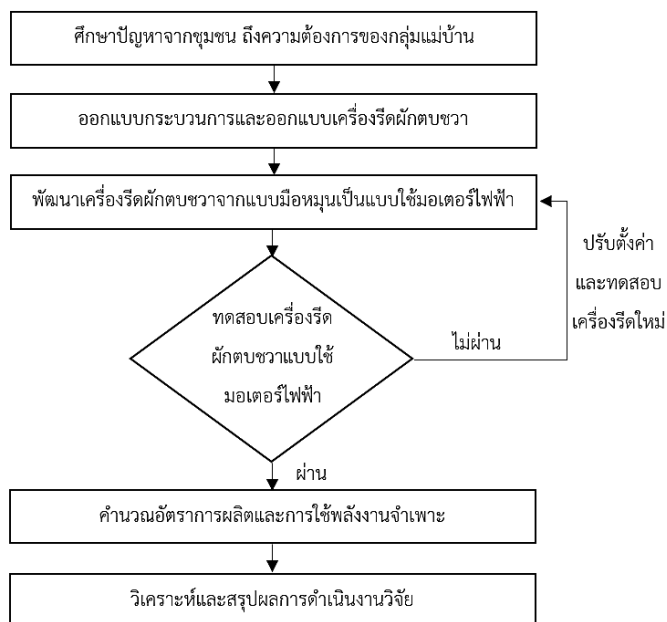
ทดสอบประสิทธิภาพจากการเปรียบเทียบปริมาณการรีดเส้นผักตบชวา คิดเป็นน้ำหนักที่ผลิตได้ต่อหน้าที่และหาอัตราการผลิต ระหว่างเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุนกับเครื่องรีดผักตบชวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ประเมินผลประสิทธิภาพจากอัตราการผลิต (Capacity) ดังสมการที่ 1 และคำนวณหาการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Power Consumption - SPC) ดังสมการที่ 2 จากนั้นจึงวิเคราะห์ผล

$$\text{Capacity} = \frac{\text{Feed of water hyacinth (kg)}}{\text{Time (h)}} \quad (1)$$

$$\text{Specific Power Consumption} = \frac{\text{Feed of water hyacinth (kg)}}{\text{Electrictrical power (kW}\cdot\text{h)}} \quad (2)$$

4. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้การออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS จากนั้นทำการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และนำไปทดสอบกับผู้ใช้งานจริง พร้อมทั้งคำนวณอัตราการผลิต การใช้พลังงานจำเพาะ รวมถึงการวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน โดยมีวิธีการดำเนินงานดังแสดงในภาพที่ 1

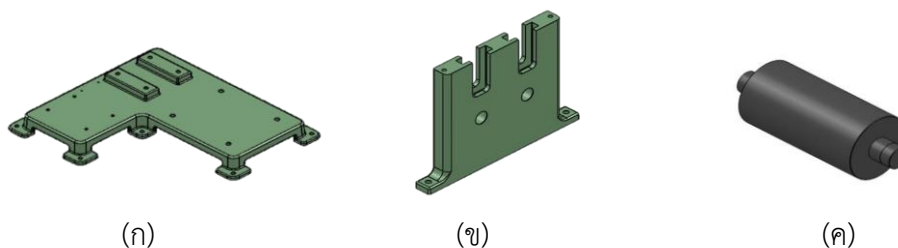


ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินงานเครื่องรีดผักตบชวา

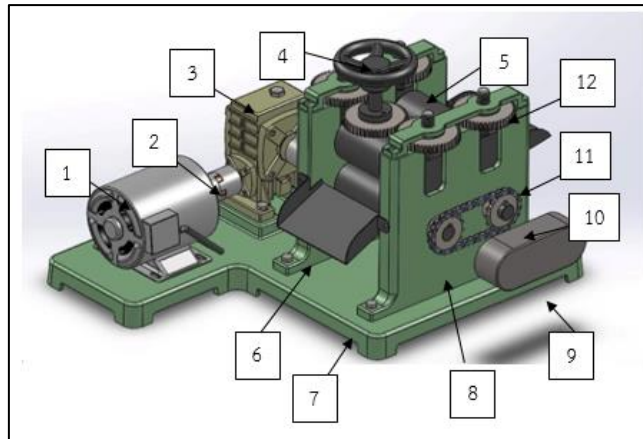
4.1 ขั้นตอนการออกแบบเครื่องรีดผักตบชวา

1) การพัฒนาเครื่องรีดผักตบชวา เริ่มจากกระบวนการออกแบบ เพื่อให้ได้เครื่องรีดที่ตรงตามวัตถุประสงค์ การออกแบบและการพัฒนาเครื่องรีดนั้น จะต้องคำนึงถึงวัสดุที่นำมาสร้าง ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายและมีความทนทานในการใช้งาน โดย Tsoy and Nabiev (2021) ทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรีดน้ำให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด จากการใช้ชุดลูกรีด 2 ชุดลูกรีด ซึ่งชุดลูกรีดที่ได้ออกมานั้น จะต้องไม่กระทบกันและไม่ทำให้ลูกรีดเสียหาย ในขณะที่การคายน้ำของวัสดุที่ใส่ลงไปนั้นจะต้องมีการคายน้ำให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีหลักแนวคิดเดียวกันกับ Bahadirov et al. (2021) การสร้างเครื่องรีดใด ๆ ออกมานั้น จะต้องคำนึงถึงการใช้งาน สามารถใช้งานและซ่อมแซมได้ง่าย มีชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้น้อยชิ้นที่สุดแล้ว ให้ผลลัพธ์ออกมาจากการรีดน้ำให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด

2) การออกแบบฐาน กว้าง 510 มิลลิเมตร ยาว 630 มิลลิเมตร โครงเสา สูง 360 มิลลิเมตร และลูกรีดของเครื่องรีดผักตบชวา เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ยาว 264 มิลลิเมตร ซึ่งลูกรีดที่ใช้จะเป็นลูกรีดแบบคู่ (Pataragesvit & Charoensuk, 2014) วัสดุที่ใช้งานเป็นอะลูมิเนียมหล่อขึ้นรูป เนื่องจากมีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน และไม่เปื้อนสนิม ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 (ก) ฐาน, (ข) โครงเสา, และ (ค) ลูกรีดของเครื่องรีดผักตบชวา



ภาพที่ 3 เครื่องรีดผักตบชวาที่ออกแบบโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS

3) เมื่อออกแบบแต่ละส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาประกอบกับมอเตอร์ไฟฟ้า เกียร์ทด ตัวปรับตั้งค่าตำแหน่ง ชุดเฟืองขับ โซ่ส่งกำลัง สวิตช์ปิด - เปิด ดังแสดงในภาพที่ 3

องค์ประกอบของเครื่องรีดผักตบชวา จากภาพที่ 3 ประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- หมายเลข 1 คือ มอเตอร์ไฟฟ้า ทำหน้าที่ส่งกำลัง
- หมายเลข 2 คือ คับปลิ้ง ทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงจากมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังเกียร์ทด
- หมายเลข 3 คือ เกียร์ทด ทำหน้าที่ลดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าให้ช้าลง
- หมายเลข 4 คือ ตัวหมุนปรับระดับของลูกกลิ้ง ทำหน้าที่ปรับระดับความสูงของลูกกลิ้ง เพื่อที่จะรีดเส้นผักตบชวาให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ
- หมายเลข 5 คือ ลูกกลิ้งหรือลูกรีด ทำหน้าที่รีดเส้นผักตบชวา
- หมายเลข 6 คือ ถาดรองชิ้นงาน ทำหน้าที่รองรับเส้นผักตบชวาที่รีดออกมาแล้ว
- หมายเลข 7 คือ ฐานเครื่อง ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง
- หมายเลข 8 คือ เฟือง ทำหน้าที่ส่งกำลังจากการหมุนของเพลาลูกกลิ้ง
- หมายเลข 9 คือ ฝาครอบเฟือง ทำหน้าที่ป้องกันอุบัติเหตุ
- หมายเลข 10 คือ โซ่ส่งกำลัง ทำหน้าที่ส่งกำลังอีกเพลานึงไปยังอีกเพลาลูกกลิ้ง
- หมายเลข 11 คือ โครงเสา ทำหน้าที่ประคองลูกกลิ้งทั้งสองลูก
- หมายเลข 12 คือ เฟืองปรับระดับ ทำหน้าที่ปรับขนาดความกว้างของลูกกลิ้ง

4.2 ขั้นตอนการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และการประกอบสิ่งประดิษฐ์

1) ขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วนที่ต้องผ่านการหล่อขึ้นรูป โดยเริ่มจากการออกแบบแม่พิมพ์ของชิ้นงานตามที่กำหนดไว้ จากนั้นหลอมโลหะอะลูมิเนียม แล้วนำอะลูมิเนียมเหลวเทลงในแบบหล่อเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน และหล่อขึ้นส่วนอื่น ๆ ตามแบบ ขั้นตอนถัดมาเป็นการตกแต่งชิ้นงานที่หล่อขึ้นรูปด้วยการเจียรระโน เพื่อลบขอบ ลบคม ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 4 เครื่องรีดผักตบชวา

2) ขั้นตอนการประกอบ ติดตั้งสวิตช์ปิด - เปิด และเดินสายไฟ เก็บสายไฟให้เรียบร้อย ติดตั้งเฟือง โซ่งกำลัง ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า เกียร์ทด และชุดลูกรีดทั้งหมดเข้าด้วยกัน และใส่แผ่นอะคริลิก เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากชุดลูกรีด ดังแสดงในภาพที่ 4

4.3 การทดสอบการทำงานและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องรีดผักตบชวา

ในขั้นตอนนี้ เป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องรีดผักตบชวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุน พร้อมทั้งวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องรีดผักตบชวาแบบมอเตอร์ไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบปริมาณการรีดเส้นผักตบชวา คิดเป็นน้ำหนักที่ผลิตได้ต่อนาที และหาอัตราการผลิตระหว่างเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุน กับเครื่องรีดผักตบชวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ประเมินผลประสิทธิภาพจากอัตราการผลิต จากสมการที่ 1 และคำนวณหาการใช้พลังงานจำเพาะ จากสมการที่ 2

ทำการทดลองการเปรียบเทียบจำนวนเส้นผักตบชวาที่สามารถป้อนเข้าไปในเครื่องรีดแต่ละประเภท (1, 2 และ 4 เส้น) และเปรียบเทียบปริมาณของเส้นผักตบชวาต่อ 1 นาที ระหว่างเครื่องรีดผักตบชวาแบบมือหมุนกับเครื่องรีดผักตบชวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เครื่องรีดฝักตบชาแบบมือหมุน (ซ้าย) และเครื่องรีดฝักตบชาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า (ขวา)

เมื่อได้เส้นฝักตบชาที่รีดออกมาจากเครื่องรีดทั้ง 2 ประเภทแล้ว จากนั้นทำการวัดขนาดความหนาของเส้นฝักตบชาหลังที่รีดขึ้นรูป โดยการวัดค่าความหนาของเส้นฝักตบชา ต้องมีความหนาไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร ตลอดทั้งเส้น

4.4 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

สรุปผลการออกแบบและการพัฒนาเครื่องรีดฝักตบชา รวมถึงการเปรียบเทียบความหนาของการใช้เครื่องรีดฝักตบชาแบบมือหมุน และเครื่องรีดฝักตบชาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า การประเมินประสิทธิภาพการทำงาน และอภิปรายผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบและการพัฒนาเครื่องรีดฝักตบชา

จากการออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS จากภาพที่ 2 นั้น ทางผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยการใช้หลักการและทฤษฎีการหล่อโลหะ การรีดขึ้นงาน รวมถึงนำอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกัน ได้เครื่องรีดฝักตบชาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

5.2 ผลการทดสอบเครื่องรีดฝักตบชา

ปกติในงานหัตถกรรมนิยมใช้เส้นฝักตบชาที่มีความยาว 50 - 55 เซนติเมตร ก่อนการรีดขึ้นรูป หลังจากนั้นเส้นฝักตบชาที่ผ่านการรีดจากเครื่องรีดฝักตบชาจะต้องมีความเรียบที่สม่ำเสมอ มีลำเส้นตรง และความหนาของเส้นฝักตบชาที่รีดได้ต้องมีขนาดไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร

การตั้งค่าช่องว่างระหว่างลูกรีดแบบมือหมุนอยู่ที่ 0.10 มิลลิเมตร และช่องว่างระหว่างลูกรีดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ที่ 0.10 มิลลิเมตร เช่นกัน

1) การเปรียบเทียบขนาดความหนาของฝักตบชาที่ได้จากเครื่องรีดฝักตบชาแบบมือหมุนกับเครื่องรีดฝักตบชาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า การวัดขนาดความหนาของฝักตบชาจะแบ่งการวัดออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงต้นของลำต้น (ช่วง 0 - 15 มิลลิเมตร) ช่วงกลางของลำต้น (ช่วง 20 - 35 มิลลิเมตร) และช่วงปลายของลำต้น (ช่วง 40 - 55 มิลลิเมตร) ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ช่วงในการวัดของของลำต้นผักตบชวา

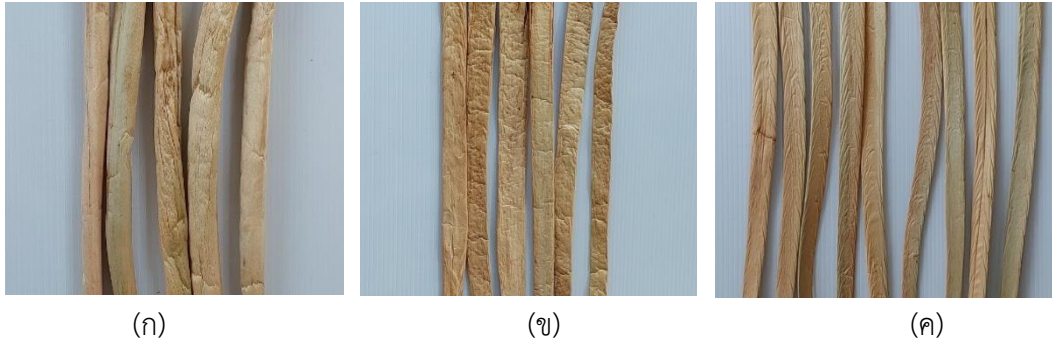
จากการกำหนดช่วงในการวัดขนาดของลำต้นแล้ว จึงหาค่าเฉลี่ยความหนาตลอดทั้งเส้น ผักตบชวา และเปรียบเทียบความหนาของการใช้เครื่องรีดทั้ง 2 ประเภท โดยทำการวัดทั้ง 3 ช่วง เหมือนกัน การทดลองนี้ทำการวัดอย่างละ 20 ครั้ง จำนวน 3 รอบการทดลอง และได้ความหนา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหนาของเส้นผักตบชวาแบบใช้เครื่องรีดแบบมือหมุน และแบบใช้เครื่องรีดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

วิธีการ	จำนวนเส้นผักตบชวาที่รีดได้ (เส้นต่อครั้ง)	ค่าเฉลี่ยความหนาของเส้นผักตบชวา (มิลลิเมตร)
แบบมือหมุน	1	0.151
แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	1	0.160
	2	0.174
	4	0.193

จากตารางที่ 1 พบว่าความหนาของเส้นผักตบชวาจากเครื่องรีดแบบมือหมุน ได้ค่าเฉลี่ยความหนาเท่ากับ 0.151 มิลลิเมตร และความหนาของเส้นผักตบชวา จากเครื่องรีดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่รีดทีละ 1, 2 และ 4 เส้น ได้ค่าเฉลี่ยความหนาเท่ากับ 0.160, 0.174 และ 0.193 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าความหนาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า จะมีค่ามากกว่าการรีดแบบมือหมุนเล็กน้อย แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ความหนาไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร และเส้นผักตบชวามีผิวที่เรียบตลอดทั้งเส้นมากกว่าการรีดแบบมือหมุน

เมื่อเส้นผักตบชวา ภาพที่ 7 (ก) ผักตบชวาก่อนการรีดขึ้นรูป ถูกเตรียมเพื่อเข้าสู่เครื่องรีด ผักตบชวา แล้วจะได้เส้นผักตบชวา ภาพที่ 7 (ข) ผักตบชวาลังการรีด ซึ่งลักษณะของเส้นผักตบชวาที่รีดขึ้นรูปแบบมือกับเส้นผักตบชวาที่รีดขึ้นรูปแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะเหมือนกัน



ภาพที่ 7 (ก) ผักตบชวาก่อนการรีดขึ้นรูป (ข) ผักตบชวาลังการรีดขึ้นรูปแบบมือหมุน และ (ค) ผักตบชวาลังการรีดขึ้นรูปแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

2) ทดสอบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องรีดผักตบชวแบบมือหมุนกับเครื่องรีดผักตบชวแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการรีดเส้นผักตบชว ระหว่างเครื่องรีดผักตบชวแบบมือหมุนกับเครื่องรีดผักตบชวแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

วิธีการ	จำนวนเส้น ผักตบชว ที่ป้อนเข้าเครื่องรีด (เส้นต่อครั้ง)	น้ำหนัก (กรัม/ นาที)	อัตราการผลิต (กิโลกรัม/ ชั่วโมง)	การใช้พลังงาน จำเพาะ (กิโลกรัมต่อ กิโลวัตต์·ชั่วโมง)
แบบมือหมุน	1	30	1.8	-
แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	1	50	3.0	12.10
	2	80	4.8	19.35
	4	140	8.4	33.87

หมายเหตุ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 hp เท่ากับ 248.57 วัตต์ ($\cong 0.248$ kW)

จากตารางที่ 2 การรีดผักตบชวแบบใช้มือหมุน มีอัตราการผลิตเท่ากับ 1.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการผลิตแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีค่าตั้งแต่ 3.0 - 8.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งทำให้เห็นได้ว่าปริมาณที่ผลิตเทียบต่อหน่วยชั่วโมง ในการรีดผักตบชวแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถให้การผลิตที่มากกว่าแบบใช้มือหมุน คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 ในขณะที่ใช้พลังงานจำเพาะแปรผันตามกับอัตราการผลิต มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 33.87 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์·ชั่วโมง

6. สรุปผลและการอภิปรายผล

6.1 สรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เครื่องรีดผักตบชวแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของกลุ่มแม่บ้านหัตถกรรมเกษตรกรบ้านสันบัวบก

2) จากการเปรียบเทียบขนาดความหนาของเส้นฝักตบขวาในการรีดจากเครื่องรีดทั้ง 2 ประเภทแล้ว เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ฝักตบขวา (มผช.39/2546) ที่กำหนดให้เส้นฝักตบขวาต้องมีขนาดของเส้นสม่ำเสมอเหนียวนุ่ม ไม่เปราะ ขาดง่าย และไม่มีรอยจุดหรือต่างอย่างเด่นชัด

3) อัตราการผลิตของเครื่องรีดฝักตบขวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเท่ากับ 3.0 - 8.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่าแบบเครื่องรีดฝักตบขวาแบบใช้มือหมุนที่มีอัตราการผลิตที่ 1.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4) การใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องรีดฝักตบขวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 33.87 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์·ชั่วโมง

6.2 อภิปรายผล

1) เครื่องรีดฝักตบขวาแบบมือหมุน มีข้อดี คือ ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน เคลื่อนย้ายสะดวก ข้อเสีย คือ เมื่อใช้งานเป็นเวลานาน ผู้ใช้งานมีอาการปวดมือ ปวดแขน และปวดไหล่ ขนาดมือจับมีขนาดเล็กและลื่น มีฐานไม่มั่นคง มีชุดลูกรีดชุดเดียว และบางครั้งการรีดขึ้นรูปจะต้องทำการรีดซ้ำไปซ้ำมา เนื่องจากไม่ได้ความหนาตามที่ต้องการ ส่วนเครื่องรีดฝักตบขวาแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า มีข้อดี คือ สามารถขึ้นรูปได้เร็ว รีดเส้นฝักตบขวาได้ขนาดความหนาตามที่ต้องการเช่นกัน สามารถรีดเส้นฝักตบขวาได้ทีละหลายเส้นในการรีด 1 ครั้ง ข้อเสีย คือ ใช้พลังงานไฟ มีน้ำหนัก เคลื่อนย้ายลำบาก

2) เครื่องรีดฝักตบขวาสามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มแม่บ้านหัตถกรรมเกษตรกรบ้านสันบัวบก ซึ่งต้องการเพิ่มกำลังการผลิตและขนาดของเส้นฝักตบขวาที่มีความยาว 50 - 55 เซนติเมตร มีความหนาไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร ในขณะทำงานวิจัยของ Treeamnuk and Treeamnuk (2013) ทำการออกแบบและสร้างเครื่องรีดและเครื่องกรีดฝักตบขวา ที่ค่าความยาวของฝักตบขวา 60 เซนติเมตร แต่ได้ความหนาหลังการรีดขึ้นรูปที่มากกว่าเท่ากับ 10 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร ส่วนงานวิจัยของ Jaito et al. (2013) สามารถทำให้ขนาดความหนาได้ 1.9 1.8 และ 1.5 มิลลิเมตร โดยให้เหตุผลว่า เงื่อนไขในการทำให้นขนาดความหนาน้อยขึ้นขึ้นอยู่กับความชื้นที่มีสูง แต่จะอัตราการรีดไวโดยที่งานวิจัยนี้จะคิดเป็นหน่วยกิโลกรัมต่อชั่วโมง

7. เอกสารอ้างอิง

- Bahadirov G.A., Nabiev A.M. and Umarov A.A. (2021). Roller machine for fiber material processing. *Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent*, 11(2), pp. 56 - 59.
- Ban San Bua Bok handicraft producing group, (2023, March 31). *handicraft producing member*, Ban Sang, Muang, Phayao. Interview.
- Jaito, K., Treeamnuk, T. and Treeamnuk, K. (2013). Water hyacinth rolling and splitting machine. In *The 6th Thai Society Agricultural Engineering (TSAE) International Conference & 14th TSAE National Conference 2013 1-4 April 2013*. pp. 266 - 270). Prachuapkhirikhan: Rajamangala University of Technology Tawan-ok. (inThai)
- Khojitmate, S. (2002). The Application of Eichhornia crassipes to produce web using for agriculture. *Journal of Engineering, RMUTT*, 2(1), pp. 1 - 6. (inThai)

- Pataragesvit, T. and Charoensuk, N. (2014). *Research report topics High performance double rolling machine for rolled*. Bangkok: Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.
- Supphong, N., Srisorn, W., and Bhaksuwan, S. (2021). Public participation in conservation water hyacinth basketry work, a case study in Sappaya District Sappaya District, Chainat province. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences*, 4(3), pp. 874 - 890.
- Thai Industrial Standards Institute. (2019). *Thai SMEs Standard water hyacinth products*. Ministry of Industry. Bangkok. Access on December 11, 2022. Available <https://www.tisi.go.th/assets/website/pdf/tiss/51-2562.pdf>.
- Thai Industrial Standards Institute. (2003). *Community product standards project*. Ministry of Industry. Bangkok. Access on December 7, 2022. Available http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps39_46.pdf.
- Treamnuk, K. and Treamnuk, T. (2013). Development and testing of water hyacinth rolling and splitting machine for handicraft. *Thai Society of Agricultural Engineering Journal*, 19(1), pp. 25 - 30. (inThai)
- Tsoy G.N. and Nabiev A.M. (2021). The development of a highly efficient machine for dehydration of moisture-saturated materials. *Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent*, 11(3), pp. 25 - 29.