เครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด
Twin Mill Sawdust Grinding Machine

กนต์ธีร์ สุขตากจันทร์[1 *] นริศ อินต๊ะวงค์[1] และนเรศ อินต๊ะวงค์[1]
[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
Konthee Sugtakchan[1 *], Naris Intawong[1], Naret Intawong[1]
[1] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna.
[*]ผู้รับผิดชอบบทความ: luang_s4@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์ 0-5392-1444 ต่อ 2340

Received: 22 May 2019, Revised: 4 September 2019, Accepted: 21 February 2020

บทคัดย่อ
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบดเศษไม้อเนกประสงค์ที่ โดยให้สามารถทำการบดเศษไม้ที่มีลักษณะเป็นเศษเหลือทิ้งจากการกลึงรวมทั้งที่มีเศษไม้มะม่วงขนาดใหญ่ที่ปะปนมาด้วยเช่น เศษเปลือกไม้ แก่นไม้ที่ไม่พึงประสงค์ ได้ในเครื่องเดียวกัน หลักการเบื้องต้นของการออกแบบคือ การออกแบบเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดโดยใช้ต้นกำลังมอเตอร์เดียวกันกล่าวคือ ชุดบดหยาบใช้กลไกเพลาใบมีด เพื่อประโยชน์ในการบดย่อยเศษไม้มะม่วงขนาดใหญ่ที่ปะปนมาด้วยเช่น เศษเปลือกไม้ แก่นไม้ ให้มีขนาดเล็กลงก่อนตกลงไปสู่ชุดบดละเอียดต่อไป ชุดบดละเอียดเลือกใช้กลไกการตีกระแทกด้วยใบมีดอิสระตามแนวรัศมีของการหมุนของเพลา เป็นชุดบดที่จะทำการบดละเอียดชั้นสุดท้ายที่ทำงานรวมกับส่วนประกอบตะแกรงเพื่อทำให้ได้เศษขี้เลื่อยขนาด 4 มิลลิเมตร ผลการทดลองพบว่าเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถบดย่อยเศษกลึงของไม้มะม่วงให้มีขนาดต่ำกว่า 4 มิลลิเมตรได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบอีกว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเท่ากับ 95% กำลังการผลิตเท่ากับ 340 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือเท่ากับ 2730 กิโลกรัมต่อวัน ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าต้นทุนการบดย่อยเศษไม้เท่ากับ 0.163 บาทต่อกิโลกรัม และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 เดือนกับ 11 วัน
คำสำคัญ เครื่องบดเศษไม้ ขี้เลื่อย การออกแบบเครื่องจักรกล

Abstract
The purpose of this research is to design and develop a multi-purpose wood waste grinder called “Twin Mill Sawdust Grinding Machine”. This machine is able to grind waste mango wood scrap from turning processes, that include a mixing of large and small sized mango wood scrap. The proposed wood crusher machine is designed to use a two-batch sawdust that requires equal motor power. The coarse crusher uses the “Shredding Machine” a crusher for the purpose of digesting large mango wood chips, such as wood bark crumbs, to a smaller size before falling into a fine grinding unit. The fine grinding unit uses the hammer mill mechanism as the grinding set to be finely grinded and filtered by the final grating to allow the sawdust size of 4 mm. The results showed that the machines created in this research were able to grind fine crushed mango wood chips to a size less than 4 mm which was in accordance with the objectives of the project. In addition, the results showed that the efficiency of the grinder was 95%, the production capacity of 340 kg per hour or equal to 2730 kg per day. The economic analysis showed that the cost of crushing wood chips with Twin Mill Sawdust Grinding was 0.163 Baht per kilogram, which translates to a return of investment period of 1 month and 11 days.
Keywords: Wood Sawdust, Grinder Machine, Mechanical Design

1. บทนำ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มหัตถกรรมไม้มะม่วง ตำบลห้วยทราย ตั้งอยู่หมู่ที่ 5 ตำบลห้วยทราย อำเภอสันกำแพง จังหวัด เชียงใหม่ จัดตั้งกลุ่มหัตถกรรมไม้มะม่วง ตำบล ห้วยทราย ได้จัดตั้งกลุ่มเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2546 ดำเนินกิจการแปรรูปวัตถุดิบจากต้นมะม่วงเป็นสินค้าหัตถกรรมประเภทแจกัน ถ้วย ที่เขี่ยบุหรี่[1] เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่งจำหน่ายทั้งในต่างประเทศ 80% และในประเทศ 20%

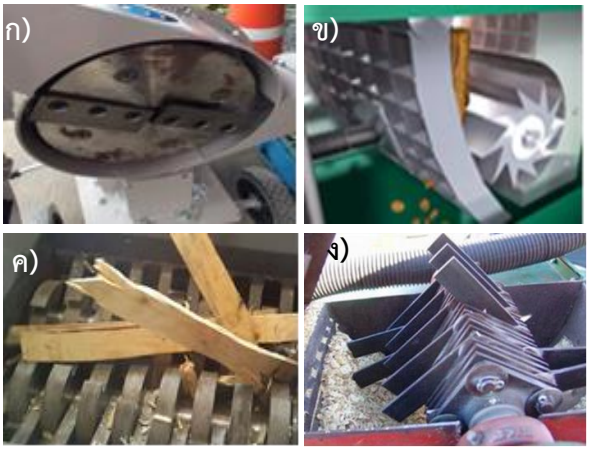
รูปที่ 1 สินค้าหัตถกรรมจากต้นมะม่วงวิสาหกิจชุมชนกลุ่มหัตถกรรมไม้มะม่วง ตำบลห้วยทราย

สินค้าหัตถกรรมจากต้นมะม่วงดังกล่าวถูกขึ้นรูปด้วยวิธีการกลึงก่อนนำมาตกแต่งด้วยสีและเสริมลวดลายโลหะต่อไป [2] จะเห็นได้ว่าในแต่ละวันมีเศษไม้มะม่วงที่ผ่านการกลึงออกจากชิ้นงานเป็นจำนวนมากประมาณ 100-150 กิโลกรัมต่อวันหรือประมาณ 2 ตันต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 2 เศษไม้มะม่วงดังกล่าวยังเป็นเศษไม้หยาบ ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นภาระของทางผู้ประกอบการที่ต้องกำจัดซึ่งนั่นคือการเผาทำลายหรือขายในราคาถูกเพื่อนำไปทำเชื้อเพลิงหรือทิ้งให้เสื่อมสภาพไป เป็นต้น

รูปที่ 2 เศษไม้มะม่วงที่ผ่านการกลึง

รูปที่ 3 เศษไม้มะม่วงที่ผ่านการกลึงแต่ยังมีขนาดที่ใหญ่ประมาณ 15-20 mm

ที่ผ่านมาทางผู้ประกอบการได้มีการหาข้อมูลเครื่องบด/ย่อยเศษไม้ที่มีขายในท้องตลาดที่คาดว่าจะนำมาใช้บดเศษไม้เพื่อแก้ปัญหาได้ โดยคาดว่าหากสามารถบดให้มีความละเอียดมากขึ้นจนเป็นขี้เลื่อยแล้วสามารถเพิ่มมูลค่าเศษไม้มะม่วงเหลือทิ้งนี้ได้โดยการจำหน่ายเพื่อนำไปทำก้อนเพาะเห็ด [3] หรือขี้เลื่อยสำหรับซับน้ำมันในโรงงานอุตสาหกรรมได้ [4] อย่างไรก็ตามพบว่าเครื่องจักรดังกล่าวนั้นสามารถบดเศษไม้ได้แต่ยังมีขนาดที่ใหญ่เกินไปประมาณ 15-20 mm เครื่องบดที่มีขายในท้องตลาดดังกล่าวเหมาะสำหรับการย่อยเศษกิ่งไม้เหลือทิ้งจากงานด้านการเกษตรกรรมที่มีลักษณะเป็นท่อนยาวเช่น กิ่งไม้ เศษท่อนไม้ เป็นต้น [5] หลักการบดของแต่ละเครื่องมีกลไกการบดที่แตกต่างกันตัวอย่างเช่น กลไกการบดด้วยใบมีดแบบหั่นรูปที่ 4 (a) กลไกการบดโดยใช้เฟืองใบมีดตัดรูปที่ 4(b) กลไกการบดแบบเพลาใบมีด (Shredding Machine) รูปที่ 4 (c) และแบบกลไกการ ตีกระแทกด้วยใบมีดอิสระตามแนวรัศมี (Hammer mill Machine) รูปที่ 4(d) [6] ดังแสดงในรูปที่ 4



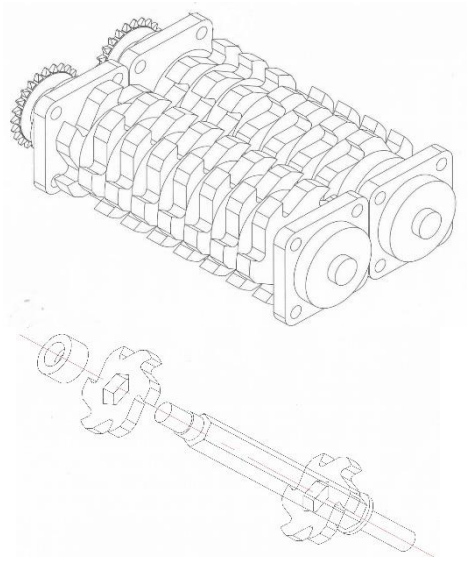
รูปที่ 4 กลไกการบดชนิดต่าง ๆ

จากเครื่องจักรที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นกลไกที่ไม่เอื้อต่อการบดเศษไม้มะม่วงจากการกลึงที่มีเศษไม้ปะปนอยู่บางส่วนให้เป็นขี้เลื่อยที่มีขนาดประมาณ 4 mm ได้รวมทั้งยังไม่สามารถตอบโจทย์ด้านการใช้งานของผู้ประกอบการที่ต้องการได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดเครื่องจักรที่สามารถบดเศษไม้มะม่วง โดยการประยุกต์ใช้หลักการของกลไกการบดสองแบบตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นให้ทำงานในเครื่องจักรเดียวกันคือ ชุดกลไกที่ 1 แบบ Shredding Machine และชุดกลไกที่ 2 แบบ Hammer Mill Machine ตลอดจนใช้ต้นกำลังมอเตอร์เดียวกันสามารถทำการบดเศษไม้ที่มีลักษณะเป็นเศษเหลือทิ้งจากการกลึงรวมทั้งที่มีเศษไม้มะม่วงขนาดใหญ่ที่ปะปนมาด้วย เช่น ท่อนไม้ กิ่งไม้ เศษเปลือกไม้ และแก่นไม้ที่ไม่พึงประสงค์ได้ในเครื่องเดียวกัน [7] โดยคาดว่าเครื่องจักรดังกล่าวนี้จะสามารถบดเศษขี้เลื่อยได้ละเอียดขนาดประมาณ 4 mm ตามประสงค์ของผู้ประกอบการ

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด



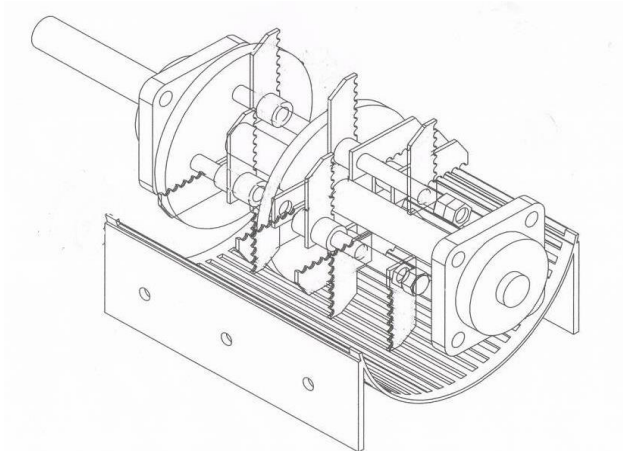
รูปที่ 5 ชุดกลไกที่ 1 แบบ Shredding Machine

2.1.1 ชุดบดที่ 1

ชุดบดด้านบนออกแบบให้มีกลไกการบดแบบเพลาใบมีดจากเครื่อง Shredding Machine ที่ให้ประสิทธิภาพการบดย่อยวัสดุที่มีมิติต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่นเป็นแท่งทรงกระบอก เป็นก้อน เป็นแผ่นบาง หรือแม้กระทั้งวัสดุที่มีความยืดหยุ่นเป็นต้น ที่เลือกกลไกชุดนี้เป็นชุดการบดที่อยู่ส่วนแรกของเครื่องจักรเพื่อประโยชน์ในการบดย่อยเศษไม้มะม่วงขนาดใหญ่ที่ปะปนมาด้วยเช่น เศษเปลือกไม้ แก่นไม้ให้มีขนาดเล็กลงก่อนตกลงไปสู่ชุดบดละเอียดต่อไป กลไกการบดแบบเพลาใบมีดประกอบด้วยชุดใบมีดสลับกับแผ่นกั้นประกอบบนเพลาหกเหลี่ยมดังแสดงในรูปที่ 5 จากนั้นนำมาประกอบในห้องบดโดยหันใบมีดของเพลาทั้งสองเข้าหากันแบบคู่ขนาน เพลาใบมีดทั้งสองมีทิศทางการหมุนตรงข้ามกันในแบบ Counter Rotating ที่ความเร็วรอบประมาณ 36.25 rpm โดยคมตัดของใบมีดที่หมุนเข้าหากันจะตัดเฉือนวัสดุอย่างต่อเนื่องและเศษวัสดุที่ถูกบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงจะตกลงสู่ชุดบดละเอียดต่อไป

2.1.2 ชุดบดที่ 2

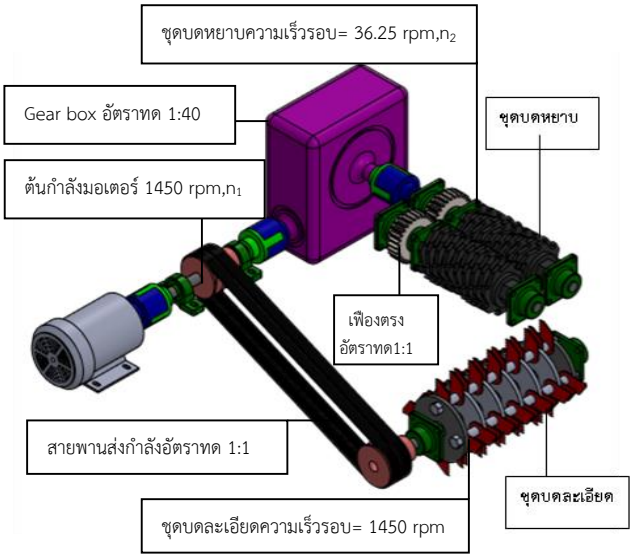
ชุดบดด้านล่างเป็นแบบกลไก Hammer Mill Machine โดยใช้การตีกระแทกด้วยใบมีดอิสระตามแนวรัศมีของการหมุนของเพลาดังแสดงในรูปที่ 6 เป็นชุดกลไกการบดที่ทำหน้าที่บดเศษไม้ที่ผ่านการบดย่อยเพื่อให้วัตถุที่ลดขนาดลงจากชุดบดที่ 1 การบดในชุดบดที่ 2 นี้จะเป็นการบดละเอียดชั้นสุดท้ายโดยใช้ใบมีดที่หมุนอิสระที่ความเร็วรอบประมาณ 1450 rpm หมุนตีเศษวัสดุให้มีขนาดเล็กลงโดยทำงานรวมกับส่วนประกอบตะแกรงที่มีขนาดช่องตะแกรงเท่ากับ 4 mm ติดตั้งด้านล่างของชุดบด หากเศษวัสดุถูกบดให้มีขนาดเล็กกว่าช่องตะแกรงจะสามารถลอดผ่านตะแกรงและหลุดออกมาเป็นเศษขี้เลื่อยขนาด 4 mm ตามประสงค์ของผู้ประกอบการ ส่วนเศษไม้ที่ยังมีขนาดใหญ่กว่าจะถูกบดอยู่ภายในชุดบดที่ 2 จนกว่าจะถูกลดขนาดลงและลอดผ่านตะแกรงออกมาได้



รูปที่ 6 แสดงชุดบดที่ 2 กลไกการบดแบบตีกระแทกด้วยใบมีดอิสระตามแนวรัศมีของการหมุนของเพลา

2.1.3. ต้นกำลังและระบบส่งกำลังของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด

รูปที่ 7 แสดงระบบต้นกำลังของชุเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด ใช้ต้นกำลังเดียวกันคือมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า กำลังไฟฟ้า 220 V. AC. [8] การส่งกำลังเป็นระบบล้อสายพาน ร่วมกับสายพานและระบบเฟืองโซ่เพื่อขับเพลใบมีดทั้งสองในชุดขับที่ 1 ที่ความเร็วรอบประมาณ 36.25 rpm โดยความเร็วดังกล่าวจะถูกปรับลดลงด้วยอัตราทดของระบบล้อสายพานร่วมกับสายพานจากต้นกำลังมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 1450 rpm ส่วนชุดบดที่ 2 เพลาใบมีดถูกขับด้วยระบบล้อสายพานร่วมกับสายพานเช่นกันโดยเป็นการส่งกำลังโดยตรงจากต้นกำลังมอเตอร์ซึ่งจะทำให้เพลาใบมีดในชุดบดที่ 2 นี้หมุนด้วยความเร็วรอบสูงประมาณ 1450 rpm



รูปที่ 7 แสดงระบบต้นกำลังของชุดเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด

2.1.4. การคำนวณออกแบบและหน้าที่การทำงาน (Function) ของส่วนประกอบเครื่องจักร [9]

ต้นกำลังและระบบส่งกำลังของทั้งสองชุดบดใช้ต้นกำลังเดียวกันคือมอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบ 1450 rpm ที่ถูกครอบไว้ด้วย Motor Cover เพื่อป้องกันฝุ่นละออง สำหรับการส่งกำลังแยกออกเป็นสองส่วนคือ

ชุดบดหยาบ โดยการส่งกำลังผ่านเพลาขับเข้าไปยัง Gear box อัตราทด 1:40 เพื่อหมุนเฟืองตรงอัตราทด 1:1 เพื่อขับเพลาใบมีดบดหยาบที่ความเร็วรอบ 36.25 rpm ข้อมูลความเร็วรอบของมอเตอร์ (n1) = 1,450 rpm อัตราทดที่เกียร์ทดรอบ 1:40 กำหนดให้เลือกใช้คลัปปลิ้งต่อส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์เข้าสู่เกียร์ทดรอบดังนั้น ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทดรอบ= 36.25 rpm กำหนดให้เลือกใช้เฟืองตรงอัตราทด 1:1 เพื่อขับเพลาใบมีดบดหยาบ ดังนั้นความเร็วรอบของเพลาใบมีดมีความเร็วรอบ (n2) = 36.25 rpm มีทิศทางการหมุนแบบสวนทางกัน Counter rotating

ชุดบดละเอียด โดยการส่งกำลังผ่านสายพานอัตราทด 1:1 เพื่อหมุนเพลาใบมีดบดละเอียดดังนั้นจึงทำให้เพลามีดบดละเอียด n3 หมุนด้วยความเร็วรอบ 1450 rpm

ภาพรวมเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 บดย่อยเศษของไม้มะม่วงให้มีขนาดต่ำกว่า 4 มม.

2.2 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะเครื่องจักร

2.2.1 การทดลองเพื่อหากำลังการผลิตของเครื่องจักร

ทำโดยทำการบดย่อยเศษกลึงของไม้มะม่วงครั้งละ 1000 กรัม ขนาดของเศษกลึงไม้มะม่วงประมาณกว้าง 10 mm หนา 2 mm ความยาวตั้งแต่ 100 mm ถึง 300 mm และจับเวลาที่เครื่องบดทำการบดเศษไม้มะม่วงจนหมด โดยทำการทดลอง 20 ครั้งการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยและคำนวณกำลังการผลิตต่อชั่วโมง

2.2.2 การทดสอบประสิทธิผลของเครื่องจักร [10]

โดยทั่วไปการวัดประสิทธิผลโดยรวมขอเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) สามารถได้ตามสามการที่สมการที่ 1

$$OEE = (AxPxQ)100 \quad (1)$$

โดยที่

OEE = ประสิทธิผลโดยรวม (%)
A = อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability)
P = ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance Efficiency)
Q = อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

การหาประสิทธิผลโดยรวมขอเครื่องย่อยเศษกลึงของไม้มะม่วงในงานวิจัยนี้ ตัวแปรอัตราการเดินเครื่องจักรมีค่า และประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรไม่ถูกนำมาพิจารณา เนื่องจากในกาที่รทดลองเครื่องจักรทำงานโดยตลอด ไม่เกิดการขัดข้องเสียหายที่ต้องเสียเวลาการซ่อมบำรุงแต่อย่างใด ดังนั้นค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้พิจารณาเฉพาะอัตราคุณภาพ ในความหมายตามวัตถุประสงค์ของเครื่องบดที่ต้องบดเศษไม้มะม่วงที่ให้มีขนาดเล็กกว่า 4 mm ซึ่งคำนวณได้ตามสมการที่ 2

$$Q = \frac{(q-N)}{q} x100 \quad (2)$$

Q = อัตราคุณภาพ (Quality rate)
q = น้ำหนักของขี้เลื่อยไม้มะม่วงที่บดแล้วมีขนาดเล็กกว่า 4 mm (กรัม)
N = น้ำหนักของขี้เลื่อยไม้มะม่วงที่บดแล้วมีขนาดใหญ่กว่า 4 mm (กรัม)

2.3 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ [11]

คือการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาการใช้งานเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดได้แก่ ค่าไฟฟ้าจากการใช้งานจริง ค่าแรงงาน ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด เมื่อนำไปใช้งานเชิงพาณิชย์ต่อไป

3. ผลการดำเนินงานวิจัย

3.1 ผลการหาค่ากำลังการผลิตของเครื่องจักร

รูปที่ 9 แสดงผลการใช้งานเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเปรียบเทียบกันระหว่างเศษกลึงของไม้มะม่วงก่อนและหลังการบด ผลการใช้งานพบว่าเครื่องจักรที่สร้างขึ้นสามารถบดย่อยเศษกลึงของไม้มะม่วงให้มีขนาดต่ำกว่า 4 มิลลิเมตรได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

รูปที่ 9 ผลการใช้งานเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเปรียบเทียบ เศษกลึงของไม้มะม่วงก่อนและหลังการบด

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิผลของเครื่องจักร

ข้อมูลตารางผลการทดลองที่ 1 พบว่ากำลังการผลิตของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเท่ากับ 340 กิโลกรัมต่อชั่วโมงหรือเท่ากับ 2730 กิโลกรัมต่อวัน ผลการทดลองพบว่าประสิทธิผลโดยรวมขอเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเปรียบเทียบเท่ากับ 95 %

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรและเวลาการบดเศษไม้

ครั้งที่	นน.ขี้เลื่อยขนาดเล็กกว่า 4 mm (g)	นน.ขี้เลื่อยขนาดใหญ่กว่า 4 mm (g)	เวลาในการบด(sec)	ประสิทธิผล %
1	955	45	12	95.5
2	950	50	10	95.0
3	965	35	11	96.5
4	940	60	9	94.0
5	955	45	10	95.5
6	945	55	11	94.5
7	935	65	10	93.5
8	952	48	11	95.2
9	950	50	13	95.0
10	965	35	11	96.5
11	945	55	11	94.5
12	955	45	10	95.5
13	945	55	10	94.5
14	935	65	11	93.5
15	952	48	12	95.2
16	950	50	10	95.0
17	965	35	9	96.5
18	945	55	10	94.5
19	955	45	9	95.5
20	954	46	11	95.4
		เฉลี่ย	10.55	95.065

3.3 ผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ [11]

3.3.1 ต้นทุนเครื่องจักร

3.3.1.1 ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร

การคำนวณค่าเสื่อม (Depreciation, D) ราคาเป็นตัวแปรหนึ่งที่จะนำไปสู่การคำนวณหาค่าจุดคุ้มทุนของเครื่องจักรที่สร้างขึ้น โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่(3) และมีเงื่อนไขการพิจารณาคือ ราคาต้นทุนสินทรัพย์เครื่องจักร (Initial cost, P) เท่ากับ 150,000 บาท ราคามูลค่าซากของทรัพย์สินเมื่อหมดอายุ(Scrap value, SV) ประเมินที่ 10 % ของราคาเครื่องจักรเริ่มต้นหลังจากผ่านการใช้งานที่ 5 ปี (Number, N) ซึ่งพบว่าในหนึ่งรอบปีการทำงานที่ 261 วัน คำนวณต้นทุนค่าเสื่อมราคาได้เท่ากับ 0.04 baht/kg

$$D = \frac{(P-SV)}{N} \qquad (3)$$

3.3.1.2 ค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟฟ้าของเครื่องจักร

ค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรคำนวณได้จากต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้าซึ่งใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 1.492 KW/h โดยที่ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 3.75 baht/kg ซึ่งในหนึ่งวันทำงานมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 45 baht/day ที่กำลังการผลิตเท่ากับ 2730 kg/day ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรเท่ากับ 0.016 baht/kg

3.3.1.3 ค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน

ค่าแรงคนงานควบคุมเครื่องจักรใช้แรงงาน 1 คนมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 300 baht/day เครื่องจักรมีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 2730 kg/day ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านค่าแรงคนงานเท่ากับ 0.11 kg/day

ดังนั้นต้นทุนเครื่องจักรคือผลรวมของค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟฟ้าของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายด้านแรงงานซึ่งเท่ากับ 0.163 baht/kg

3.3.2 การเพิ่มมูลค่าของเศษไม้เหลือทิ้งหลังจากบดเป็นขี้เลื่อย

กำลังการผลิตของเครื่องจักรเท่ากับ 2730 kg/day มีต้นทุนการบดย่อยเศษไม้เท่ากับ 0.163 baht/kg เศษไม้ที่ถูกบดเป็นขี้เลื่อยแล้วสามารถจำหน่ายได้ในราคา 1.50 baht/kg สามารถสร้างมูลค่าของเศษไม้เหลือทิ้ง ดังกล่าวได้เท่ากับ 3,650 baht/day

3.3.3 จุดคุ้มทุนของการผลิต

จุดคุ้มทุนของการผลิต (Break even point, Q) คำนวณได้ตามสมการที่ 4 โดยพิจารณาจากค่าต้นทุนคงที่ (Fixed cost, F) คือราคาเครื่องจักรเท่ากับ 150,000 baht ราคาขายต่อหน่วย (Price, P) ขี้เลื่อยที่บดแล้วราคาขายเท่ากับ 1.5 baht/kg และต้นทุนแปรผัน (Variable cost, V) ซึ่งได้แก่ต้นทุนการบดย่อยเศษไม้เท่ากับ 0.163 baht/kg พบว่าปริมาณการผลิตมีจุดคุ้มทุนที่ 112,191 kg ดังนั้นจุดคุ้มทุนของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดคือ 1 เดือนกับ 11 วัน

$$Q = \frac{F}{(P-V)} \qquad (4)$$

4. สรุปผลการทดลอง

เครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถบดย่อยเศษกลึงของไม้มะม่วงให้มีขนาดต่ำกว่า 4 mmได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องบดเศษไม้ให้

เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเปรียบเทียบเท่ากับ 95 % กำลังการผลิตของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเท่ากับ 340 kg/hr หรือเท่ากับ 2730 kg/day และมีต้นทุนการบดย่อยเศษไม้เท่ากับ 0.163 baht/kg หากจำหน่ายได้ในราคา 1.50 baht/kg จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้เศษกลึงไม้มะม่วงเหลือทิ้งดังกล่าวได้เท่ากับ 3,650 บาทต่อวันและจุดคุ้มทุนของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบดประมาณ 1 เดือนกับ 11 วัน

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสถาบันไทย–เยอรมัน ผู้ให้ทุนสนับสนุนทุนวิจัยตลอดโครงการ ภายใต้โครงการพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการผลิตระดับชุมชน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 รวมทั้งวิสาหกิจชุมชนกลุ่มหัตถกรรมไม้มะม่วง ตำบลห้วยทราย และสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Autsawasirilue, S. & Thinakoon, K. Developing customer to be able about productive and productive. Retrieved June. (2011). 3; 2017, from:http://www.bacc.in.th/.[Accessed 11th July 2019].

[2] Naret Intawong, Konthee Sugtakchan and Naris Intawong. 2015. Wood chip grinder to make two sets of sawdust. Complete report. Office of Technology Promotion and Transfer, Office of the Permanent Secretary, Thai-German Institute. Thai.

[3] Phimkarn Rommaphongphan. Mushroom cultivation from sawdust, Division of Plant Pathology and Microbiology, Department of Agriculture, Electronic publishing documents by: Bureau of Promotion and Training Kasetsart University. Thai.

[4] Wiratchada Arsana, The Development of Sawdust Products from Ban Chom Thong Community Ban Waen Subdistrict, Hang Dong District, Chiang Mai. The Far Eastern University Academic Journals; 2561: 12,166-178. Thai.

[5] Songwut Ekawutwongsa. Analytical principles for Production design, Bangkok: Min Service Press Supply; 2014. Thai.

[6] Songwut Egwutvongsa, Crusher Study and Design in support of the Firebreaks Building Mission by the Forest Fire Control Research Center (FFRC) , J Sci Technol MSU. 2015;5(34):496-502.

[7] Chak Chakkajak. Agricultural machinery. Bangkok: Duangkamon Publisher; 2002. Thai.

[8] Aphirak Sukkasem. Alternating current motor. Bangkok: Publisher: SE-Education Company Limited; 2017. Thai.

[9] Warit Ungphakorn and Charn Thanadsan. Mechanical design, Volume 1. 10th edition. Bangkok: SN Group Company Limited, 1994. Thai.

[10] Lomchart, N. and Nuchanat, A. A comparative study of the costs and returns of Barramundi Culture in ponds, brackish and salt water. A Case Study sea bass Cultue in Prachuap Khiri Khan Province. RMUTP Research journal Special Issue, The 5th Rajamangala University of Technology National Conference; 2014. P. 80-90.