การศึกษาความเหมาะสมของระยะลูกรีดเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด

Study the Appropriate Value of the Roller Clearance in a 4-Roll Raw Rubber Sheet Rolling Machine

สุรสิทธิ์ พ่อค้า[1] ไฉไล ซาเสน[1*] และอนุวัช แสนพงษ์[1]

Surasit Phopha[1] Chailai Sasen[1*] and Anuwat Saenpong[1]

Received: *June 14, 2024;* ***Revised:*** *August 15, 2024;* ***Accepted:*** *August 19, 2024*

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะห่างของชุดขอนรีดดอกที่ 2 ของเครื่องรีดแผ่นยางพาราแบบ 4 ลูกรีด ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่นและเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดแผ่นยางพารา แบบ 4 ลูกรีด รวมถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการรีด โดยดำเนินการทดลองตามรายละเอียดการปรับระยะห่าง ชุดขอนแต่ละขอนดังนี้ ชุดขอนรีดลื่นที่ 1 ตั้งระยะห่าง 4.5 มิลลิเมตร ชุดขอนรีดลื่นที่ 2 ตั้งระยะห่าง 3.0 มิลลิเมตร ชุดขอนรีดดอกที่ 1 ตั้งระยะห่าง 2.0 มิลลิเมตร ชุดขอนรีดดอกที่ 2 ตั้งระยะห่าง 3 ระดับ ได้แก่ 1.0 0.5 และ 0.1 มิลลิเมตร ผลการทดลองพบว่า เครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด สามารถลดระยะเวลาในกระบวนการรีดแผ่นยางพาราจนถึงขั้นสุดท้ายในการรีดลงร้อยละ 82.40 ผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตต่อชั่วโมงพบว่า เครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด มีอัตราการรีดยางสูงกว่าเครื่องรีดแบบดั้งเดิม โดยสามารถเพิ่มอัตราการผลิตเฉลี่ย 361.083 แผ่นต่อชั่วโมง มีค่าประหยัดพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 58.126 และประสิทธิภาพของเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ที่ปรับระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร มีขนาดความหนาของแผ่นยางพาราเฉลี่ยหลังรีดน้อยที่สุดเท่ากับ 2.14 มิลลิเมตร ได้ตามขนาดมาตรฐาน และประสิทธิภาพการรีดดีที่สุดร้อยละ 88.24

คำสำคัญ : เครื่องรีดยางพาราแผ่น; ลูกรีด; ยางพารา; ยางแผ่น

[1] *คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*

[1] *Faculty of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*

[*] *Corresponding Author, Tel. 08 3140 1020, E - mail: Chailai.Sa@ksu.ac.th*

Abstract

This research article aimed to study the clearance of the second finishing roller set of the 4-roll raw rubber sheet rolling machine affecting the period of rolling para rubber sheets and 4-roll raw rubber sheet rolling machine efficiency as well as electrical energy consumption to rolling para rubber sheets. The experiments were carried out with the following roller clearance settings for each press roller set: the first smooth roller set will be set to a clearance of 4.5 mm, the second smooth roller set to 3.0 mm, the first finishing roller set to 2.0 mm, and the second finishing roller set will be to three levels: 1.0, 0.5, and 0.1 mm. respectively. The result found that the 4-roll raw rubber sheet rolling machine can significantly reduce the overall raw rubber sheet rolling time, decreasing rolling time by 82.40 %. The comparisons of the production rate per hour represented the 4-roll raw rubber sheet rolling machine performs a higher rubber rolling rate than the traditional rolling machine, with an average rolling rate of 361.08 sheets per hour. Furthermore, electrical energy consumption was reduced by 58.126 %. Adjusting the clearance of the second finishing roller set to 0.1 mm provides the average thickness of rubber sheets after rolling as 2.14 mm. which is the standard size, and obtains the highest rolling efficiency of 88.24 %.

Keywords: Para Rubber Sheet Rolling Machine; Wrought Press Roller; Para Rubber; Rubber Sheet

บทนำ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการปลูกและผลิตยางพารามากที่สุดในโลก ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาชุมชนและเศรษฐกิจของประเทศ กระบวนการแปรรูปยางพารามีหลายขั้นตอนที่ต้องใช้เทคโนโลยีและเครื่องจักรที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางพารา การพัฒนาเครื่องรีดยางพาราและเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ยางพารา [1] - [2] การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตยางยังให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าในด้านต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตยางพารา รวมถึงการผสม การอัดรีด การวัลคาไนซ์และการออกแบบผลิตภัณฑ์ยาง การศึกษาเหล่านี้เน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของการควบคุมอย่างแม่นยำในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ โดยเฉพาะในขั้นตอนการรีดที่ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งต้องถูกควบคุมอย่างรอบคอบเพื่อให้ได้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ [3] การรีดยางพาราเป็นกระบวนการที่สำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปและปรับผิวยางให้เป็นแผ่นบางหรือเคลือบ กระบวนการควบคุมช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งในเครื่องรีดยางพารากึ่งอัตโนมัติเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาคุณภาพและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย การควบคุมช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งอย่างเหมาะสมจะส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกล ความสม่ำเสมอของความหนา และประสิทธิภาพโดยรวมของแผ่นยาง ทำให้เป็นประเด็นสำคัญที่นักวิจัยและผู้ผลิตให้ความสนใจ [4] - [5] รวมทั้งการพัฒนาเครื่องรีดยางเครปได้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งอย่างแม่นยำสามารถลดการสูญเสียวัสดุและปรับปรุงคุณภาพโดยรวมของแผ่นยางที่รีดได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพบว่าการตั้งค่าช่องว่างที่เหมาะสมส่งผลให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงและการสูญเสียวัสดุน้อยที่สุด [6] นอกจากนี้ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีการควบคุม เช่น การใช้ตัวควบคุมฟัซซีลอจิก ยังแสดงผลลัพธ์ที่น่าพอใจในการรักษาช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งให้สม่ำเสมอและปรับปรุงความสม่ำเสมอของแผ่นยางที่ผลิตได้ การนำฟัซซีลอจิกมาใช้ในการควบคุมความเร็วและแรงกดของกระบวนการรีดทำให้ความเสถียรและความแม่นยำของช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งเพิ่มขึ้น

ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายดีขึ้น [7] เครื่องจักรรีดยางพร้อมรีดลายที่พัฒนาการวางลูกรีดในแนวดิ่งรวม โดยมีระยะห่างชุดลูกรีดคู่แรก 7 มิลลิเมตร ชุดลูกรีดเรียบคู่แรก 5 มิลลิเมตร ชุดลูกรีดเรียบคู่ที่สอง 4 มิลลิเมตร ชุดลูกรีดลายคู่แรก 3 มิลลิเมตร และชุดรีดลายคู่ที่สอง 3 มิลลิเมตร ผลการทดลองพบว่าอัตราความเร็วในการรีดยางต่อแผ่นเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 185 แผ่นต่อชั่วโมง [8] การรีดยางพาราแบบเดิมมีหลายขั้นตอนและปัญหาหลายอย่าง โดยเฉพาะขั้นตอนการรีดยางพารา ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเมื่อยล้าในการทำงาน อีกทั้งการรีดเรียบการรีดลายจะต้องใช้เครื่องรีดเฉพาะเกิดการเสียเวลาในการเคลื่อนย้ายยางพาราแผ่นไปยังเครื่องรีดแต่ละเครื่องและต้องใช้เวลาการรีดนาน ส่งผลให้กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นเรียบเป็นไปด้วยความล่าช้า [9] จากการสำรวจศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและสภาพปัญหาของเกษตรกรชาวสวนยางรายย่อยในเขตพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าเกษตรกรชาวสวนยางประสบปัญหาและมีข้อจำกัดของกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในขั้นตอนของการรีดแผ่นยาง โดยเกษตรกรชาวสวนยางใช้การรีดแผ่นยางด้วยเครื่องรีดแผ่นยางอยู่ 2 แบบ ได้แก่ เครื่องรีดแผ่นยางแบบใช้แรงงานคนในการหมุน และเครื่องรีดแผ่นยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับ และการรีดโดยเครื่องจักรทั้ง 2 แบบนี้ จำเป็นต้องรีด 2 ขั้นตอนและต้องใช้เครื่องจักรรีดจำนวน 2 เครื่องแยกกัน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 รีดด้วยเครื่องรีดลื่นหรือรีดเรียบ โดยการนำยางที่ผ่านการนวดแล้วเข้าเครื่องรีดลื่นโดยรีดซ้ำประมาณ 3 - 4 ครั้ง และในทุกครั้งที่เสร็จสิ้นการรีดในแต่ละครั้งและในแต่ละแผ่นต้องทำการปรับระยะขอนหรือลูกกลิ้งรีดก่อนทำการรีดในครั้งต่อไปทุกครั้ง เพื่อให้แผ่นยางบางประมาณ 3 - 4 มิลลิเมตร ตามที่ต้องการ ซึ่งเกษตรกรต้องทำการปรับระยะห่างของขอนรีดทุกครั้งทุกแผ่น และต้องอาศัยทักษะความชำนาญและเสียเวลาในการปรับแต่ละครั้ง ตลอดจนต้องรีดแผ่นยางคราวละมาก ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากการกรีดยางในแต่ละวัน เกษตรกรจึงเกิดความเหนื่อยเมื่อยล้าขณะทำการรีดยาง นำไปสู่การปรับระยะขอนรีดเกิดคลาดเคลื่อนได้ส่งผลต่อขนาดความหนาและคุณภาพของยางแผ่นดิบ และขั้นตอนที่ 2 เกษตรกรต้องนำแผ่นยางที่ผ่านการรีดลื่นหรือรีดเรียบมาป้อนเข้าเครื่องรีดดอกหรือรีดลายอีก 1 ครั้ง เพื่อรีดน้ำและรีดลายเพิ่มพื้นที่ช่วยให้แผ่นยางแห้งเร็วขึ้นเมื่อนำไปผึ่งตาก

ดังนั้น จากสภาพความเป็นมาและปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องรีดแผ่นยางพาราแบบ 4 ลูกรีด โดยงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความเหมาะสมของช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งในเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด โดยบทความนี้พิจารณาศึกษาเฉพาะผลของการปรับระยะห่างระหว่างชุดขอนรีดดอกที่ 2 ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่นและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดแผ่นยางพาราแบบ 4 ลูกรีด รวมถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการรีด เนื่องจากชุดรีดดอกที่ 2 เป็นชุดลูกรีดสุดท้าย หากปรับระยะไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อคุณภาพของยางแผ่นดิบ เช่น หากปรับห่างเกินไป จะมีผลให้การรีดน้ำออกจากแผ่นยางได้ไม่ดีพอความหนาแผ่นยางมากเกินไปและแผ่นยางอาจมีการฉีกขาดขณะทำการรีด และหากปรับระยะชิดแคบเกินไปจะทำให้แผ่นยางบางเกินขนาดที่เหมาะสม แผ่นยางอาจมีการฉีกขาดขณะทำการรีดและมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้น ผลลัพธ์จากการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลเพื่อช่วยในการปรับปรุงการควบคุมกระบวนการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตยางแผ่นชั้นดี

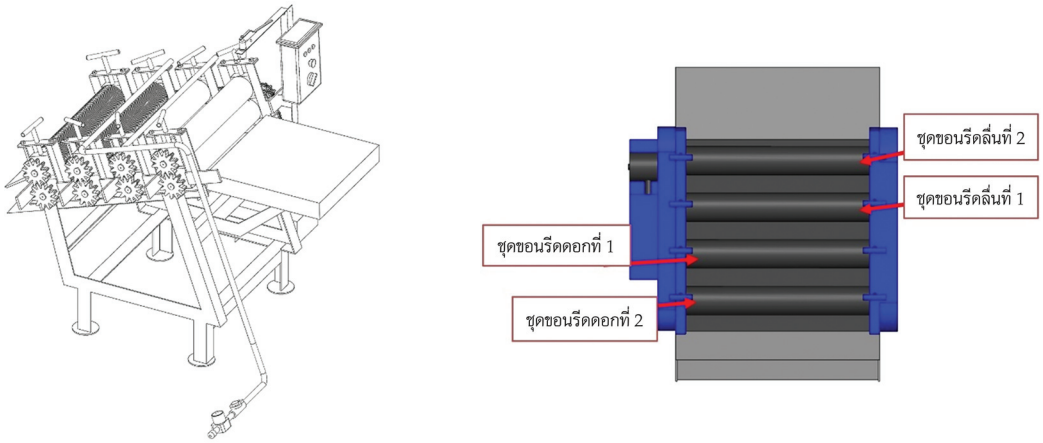
วิธีดำเนินการวิจัย

ลงเก็บข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตยางแผ่นชั้นดีหนองป่าอ้อย มีสมาชิกกลุ่ม 85 ราย มีที่ตั้งที่บ้านหนองป่าอ้อย หมู่ที่ 1 ตำบลลำห้วยหลัว อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่ากลุ่มมีความต้องการเครื่องจักรในการช่วยทุ่นแรงที่สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว ลดขั้นตอน ประหยัดเวลา แรงงานและพลังงาน ตลอดจนการลดต้นทุนรวมถึงคุณภาพของแผ่นยางที่ได้ขนาดมาตรฐาน โดยพบว่ามีกระบวนการรีดอยู่ 2 ขั้นตอน และต้องใช้เครื่องรีดจำนวน 2 เครื่องเช่นกัน ประกอบด้วย เครื่องรีดลื่นหรือชุดจักรลื่นโดยการนำยางที่ผ่านการนวดแล้วเข้าเครื่องรีดลื่นประมาณ 3 - 4 ครั้ง เพื่อให้แผ่นยางบางประมาณ 3 - 4 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงนำเข้าเครื่องรีดดอกหรือชุดจักรดอกอีก 1 ครั้ง เพื่อช่วยให้แผ่นยางแห้งเร็วขึ้น และนำไปผึ่งตาก

ถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการรีดแผ่นยางพารา ในการหมุนชุดลูกกลิ้ง เพื่อการรีดยางแผ่นดิบแต่ละแผ่นนั้น หากเป็นกรณีที่เกษตรกรใช้เครื่องรีดลื่นและเครื่องรีดลายแบบใช้มือหมุนในการรีดแผ่นยาง เกษตรกรจะต้องใช้แรงหมุนชุดลูกกลิ้งหลายรอบ หากมียางแผ่นดิบจำนวนมาก ส่งผลให้การผลิตยางแผ่นมีความล่าช้าและเกิดความเหนื่อยล้าเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกษตรกรละเลยต่อการที่จะทำการผลิตยางแผ่นดิบให้มีความสวยงามและความบางที่ได้ขนาดตามเกณฑ์มาตรฐานขนาด

1. **การออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องรีดแผ่นยางแบบกึ่งอัตโนมัติ**

การออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดแผ่นยางแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 1 โดยเครื่องรีดมีคุณลักษณะที่ประกอบด้วย ลูกรีดเป็นแบบ 4 ขอน (8 ลูกกลิ้ง) แบ่งเป็นชุดขอนรีดลื่นจำนวน 2 ขอน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 114 มิลลิเมตร ยาว 610 มิลลิเมตร) และชุดขอนรีดดอกหรือรีดลายจำนวน 2 ขอน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 118 มิลลิเมตร ยาว 610 มิลลิเมตร) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า (1.49 กิโลวัตต์) ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง ต่อด้วยชุดเกียร์ทดแบบเฟืองตัวหนอน (Worm Gear Reducer) ส่งกำลังด้วยเฟืองและโซ่ลำเลียงในการขับเคลื่อนชุดขอนทุกตัว



(ก) ลักษณะเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด (ข) ลักษณะการวางชุดขอนรีดลื่นและรีดดอก

รูปที่ 1 ลักษณะเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด

ติดตั้งระบบควบคุมการทำงาน และทำการทดสอบการทำงานทั้งระบบ คือการทำงานแบบ Manual และระบบการทำงานแบบ Semi-Automatics และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้เครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามขอบเขตการทดลองที่กำหนด

เปรียบเทียบผลการทดลองความหนาของแผ่นยางกับข้อมูลของสำนักงานตลาดกลางยางพารา ได้กำหนดคุณภาพยางแผ่นดิบเพื่อใช้เป็นมาตรฐานที่ชาวสวนยางสามารถนำไปปฏิบัติได้ เมื่อนำยางขายที่ตลาดยางพาราจะขายได้ราคาตรงตามมาตรฐานยางแผ่นดิบมีด้วยกัน 3 ชั้น

ยางแผ่นดิบคุณภาพ 1 มีลักษณะคือ มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 1.5 % แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัดตลอดแผ่น แผ่นยางบาง มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

ยางแผ่นดิบคุณภาพ 2 มีลักษณะคือ แผ่นยางมีความสะอาดตลอดแผ่น มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 2 % แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด แผ่นยางบางมีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร

ยางแผ่นดิบคุณภาพ 3 มีลักษณะคือ แผ่นยางมีความสะอาดหรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 3 % แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด แผ่นยางค่อนข้างหนา มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร เนื้อยางแห้งมีสีค่อนข้างทึบ ไม่โปร่งใสเท่าที่ควร

ยางแผ่นดิบคุณภาพ 4 มีลักษณะคือ แผ่นยางมีความสะอาดหรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 4.5 % แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด แผ่นยางหนา มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร เนื้อยางแห้งมีสีคล้ำทึบ ไม่โปร่งใส [9] – [10]

2. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

เพื่อศึกษาผลของระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่นและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดยางพาราแบบ 4 ลูกรีด โดยอ้างอิงสมการคำนวนประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดแผ่นยางที่ออกแบบจากสมการที่ (1) จากรูปที่ 1 การจัดวางและจำนวนขอนรีดของเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ซึ่งการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลการรีดยางทั้งหมด 10 การทดลอง เตรียมแผ่นยางตามขั้นตอนการทำยางแผ่นรีดตามมาตรฐานการยาง ดังรูปที่ 2 เริ่มจากการเก็บรวบรวมน้ำยางจากสวนยางพันธุ์ RRIM 600 มากรองน้ำยางด้วยตัวกรองลวดเบอร์ 40 และ 60 เพื่อกรองสิ่งสกปรกออก ทำการตวงน้ำยางใส่ในตะกงและเติมน้ำสะอาดลงในตะกงที่ใส่น้ำยางด้วยอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำยางกับน้ำในอัตรา 3 ส่วน ต่อ 2 ส่วน โดยประมาณ นำกรดฟอร์มิกความเข้มข้นร้อยละ 90 ประมาณ 2 ช้อนแกง (30 มิลลิลิตร) ผสมน้ำสะอาดประมาณ 3 กระป๋องนม (1,170 มิลลิลิตร) หรืออัตราส่วน 1 ส่วน ต่อ 39 ส่วน กวนให้เข้ากัน สำหรับผสมน้ำยางให้ยางแข็งตัวเร็วขึ้น หลังจากนั้นตวงน้ำกรดที่ผสมน้ำแล้ว 1 กระป๋องนม (390 มิลลิลิตร) เทลงในน้ำยางให้ทั่วตะกงและใช้ใบพายกวนน้ำยางไปมาประมาณ 6 เที่ยว ขณะกวนจะมีฟองน้ำยางให้กวาดฟองออกจากตะกงให้หมด แล้วใช้ภาชนะปิดตะกงทิ้งไว้ประมาณ 30 - 45 นาที เมื่อยางจับตัวดีแล้วให้เทแท่งยางออกจากตะกงบนพื้นนวดยางเพื่อทำการนวดยางให้หนาเฉลี่ยประมาณ 10 - 20 มิลลิเมตร นำยางแผ่นที่นวดแล้วเข้าเครื่องรีด โดยเตรียมจำนวน 10 แผ่นต่อการทดลอง และกำหนดเงื่อนไขการทดลอง คือ การปรับระยะห่างระหว่างลูกรีดในชุดขอนแต่ละชุด ดังต่อไปนี้ชุดขอนรีดลื่นที่ 1 ชุดขอนรีดลื่นที่ 2 และชุดขอนรีดดอกที่ 1 ปรับตั้งระยะห่างไว้ที่ค่าคงที่ ส่วนชุดขอนรีดดอกที่ 2 ซึ่งเป็นชุดที่จะใช้ข้อมูลการทดลองในการพิจารณา มีการปรับตั้งระยะห่างเป็น 3 ระดับ และความสามารถในการรีดจะทำการเปรียบเทียบกับเครื่องรีดยางแบบดั้งเดิมของกลุ่มเกษตรกรที่ใช้ในปัจจุบัน (โดยรีดซ้ำประมาณ 3 - 4 ครั้งด้วยเครื่องรีดลื่น แล้วจึงนำมารีดดอกด้วยเครื่องรีดดอกอีก 1 ครั้ง) เพื่อศึกษาผลของการปรับระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อการรีด สำหรับความหนาของแผ่นยางที่ผ่านการรีดจะใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และค่าพลังงานทางไฟฟ้าจะใช้เพาเวอร์แคลมป์มิเตอร์ ผลิตภัณฑ์ของ Extech รุ่น 380976 โดยดำเนินการทดลองตามรายละเอียดดังตารางที่ 1 การปรับระยะห่างชุดขอนแต่ละขอนดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดการปรับระยะขอนรีด

ชนิดของเครื่องรีด	ปรับระยะห่าง			
	ชุดขอนรีดลื่นที่ 1 (มิลลิเมตร)	ชุดขอนรีดลื่นที่ 2 (มิลลิเมตร)	ชุดขอนรีดดอกที่ 1 (มิลลิเมตร)	ชุดขอนรีดดอกที่ 2 (มิลลิเมตร)
1) เครื่องรีดแผ่นยาง แบบ 4 ลูกรีด	4.5	3.0	2.0	1.0 0.5 0.1
	ระยะห่างลูกรีดเครื่องรีดลื่น (มิลลิเมตร)			ระยะห่างลูกรีดเครื่องรีดดอก (มิลลิเมตร)
	ปรับระยะห่าง ครั้งที่ 1	ปรับระยะห่าง ครั้งที่ 2	ปรับระยะห่าง ครั้งที่ 3	ปรับระยะห่าง ครั้งที่ 1
2) เครื่องรีดแบบดั้งเดิม*				
2.1 เครื่องรีดลื่น	5±0.5**	3.5±0.5	1.50±0.5	-
2.2 เครื่องรีดดอก	-	-	-	0.1 - 0.5

* เนื่องจากเครื่องแบบดั้งเดิมของเกษตรกรแยกการรีดออกเป็น 2 เครื่อง คือ เครื่องรีดลื่น และเครื่องรีดดอก

** โดยการปรับระยะตามที่ระบุนี้จะต้องทำการรีด 2 ครั้ง

(ก) การกรองน้ำยาง

(ข) ขึ้นรูปยางแผ่นด้วยบล๊อคตะกง

(ค) การเตรียมเป็นแผ่นยางเพื่อให้ยางจับตัวกัน

(ง) การนวดยางให้ได้ความหนาตามต้องการก่อนนำเข้าเครื่องรีด

(จ) กระบวนการรีดแผ่นยางด้วยเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด

(ฉ) วัดขนาดเพื่อบันทึกผลการทดลอง

รูปที่ 2 ขั้นตอนการทดลองรีดแผ่นยางดิบด้วยเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด

$$\%F_E = \frac{W_p}{W_t} \times 100 \quad (1)$$

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดแผ่นยางที่ออกแบบ $\%F_E$ พิจารณาจาก ความหนาที่เริ่มต้นก่อนผ่านกระบวนการรีด (W_t) ความหนาที่ผ่านกระบวนการรีดด้วยเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด (W_p)

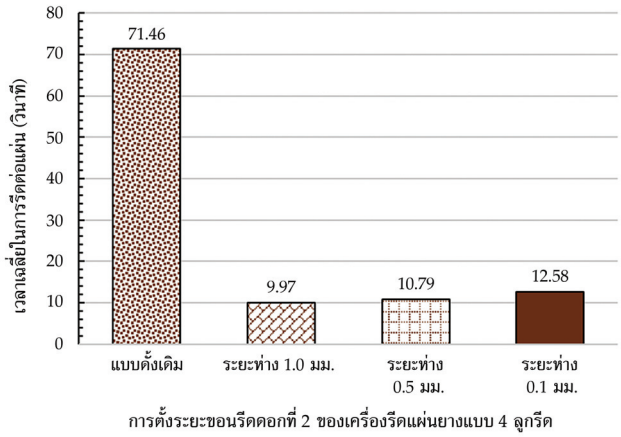
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดลองเพื่อศึกษาผลของระยะห่างชุดขอนรีดดอกที่ 2 ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่นและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดยางพาราแบบ 4 ลูกรีด โดยแสดงการเปรียบเทียบผลของระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่น และผลของระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดยาง ผลการทดลองแสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดยางพาราที่ออกแบบ ดังตารางที่ 2 เครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีดกับเครื่องรีดแบบดั้งเดิมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตยางแผ่นชั้นดีหนองป่าอ้อย หมู่ที่ 1 บ้านหนองป่าอ้อย ตำบลลำห้วยหลัว อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

	ชุดขอนรีดดอกที่ 2 ปรับระยะห่าง	เปรียบเทียบประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์	
		เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการรีดยาง (วินาทีต่อแผ่น)	ความหนาเฉลี่ยต่อแผ่นหลังรีด (มิลลิเมตร)
1) เครื่องรีดแผ่นยาง แบบ 4 ลูกรีด	1.0 มิลลิเมตร	9.97	3.23
	0.5 มิลลิเมตร	10.79	2.72
	0.1 มิลลิเมตร	12.58	2.14
2) เครื่องรีดแบบดั้งเดิม		71.46	3.1

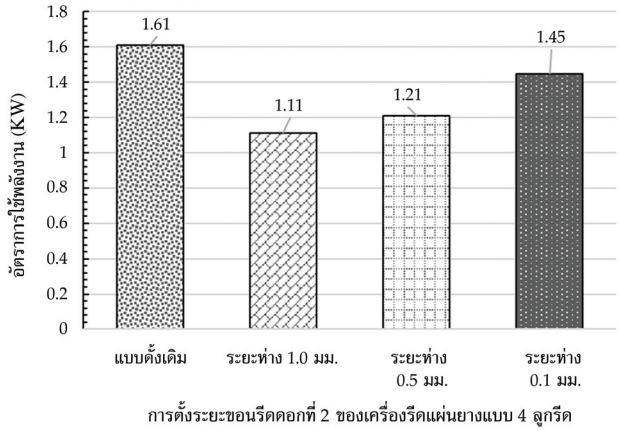
1. ผลของระยะห่างชุดขอนรีดดอกที่ 2 ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่น



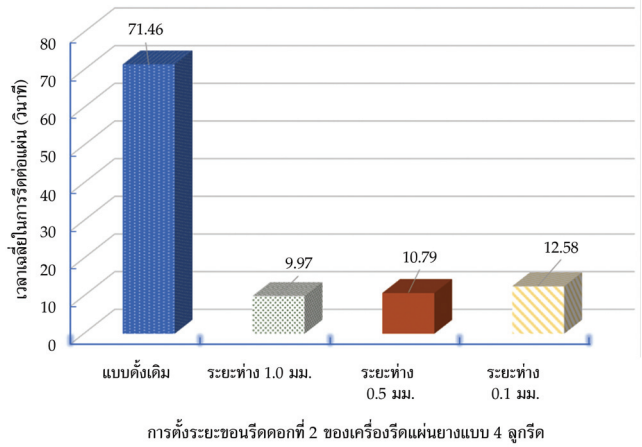
รูปที่ 3 เวลาเฉลี่ยในการรีดแผ่นยางต่อแผ่น โดยหน่วยวินาที

จากรูปที่ 3 ผลการทดลองการรีดแผ่นยางของเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด เปรียบเทียบกับเครื่องรีดแบบดั้งเดิมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตยางแผ่นชั้นดี ชุดขอนรีดดอกที่ 2 ที่การปรับระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการรีดเฉลี่ยต่อแผ่นน้อยที่สุดเท่ากับ 9.97 วินาที ที่การปรับระยะห่าง 0.5 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการรีดเฉลี่ยต่อแผ่นเท่ากับ 10.79 วินาที และที่การปรับระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการรีดเฉลี่ยต่อแผ่นเท่ากับ 12.58 วินาที ตามลำดับ เป็นผลเนื่องมาจากหากทำการปรับระยะห่างชุดขอนรีดดอกที่ 2 ให้มีระยะชิดแคบลง จะส่งผลให้ลูกรีดดอกมีแรงกดอัดมากขึ้นและต้องใช้เวลาในการรีดมากกว่าการปรับระยะห่างที่มากกว่า ตลอดจนส่งผลให้ขนาดความบางของแผ่นยางหลังรีดนั้นลดลงตามด้วย อีกทั้งมอเตอร์ต้นกำลังจะรับภาระมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนเครื่องรีดแบบดั้งเดิมใช้เวลาในการรีดเฉลี่ยต่อแผ่นมากที่สุดเท่ากับ 71.46 วินาที เหตุผลเนื่องจากเครื่องรีดแบบดั้งเดิมนั้น ต้องทำการรีดถึง 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกจะรีดด้วยเครื่องรีดลื่น

จำนวน 4 ครั้งต่อแผ่น และในการรีดแต่ละครั้งต้องทำการปรับระยะห่างลูกรีดให้แคบลงตามลำดับทุกครั้ง หลังจากนั้นจึงทำการรีดดอกด้วยเครื่องรีดดอก จำนวน 1 ครั้ง ซึ่งต่างกับเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ที่สามารถรีดลื่นและรีดดอกในขั้นตอนเดียว จึงทำให้ประหยัดเวลาและใช้พลังงานน้อยกว่า



รูปที่ 4 อัตราการใช้พลังงาน โดยเทียบต่อแผ่น

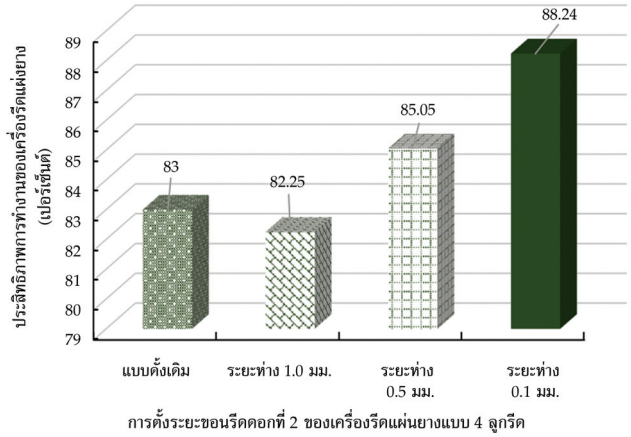


รูปที่ 5 กำลังการผลิตเทียบต่อชั่วโมง

จากรูปที่ 4 แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในการรีดยางแผ่นของเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด และเครื่องรีดแบบดั้งเดิม พบว่าในเชิงเวลาเฉลี่ย (วินาที) ในการรีดต่อแผ่น ต่ำกว่าเครื่องรีดแบบดั้งเดิมที่ขอนรีดดอกตั้งระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร ซึ่งลดเวลาในการรีดลงร้อยละ 82.40 โดยทั้งนี้เครื่องรีดแผ่นยาง 2 แบบนี้ดอกที่ 2 ตั้งระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตรเท่ากัน จากรูปที่ 5 มีอัตราการรีดยางได้ใน 1 ชั่วโมง จำนวน 361.083 แผ่นต่อชั่วโมง หากตั้งค่าขอนรีดระยะห่าง 0.5 มิลลิเมตร มีอัตราการรีดยางได้ใน 1 ชั่วโมง จำนวน 333.642 แผ่นต่อชั่วโมง และหากเครื่องรีดแผ่นยางแบบกึ่งอัตโนมัติตั้งค่าขอนรีดระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร มีอัตราการรีดยางได้ใน 1 ชั่วโมง จำนวน 286.1685 แผ่นต่อชั่วโมง และแบบดั้งเดิมมีอัตราการรีดยางได้ใน 1 ชั่วโมง จำนวน 50.378 แผ่นต่อชั่วโมง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบอัตราการรีดยางเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด มีอัตราการรีดยางสูงกว่า เครื่องรีดแบบดั้งเดิมที่ขอนรีดดอกตั้งระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร โดยสามารถเพิ่มอัตราการรีดเพิ่มขึ้นร้อยละ 468.04 โดยเครื่องทั้ง 2 นี้มีการตั้งขอนรีดดอกที่ 2 ตั้งระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตรเท่ากัน และด้านการใช้พลังงานพบว่าเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ที่มีการตั้งค่าทั้ง 3 ระดับโดยเรียงตามการตั้งค่าขอนรีดระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตร มีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยต่อแผ่น 0.0184 บาทต่อแผ่น หากตั้งค่าขอนรีดระยะห่าง 0.5 มิลลิเมตร มีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยต่อแผ่น 0.02175 บาทต่อแผ่น และหากตั้งค่าขอนรีดระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร มีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยต่อแผ่น 0.0304 บาทต่อแผ่น และแบบดั้งเดิมมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยต่อแผ่น

0.0726 บาทต่อแผ่นนั้น เครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด มีเวลาเฉลี่ยในการรีดต่อแผ่น (วินาที) ต่ำกว่าเครื่องรีดแบบดั้งเดิมเมื่อคิดเป็นร้อยละของการประหยัดพลังงาน พบว่ามีการประหยัดพลังงานลดลงร้อยละ 58.126 โดยทั้งนี้ทั้งเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด และเครื่องรีดแบบดั้งเดิมมีการตั้งขอนรีดดอกที่ 2 ตั้งระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตรเท่ากัน ด้านกระบวนการพบว่าการรีดแบบดั้งเดิมมีกระบวนการรีดลื่น 4 ครั้ง และรีดดอก 1 ครั้ง แต่หากรีดยางโดยเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด จะเหลือขั้นตอนการรีดเพียง 1 ครั้ง ดังนั้น ขั้นตอนการรีดแผ่นยางตลอดกระบวนการจนถึงขั้นสุดท้ายลดลงร้อยละ 80

2. ผลของระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดยาง



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดแผ่นยาง

จากรูปที่ 6 เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 2 แบบ โดยเทียบจากอัตราการลดลงของความหนาของแผ่นยางก่อนและหลังกระบวนการรีดผ่านเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด และเครื่องรีดแบบดั้งเดิม พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ขนาดความหนาเฉลี่ยของแผ่นยางหลังรีดเมื่อมีเงื่อนไขการปรับระยะห่างของขอนเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1.0 0.5 และ 0.1 มิลลิเมตร ที่ชุดขอนรีดดอกที่ 2 ปรับระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตร มีขนาดความหนาเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.23 มิลลิเมตร (จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพของยางแผ่นดิบยางแผ่นดิบคุณภาพ 2 มีความหนาของแผ่นไม่เกิน 4 มิลลิเมตร) ประสิทธิภาพการรีดน้อยสุดที่ 82.25 % ขนาดความหนาเฉลี่ยรองลงมา ได้แก่ ขนาดความหนาเฉลี่ยของแผ่นยางที่รีดด้วยเครื่องรีดแบบดั้งเดิมที่การปรับลูกรีดดอกระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 3.06 (จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพของยางแผ่นดิบยางแผ่นดิบคุณภาพ 2 มีความหนาของแผ่นไม่เกิน 4 มิลลิเมตร) ประสิทธิภาพการรีด 83 % และขนาดความหนาเฉลี่ยของระยะห่าง 0.5 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 2.72 มิลลิเมตร (จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพของยางแผ่นดิบยางแผ่นดิบคุณภาพ 1 มีความหนาของแผ่นไม่เกิน 3 มิลลิเมตร) ประสิทธิภาพการรีด 85.05 % และที่ปรับระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร มีขนาดความหนาเฉลี่ยหลังรีดน้อยที่สุดเท่ากับ 2.14 มิลลิเมตร (จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพของยางแผ่นดิบ ยางแผ่นดิบคุณภาพ 1 มีความหนาของแผ่นไม่เกิน 3 มิลลิเมตร) และได้ประสิทธิภาพการรีดดีที่สุด 88.24 % จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า แม้ขนาดความหนาของแผ่นยางทุกเงื่อนไขการทดลองจะอยู่ในมาตรฐานคุณภาพของยางแผ่นดิบ แต่ขนาดความหนาที่ดีและเกษตรกรต้องการควรเป็นยางแผ่นที่รีดด้วยเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ที่ชุดขอนลูกรีดดอกที่ 2 ปรับระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นความต้องการของเกษตรกรที่ต้องการให้ยางแผ่นดิบคุณภาพ 1 ถ้าขนาดความหนายิ่งบางจะยิ่งเพิ่มพื้นที่คายน้ำให้ระเหยได้เร็วขึ้นช่วยลดระยะเวลาของการตาก สามารถจำหน่ายได้ราคาที่สูงขึ้น

สรุปผล

1. จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเมื่อพิจารณาผลของระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อระยะเวลาในการรีดยางพาราแผ่น อัตราการผลิตได้ต่อชั่วโมงและการใช้พลังงานนั้นเหมาะสมที่ชุดขอนรีดดอกที่ 2 ปรับระยะห่าง 1.0 มิลลิเมตร ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการรีดแผ่นยางพารา พบว่าเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด สามารถลดระยะเวลาในกระบวนการรีดแผ่นยางจนถึงขั้นสุดท้ายลดเวลาในการรีดลงร้อยละ 82.40 การเปรียบเทียบกำลังการผลิตเทียบต่อชั่วโมงพบว่าเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด มีอัตราการรีดยางสูงกว่าเครื่องรีดแบบดั้งเดิม โดยสามารถเพิ่มอัตราการรีดเฉลี่ย 361.08 แผ่นต่อชั่วโมง มีการประหยัดพลังงานลดลงร้อยละ 58.126 สามารถรีดลื่นและรีดดอกในขั้นตอนเดียว จึงทำให้ประหยัดเวลาและใช้พลังงานน้อยกว่า

2. ทั้งนี้ผลของระยะห่างขอนรีดดอกที่ 2 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีดยาง ประสิทธิภาพการทำงานของแผ่นยางที่ผ่านกระบวนการรีดผ่านเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด และเครื่องรีดแบบดั้งเดิม พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องรีดแผ่นยางแบบ 4 ลูกรีด ที่ปรับระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร มีขนาดความหนาเฉลี่ยหลังรีดน้อยที่สุดเท่ากับ 2.14 มิลลิเมตร และได้ประสิทธิภาพการรีดดีที่สุด 88.24 % ตามมาตรฐาน [10] ยางแผ่นที่เกษตรกรผลิตขึ้นที่ยังไม่ผ่านการรมควัน หรือกระบวนการอื่นใด สำหรับการทำยางแผ่นดิบคุณภาพดี คือ ยางแผ่นที่สะอาด ขนาดแผ่นได้มาตรฐานมีความหนาบางพอสมควรมีความยืดหยุ่นดี จะทำยางแผ่นดิบคุณภาพดีและช่วยเพิ่มพื้นที่คายน้ำให้ระเหยได้เร็วขึ้นช่วยลดระยะเวลาของการตาก สามารถจำหน่ายได้ราคาที่สูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตยางแผ่นชั้นดีหนองป่าอ้อย ณ บ้านหนองป่าอ้อย หมู่ที่ 1 ตำบลลำห้วยหลัว อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน รวมทั้งสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและเมคคาทรอนิกส์ สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่อำนวยความสะดวกด้านสถานที่ สนับสนุนและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

References

[1] Jongrungrot, V. (2015). Social Security of Rubber-based Agroforestry System Towards Strengthening Rural Communities in Southern Thailand. **Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)**. Vol. 8, No. 2, pp. 8-15 (in Thai)

[2] Siha, W. and Wongkaew, P. (2015). Feasibility Study for Investment in Machinery and Drying Plant for Processing Dried Rubber Sheet at Watcharapong Para-Rubber Plantation, Muang District, Loei Province. **Research and Development Journal Loei Rajabhat University**. Vol. 10, No. 33, pp. 18-26 (in Thai)

[3] Bhowmick, A. K., Hall, M. M., and Benarey, H. A. (1994). **Rubber Products Manufacturing Technology Book**. ISBN 0-8247-9112-6.

[4] Choosit, P. and Nilas, N. (2017). **Development and Improvement of Rubber Press Machine with Wrought Pattern**. Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology

[5] Vijayaram, T. R. (2009). A Technical Review on Rubber. **International Journal on Design and Manufacturing Technologies**. Vol. 3, No. 1, DOI: 10.18000/ijodam.70043

[6] Singmahachai, S., Thinaphim, A., and Botmatra, C. (2017). Rolling Rubber Machine. **Vocational Education Innovation and Research Journal**. Vol. 1, No. 1, pp. 9-18 (in Thai)

[7] Panpan, C., Division, A., and Battalion, A. (2017). A Novel Design Approach of Fuzzy Logic Controller for Automatic Para Rubber Rolling Machine. **SWU Engineering Journal**. Vol. 12, No. 1, pp. 61-71 (in Thai)

[8] Wongsangnoi, P. and Porchompoo, W. (2018). **Design and Development Rubber Sheet Roll Machine**. Faculty of Industrial Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University

[9] Research Institute Standards. (2015). **Rubber Standards**. Access (13 June 2024). Available (https://km.raot.co.th)

[10] Recommendations for latex harvesting (2011). **Rubber Authority of Thailand**. Access (13 June 2024). Available (https://rubber.oie.go.th)