

การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา
อริรัช ลีตระกูล¹ จีระศักดิ์ พิศเพ็ง² เฉลิมเจษฎ์ สมานนท์³ วิชัย แหวนเพชร⁴
ชาติชาย จรรย์ศิริไพศาล⁵ อัญญา วรรณกายนต์^{6*}

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์¹⁻³
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช⁴
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{5-6*}
อีเมล : asada2518@hotmail.com^{6*}

วันที่รับบทความ 9 ธันวาคม 2567
วันแก้ไขบทความ 28 กุมภาพันธ์ 2568
วันที่ตอบรับบทความ 28 มีนาคม 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนา และ 2) ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ตารางทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องสับใบยางพาราให้มีความสามารถในการสับใบยางพาราให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย พบว่า 1) ได้เครื่องจักรที่เป็นอุปกรณ์ทางการเกษตรที่มีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 400x1,003x700 มิลลิเมตร มีใบมีดสับ 8 เล่ม ช่องป้อนใบยางพาราเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ชุดต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า Single Phase 220V/50Hz กำลังมอเตอร์ 5 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,500 RPM สามารถปรับความเร็วรอบได้ 2 ระดับ คือ ที่ความเร็วรอบ 488 RPM และ 950 RPM 2) ประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา ทดสอบสับใบยางพาราที่ความเร็วรอบตามที่กำหนด จำนวน 5 ครั้ง ๆ ละ 1 กิโลกรัม ดังนี้ (1) ที่ความเร็วรอบ 488 รอบ/นาที พบว่า ความละเอียดใบยางพาราเฉลี่ยเท่ากับ 9.45 มิลลิเมตร น้ำหนักหลังการสับเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 กิโลกรัม อัตราสูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสับเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 นาที และประสิทธิภาพของเครื่อง เท่ากับ 96 % และ (2) ประสิทธิภาพเครื่อง ที่ความเร็วรอบ 950 รอบ/นาที พบว่า ความละเอียดใบยางพาราเฉลี่ยเท่ากับ 8.38 มิลลิเมตร น้ำหนักหลังการสับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 กิโลกรัม อัตราสูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสับเฉลี่ย เท่ากับ 1.18 นาที และประสิทธิภาพของเครื่อง เท่ากับ 87 %

คำสำคัญ : เครื่องสับ ประสิทธิภาพการสับ ใบยางพารา



Development and testing the efficiency of a rubber leaf chopping machine

Athiratch Leetrakool¹, Jeerasak Pitpeng², Chalermjade Samanuhath³, Wichai Vanpetch⁴,
Chatchai Charansiripisan⁵, Asada Wannakayont^{6*}

Faculty of Agriculture and Technology Rajamangala University of Technology Isan
Surin Campus¹⁻³, Nakornsrihammarat Rajabhat University⁴
Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{5-6*}
Email: asada2518@hotmail.com^{6*}

Received 9 December 2024

Revised 28 February 2025

Accepted 28 March 2025

Abstract

The objectives of this research are to 1) develop and 2) test the efficiency of a rubber leaf chopping machine. The tools used in the research were the performance test table. The researcher has designed and built a rubber leaf-chopping machine to have the ability to chop the rubber leaves into smaller sizes. Then put it to a performance test. and analyze the obtained data with basic statistics such as percentages and averages.

The results of the research found that: 1) agricultural machinery with the size (width x length x height) of 400 x 1,003 x 700 millimeters. There are eight cutting blades. The rubber-leaf input channel is trapezoidal. Electric motor power set, single-phase 220V/50Hz, motor power 5 horsepower, speed 1,500 RPM, can adjust speed to 2 levels (488 RPM and 950 RPM). 2) The efficiency of the rubber leaf chopping machine tested the chopping of rubber leaves at the specified speed, 5 times, 1 kilogram each, as follows: (1) At a speed of 488 rpm, it was found that the average rubber leaf fineness was 9.45 millimeters, the average weight after chopping was 0.96 kilograms, the average loss rate was equal to 0.04 kilograms, the average chopping time was 1.38 minutes, and the efficiency of the machine was 96%. and (2) machine efficiency. At a rotational speed of 950 rpm, it was found that the average rubber leaf fineness was 8.38 millimeters, the average weight after chopping was 0.87 kilograms, the average loss rate was 0.13 kilograms, the average chopping time was 1.18 minutes, and the efficiency of the machine was 87%.

Keywords: chopper, chopping efficiency, rubber leaves

1. บทนำ

พืชเศรษฐกิจที่สำคัญและเป็นสินค้าเกษตรที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยอย่างหนึ่งคือยางพาราซึ่งเดิมส่วนใหญ่ยางพารานิยมปลูกในภาคใต้ เรียกว่าพื้นที่ปลูกยางพาราเดิมต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ไปยังภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งยางพาราเป็นพืชที่มีคุณสมบัติในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีแม้ในสภาพพื้นที่เป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์มีการปลูกพืชไร่อายุสั้นมานานรวมถึงมีปริมาณน้ำฝนน้อย เช่นในภาคอีสาน (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร, 2555) จากข้อมูลการยางแห่งประเทศไทยจังหวัดสุรินทร์ พบว่า จังหวัดสุรินทร์ มีครัวเรือนที่ปลูก 20,876 ครัวเรือน พื้นที่เพาะปลูกยางพารา 181,998.07 ไร่ และมีปริมาณผลผลิตที่ได้ จำนวน 48,727,982 กิโลกรัม (การยางแห่งประเทศไทยจังหวัดสุรินทร์, 2567) โดยผลผลิตน้ำยางพาราที่มาจากภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยอาจมีความแตกต่างกันเล็กน้อยตามเงื่อนไขทางภูมิศาสตร์และอากาศภายในพื้นที่นั้น ๆ อย่างไรก็ตาม น้ำยางพาราที่ได้มาจากทั้งสองภาคยังคงมีคุณสมบัติและความสามารถในการใช้งานในอุตสาหกรรมเดียวกันและสามารถนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางพาราได้อย่างเท่าเทียมกันเพียงแต่การปรับปรุงและวิธีการแปรรูปจะแตกต่างกันตามความยากของแต่ละที่ (บริษัท อีโคเลเท็กซ์ จำกัด, 2566)

ยางพารา เป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนนอกจากกรีดยาน้ำยางจากต้น นอกจากเป็นอาชีพลูกได้แล้วเนื้อไม้ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น นำไปทำเฟอร์นิเจอร์ ไม้แบบ ลังใส่ของ เชื้อเพลิง เครื่องตกแต่งบ้าน เมล็ดก็สามารถนำไปใช้งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้รวมไปถึงใบยางพาราที่หล่นกองอยู่ทั่วไปตามสวนยางจำนวนมากและถูกละเลยมาเป็นเวลาช้านานเมื่ออยู่ไปนาน ๆ เข้าก็จะแห้งไปโดยไร้ประโยชน์การนำไปยางพารามาทำให้เกิดประโยชน์จึงมีคุณค่ามากมายช่วยให้ลดมลภาวะในการเผาทิ้งโดยสูญเปล่าและเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับธรรมชาติอย่างมีคุณค่า (การยางแห่งประเทศไทย, 2567) ตามวงจรธรรมชาติฤดูที่ยางผลัดใบจะเป็นช่วงหน้าร้อนของแต่ละพื้นที่ซึ่งอยู่ในช่วงของเดือนมีนาคมของทุกพื้นที่จะเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งและเป็นช่วงที่ยางผลัดใบโดยใบยางพาราจะมีสีเหลืองและร่วงหล่นจากต้นเป็นสัญญาณเตือนให้เจ้าของสวนยางควรหยุดกรีดยางในช่วงนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่ยางพาราผลัดใบทิ้งใบ (พลอยประภัสร์ แซ่โจ้ว, 2558) การที่ยางพาราผลัดใบทิ้งใบทำให้มีใบยางพาราหล่นกองอยู่บนพื้นสวนยางพาราเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การนำใบยางพารามาทำให้เกิดประโยชน์จึงมีคุณประโยชน์มากมาย เช่น การนำใบยางพารามาทำปุ๋ยหมักโดยในการทำสวนยางพาราในสถานการณ์ปัจจุบันที่ปัจจัยการผลิตมีราคาสูงสวนยางกับราคาผลผลิตที่มีราคาต่ำต้นทุนหลักคือปุ๋ยเคมีจึงมีหน่วยงานราชการส่งเสริมให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราลดต้นทุนการผลิตโดยการทำปุ๋ยหมักใช้เองซึ่งการทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราจะได้ปริมาณธาตุอาหารและยังช่วยรักษาความเป็นกรดต่างของดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่ยางพารา (อนุชา เพียรชนะ, 2560) ดังนั้น การทำปุ๋ยจากใบยางพาราจึงเป็นการส่งเสริมในการนำเอาใบยางพาราที่จะมีการผลัดใบทิ้งในฤดูแล้งของทุกปีมาใช้ให้เกิดประโยชน์นอกจากนี้ยังเป็นการจัดการใบยางพาราเพื่อลดการเผาและขยะที่จะเกิดขึ้นโดยในแต่ละปีจะมีใบยางพาราร่วงหล่นบนพื้นในปริมาณมากชาวสวนยางพาราจึงได้เกิดแนวคิดในการจัดทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักให้แก่ชาวสวนยางพาราซึ่งมีผลให้สามารถลดขยะลดการเผาใบยางพาราที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศอีกทั้งยังเป็นการใช้วัสดุที่เหลือจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรทั้งทางตรงและทางอ้อมคือเกษตรกรจะสามารถผลิตปุ๋ยหมักไว้ใช้เองทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า เครื่องสับย่อยพืชสามารถจำแนกตามลักษณะการทำงานได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ เครื่องสับย่อยแบบใบมีดตรง แบบใบมีดโค้ง และแบบใบมีดเหวี่ยง แต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ทั้งในด้านโครงสร้าง ประสิทธิภาพการทำงาน การใช้พลังงาน และต้นทุนการผลิต โดยอัศวิน สืบบุญการณ และคณะ (2564) ได้พัฒนาเครื่องสับอเนกประสงค์เพื่อการเกษตร พบว่า สามารถลดเวลาในการทำงานได้ 65-67% เมื่อเทียบกับการสับด้วยมือ จากการศึกษางานวิจัย พบว่า มีการพัฒนาเครื่องสับย่อย

ในหลากหลายรูปแบบ ซีระพงค์ พุ่มพวง และคณะ (2561) ได้พัฒนาเครื่องสับฟางในนาข้าว พบว่า ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที สามารถสับฟางให้มีขนาดสั้นกว่า 3.5 เซนติเมตรได้มากที่สุดถึง 45.57% ขณะที่วีรพล ทองคุปต์ และคณะ (2563) ได้พัฒนาเครื่องย่อยกระป๋องอลูมิเนียม ใช้ความเร็วรอบเพียง 28.60 รอบต่อนาที สามารถย่อยกระป๋องได้ขนาดประมาณ 31 มิลลิเมตร นอกจากนี้ สมศักดิ์ คำมา, จารุวรรณ สิงห์ม่วง และ พิณย ทองสวัสดิ์วงศ์ (2563) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องสับวัสดุพืชเกษตรและเปลือกผลไม้ พบว่า ที่ความเร็วรอบ 700-800 รอบต่อนาที สามารถสับวัสดุได้ 71-148 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และในงานวิจัยอีกเรื่องของ สมศักดิ์ คำมา (2561) ได้พัฒนาเครื่องสับย่อยเศษพืชผักในครัวเรือน โดยพบว่า ที่ความเร็วรอบ 763 รอบต่อนาที สามารถสับวัสดุได้ขนาดเล็ก 46.2-120 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การพัฒนาเครื่องสับใบยางพาราจึงเกิดขึ้นตามแนวคิดของวารจรัตน์ เสนาสิงห์ (2562) เพื่อช่วยฟื้นฟูและอำนวยความสะดวกในภาคการเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของสำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2567) ที่กล่าวว่าวัสดุที่มีขนาดเล็กจะสามารถย่อยสลายเป็นปุ๋ยหมักได้ดีและเร็วกว่าวัสดุที่มีขนาดใหญ่ การพัฒนาดังกล่าวจึงนับเป็นการสนับสนุนการทำเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนและการเพิ่มมูลค่าให้กับผลพลอยได้ทางการเกษตรอย่างเป็นรูปธรรม

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา พบว่า ใบยางพาราที่ร่วงหล่นในสวนยางมักถูกปล่อยทิ้งให้เน่าเปื่อย หรือถูกเผาทำลาย ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและสูญเสียทรัพยากรที่มีคุณค่า ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องสับใบยางพารา โดยออกแบบให้สามารถปรับใช้งานได้ 2 ระดับความเร็วรอบในเครื่องเดียวกัน เพื่อความเหมาะสมกับลักษณะและความชื้นของใบยางพารา ทั้งนี้ได้นำหลักการทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ อาทิ การคำนวณแรงตัด การออกแบบระบบส่งกำลัง และการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการนำใบยางพาราที่ผ่านการสับย่อยไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำปุ๋ยหมัก วัสดุคลุมดิน หรือวัตถุดิบสำหรับเพาะเห็ด ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง โดยเครื่องสับใบยางพาราที่พัฒนาขึ้นนี้ได้คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน การบำรุงรักษา และความปลอดภัยของผู้ใช้เป็นสำคัญ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน การพัฒนาเครื่องสับใบยางพารานี้จึงไม่เพียงแต่จะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการเผาทำลายใบยางพารา แต่ยังเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างคุ้มค่า สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืนและการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องสับใบยางพารา
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพาราเป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารามีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.1.1 เครื่องสับใบยางพารา เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสับใบยางพารา

3.1.2 ตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา ใช้สำหรับบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 การพัฒนาเครื่องสับใบยางพารา

การพัฒนาเครื่องสับใบยางพารา ผู้วิจัยได้นำแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาเครื่องสับใบยางพารา ดังนี้ (สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี, 2567)

1) ปัญหาและความต้องการ

ใบยางพาราซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการทำสวนยางมีศักยภาพสูงในการนำมาแปรรูปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากมีองค์ประกอบทางชีวเคมีที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายและการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้ใบยางพารายังมีคุณสมบัติในการปรับปรุงโครงสร้างดินและเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไรก็ตามการนำใบยางพาราไปใช้โดยตรงในสภาพใบทั้งใบนั้นประสบปัญหาในด้านระยะเวลาการย่อยสลายที่ค่อนข้างยาวนานด้วยเหตุนี้การลดขนาดใบยางพาราด้วยกระบวนการสับย่อยจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสสำหรับกิจกรรมของจุลินทรีย์ส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพเกิดขึ้นได้รวดเร็วและสมบูรณ์มากขึ้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสับย่อยใบยางพาราจึงนับเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับหลักการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งในด้านการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

2) รวบรวมข้อมูล

มุ่งเน้นการศึกษาหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องสับใบยางพารา ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญ อาทิ กลไกการทำงาน ระบบส่งกำลัง ขนาดและรูปแบบของใบมีดตลอดจนประสิทธิภาพในการลดขนาดวัสดุทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำไปสู่การกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการออกแบบเครื่องจักรโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์หลักคือการสับย่อยใบยางพาราให้มีขนาดที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตปุ๋ยหมัก ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการย่อยสลายและการนำกลับมาใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตร

3) เลือกวิธีการ

การพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรขนาดเล็กถูกเลือกเป็นแนวทางในการวิจัยครั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมดังนี้ (1) ด้านต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องจักรขนาดใหญ่ทำให้สามารถผลิตและจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม (2) ด้านต้นทุนการเข้าถึงได้ (3) ระบบกลไกและเทคโนโลยีที่ใช้มีความเรียบง่ายส่งผลให้การบำรุงรักษาและซ่อมแซมสามารถทำได้โดยผู้ใช้งานทั่วไปไม่จำเป็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง (4) ขนาดกะทัดรัดเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่จำกัด เช่น สวนยางพาราขนาดเล็กหรือพื้นที่เกษตรกรรมที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ (5) มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานตามความต้องการเฉพาะของผู้ใช้ และ (6) สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของเกษตรกรในชุมชน

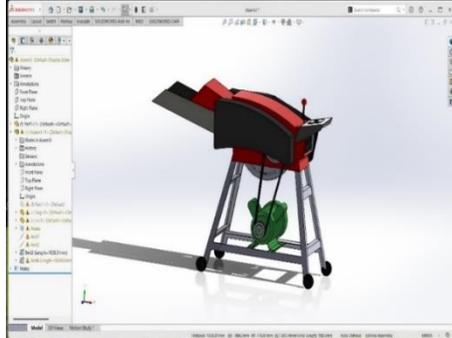
4) ออกแบบและปฏิบัติการ

การออกแบบเครื่องสับใบยางพาราในการศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องจักรขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพในการลดขนาดใบยางพาราให้เหมาะสมต่อการนำไปผลิตปุ๋ยหมักโดยคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุน ความง่ายในการใช้งานและการบำรุงรักษากระบวนการออกแบบดำเนินการอย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ดังนี้

(1) การศึกษาและวิเคราะห์องค์ความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องตัดและสับทางการเกษตรโดยเฉพาะการศึกษาหลักการตัดและการสับวัสดุให้มีขนาดเล็กเพื่อนำหลักการและแนวคิดที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

(2) ร่างแบบเบื้องต้นเริ่มจากการสเก็ตช์ด้วยมือเพื่อกำหนดแนวคิดและรูปแบบโดยรวมของเครื่องจักร จากนั้นจึงพัฒนาเป็นแบบร่างสองมิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบทางวิศวกรรม (CAD) ในขั้นตอนนี้มีการกำหนดรายละเอียดสำคัญต่าง ๆ เช่น ขนาดมิติ สัดส่วน และการจัดวางองค์ประกอบของเครื่อง

(3) เขียนแบบรายละเอียดซึ่งเป็นการพัฒนาแบบร่างให้เป็นแบบทางวิศวกรรมที่สมบูรณ์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบที่มีความแม่นยำสูงระบุขนาดสัดส่วนและรายละเอียดทางเทคนิคทั้งหมดของชิ้นส่วนและโครงสร้างเครื่องจักรเพื่อใช้เป็นแบบอ้างอิงในการผลิตและประกอบเครื่องจักรต่อไปการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบนี้ช่วยให้สามารถปรับแก้และตรวจสอบความถูกต้องของแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 การเขียนแบบโดยการใช้โปรแกรม Solid Work

(4) สมการการหาประสิทธิภาพของเครื่องสับ

ก. การคำนวณหาค่าความเร็วรอบของมอเตอร์

$$\text{จากสูตร} \quad N = \frac{120f}{P} \quad (1)$$

เมื่อ N = ความเร็วรอบของมอเตอร์ ชนิด Synconus (รอบ / นาที)

f = ความถี่ที่ใช้คือ 50 Hz

P = จำนวน Pole ส่วนมากถ้ากำหนดใช้ที่กำหนดแต่ถ้าไม่กำหนดจะใช้ $P = 4$

$$\text{แทนค่า} \quad N = \frac{120(50)}{4} = 1,500 \text{ รอบ / นาที}$$

ข. การคำนวณหาค่าแรงบิด (T) ของมอเตอร์

$$\text{จากสูตร} \quad \frac{T}{J} = \frac{T_{\max}}{r} = \frac{G\theta}{L} \quad (2)$$

เมื่อ T คือ ทอร์กของเพลลาที่ส่งกำลังจากมอเตอร์

J คือ ค่าในการทำงานของวัสดุงานที่เป็นหน้าตัดกลม ในการที่นี้ใช้เป็นเหล็กเพลลา

$$\text{ขาว ขนาด 28 มิลลิเมตร St - 37 มีค่าเท่ากับ} \quad \frac{\pi d^4}{32} = \frac{3.14 \times (0.028)^4}{32} = 6.03 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

T_{\max} คือ ค่าความเค้นเฉือนสูงสุดของเพลลา (นิวตัน/ตารางเมตร)

เมื่อ G คือ ค่า Young's Modulus ของวัสดุ St - 37 มีค่าเท่ากับ 210 kgf/m^2

θ คือ องศาการหมุนของเพลลาที่กลมทีละ 1 องศา มีค่าเท่ากับ $\left(\frac{\pi}{180}\right)$

L คือ ความยาวของเพลลา (เมตร)

r คือ รัศมีของเพลลา (เมตร)

ในการเลือกใช้และวัดขนาดต่าง ๆ จากมอเตอร์ ทำให้ทราบค่าต่าง ๆ ดังนี้

$$L = 43 \text{ เซนติเมตร หรือ } 0.43 \text{ เมตร}$$

$$\varnothing d = 28 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\therefore r = d / 2$$

$$r = 14 \text{ มิลลิเมตร หรือ } 0.014 \text{ เมตร}$$

$$G = 210 \text{ kgf/m}^2$$

$$J = 6.03 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\theta = 0.017$$

ต้องการทราบ $T = ?$

$$\text{แทนค่าหา } \frac{T}{J} = \frac{G\theta}{L}$$

$$\text{แทนค่า } T = \frac{G \cdot \theta \cdot J}{L} = 210 \text{ kgf/m}^2 \times 0.017 \times 6.03 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$T = 21.52 \text{ Nm}$$

ค. การคำนวณหาค่ากำลัง (P) ของมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะนำไปใช้งาน

$$\text{จากสูตร } P = \frac{T \times N}{9,550} \quad (3)$$

$$\text{แทนค่า } P = \frac{21.52 \times 1,500}{9,550}$$

$$\therefore \text{กำลังมอเตอร์มีขนาด} = 3.380 \text{ กิโลวัตต์}$$

ง. การคำนวณหาจำนวนเส้นของสายพาน

ว่าจะใช้จำนวนเส้นของสายพานกี่เส้นในการต่อชุดส่งกำลังมีข้อกำหนดว่าจำเป็นต้องใช้ความเร็วรอบที่คำนวณได้ ไปหา P_n เป็นกำลังขับต่อสายพานหนึ่งเส้นในที่นี้เลือก $N = 1,500$ รอบ / นาที (จากการคำนวณ) ตามตารางใช้ชนิด SPA (เป็นสายพานลิ้มไรร้อยต่อ) ตามมาตรฐาน DIN 7753 ใช้ $d_w K$ ระหว่าง 80 – 120 มิลลิเมตร ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอใช้ $d_w K$ เท่ากับ 100 มิลลิเมตร จะได้ $P_n = 3.05$

จ. การคำนวณหาจำนวนสายพาน

นำ P_n มาคำนวณหา Z (จำนวนเส้นของสายพาน)

$$\text{จากสูตร } Z = \frac{P \times C_1 \times C_2}{P_n} \quad (4)$$

$$\text{เมื่อ } P = 3.380$$

$$C_1 = 140 \text{ องศา (1.12)}$$

$$C_2 = 1.2 \text{ ใช้งานไม่เกิน (10 -16 ชั่วโมง)}$$

$$P_n = 3.05$$

แทนค่า $Z = \frac{3.380 \times 1.12 \times 1.2}{3.05} = 1.489$
 ดังนั้น ใช้สายพานจำนวน = 2 เส้น

ฉ. การคำนวณหาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

มอเตอร์ขนาด 4.53 hp /220 V 0.90 Eff 0.84 pf ให้หาขนาดสายไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ว่าต้องสามารถรับกระแสได้เท่าใด ให้หาขนาด AT เบรกเกอร์และขนาดสวิตช์

$$\begin{aligned} \text{สูตรหากระแสมอเตอร์} \quad I &= \frac{\text{hp} \times 746}{\sqrt{3} \times v \times \text{Eff} \times \text{pf}} \\ &= \frac{4.53 \times 746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.90 \times 0.84} \\ I &= 11.73 \text{ A} \end{aligned} \quad (5)$$

สายไฟต้องสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า $4 \times I = 4 \times 11.73 = 46.93 \text{ A}$

ขนาดเบรกเกอร์ $2 \times I = 2 \times 11.73 = 23.46 \text{ A}$

ให้เลือกเบรกเกอร์ขนาด 25 A

ขนาดสวิตช์ตัดตอน $1.15 \times I = 1.15 \times 11.73 = 13.48 \text{ A}$

สวิตช์ตัดตอนมีพิกัด 4 , 5 , 6 , 5.2 , 6.6 , 8 ...ให้เลือกใช้พิกัด 10 มาใช้งาน

ข. การหาค่าความยาวของสายพาน จากสูตร $L = \left(\frac{D+d}{2} \times 3.14 \right) + 2C$ (6)

เมื่อ L คือ ความยาวสายพาน (mm.)

D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งฝั่งซ้าย (mm.)

d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งฝั่งขวา (mm.)

C คือ ระยะห่างระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งฝั่งซ้ายจนถึงกึ่งกลาง

เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งฝั่งขวา

$$\text{จากสูตร } L = \left(\frac{D+d}{2} \times 3.14 \right) + 2C$$

$$L = \left(\frac{100 + 50}{2} \times 3.14 \right) + 2 \times 300 = 835.5 \text{ mm หรือ } 33 \text{ นิ้ว}$$

ตารางที่ 1 รายละเอียดส่วนประกอบสับไวยางพารา

Pos.	Part name and Remark	Dimension	Material	Req.
11	Entrance	320x500x70	Low Carbon Steel	1
10	Lid	130x390x140	Low Carbon Steel	1
9	Belt	33 Inch	Synthetic Rubber	2
8	Pulley	70,140 mm	Mind Carbon Steel	2
7	Wheel	90 mm	GTW - 50	4
6	Frame	290x600x500	Low Carbon Steel	1

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Pos.	Part name and Remark	Dimension	Material	Req.
5	Motor	5 Hp	TG - 50	2
4	Grille	140x240	Low Carbon Steel	1
3	Outlet Exit	250x150x300	Low Carbon Steel	1
2	Steel Frame	90x490x150	Low Carbon Steel	1
1	Knife Cover	240x400x100	Low Carbon Steel	1
Scale 1:1	Name	Date: 4/01/67	Rmuti Surin Campus	
Title:	Drawing No. TD. 101 - 001			



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องสับใบยางพารา

5) การสร้างและประกอบ

กระบวนการสร้างและประกอบเครื่องต้นแบบเริ่มต้นจากการนำแบบที่เขียนไว้นำมาวิเคราะห์และจัดทำรายการวัสดุ (Bill of Materials) โดยระบุคุณสมบัติขนาดและปริมาณของวัสดุแต่ละรายการอย่างละเอียด จากนั้นดำเนินการประมาณการค่าใช้จ่ายและจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ตามข้อกำหนดทางเทคนิค โดยคำนึงถึงคุณภาพและความเหมาะสมของวัสดุกับการใช้งาน ในขั้นตอนการประกอบ ได้จัดลำดับการประกอบชิ้นส่วนตามหลักวิศวกรรม เริ่มจากการประกอบโครงสร้างหลักตามด้วยการติดตั้งระบบส่งกำลัง ชุดใบมีดตัด และอุปกรณ์ประกอบ อื่น ๆ ตามลำดับทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอนของการประกอบมีการตรวจสอบความถูกต้องของการจัดวางและการยึดติดชิ้นส่วน เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องต้นแบบที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์มีความแข็งแรง และปลอดภัย



รูปที่ 3 การประกอบเครื่องสับใบยางพารา



6) การทดสอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบเครื่องสับไບียงพาราโดยมีการทดสอบดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบการเดินเครื่องแบบไม่มีภาระโหลดโดยเดินเครื่องต่อเนื่องวันละ 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อประเมินความคงทนของเครื่องจักรและตรวจสอบการทำงานของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบส่งกำลังระบบหล่อลื่นและกลไกการทำงานของไบมีด เป็นต้น

(2) ทดสอบการเดินเครื่องแบบมีภาระโหลดและทำการจับเวลาโดยป้อนไບียงพาราเข้าสู่เครื่องตามอัตราที่กำหนดทำการบันทึกเวลาในการทำงานและเก็บตัวอย่างผลผลิตที่ได้จากช่องทางออกเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพโดยมีการชั่งน้ำหนักและตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนที่ถูกสับในแต่ละรอบการทดสอบ

(3) ปรับปรุงแก้ไข ในส่วนของการปรับปรุงแก้ไขเครื่องสับไບียงพาราผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อระบุจุดบกพร่องและโอกาสในการพัฒนาจากนั้นดำเนินการปรับปรุงส่วนประกอบต่าง ๆ ตามความจำเป็น เช่น การปรับแต่งมุมไบมีด การปรับปรุงระบบป้อนวัตถุดิบหรือการเพิ่มประสิทธิภาพระบบส่งกำลังเพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

7) ประเมินผล การใช้งานเครื่องโดยทำการวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องในการสับไບียงพาราโดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเร็วในการสับ ขนาดของไບียงพาราที่สับแล้ว และน้ำหนักของไບียงพาราก่อนและหลังการสับ

3.2.2 การสร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับไບียงพารา

ขั้นแรก ทำการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ข้อมูลที่ได้นำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพและกำหนดประเด็นที่จะทำการประเมิน ขั้นตอนการสร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับไບียงพารานับร่างขึ้นโดยออกแบบให้ครอบคลุมการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องซึ่งรวมถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความละเอียดของไບียงพาราที่สับ (วัดเป็นมิลลิเมตร) ใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ในการวัด, น้ำหนักของไບียงพาราก่อนและหลังการสับ (วัดเป็นกิโลกรัม) ใช้ตาชั่งตวงระบบดิจิทัล และเวลาที่ใช้ในกระบวนการสับ (วัดเป็นนาที) ใช้นาฬิกากระบบดิจิทัล จากนั้นนำตารางทดสอบประสิทธิภาพฉบับร่างเสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อพิจารณาความเหมาะสมสำหรับการใช้งานตามวัตถุประสงค์และรับฟังข้อเสนอแนะจากที่ปรึกษาปรับปรุงตารางทดสอบประสิทธิภาพฉบับร่างตามคำแนะนำของที่ปรึกษางานวิจัยและสุดท้ายจัดทำตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับไບียงพารานับร่างสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพจริงต่อไป

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพและประเมินคุณภาพเครื่องสับไບียงพาราจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับไບียงพารา

1) อุปกรณ์ในการทดสอบร่วมกับเครื่องสับไບียงพาราประกอบด้วยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ตาชั่ง นาฬิกาจับเวลา กะละมัง ถุงพลาสติกใส และกระสอบ

2) วัดขนาดไບียงพารา และชั่งน้ำหนักไບียงพาราก่อนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องด้วยตาชั่ง และเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ บันทึกผลลงในตารางบันทึกการทดลอง

3) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่อง สามารถแบ่งการเดินเครื่องออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ที่ความเร็วรอบ 488 รอบ/นาที ทดสอบออกเป็น 5 ครั้ง ๆ ละ 1 กิโลกรัม และที่ความเร็วรอบ 950 รอบ/นาที ทดสอบออกเป็น 5 ครั้ง ๆ ละ 1 กิโลกรัม ตามลำดับและทำการจับเวลาการทดสอบในแต่ละครั้ง

4) นำใบยางพาราที่ถูกสับจะออกมาทางด้านช่องทางออกข้างล่างโดยนำภาคหรือกะละมังมารองรับเศษใบยางพารา นำเศษใบยางพาราที่ได้จากการสับนำมาวัดขนาด และชั่งน้ำหนัก หลังการทดสอบประสิทธิภาพ บันทึกผลลงในตารางบันทึกการทดลอง

5) นำเศษใบยางพาราส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 10 มิลลิเมตร ในเครื่องสับใบยางพารานำมารวมแล้วชั่งน้ำหนักจากนั้นบันทึกค่าต่าง ๆ ที่ได้ลงในตารางบันทึกการทดลอง



รูปที่ 4 การสับเครื่องสับใบยางพาราก่อนและหลัง

3.3.2 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารามาทำการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ค่าร้อยละ

3.4.2 ค่าเฉลี่ย

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างเครื่องสับใบยางพารา

ได้เครื่องสับใบยางพารา มีขนาด $400 \times 1,003 \times 700$ มิลลิเมตร มีใบมีดสับ 8 ใบ ส่วนฝาครอบใบมีดมีขนาด 245×400 มิลลิเมตร นำเหล็กมาตัดให้ได้รูปทรงและนำมาเชื่อมเข้าด้วยกันตามแบบส่วนขนาดช่องที่ใช้ป้อนใบยางพารามีขนาด $240 \times 240 \times 120$ มิลลิเมตร ประกอบยึดน๊อตเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูใช้มอเตอร์ Single Phase 220V/50Hz กำลังมอเตอร์ 5 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,500 RPM (รอบต่อนาที) ช่องทางออกทำการติดตั้งตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เพื่อร่อนใบยางพาราสามารถปรับความเร็วรอบได้ 2 แบบ คือ ที่ความเร็วรอบ 488 RPM (เพื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร) และที่ความเร็วรอบ 950 RPM (เพื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร) และมีการติดตั้งล้อเพื่อทำให้การเคลื่อนย้ายสะดวกขึ้นสามารถนำมาช่วยทุ่นแรงและอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในการนำใบยางพาราที่เป็นวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์โดยการสับให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสและเร่งกระบวนการย่อยสลายให้เร็วขึ้นเมื่อนำไปทำปุ๋ยหมักซึ่งช่วยให้ได้ปุ๋ยที่ย่อยสลายเป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดซึมได้ดีขึ้นนอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีลดปัญหาขยะการเผาและมลพิษซึ่งเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา (ที่ความเร็วรอบ 488 รอบ/นาที)

ครั้งที่	ความละเอียดของใบยางพารา (มม.)		น้ำหนักของใบยางพารา (กก.)		น้ำหนักที่สูญเสีย(กก.)	เวลาที่ใช้สับ (นาที)	หมายเหตุ
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
1	20.0	10.0	1	0.924	0.076	1.36	
2	20.0	10.0	1	0.989	0.011	1.35	
3	20.0	8.7	1	0.988	0.012	1.20	
4	20.0	9.0	1	0.920	0.080	1.65	
5	20.0	10.0	1	0.978	0.022	1.35	
ค่าเฉลี่ย	20.0	9.45	1	0.960	0.040	1.38	

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพาราที่ความเร็วรอบ 488 รอบ/นาที พบว่า ก่อนสับใบยางพารามีความละเอียดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20 มิลลิเมตร หลังสับใบยางพารามีความละเอียดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.45 มิลลิเมตร น้ำหนักของใบยางพาราก่อนสับมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1 กิโลกรัม น้ำหนักของใบยางพาราหลังสับมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.960 กิโลกรัม น้ำหนักที่สูญเสียมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.040 กิโลกรัม และเวลาที่ใช้สับมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.38 นาที

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพารา (ที่ความเร็วรอบ 950 รอบ/นาที)

ครั้งที่	ความละเอียดของใบยางพารา(มม.)		น้ำหนักของใบยางพารา (กก.)		น้ำหนักที่สูญเสีย (กก.)	เวลาที่ใช้(นาที)	หมายเหตุ
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
1	20.0	10.0	1	0.877	0.123	1.22	
2	19.5	9.5	1	0.869	0.131	1.12	
3	19.9	8.7	1	0.818	0.182	1.20	
4	18.9	7.2	1	0.890	0.110	1.24	
5	19.0	6.5	1	0.898	0.102	1.10	
ค่าเฉลี่ย	19.40	8.38	1	0.870	0.192	1.30	

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องสับใบยางพาราที่ความเร็วรอบ 950 รอบ/นาที พบว่า ก่อนสับใบยางพารามีความละเอียดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 19.4 มิลลิเมตร หลังสับใบยางพารามีความละเอียดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.38 มิลลิเมตร น้ำหนักของใบยางพาราก่อนสับมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1 กิโลกรัม น้ำหนักของใบยางพาราหลังสับมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.870 กิโลกรัม น้ำหนักที่สูญเสียมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.192 กิโลกรัม และเวลาที่ใช้สับมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.30 นาที

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบ 950 รอบต่อนาที เครื่องสับใบยางพาราให้ผลผลิตที่มีขนาดเล็กกว่า (8.38 มิลลิเมตร) เมื่อเทียบกับความเร็วรอบที่ 488 รอบต่อนาที (9.45 มิลลิเมตร) แสดงให้เห็นถึง

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับขนาดชิ้นส่วนใบยางหลังการสับโดยเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นจะทำให้ได้ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กซึ่งเป็นผลดีต่อการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักอย่างไรก็ตามที่ความเร็วรอบสูงกว่า พบว่ามีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นเช่นกัน (0.130 กิโลกรัม) เมื่อเทียบกับความเร็วรอบต่ำ (0.040 กิโลกรัม) ซึ่งอาจเกิดจากการฟุ้งกระจายของเศษใบยางขนาดเล็กในขณะที่ทำงานที่ความเร็วสูง ทั้งนี้จากการทดสอบทั้ง 2 ระดับความเร็วรอบ สรุปได้ว่าเครื่องสับใบยางพาราที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการลดขนาดใบยางพาราสำหรับนำไปผลิตเป็นปุ๋ยหมักต่อไปโดยความเร็วรอบที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 950 รอบต่อนาที ซึ่งให้ขนาดชิ้นส่วนที่เล็กและใช้ระยะเวลาสั้นกว่าแต่ต้องมีการออกแบบระบบเก็บผลผลิตเพื่อลดการสูญเสียให้ได้มากที่สุด

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการออกแบบและสร้างเครื่องสับใบยางพารา พบว่า ได้เครื่องจักรที่เป็นอุปกรณ์ทางการเกษตรที่สามารถนำมาช่วยทุ่นแรงและอำนวยความสะดวก เพิ่มประสิทธิภาพและสามารถจัดการทรัพยากรในภาคการเกษตรให้กับเกษตรกร โดยการออกแบบและหาประสิทธิภาพของเครื่องสับมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องที่แตกต่างกันไป โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.1 ด้านการออกแบบและโครงสร้าง เครื่องสับใบยางพาราที่พัฒนาขึ้นมีขนาดกะทัดรัด (400 x 1,003 x 700 มิลลิเมตร) ใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า นับว่ามีความเหมาะสมในการใช้งานระดับครัวเรือนและเกษตรกรรายย่อย เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของธีระพงศ์ พุ่มพวง วรวิฒิ บุญยงค์ และ ศิริทิพย์ เอี่ยมสำอางค์ (2561) ที่พัฒนาเครื่องสับฟางขนาดใหญ่ที่ต้องใช้รถแทรกเตอร์ 125 แรงม้าในการขับเคลื่อน และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิรุฬห์ ทองคุปต์ และคณะ (2563) ที่พบว่าเครื่องสับย่อยขนาดเล็กที่ใช้มอเตอร์ไม่เกิน 6.5 แรงม้า มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานระดับครัวเรือน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขนาดดังกล่าวให้สมดุลระหว่างประสิทธิภาพการทำงานกับต้นทุนการผลิตและการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของเกษตรกรรายย่อยไทย

5.2 ด้านประสิทธิภาพการทำงาน ผลการทดสอบที่ความเร็วรอบ 950 รอบต่อนาที พบว่า สามารถสับใบยางพาราให้มีขนาดเล็กเพียง 8.38 มิลลิเมตร ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องสับฟางของธีระพงศ์ พุ่มพวง, วรวิฒิ บุญยงค์ และ ศิริทิพย์ เอี่ยมสำอางค์ (2561) ที่สับได้ขนาด 35 มิลลิเมตร แม้จะใช้ความเร็วรอบที่สูงกว่าถึง 1,500 รอบต่อนาที สอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ คำมา (2561) ที่พบว่า ความเร็วรอบประมาณ 763 รอบต่อนาทีให้ประสิทธิภาพการสับที่ดี นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการดำเนินงานเพียง 4-13% ซึ่งน้อยกว่าเครื่องสับอเนกประสงค์ของอัศวิน สีนุกกรณ์ และคณะ (2564) ที่มีการสูญเสียสูงถึง 45-75% อย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐพงษ์ กลั่นหวาน และคณะ (2561) ที่พบว่า การสับย่อยวัสดุให้ได้ขนาดเล็กประมาณ 8-13 มิลลิเมตร เหมาะสมสำหรับการนำไปทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสและเร่งการย่อยสลาย ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการออกแบบใบมีดและการจัดวางองศาที่เหมาะสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัด การจัดวางองศาที่เหมาะสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัด

5.3 ด้านความยืดหยุ่นในการใช้งาน การออกแบบเครื่องทำให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ 2 ระดับ แสดงให้เห็นถึงการคำนึงถึงการใช้งานจริงที่ต้องรองรับวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน สอดคล้องกับแนวคิดของสมศักดิ์ คำมา, จารุวรรณ สิงห์ม่วง, และพินัย ทองสวัสดิ์วงศ์ (2564) ที่ให้ความสำคัญกับการหาความเร็วรอบต่าง ๆ (500-900 รอบต่อนาที) เพื่อหาความเร็วที่เหมาะสม กับวัสดุแต่ละประเภท และสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภชัย แก้วจันทร์, สุเมธชา จีระมะกร และชนิษฐา สีมา (2566) ที่พบว่า การออกแบบเครื่องให้สามารถปรับความเร็วรอบได้เป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงาน โดยเฉพาะเมื่อต้องรองรับวัสดุที่มีความชื้นและความเหนียวแตกต่างกัน อีกทั้ง การออกแบบทำให้เครื่องสับใบยางพาราที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานและรองรับวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน สามารถปรับให้เหมาะสมกับสภาพของใบยางพาราที่อาจมีความชื้นหรือความเหนียวแตกต่าง

กันตามฤดูกาล สอดคล้องกับหลักการออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรที่ต้องคำนึงถึงความหลากหลายของวัสดุทางการเกษตรและความเหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรไทย

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรมีการพัฒนาต่อยอดการออกแบบเครื่องสับใบยางพาราให้สามารถเชื่อมต่อและทำงานร่วมกับเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกรมีใช้อยู่แล้ว เช่น รถแทรกเตอร์หรือรถไถนา การพัฒนาในลักษณะนี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งานและประหยัดเวลาในการทำงานของเกษตรกรได้อย่างมีนัยสำคัญ

6.2 ควรดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสับใบยางพาราเพื่อให้ได้ขนาดชิ้นส่วนที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตเป็นปุ๋ยหมักนอกจากนี้ควรขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมด้านอื่น ๆ ที่สำคัญ อาทิ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานรวมถึงการประเมินระดับเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องตลอดจนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสำหรับการพัฒนาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6.3 ควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้งานเครื่องสับใบยางพาราในพื้นที่เพาะปลูกยางพาราต่าง ๆ โดยจัดให้มีการเผยแพร่ข้อมูลและจัดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง การดำเนินการดังกล่าวจะช่วยให้เกษตรกรสามารถนำใบยางพาราซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำเกษตรอินทรีย์อันจะส่งผลดีต่อทั้งผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

7. เอกสารอ้างอิง

- การยางแห่งประเทศไทย. (2567). *การจัดการองค์ความรู้ การยางแห่งประเทศไทยจังหวัดนครพนม เรื่อง อาชีพเสริม-การประดิษฐ์ดอกไม้จากใบยางพารา*. <https://n9.cl/9vaww>
- การยางแห่งประเทศไทยจังหวัดสุรินทร์. (2567). *สถานการณ์การผลิตและการตลาดยางพารา ปีการผลิต 2566/67 จังหวัดสุรินทร์*. <https://surin.moc.go.th/th/content/category/detail/id/161/iid/65169>
- ธีระพงศ์ พุ่มพวง, วรวิทย์ บุญยงค์ และ ศิรินทิพย์ เอี่ยมสำอางค์. (2561). *การพัฒนาเครื่องสับฟางในนาข้าว*. ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ณัฐพงษ์ กลั่นหวาน, วิชาญ ชุ่มมัน, พิษณุ สิ้นสมุทร, ธัญญธรณ์ ตันโน และเกียรติชัย ธาราวิกรัยรัตน์ (2561). *เครื่องสับย่อยผักตบชวาแบบมีส่วนร่วม ตำบลทับหมัน อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร*. วิทยาลัยชุมชนพิจิตร.
- บริษัท อีโกลเทีกซ์ จำกัด. (2566). *น้ำยางพาราจากภาคใต้กับภาคอีสานแตกต่างกันไหม*. <https://golink.icu/2dlN8aP>
- พลอยประภัสร์ แซ่โจ้ว. (2558). กยท. *เตือนชาวสวนยาง งดกรีดยางช่วงผลัดใบและแตกใบอ่อน แนะนำปลูกพืช น้ำน้อย เลี้ยงสัตว์ เสริมรายได้ช่วงพักกรีดยาง*. https://www.raot.co.th/Mobile_detail.php?cid=386&nid=3989
- วีรพล ทองคุปต์, ฤกษ์ภา พรหมแก้ว, ทรงยศ สารภาพ, อำนาจ วันวิโก. (2563). การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องย่อยกระป๋องอลูมิเนียม. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 12(2), 124-136.
- วารงรัตน์ เสนาสิงห์. (2562). *วัฒนธรรมการใช้เครื่องทุ่นแรงทางการเกษตร*. <https://www.scimath.org/article-science/item/10613-2019-09-02-01-27-39>

- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร. (2555). *คู่มือการปลูกยางพารา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. จำนวน 4,000 เล่ม. กรุงเทพฯ : บริษัท มูฟเม้นท์ เจน ทรี จำกัด.
- ศุภชัย แก้วจันทร์, สุมนธา จีระมะกร, และชนิษฐา สีมา. (2566). การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแห้งหญ้าเนเปียร์. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 8(1), 56-70.
- สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. (2567). *กระบวนการเทคโนโลยี*. http://designtechnology.ipst.ac.th/?page_id=165
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2567). *การผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ*. https://osd101.idd.go.th/q/manual/compost_guide.pdf
- สมศักดิ์ คำมา. (2561). การออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยเศษพืชผักในครัวเรือน. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 11(1), 82-95.
- สมศักดิ์ คำมา, จารุวรรณ สิงห์ม่วง และ พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์. (2563). การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับวัสดุพืชเกษตรและเปลือกผลไม้. *วารสารวิชาการเกษตร*, 38(1), 58-67.
- อนุชา เพียรชนะ. (2560). การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราแห้ง สักทอง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท)*, 4(1), 43-55.
- อัศวิน สืบนาการณ์, ภูเมศร์ นิยมมาก, วัชรภรณ์ จันโสม และนันทพัทธ์ ปัดภัย. (2564). การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับอเนกประสงค์เพื่อการเกษตร. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 6(1), 1-7.

8. คุณค่าทางวิชาการ

การพัฒนาเครื่องสับใบยางพาราฉบับนี้เป็นเครื่องมือทางการเกษตรที่มีความสำคัญในการจัดการวัสดุเหลือทิ้งจากสวนยางพาราโดยเฉพาะใบยางพาราที่มีปริมาณมากในแต่ละฤดูกาลเป็นการแก้ปัญหาการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรไทยเทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับใบยางพาราที่เหลือทิ้งโดยแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมการใช้เครื่องสับใบยางพาราจะช่วยลดระยะเวลาและแรงงานในการย่อยสลายวัสดุเนื่องจากการสับย่อยทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้เร็วขึ้นส่งผลให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดีกว่าการใช้วิธีการหมักแบบดั้งเดิมนอกจากนี้เทคโนโลยีดังกล่าวยังสนับสนุนแนวคิดเกษตรยั่งยืนด้วยการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นผลดีต่อสุขภาพของเกษตรกรในระยะยาวสอดคล้องกับหลักเศรษฐกิจหมุนเวียนที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม