

การออกแบบเครื่องสับหอยกกล้วยสำหรับอาหารสัตว์แบบ 3 แหล่งพลังงาน

Design of Banana Stem Chopper for Animal Feed with 3 Energy Sources

ณัฐภา พิมพารณ์^{1*} เดโชชัย สาทิมพ์¹ เพียร โตท่าโรง¹ พีรพล บุตรน้ำเพชร¹ และ อานัส โตะวัง¹Natchada Pimpaporn^{1*}, Dechochai Saphim¹, Pian Totha Rong¹, Peeraphon Butnamphet¹, and Anas Towang¹¹สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุวรรณภูมิ 10520¹Division of Industrial Management, Faculty of Science and Technology, Bangkok Suvarnabhumi University, 10520

*Corresponding Author: natchada.p@bsu.ac.th

Received 22 ธันวาคม 2567; Revised 24 กุมภาพันธ์ 2568; Accepted 24 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคในพื้นที่ของจังหวัดนครนายกมีความสนใจใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เช่น หอยกกล้วย เป็นอาหารสัตว์มากขึ้น เพื่อลดต้นทุนด้านการซื้ออาหารสัตว์ ซึ่งวิธีการสับหอยกกล้วยที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ การใช้มีดสับด้วยแรงงานคนหรือการใช้เครื่องสับที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีราคาสูงและใช้พลังงานไฟฟ้ามาก ส่งผลให้เกษตรกรบางกลุ่มไม่สามารถเข้าถึงได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาเครื่องสับหอยกกล้วยที่สามารถใช้พลังงานทดแทนได้เพื่อช่วยลดต้นทุนและประหยัดพลังงาน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องสับหอยกกล้วยสำหรับเป็นอาหารสัตว์แบบ 3 แหล่งพลังงาน โดยดำเนินการออกแบบเครื่อง คือ กว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร ส่วนโครงสร้างหลักของเครื่อง ได้แก่ 1. โครงสร้างตัวเครื่อง 2. ชุดสับหอยกกล้วย 3. พลังงานทดแทน 4. ระบบถ่ายทอดกำลัง โดยกำหนดขอบเขตชุดสับหอยกกล้วยใช้ใบมีด 2 ใบ ใช้พลังงาน คือ โซล่าเซลล์ กังหันลม และไฟฟ้า ไซมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 1400 รอบต่อนาที และมุมใบมีดในการสับ เป็น 4 ระดับที่ 5 8 10 และ 13 มิลลิเมตร

สรุปผลการวิจัย พบว่า ผลการพัฒนาเครื่อง การทดสอบระบบการทำงานของเครื่องสับอาหารสัตว์ แบบ 3 แหล่งพลังงาน ซึ่งจากการทดสอบเครื่องและระบบการทำงานของเครื่องใช้งานสับหอยกกล้วยสำหรับทำอาหารสัตว์ประเภทโคได้จริงตามที่ออกแบบไว้ทั้งในส่วนโครงสร้างเครื่องและระบบการทำงานของเครื่อง ผลการทดสอบการชาร์จด้วยกังหันลม กระแสไฟในการชาร์จโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 แอมป์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการชาร์จเท่ากับ 11.44 ชั่วโมง และพลังงานที่เก็บสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 542.22 กิโลวัตต์ สำหรับการชาร์จด้วยโซล่าเซลล์ มีกระแสไฟการชาร์จโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.05 แอมป์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการชาร์จเท่ากับ 8.55 ชั่วโมง และพลังงานที่เก็บสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 540.00 กิโลวัตต์ ซึ่งการชาร์จไฟจากระบบโซล่าเซลล์ชาร์จไฟฟ้าจนเต็มใช้เวลาน้อยกว่ากังหันลม 3 ชั่วโมง โดยสามารถนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานสับหอยกกล้วยได้ 14 ชั่วโมง ผลการทดสอบขนาดของใบมีด 4 ระดับ คือ 5 8 10 และ 13 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วของมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที การสับที่มุมใบมีดระดับ 10 มิลลิเมตร ได้ขนาดที่เหมาะสม 9.70 – 9.76 มิลลิเมตร กับการนำไปใช้งานเลี้ยงโค และมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสับน้อยที่สุด 0.01291 - 0.01480 กิโลวัตต์ และค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ 47 - 54 วินาที ผลการสมมติฐาน พบว่า ระยะเวลาในการเก็บพลังงานของกังหันลมและโซล่าเซลล์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แอมป์ที่ชาร์จพลังงานได้ของกังหันลมและโซล่าเซลล์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ พลังงานไฟฟ้าที่แปลงได้แล้วนำไปใช้สับหอยกกล้วยของกังหันลมและโซล่าเซลล์ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องสับหอยกกล้วยสำหรับอาหารสัตว์แบบ 3 แหล่งพลังงาน อยู่ที่ 11,000 บาท ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อมูลด้านต้นทุนของอาหารสัตว์ประเภทโค อยู่ที่ 9,398 บาท

คำหลัก: เครื่องสับ; หอยกกล้วย; อาหารสัตว์; แหล่งพลังงาน

Abstract

At present, it was found that cattle farmers in Nakhon Nayok Province are more interested in using local raw materials such as banana stems as animal feed to reduce the cost of purchasing animal feed. The current methods of chopping banana stems include using a knife to chop with human labor or using a chopper available in the market, which is expensive and uses a lot of electricity. As a result, some farmers cannot access them. Therefore, the research team is interested in developing a banana stem chopper that can use alternative energy to help reduce costs and save energy. This study aims to design a banana stem chopper for animal feed with 3 energy sources. The machine was designed to be 80 centimeters wide, 85 centimeters long, and 150 centimeters high. The main structure of the machine includes 1. Machine structure 2. Banana stem chopper set 3. Alternative energy 4. Power transmission system By specifying the scope of the banana stalk chopper set using 2 blades, using energy from solar cells, wind turbines, and electricity, using a 2-horsepower motor, setting the motor speed at 1400 rpm, and setting the blade angle in chopping at 4 levels at 5, 8, 10, and 13 millimeters.

A summary of the research results found that the results of the machine development, testing the operating system of the animal feed chopper with 3 energy sources, which from testing the machine and the operating system of the machine can actually chop banana stalks for making animal feed for cattle as designed in both the machine structure and the operating system of the machine. The results of the test of charging with a wind turbine are that the average charging current is equal to 7.27 amps, the average charging time is 11.44 hours, and the stored energy can be converted to 542.22 kilowatts of electrical energy for charging with solar cells. It has an average charging current of 9.05 amps, an average charging time of 8.55 hours, and the stored energy can be converted to 540.00 kilowatts of electrical power. Charging the battery from a solar cell system to full charge takes less than 3 hours from a wind turbine. The electrical power can be used to chop banana stalks for 14 hours. The test results of the blade sizes at 4 levels 5, 8, 10, and 13 millimeters with a motor speed of 1400 revolutions per minute at a blade angle of 10 millimeters gave the appropriate size of 9.70–9.76 millimeters for use in cattle farming. And the lowest electricity consumption rate in chopping is 0.01291 - 0.01480 kilowatts, and the average time used is 47 - 54 seconds. The results of the hypothesis found that the energy storage period of wind turbines and solar cells is different at a statistical significance level of .01, the charging ampere of wind turbines and solar cells is different at a statistical significance level of .01, and the converted electricity used for chopping banana stalks of wind turbines and solar cells is not different. In terms of the cost of a banana stalk chopper for animal feed with 3 energy sources, it is 11,000 baht, which, when considering the cost data of cattle feed, is 9,398 baht.

Keywords: Chopper; Banana Stalk; Animal Feed; Energy Source

1. บทนำ

ปี 2561 – 2565 ความต้องการบริโภคเนื้อโคของไทยเพิ่มร้อยละ 0.15 ต่อปี และในปี 2565 คาดว่า ราคาส่งออกโคมีชีวิตตัวละ 20,817 บาท สูงขึ้นจากตัวละ 17,807 บาท

ของปี 2564 ร้อยละ 16.90 และราคาส่งออกเนื้อโค และผลิตภัณฑ์ กิโลกรัมละ 427.42 บาท สูงขึ้นจากกิโลกรัมละ 212.76 บาท ของปี 2564 ประมาณ 1 เท่า ปี 2566 โคเนื้อที่ผลิตได้จะบริโภคในประเทศร้อยละ 97 โดยปี 2566 คาดว่าการบริโภคจะเพิ่มขึ้น จากสถานการณ์การแพร่ระบาด

ของโรคโควิด 19 คลี่คลายลง ทำให้ธุรกิจภาคบริการ การท่องเที่ยวและร้านอาหารสามารถดำเนินการได้ตามปกติ และการเพิ่มของจำนวนประชากร ทำให้ความต้องการบริโภคเนื้อโคเพิ่มขึ้น [1]

ในสถานการณ์ที่ผู้เลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะวัว ประสบปัญหา ราคาอาหารสัตว์ที่ซื้อตามท้องตลาดมีราคาสูง ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั้งฟาร์มขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ จำเป็นจะต้องหาวิธีการลดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้สิ่งที่เกษตรกรจะสามารถลดต้นทุนได้มากวิธีหนึ่งก็คือการลดในส่วนของการใช้เลี้ยงสัตว์ ซึ่งหากเกษตรกรผสมอาหารสัตว์ใช้เองจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้มาก โดยการใช้พืชที่หาได้ในชุมชน นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชเพื่อนำมาเป็นอาหารวัว รวมถึงการนำพืชอื่นๆมาเป็นส่วนผสมในการทำอาหารวัวได้อีกด้วย [2] ทั้งนี้ต้นทุนของอาหารสัตว์ประเภทโคเนื้อ จากรายงานการวิจัยกองอาหารสัตว์มีสัดส่วนต้นทุนค่าอาหาร คิดเป็นร้อยละ 70 ของต้นทุนทั้งหมด [3] ปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงวัวมากขึ้น จึงต้องใช้พืชอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่พืชมีไม่เพียงพอต่อการใช้เลี้ยงวัว ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพิ่มมูลค่าเกษตรร่วมกับศูนย์วิจัยพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี จึงได้ทดลองและค้นคว้าวิจัยต้นกล้วย ซึ่งจากเดิมเมื่อได้ผลผลิตเครือกล้วยแล้ว ก็ต้องตัดต้นทิ้ง แต่หากนำมาทำเป็นอาหารสัตว์จะช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรที่เลี้ยงวัวได้ และยังช่วยสร้างความมั่นใจให้ผู้บริโภคว่าอาหารที่เลี้ยงวัวมาจากอินทรีย์ซึ่งจะมีความปลอดภัยกับผู้บริโภคด้วย ทางด้านประธานสมาพันธ์ SME ไทย จังหวัดเพชรบุรี กล่าวว่า จังหวัดเพชรบุรีปลูกกล้วยจำนวนมาก การนำต้นกล้วยมาพัฒนาเป็นพืชอาหารสัตว์โดยนำหอยวกกล้วย นำมาผสมรวมกับวัตถุดิบอื่น เพื่อเพิ่มคุณค่าด้านธาตุอาหารให้เหมาะสมผลิตเป็นอาหารสัตว์จำหน่ายในพื้นที่และส่งขายในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ จากเดิมต้นกล้วยหลังถูกตัดทิ้ง ต้องเป็นภาระของชาวสวนกล้วย แต่หลังจากการแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ส่งผลให้ต้นกล้วยมีราคาถึง ต้นละ 5 บาท นำส่งโรงงานทำการสับเข้าสู่กระบวนการหมักเป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์ ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มขึ้น ต้นกล้วยได้รับการพัฒนาเป็นวัตถุดิบช่วยลดต้นทุนได้ ในส่วนข้อมูลของกล้วยเป็นพืชที่ปลูกง่าย มีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์เร็ว ปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด นิยมปลูกทุกภาคของประเทศไทย[4]

จากข้อมูลข้างต้นทางคณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะ

ออกแบบเครื่องสับหอยวกกล้วยสำหรับเป็นอาหารสัตว์ประเภทโค โดยพิจารณาถึงวัตถุดิบที่มีในพื้นที่คือต้นกล้วย และพิจารณาด้านการใช้พลังงานทางเลือกร่วมด้วย ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม โดยคณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่หมู่บ้านแห่งหนึ่งในจังหวัดนครนายก ซึ่งมีเกษตรกรเลี้ยงโคในพื้นที่นั้นส่วนใหญ่นิยมนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้เพื่อลดต้นทุนในการเลี้ยง เกษตรกรบางกลุ่มใช้มีดสับ บางกลุ่มใช้เครื่องสับ แต่ในปัจจุบันตามท้องตลาดเครื่องสับนั้นมีราคาที่สูง และมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการออกแบบเครื่องสับหอยวกกล้วยสำหรับทำเป็นอาหารสัตว์ที่มีราคาไม่สูง และลดอัตราการใช้ไฟฟ้าเพื่อช่วยลดต้นทุนด้านอาหารสัตว์ให้แก่เกษตรกรได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อออกแบบเครื่องสับหอยวกกล้วยแบบ 3 แหล่งพลังงาน

- เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องด้านการเก็บและใช้พลังงานไฟฟ้า

สมมติฐานการวิจัย

- แหล่งพลังงานที่ต่างกันมีระยะเวลาในการชาร์จพลังงาน มีจำนวนแอมแปร์ที่เก็บพลังงานได้ และมีอัตราการพลังงานไฟฟ้าที่แปลงได้แตกต่างกัน

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

เรียบเรียงโดยอธิบายวิธีการศึกษา แผนการทดลอง กำหนดขอบเขตการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้ การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงาน ช่วยประหยัดเวลาและแรงงานคนในขั้นตอนการย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ ทำให้ต้นทุนการผลิตหญ้าอาหารสัตว์ของเกษตรกรลดลง ได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูงเหมาะสมสำหรับความต้องการสารอาหารของสัตว์ และช่วยลดพื้นที่ในการจัดเก็บหญ้าอาหารสัตว์ ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มจำนวนสัตว์เลี้ยงได้มากขึ้นในพื้นที่จำกัด เครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ที่ออกแบบและพัฒนา ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 4 ส่วน ได้แก่ โครงเครื่อง ชุดย่อยหญ้า ชุดอัดหญ้า และ

ระบบถ่ายทอดกำลังชุดย่อยหยู้ออกแบบให้มีใบมีด 4 ใบ ชุดอัตราประกอบด้วยกระบอกไฮดรอลิกส์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และบล็อกสำหรับอัตราโดยใช้มอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้าเป็นต้นกำลังในการทำงาน ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 1,300 1,500 และ 1,700 รอบต่อนาที ศึกษาผลของการใบมีดสำหรับอัตรา 3 ระดับที่ 15 30 และ 40 องศา โดยมีผลในการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการอัดและย่อยหยู้อาหารสัตว์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องย่อยและอัตราอาหารสัตว์ [5] การศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับวัสดุพืชเกษตร และเปลือกผลไม้ โดยเครื่องตัดที่พัฒนามีน้ำหนัก 45 กิโลกรัม มีส่วนประกอบ คือ โครงสร้างเหล็ก ถังบ่อน ชุดใบมีดตัดแบบใบมีดโค้ง ยาว 160 มิลลิเมตร หนา 2.0 มิลลิเมตรจำนวน 23 ใบ ล้อช่วยแรงชุดส่งกำลัง รางรับวัสดุ และมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า ทดสอบการตัดพืช 7 ชนิด ได้แก่ ต้นตะไคร้ ใบตะไคร้ ใบเตย ผักบุ้งไทย หยู้อบักกิ้ง เปลือกสวรส และเปลือกส้มโอ ที่ความเร็วรอบใบมีดตัด 500 600 700 800 และ 900 รอบต่อนาที [6] การศึกษาการออกแบบและการพัฒนาเครื่องสับต้นข้าวโพดแบบ 4 ใบมีด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับผลิตอาหารสัตว์ ผลการทดสอบพบว่า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.70 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านคุณสมบัติของเครื่อง มีค่าเฉลี่ย 4.89 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ด้านความเหมาะสมและการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.51 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ด้านการใช้งานเครื่อง มีค่าเฉลี่ย 4.66 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ด้านคู่มือการใช้งานของเครื่อง มีค่าเฉลี่ย 4.75 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องมีประสิทธิภาพ 97.50 เปอร์เซ็นต์ [7] การศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยหยู้อเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ โดยประกอบด้วยชุดใบมีดสับหยู้อใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์ 1 แรงม้า 1,450 รอบต่อนาที และชุดลูกบ่อนในการบ่อนหยู้อเข้าสับโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 350 วัตต์ 400 รอบต่อนาที ผลการทดสอบพบว่า สามารถปรับการทำงานการสับหยู้อได้ 2 ระดับ คือ สับย่อยหยู้อแบบละเอียดขนาดอยู่ที่ 0.1 - 1 เซนติเมตร อัตราเร็วในการสับแบบละเอียดอยู่ที่ 246 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องมีค่า 0.0044 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงิน 0.013 บาทต่อกิโลกรัม และสับย่อยแบบหยาบขนาดอยู่ที่ 1-3

เซนติเมตร อัตราเร็วในการสับแบบหยาบอยู่ที่ 571.43 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องมีค่า 0.0014 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงิน 0.0042 บาทต่อกิโลกรัม [8]

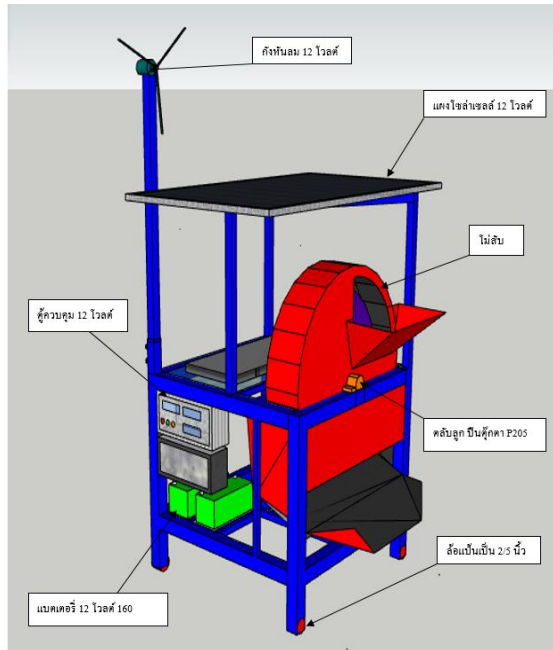
2.2. การออกแบบหลักการทำงานของเครื่อง

- หลักการทำงาน 3 แหล่งพลังงาน ประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้า ได้กำหนดเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ทั้งนี้พลังงานจากโซล่าเซลล์และพลังงานลมจะถูกแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าจากการทำปฏิกิริยาของแสงอาทิตย์กับอิเล็กทรอนิกส์ในแผงโซล่าเซลล์และกังหันลม โดยจะทำการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า และผลิตไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ผ่านตัวแปลงกระแสไฟฟ้าใช้กับมอเตอร์เพื่อให้ใช้งานได้ในสถานที่ที่มีไฟฟ้า และสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้า โดยพลังงานแสงอาทิตย์จากโซล่าเซลล์ ใช้ขนาดแผงโซล่าเซลล์ 120 x 60 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นขนาดมาตรฐานที่นิยมใช้ และสอดคล้องกับขนาดภาพรวมของเครื่องต้นแบบในการศึกษาครั้งนี้ และพลังงานลม โดยใช้ใบพัดของกังหันลมขนาด 30 นิ้ว และตั้งสูงจากพื้น 320 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของเครื่องต้นแบบและสามารถเก็บพลังงานลมเข้าสู่แบตเตอรี่และทำงานจ่ายไฟฟ้าออกมาที่เครื่องต้นแบบในการสับหยาบกล้วยได้

- ระบบการเก็บและแปลงพลังงานไฟฟ้า คือ กังหันลมและโซล่าเซลล์จะเป็นตัวปั่นไฟ 12 โวลต์ ให้มาเข้าในเครื่องโซล่าชาร์จเจอร์ โดยการปรับเบรกเกอร์ไปที่ตำแหน่งออน และโซล่าชาร์จเจอร์จะแปลงเป็นกระแสไฟชาร์จเข้าไปที่แบตเตอรี่ ไฟจะจ่ายไปที่อินเวอร์เตอร์ 12 โวลต์ 6,000 วัตต์ และอินเวอร์เตอร์จะแปลงเป็น 220 โวลต์ เมื่อกดออนอินเวอร์เตอร์ไฟจะจ่ายไปที่มอเตอร์ ไฟก็จะแสดงสถานะว่าทำงานอยู่ และถ้าในสถานะที่พลังงานทดแทนไม่สามารถใช้งานได้ ให้ถอดปลั๊กจากอินเวอร์เตอร์ไปเสียบกับไฟบ้านก็จะสามารถใช้งานได้ปกติ

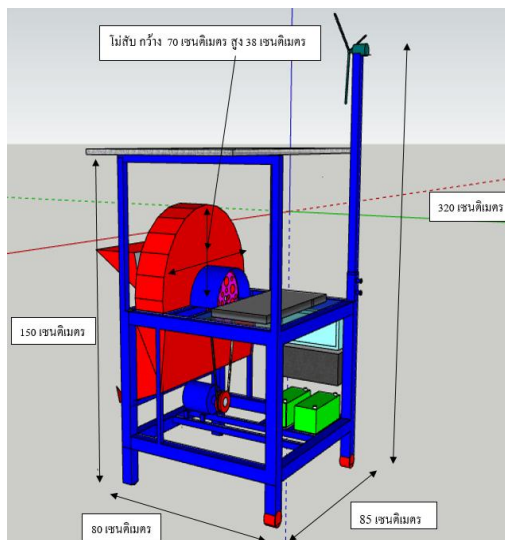
- หลักการทำงานของระบบสับ คือ นำต้นกล้วยมาใส่ในช่องใบมีด เมื่อใบมีดเริ่มทำงาน ต้นกล้วยจะไหลผ่านเข้าไปในช่องทางที่กำหนด โดยผู้ใช้งานเครื่องทำหน้าที่คอยจับประคองต้นกล้วยแล้วประมาณระยะให้ต้นกล้วยเหลือประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยมือ หลังจากนั้นให้หาภาชนะรองต้นกล้วยที่ผ่านการสับไปแล้ว โดยจะไหลลงมา

ตามรางด้านล่างตันกล้วยจะออกมาเป็นชิ้นตามขนาดที่ตั้ง
เอาไว้



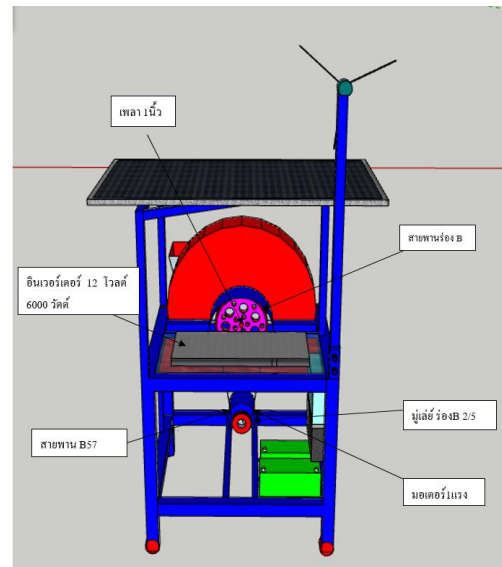
รูปที่ 1 โครงร่างเครื่องด้านหน้า

จากรูปที่ 1 แสดงรายละเอียดของแบบโครงร่างเครื่อง
ในมุมมองด้านหน้าของตัวเครื่อง



รูปที่ 2 โครงร่างเครื่องด้านหลัง

จากรูปที่ 2 แสดงรายละเอียดของแบบโครงร่างเครื่อง
ในมุมมองด้านหลังของตัวเครื่อง



รูปที่ 3 โครงร่างเครื่องด้านข้าง

จากรูปที่ 3 แสดงรายละเอียดของแบบโครงร่างเครื่อง
ในมุมมองด้านข้างของตัวเครื่อง



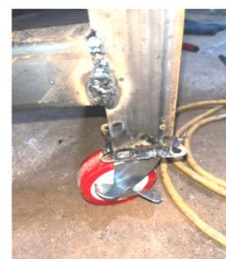
1 ทำฐานเครื่องจักร
-นำเหล็กมาเชื่อมทำโครงสร้างฐาน



2 ติดตั้งใบมีด
-นำใบมีดมาติดกับโครงสร้าง

รูปที่ 4 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง (1)

จากรูปที่ 4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องขั้นที่ 1 การทำฐาน
ตัวเครื่อง และขั้นที่ 2 การติดตั้งใบมีด



3 ติดตั้งล้อเป็นเป็น
-ทำการติดตั้งล้อกับโครงสร้าง



4 ประกอบฝาครอบ
-นำแผ่นเหล็กตามรูปทรงมาเชื่อมค่อน
และวางรองอาหาร

รูปที่ 5 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง (2)

จากรูปที่ 5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องขั้นที่ 3 การใส่ล้อที่ฐานตัวเครื่อง และขั้นที่ 4 การประกอบฝาครอบส่วนใบมีด



5. ติดตั้งล้อ
- ทำการติดตั้งล้อเข้ากับเพลานใบมีด



6. ติดตั้งมอเตอร์
- ทำการติดตั้งมอเตอร์ให้ตรงตำแหน่งของร่องสายพาน
- และทำการติดตั้งสายพานที่มอเตอร์และวิน

รูปที่ 6 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง (3)

จากรูปที่ 6 ขั้นตอนการสร้างเครื่องขั้นที่ 5 การติดตั้งมู่เลย์ และขั้นที่ 6 การติดตั้งมอเตอร์



7. ติดตั้งมู่เลย์
- ทำการติดตั้งมู่เลย์ในการสับ



8. ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์
- ทำการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เข้ากับโครงในจุดรับแสงแดด

รูปที่ 7 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง (4)

จากรูปที่ 7 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง ขั้นตอนที่ 7 ติดตั้งตัวกักหยวกกล้วย และขั้นที่ 8 ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์



9. ติดตั้งกังหันลม
- ทำการใส่สายกันลมแบบถอดประกอบ



10. ทำสี
- ทำการทาสีโครงและชิ้นส่วนต่างของเครื่อง

รูปที่ 8 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง (5)

จากรูปที่ 8 ขั้นตอนการสร้างเครื่องขั้นที่ 9 ติดตั้งกังหันลม 2 ใบพัด และขั้นที่ 10 การทำสีตัวเครื่อง



11. ติดตั้งอินเวอร์เตอร์
- ทำการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ด้านบนจุดที่ระบายความร้อนได้ง่าย



12. ติดตั้งตู้ควบคุม
- ทำการติดตั้งระบบควบคุมกระแสไฟของเครื่อง

รูปที่ 9 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง (6)

จากรูปที่ 9 ขั้นตอนการสร้างเครื่องขั้นที่ 11 ติดตั้งอินเวอร์เตอร์ และขั้นที่ 12 ติดตั้งตู้ควบคุม

2.2 กำหนดแนวทางการทดสอบเครื่อง

ทางคณะผู้วิจัยกำหนดหัวข้อในการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพความพร้อมในการใช้งานของเครื่องทดสอบพลังงานจากโซล่าเซลล์ จากกังหันลม และจากพลังงานไฟฟ้า และทดสอบประสิทธิภาพในการสับหยวกกล้วยเพื่อหาระดับใบมีดในการสับที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้สูตรในการคำนวณ

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน = $\sqrt{3}$ (กระแสไฟฟ้า , แรงเคลื่อนไฟฟ้า, Power Factor 0.8) / 1000

$$E = \sqrt{3} \frac{IVPF}{1000} \quad (1)$$

โดยกำหนดขอบเขตในการทดสอบการใช้งานของเครื่อง ดังนี้ ปัจจัยที่ควบคุม

1. ขนาดใบมีด 12 x 1.75 นิ้ว
2. ขนาดแผงโซล่าเซลล์ 120 x 60 เซนติเมตร
3. มอเตอร์จ่ายไฟ ขนาด 12 โวลต์ 250 วัตต์
4. ขนาดใบพัดกังหันลม 30 นิ้ว

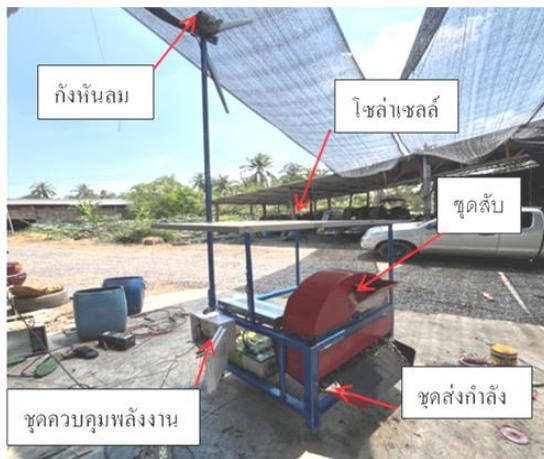
ปัจจัยผันแปร

1. การเก็บพลังงานไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ และกังหันลม เพื่อนำมาแปลงใช้เป็นกระแสไฟฟ้าในการสับหยวกกล้วย

3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

3.1 ผลการทดลอง

3.1.1 ผลการออกแบบเครื่อง การทดสอบระบบการทำงานเครื่อง โดยมีระบบพลังงานทดแทนแผงโซลาร์เซลล์ กังหันลม การทำงานของพลังงานทั้งสอง ระบบการสับ ซึ่งจากการทดสอบเครื่องและระบบการทำงานทุกส่วนทั้ง โครงสร้าง ระบบการทำงาน การเก็บพลังงานแสงแดด พลังงานลมมาแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าและการใช้สับหอยก ล้วยสามารถใช้งานได้จริงตามที่ออกแบบไว้



รูปที่ 10 เครื่องที่สร้างขึ้นจริง

จากรูปที่ 10 แสดงภาพเครื่องที่สร้างเสร็จสมบูรณ์

3.1.2 ผลการทดสอบการเก็บและการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่า การทดสอบการใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบจากโซลาร์เซลล์ จากกังหันลม และจากไฟฟ้าปกติ พบว่าทุกรายการสามารถใช้งานได้จริงตามที่ออกแบบไว้โดยสมบูรณ์

ตารางที่ 1 ข้อมูลการเก็บและใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง

รายการ	ระยะเวลาเก็บแสง (ค่าเฉลี่ย) หน่วย : ชั่วโมง	พลังงานที่เก็บได้ (ค่าเฉลี่ย) หน่วย : แอมแปร์	แปลงเป็น พลังงานไฟฟ้า ใช้ได้ (ค่าเฉลี่ย) หน่วย : กิโลวัตต์
กังหันลม	11.44	7.27	542.22
แผงโซลาร์เซลล์	8.55	9.05	540.00

จากตารางที่ 1 การทดสอบของเครื่องสับหอยก ล้วยสำหรับเป็นอาหารสัตว์ ระบบการชาร์จ การชาร์จด้วยพลังงานทดแทนนั้นมีความแตกต่างกัน การชาร์จด้วยระบบกังหันลม กระแสไฟในการชาร์จโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 แอมแปร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการชาร์จเท่ากับ 11.44 ชั่วโมง และพลังงานที่เก็บสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

542.22 กิโลวัตต์ สำหรับการชาร์จด้วยระบบโซลาร์เซลล์ มีกระแสไฟการชาร์จโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.05 แอมแปร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการชาร์จเท่ากับ 8.55 ชั่วโมง และพลังงานที่เก็บสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 540.00 กิโลวัตต์

ตารางที่ 2 ผลทดสอบการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจาก 3 แหล่ง

มุมของใบมีด	แบบกังหันลม ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า	เวลาเฉลี่ย ในการสับ	แบบโซลาร์เซลล์ ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า	เวลาเฉลี่ย ในการสับ	แบบไฟฟ้าปกติ ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า	เวลาเฉลี่ย ในการสับ
10 มิลลิเมตร	0.01480 กิโลวัตต์	54 วินาที	0.01297 กิโลวัตต์	47 วินาที	0.01291 กิโลวัตต์	47 วินาที

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบกังหันลม โดยใช้ความเร็วมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที ในระดับของใบมีด 10 มิลลิเมตร ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า 0.01480 กิโลวัตต์ มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ 54 วินาที และผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบโซลาร์เซลล์ ในระดับของใบมีด 10 มิลลิเมตร ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า 0.01297 กิโลวัตต์ มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ 47 วินาที และผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบไฟ AC 220 โวลต์ ในระดับของใบมีด 10 มิลลิเมตร ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า 0.01291 กิโลวัตต์ มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ 47 วินาที



ค มุมใบมีด 10 มิลลิเมตร



ง มุมใบมีด 13 มิลลิเมตร

รูปที่ 11 ซีนหอยก ล้วยที่ผ่านการสับจากเครื่อง

จากรูปที่ 11 การทดสอบเครื่องสับหอยก ล้วยสำหรับเป็นอาหารสัตว์ พบว่าขนาดซีนหอยก ล้วยที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้ใบมีดสับที่ระดับ 10 มิลลิเมตร ต้นก ล้วยที่สับแล้วมีขนาดเฉลี่ยที่ 9.74 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ประเภทโค ซึ่งหากขนาดของซีนหอยก ล้วยที่สับออกมามีขนาดเล็กกว่าหรือมากกว่าขนาด 9.74 มิลลิเมตร ไม่เหมาะสมจะนำไปหมักหรือนำไปผสมรวมเพื่อทำอาหารของสัตว์ประเภทโค

อ้างอิงจากข้อมูล การเตรียมต้นกล้วยหมักโดยตัดต้นกล้วยมาสับเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วนำมาผสมน้ำหมักยีสต์และหรือน้ำหมัก EM โดยเตรียมตามวิธีการของ Nampukdee [9]

ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบความแตกต่างด้านระยะเวลาในการเก็บพลังงานของกังหันลมและโซลาร์เซลล์

ปัจจัย	แหล่งพลังงาน	N	$\bar{X}$	t	Sig
เวลาในการเก็บพลังงาน	กังหันลม	15	11.7333	4.870	.000
	โซลาร์เซลล์	15	8.5333		

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บพลังงานของกังหันลมและโซลาร์เซลล์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ตารางที่ 4 ผลเปรียบเทียบความแตกต่างด้านแอมแปร์ที่ชาร์จพลังงานได้ของกังหันลมและโซลาร์เซลล์

ปัจจัย	แหล่งพลังงาน	N	$\bar{X}$	t	Sig
แอมแปร์ที่ชาร์จได้	กังหันลม	15	7.3000	-6.714	.000
	โซลาร์เซลล์	15	9.1667		

จากตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า แอมแปร์ที่ชาร์จพลังงานได้ของกังหันลมและโซลาร์เซลล์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ตารางที่ 5 ผลเปรียบเทียบความแตกต่างด้านพลังงานไฟฟ้าที่แปลงได้ของกังหันลมและโซลาร์เซลล์

ปัจจัย	แหล่งพลังงาน	N	$\bar{X}$	t	Sig
พลังงานไฟฟ้าที่แปลงได้นำไปใช้ในการสับ	กังหันลม	15	539.3333	-.222	.826
	โซลาร์เซลล์	15	540.6667		

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่แปลงได้แล้วนำไปใช้สับหอยกกล้วยของกังหันลมและโซลาร์เซลล์ไม่แตกต่างกัน

3.2 อภิปรายผลการวิจัย

3.2.1 ผลการทดสอบระบบการทำงานเครื่องสับอาหารสัตว์ แบบ3แหล่งพลังงาน ซึ่งจากการทดสอบเครื่องและระบบการทำงานของเครื่อง ใช้งานสับหอยกกล้วยสำหรับทำอาหารสัตว์ประเภทโคได้จริงตามที่ออกแบบไว้ทั้ง

ในส่วนโครงสร้างเครื่อง การเก็บพลังงานและระบบการทำงานของเครื่อง

3.2.2 ผลการทดสอบของเครื่องสับหอยกกล้วยสำหรับเป็นอาหารสัตว์

3.2.2.1 การชาร์จด้วยกังหันลม กระแสไฟในการชาร์จโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 แอมแปร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการชาร์จเท่ากับ 11.44 ชั่วโมง และพลังงานที่เก็บสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 542.22 กิโลวัตต์ สำหรับการชาร์จด้วยโซลาร์เซลล์ มีกระแสไฟการชาร์จโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.05 แอมแปร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการชาร์จเท่ากับ 8.55 ชั่วโมง และพลังงานที่เก็บสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 540.00 กิโลวัตต์ ซึ่งจากผลการทดสอบระบบการชาร์จไฟจากระบบโซลาร์เซลล์ ระบบกังหันลม สามารถชาร์จไฟได้ปกติโดยการชาร์จด้วยระบบโซลาร์เซลล์ใช้เวลาในการชาร์จไฟฟ้าจนเต็มเป็นเวลา 7 ชั่วโมง และการชาร์จด้วยระบบกังหันลมใช้เวลาในการชาร์จไฟฟ้าจนเต็มเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิจิต [5] ที่ได้ศึกษาระบบการชาร์จด้วยพลังงานทดแทน พบว่า การชาร์จด้วยพลังงานทดแทนทั้ง 2 ระบบ ทำงานในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

3.2.2.2 จากผลการทดลองขนาดของใบมีด 4 แบบ ด้วยความเร็วของมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที โดยมีใบมีด 5 8 10 และ 13 มิลลิเมตร พบว่าที่มุมใบมีดระดับ 10 มิลลิเมตร ได้ขนาดชิ้นหอยกกล้วยที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานเลี้ยงสัตว์ ขนาด 9.74 และมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสับน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Nampukdee et. al. [10] การศึกษาข้อมูลการเตรียมต้นกล้วยหมักโดยตัดต้นกล้วยมาสับเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วนำมาผสมน้ำหมักยีสต์และหรือน้ำหมัก EM สำหรับทำเป็นอาหารสัตว์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของณพล [6] การศึกษาเรื่อง การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ โดยมีค่าผลในการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการอัดและย่อยหญ้าอาหารสัตว์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิจิต [5] การศึกษาเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับวัสดุพืชเกษตรและเปลือกผลไม้ ผลการทดสอบการตัดพืช 7 ชนิด ได้แก่ ต้นตะไคร้ ใบตะไคร้ ใบเตย ผักบุ้งไทย หญ้าปากกิ้ง เปลือกเสาวรส และ เปลือกส้มโอ ที่ความเร็วรอบใบมีดตัด 500 600 700 800 และ 900 รอบต่อนาที และสอดคล้อง

กับงานวิจัยของสมศักดิ์ [7] ศึกษาเรื่อง การออกแบบและ พัฒนาเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์ ผล การทดสอบพบว่า สามารถปรับการทำงานการสับหญ้าได้ 2 ระดับ คือ สับย่อยหญ้าแบบละเอียดขนาดอยู่ที่ 0.1 - 1 เซนติเมตร อัตราเร็วในการสับแบบละเอียดอยู่ที่ 246 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องมีค่า 0.0044 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงิน 0.013 บาทต่อกิโลกรัม และสับย่อยแบบหยาบขนาดอยู่ที่ 1-3 เซนติเมตร อัตราเร็วในการสับแบบหยาบอยู่ที่ 571.43 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องมีค่า 0.0014 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงิน 0.0042 บาทต่อกิโลกรัม

4. สรุปผลการวิจัย

การทดสอบระบบการทำงานของเครื่องสับหยาบกล้วย สำหรับอาหารสัตว์แบบ 3 แหล่งพลังงาน โดยมีระบบ พลังงานทดแทนแผงโซลาร์เซลล์ กังหันลม การทำงานของ พลังงานทั้งสองระบบการสับ ซึ่งจากการทดสอบ ประสิทธิภาพของเครื่องและระบบการทำงานทุกส่วน รวมถึง การทดสอบการใช้ไฟฟ้าจากทั้ง 3 ระบบ ได้แก่ โซลาร์เซลล์ กังหันลม และไฟฟ้าปกติ พบว่าทุกรายการทดสอบแล้ว สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้จริงและสามารถนำไปใช้งานใน การสับต้นกล้วยได้จริงตามที่ออกแบบไว้โดยสมบูรณ์ โดย การชาร์จด้วยระบบโซลาร์เซลล์มีประสิทธิภาพด้านเวลา มากกว่าการชาร์จด้วยระบบกังหันลม เพราะใช้เวลาในการ ชาร์จไฟฟ้าจนเต็มน้อยกว่ากังหันลม เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่ง การชาร์จไฟฟ้าในแต่ละครั้งของทั้ง 2 ระบบ ขึ้นอยู่กับ ปริมาณแดดและลมของวันนั้นๆ ซึ่งการชาร์จไฟฟ้าเต็ม 1 ครั้ง สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าไปใช้กับเครื่องสับหยาบ กล้วยได้ 14 ชั่วโมง สรุปด้านผลการทดสอบการสับหยาบ กล้วย ด้วยความเร็วของมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที โดย ขนาดของใบมีด 4 ขนาด พบว่าการสับที่มุมใบมีดระดับ 10 มิลลิเมตร ได้ขนาดอาหารที่เหมาะสมที่สุดที่ขนาด 9.70 - 9.76 มิลลิเมตร กับการนำไปใช้งานเลี้ยงสัตว์ และมีอัตรา การใช้พลังงานไฟฟ้าในการสับน้อยที่สุด 0.01291 - 0.01480 กิโลวัตต์ และค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ 47 - 54 วินาที

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ระยะเวลาใน การเก็บพลังงานของกังหันลมและโซลาร์เซลล์มีความแตกต่าง กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า แอมแปร์ที่ชาร์จพลังงานได้ของกังหันลมและโซลาร์

เซลล์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และผลการเปรียบเทียบ พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่แปลงได้แล้ว นำไปใช้สับหยาบกล้วยของกังหันลมและโซลาร์เซลล์ไม่ แตกต่างกัน

ในส่วนต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องสับหยาบ กล้วยสำหรับอาหารสัตว์แบบ 3 แหล่งพลังงาน อยู่ที่ 11,000 บาท ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อมูลด้านต้นทุนของอาหารสัตว์ ประเภทโค อยู่ที่ 9,398 บาท หากเกษตรกรนำเครื่องนี้เข้า ไปช่วยในการทำอาหารโค จะช่วยลดต้นทุนและมีการคินทุน ในระยะเวลาสั้นๆได้ โดยผลจากการศึกษาครั้งนี้ช่วยให้เกิด ประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ประเภทโคหรืออื่นๆ ที่มี ความสนใจจะใช้ต้นกล้วยไปทำเป็นอาหารสัตว์ เพื่อช่วยลด ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ และช่วยเพิ่มโอกาสให้เกษตรกรเข้าถึง เครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีราคาไม่สูงและใช้งานได้ง่าย ตลอดจน เป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกทั้งจากแสงอาทิตย์ โดยโซลาร์เซลล์ และพลังงานลมจากกังหันลมได้อีกด้วย อีกทั้งการพัฒนาเครื่องสับหยาบกล้วยสำหรับอาหารสัตว์แบบ 3 แหล่งพลังงานนี้ยังสามารถต่อยอดและพัฒนารายละเอียด เพิ่มเติมในเชิงพาณิชย์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมปศุสัตว์, “สถานการณ์การผลิต นำเข้า ส่งออกและ การบริโภคเนื้อโค,” [ออนไลน์]. <https://dld.go.th/th/index.php/th/newsflash/341-news-hotissue/24675-nut090365>. (เข้าถึงเมื่อ: 12 พ.ย. 2566).
- [2] กรมปศุสัตว์, รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2554, กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, 2554.
- [3] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, “สถานการณ์และ แนวโน้มโคเนื้อ ปี 2566 ไทยและต่างประเทศ,” [ออนไลน์]. <http://www.pasusart.com>. (เข้าถึงเมื่อ: 12 พ.ย. 2566).
- [4] พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, หลักการอาหารสัตว์, กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2539.
- [5] วิจิต มาลาเวช, “ชุดสาธิตการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย ระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน,” วารสาร มหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 16, ฉบับที่ 3, หน้า 29-38, ฉบับพิเศษ, 2556.

- [6] ณพล เหลืองพิพัฒน์สร, “การพัฒนาเครื่องย่อยและอัด
หญ้าอาหารสัตว์,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรม
เครื่องจักรกลเกษตร), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ธัญบุรี, กรุงเทพฯ, 2561.
- [7] สมศักดิ์ คำมา, “การออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อย
เศษพืชผักในครัวเรือน.” วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 38, ฉบับ
ที่ 1, หน้า 82-95, มกราคม-เมษายน 2563.
- [8] ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย, “การออกแบบและการพัฒนา
เครื่องสับต้นข้าวโพดแบบ 4 ใบมีดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
สำหรับผลิตอาหารสัตว์.” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุดรดิตถ์, ปีที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 15-31,
มกราคม – มิถุนายน 2563.
- [9] วรัญญ ทองเพชร และคณะ, “การออกแบบและพัฒนา
เครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์สำหรับผลิตอาหารสัตว์,”
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
ราชภัฏบุรีรัมย์, ปีที่ 3, ฉบับที่ 2, หน้า 20-29,
กรกฎาคม-ธันวาคม 2564.
- [10] R. Nampukdee, S. Polyorach, M. Wanapat, S.
Kang, A. Cherdthong, P. Gunun, N. Gunun, and R.
Sitthigripong, “ Effects of microbial fermented
liquid (MFL) supplementation on gas production
kinetics and digestibility using in vitro gas
production technique,” *International Journal of
Agricultural Technology*, no. 7, pp. 1495–1504,
2018.