การสร้างเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์
The Construction of Solar Energy Brown Rice Milling Polishing Machine for Community

รุ่งสว่าง บุญหนา

สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพศรีสะเกษ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ 2) ประเมินคุณภาพของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ 3) ผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์ 4) เพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของชาวนาที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้เป็นกลุ่มชาวนาจากบ้านยางชุมน้อย ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 10 คน เลือกแบบเจาะจงสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบประเมินคุณภาพ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือสถิติพรรณนา หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพในการสีข้าวกล้องปริมาณข้าวเปลือก 20 กิโลกรัม ได้ปริมาณข้าวกล้อง 16 กิโลกรัม การสูญเสียเปลือกข้าว 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในสีข้าวกล้อง 1 ชั่วโมง 2) การประเมินคุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับดี ด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.40 ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.33 และด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี 3) การผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์ จำนวน 2 แผง กรณีแสงแดดจัดทั้งวัน 6 ชั่วโมง แผงโซลาร์เซลล์ รับแสงอาทิตย์ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 3,600 วัตต์ต่อวัน 4) เพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน การจัดเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงาน 12 โวลต์ 35 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก เท่ากับ 70 แอมแปร์ ใช้เวลาในการชาร์ตจากแผงโซลาร์เซลล์ 1 ชั่วโมง 40 นาที 5) ความพึงพอใจของชาวนา จำนวน 10 คน ที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.39 อยู่ในระดับดี ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.50 ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.40 ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.37 และด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : เครื่องสีข้าวกล้อง, พลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

The purposes of this research were to : 1) build an efficient solar energybrown rice milling machine for community 2) assess the quality of solar energy rice milling machine for community 3) produce electricity from solar

energy 4) increase performance energy 5) study the satisfaction of the farmer with solar energy rice milling machine for community. The sample group was 10 farmers from Yangchumnoi Villege, Yangchumnoi Subdistrict, Sisaket Province. Two research instruments were used. They were : 1) quality evaluation form for the experts, and 2) satisfaction questionnaire for the farmers. The research data were analyzed by descriptive statistics ; percentage, mean and standard deviation. From the research findings, it was found that : 1) efficiency of milling brown rice in one hour yielded 20 kilograms of brown rice. 2) the assessment of the quality of 9 experts' attitude towards solar energy brown rice milling machine found that, average total at 4.38 were good, the material was with an average at 4.60 were very good, the use of brown rice was with an average at 4.40, the properties of brown rice from community had average at 4.33, and the suitability of invention in the field of design was with an average at 4.20, were good with means value at 4.40, 4.33 and 4.20, 3) to generate electricity from sunlight by using 300 w two solar panels, 100 percent of solar could generate electricity at 3,600 w/day. 4) in terms of energy storage of batteries, the capacity of 2 power-packed 12 V 35 A batteries spent 1 hour and 40 minutes to charge solar panels. 5) satisfaction of the 10 farmers with the use of solar energy brown rice milling machine found that average total at 4.39 were good, the use of brown rice was with an average at 4.50,the properties of brown rice milling machine was with an average at 4.40, the suitability of invention in the field of design was with an average of 4.37,material was with an average at 4.30, were good with means value at 4.50, 4.40,4.37 and 4.20.

Keywords : Brown Rice Milling Machine,
Solar Energy.

1. บทนำ

การทำนาถือเป็นอาชีพของชาวไทยมาอย่างช้านาน ด้วยความที่อาหารหลักของคนไทยแต่ดั้งแต่เดิมคือข้าว เมื่อเป็นเช่นนี้อาชีพชาวนาจึงถือว่าเป็นอาชีพที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยอย่างมากที่สุด ชาวนาจะต้องทำนาเองแบบครบวงจร ตั้งแต่ปลูกข้าวเอง การแปรรูปข้าว และจำหน่ายเอง ที่สำคัญไม่พึ่งพาระบบโรงสีข้าวและพ่อค้าคนกลาง ซึ่งตลาดข้าวในประเทศไทย ร้อยละ 55 บริโภคเองภายในประเทศ ร้อยละ 45 ส่งออกจำหน่ายนอกประเทศ ข้าวเปลือกที่ชาวนาปลูกได้ไปขายให้โรงสีข้าวผ่านพ่อค้าคนกลาง ชาวนาต้องผลิตข้าวเปลือกไปขายอย่างเดียว ไม่สามารถที่จะแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร เพราะไม่มีเครื่องสีข้าวเป็นของตัวเอง จากอดีตที่ผ่านมาการแปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสาร อาจจะใช้กรรมวิธีการตำข้าวด้วยครกกระเดื่อง หรือการสีข้าวด้วยเครื่องทุนแรง เช่นโรงสีข้าวขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ที่มีอยู่ตามหมู่บ้าน มีจำนวนจำกัด บางหมู่บ้านยังไม่มีโรงสีข้าว ชาวนาจะต้องเสียเวลาในการเดินทางเอาข้าวเปลือกไปแปรรูป และเวลารอคอยนานกว่าจะได้ข้าวสารมาบริโภค ผู้ประกอบการโรงสีข้าวยังคิดค่าจ้างในการสีข้าวในรูปของปลายข้าว รำข้าว ซึ่งการสีข้าวแต่ละครั้งจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งกรรมวิธีการสีข้าวจากโรงสีข้าวทำให้เราสูญเสียจมูกข้าว

ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย การที่ชาวนามีเครื่องสีข้าวกล้องไว้ สีข้าวกล้องเองในชุมชน นอกจากจะประหยัดเวลา ประหยัดพลังงาน ชาวนายังได้ข้าวกล้องข้าวไรซ์เบอรี่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการไว้สำหรับบริโภค และสามารถจำหน่ายโดยการนำข้าวกล้องมาบรรจุถุงจากนั้นซีลด้วยเครื่องซีลสูญญากาศก็จะสามารถเก็บไว้ได้นานเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวกล้องมีราคาแพงกว่าข้าวสาร

จากการนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ คือ การพัฒนาที่สมดุลและยั่งยืน พร้อมรับต่อการเปลี่ยนแปลงในทุกด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ความรู้และเทคโนโลยี จึงจำเป็นที่ชาวนาจะต้องมีเครื่องสีข้าวไว้สีเองในครัวเรือนหรือชุมชนที่มีสมาชิกกลุ่มละ 9-10 คน จะได้สีข้าวกล้องไว้บริโภคเอง เมื่อเหลือจากการบริโภคก็สามารถจำหน่ายได้โดยไม่ผ่านระบบโรงสีและพ่อค้าคนกลาง เป็นการลดค่าใช้จ่าย โดยที่เครื่องสีข้าวกล้องที่จะประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับชาวนา ซึ่งอายุการใช้งานของพลังงานแสงอาทิตย์ มีอายุการใช้งาน 25 ปี ซึ่งแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลกส่วนใหญ่ได้มาจากฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซ และ ถ่านหิน เมื่อมีการเติบโต ทางเทคโนโลยี และ ทางเศรษฐกิจ จึงทำให้การบริโภคพลังงานเป็นไปอย่างมหาศาล ซึ่งคาดว่า แหล่งพลังงานของ โลกที่ได้มาจากฟอสซิลดังกล่าว จะมีสำรองให้ใช้ได้อีกไม่เกิน 50 ปี กระบวนการผลิต และใช้พลังงานจากฟอสซิล นั้น ล้วนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมติดตามมาอย่าง มากมาย เช่น มลพิษทางอากาศ ฝนกรด และ สภาวะเรือนกระจก ซึ่งมีผลกระทบเป็น ลูกโซ่ต่อทั้งระบบนิเวศน์ และ ความเป็นอยู่ของมนุษย์ การนำพลังงานในรูปแบบอื่นมาใช้ เช่น พลังงานไฟฟ้าจากนิวเคลียร์ มีค่าใช้จ่ายในการลงทุน ในการก่อสร้าง และทิ้ง ทำลายเตาปฏิกรณ์สูงมาก และยังไม่สามารถสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยที่ประชาชน ทั่วไปยอมรับได้การส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนให้มากขึ้น ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงาน ชีวมวล และการแปรรูปจากมูลฝอย ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาสู่ปัจจุบัน กระบวนการแปรรูป พลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงาน ไฟฟ้า นับเป็นกระบวนการที่สะอาดและไร้มลภาวะ และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการลงทุน เพื่อให้ได้มาซึ่ง พลังงาน โดยรวมถึงผลกระทบที่อาจมีต่อสิ่งแวดล้อมด้วยแล้ว จะเห็นได้ว่าต้นทุนพลังงานที่ผลิตได้จาก เซลล์แสงอาทิตย์ มีราคาถูกกว่าแหล่งพลังงานประเภทอื่น และประการสำคัญก็คือพลังงานจากแสงอาทิตย์ เป็นหนึ่งในพลังงาน ที่มีความยั่งยืน ไม่มีที่สิ้นสุด

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สนใจและประดิษฐ์คิดค้นเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยเหลือชาวนาให้มีเครื่องสีข้าวกล้องไว้ สีข้าวในครัวเรือนหรือในชุมชน ประหยัดพลังงาน ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

1.1.2 เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

1.1.3 เพื่อผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์

1.1.4 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน

1.1.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของชาวนาที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 คุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดี

1.2.2 ความพึงพอใจของชาวนาที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดี

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการสีข้าวกล้อง เพื่อจะได้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นและหาแนวทางแก้ไขปัญหาเหล่านั้น 2) ขั้นตอนการออกแบบ 3) ขั้นตอนการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 4) ขั้นตอนการสร้างเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ 5) ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพการสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ 6) ขั้นตอนการประเมินคุณภาพ 7) ขั้นตอนการเผยแพร่ผลงานและประเมินความพึงพอใจของชาวนาที่มีต่อการใช้งานเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

2.2.1 ส่วนที่ 1 ประเมินคุณภาพของเครื่องสีข้าวกล้อง ดำเนินการโดยการอธิบายการสร้างเครื่อง การสาธิตการทำงานของเครื่องให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้พิจารณาและประเมินคุณภาพด้วยแบบประเมินที่สร้างขึ้น

2.2.2 ส่วนที่ 2 ศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

2.2.3 ส่วนที่ 3 นำเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ ไปเผยแพร่ให้ชุมชนตำบลยางชุมน้อย จากนั้นประเมินความพึงพอใจต่อการ ใช้งานเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว

เวลา	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	การสูญเสีย
1 ชั่วโมง	20 กก.	16 กก.	20%

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการสีข้าวกล้อง ใช้เวลาในสีข้าวกล้อง 1 ชั่วโมง ปริมาณข้าวเปลือก 20 กิโลกรัม ได้ปริมาณข้าวกล้อง 16 กิโลกรัม การสูญเสียข้าวเปลือก 20 เปอร์เซ็นต์

3.2 ประเมินคุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประเมินคุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านคุณสมบัติและโครงสร้าง			
1.1 ขนาด รูปร่างมีความเหมาะสม	4.60	0.71	มากที่สุด
1.2 มีความแข็งแรง ทนทาน มีความประณีต	4.00	0.55	มาก
1.3 พัฒนาสู่เชิงพาณิชย์	4.40	0.55	มาก
รวม	**4.33**	**0.41**	**มาก**
2. ด้านการออกแบบ			
2.1 เทคนิคในการออกแบบมีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
2.2 รูปทรง น้ำหนัก สี มีความสมดุลกัน	4.20	0.84	มาก
2.3 ออกแบบรูปร่าง น่าสนใจ	4.00	0.71	มาก
รวม	**4.20**	**0.20**	**มาก**
3. ด้านการเลือกใช้วัสดุ			
3.1 การเลือกใช้วัสดุประหยัด เหมาะสม	4.60	0.55	มาก
3.2 วัสดุมีคุณภาพ แข็งแรง	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 วัสดุหาง่ายตามท้องถิ่น	4.40	0.55	มาก
รวม	**4.20**	**0.20**	**มาก**
4. ด้านประโยชน์และการใช้งาน			
4.1 การใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 ทำงานได้และ มีประโยชน์ต่อชุมชน	4.40	0.55	มาก
4.3 การบำรุงรักษาง่าย มีความปลอดภัย	4.20	0.84	มาก
รวม	**4.40**	**0.37**	**มาก**
เฉลี่ยรวม	**4.38**	**0.27**	**มาก**

จากตารางที่ 2 การประเมินคุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับดี เรียงลำดับรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่า ด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดีมาก ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดีด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.33 อยู่ในระดับดี ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี

ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่าขนาดรูปร่างมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก การพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์ มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี มีความแข็งแรง ทนทาน มีความประณีต มีค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับดี

ด้านการออกแบบ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่าเทคนิคในการออกแบบมีความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี รูปทรง น้ำหนัก สี มีความสมดุลกัน มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี ออกแบบรูปร่าง น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับดี

ด้านการเลือกใช้วัสดุ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยของพบว่าวัสดุมีคุณภาพ แข็งแรง มีค่าเฉลี่ย 4.80 อยู่ในระดับดีมาก การเลือกใช้วัสดุประหยัด เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก วัสดุหาง่ายตามท้องถิ่นมีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี

ด้านประโยชน์และการใช้งาน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยของพบว่า การใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก สามารถทำงานได้และ มีประโยชน์ต่อชุมชน มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี และการบำรุงรักษาง่าย มีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี

3.3 การทดลองผลการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์

เปอร์เซ็นต์แสงอาทิตย์	จำนวนวัตต์	กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด (ชม./วัน)	ผลิตไฟฟ้า
100 %	300 W*2 = 600 w	6 ชม.ต่อวัน	600 w*6hr = 3,600 w/วัน
70 %	300 W*2 = 600 w	4 ชม.ต่อวัน	600 w* 4hr =2,400 w/วัน

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์ จำนวน 2 แผง กรณีแสงแดดจัดทั้งวัน 6 ชั่วโมง แผงโซลาร์เซลล์รับแสงอาทิตย์ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 3,600 วัตต์ต่อวัน กรณีที่ไม่ได้มีแสงแดดจัดทั้งวันใช้ค่าเฉลี่ย 4 ชั่วโมงต่อวัน เปอร์เซ็นต์การรับแสงจากแสงอาทิตย์ของแผงโซลาร์เซลล์ 70 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 2,400 วัตต์ต่อวัน

3.4 การเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานงาน ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การทดลองจัดเก็บพลังงานของแบตเตอรี่

ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงาน	จำนวนของแบตเตอรี่	การชาร์ตจากแผงโซลาร์เซลล์ 600 w
12 V 35 A	2 ลูก (70 A)	$\frac{600w}{12v}$ =50 A/h

จากตารางที่ 4 การทดลองจัดเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงาน 12 โวลต์ 35 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก เท่ากับ 70 แอมแปร์

แบตเตอรี่มีประสิทธิภาพการชาร์ตจากพลังงานแสงอาทิตย์ เท่ากับ $\frac{600w}{12v}$ =50 A/h ถ้า 70 แอมแปร์ ใช้เวลาในการชาร์ตจากแผงโซลาร์เซลล์ 1 ชั่วโมง 40 นาที

ตารางที่ 5 การเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานงานโดยการเปรียบเทียบการใช้แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า	**เวลา (ชั่วโมง)**	**กำลังไฟฟ้า**	**จำนวนยูนิต จำนวนเงิน (บาท)/ชม.**
(AC) 220 V	1	1,760 W	1.76 x 3 = 5.28 บาท
(DC) 24 V	1	600 W	
ค่าความแตกต่าง			5.28 บาท
(AC) 220 V	6ชม.ต่อวัน	1,760 W	1.76 x 3 x 6 =31.68 บาท
(DC) 24 V	6ชม.ต่อวัน	600 W	
ค่าความแตกต่างต่อวัน			31.68 บาท
ค่าความแตกต่างต่อปี			ค่าความแตกต่างต่อปี 11,563 บาท
จุดคุ้มทุน		**3 ปี**	

จากตารางที่ 5 ผลการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานโดยการเปรียบเทียบการใช้แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 1,760 วัตต์ 1.76 ยูนิต เสียค่าไฟฟ้า 5.28 บาท เครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ ไม่เสียค่าใช้จ่าย ค่าความแตกต่างในเวลา 1 ชั่วโมง เครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ ประหยัดค่าไฟฟ้า 5.28 บาท สีข้าวกล้อง 6 ชั่วโมงต่อวัน ค่าความแตกต่าง 31.68 บาท ต่อวัน ค่าความแตกต่างต่อปี 11,563 บาท จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 3 ปี

3.5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของชาวนา ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของชาวนา จำนวน 10 คน ที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	**แปลผล**
1. ด้านคุณสมบัติและโครงสร้าง			
1.1 ขนาด รูปร่าง มีความเหมาะสม	4.70	0.48	มากที่สุด
1.2 มีความแข็งแรงทนทาน มีความประณีต	4.10	0.57	มาก
1.3 พัฒนาสู่เชิงพาณิชย์	4.40	0.69	มาก
รวม	**4.40**	**0.34**	**มาก**
2. ด้านการออกแบบ			
2.1 เทคนิคในการออกแบบมีความเหมาะสม	4.20	0.63	มาก
2.2 รูปทรง น้ำหนัก สี มีความสมดุลกัน	4.5 0	0.71	มาก
2.3 ออกแบบรูปร่างน่าสนใจ	4.40	0.52	มาก
รวม	**4.37**	**0.29**	**มาก**

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของชาวนา จำนวน 10 คน ที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
3. ด้านการเลือกใช้วัสดุ			
3.1 การเลือกใช้วัสดุประหยัด เหมาะสม	4.20	0.37	มาก
3.2 วัสดุมีคุณภาพแข็งแรง	4.40	0.53	มาก
3.3 วัสดุหาง่ายตามท้องถิ่น	4.30	0.52	มาก
รวม	**4.30**	**0.37**	**มาก**
4. ด้านประโยชน์และการใช้งาน			
4.1 การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.50	0.53	มาก
4.2 ทำงานได้และมีประโยชน์ต่อชุมชน	4.60	0.52	มากที่สุด
4.2 ทำงานได้และมีประโยชน์ต่อชุมชน	4.40	0.69	มาก
รวม	**4.50**	**0.28**	**มาก**
เฉลี่ยรวม	**4.39**	**0.17**	**มาก**

จากตารางที่ 6 ความพึงพอใจของชาวนา จำนวน 10 คน ที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.39 อยู่ในระดับดี เรียงลำดับรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่า ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับดี ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.37 อยู่ในระดับดีและด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับดี

ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยของ พบว่าขนาด รูปร่างมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 4.70 อยู่ในระดับดีมากการพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์ มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี มีความแข็งแรง ทนทาน มีความประณีต มีค่าเฉลี่ย 4.10 อยู่ในระดับดี

ด้านการออกแบบ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่ารูปทรง น้ำหนัก สี มีความสมดุลกันมีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับดี ออกแบบรูปร่าง น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี และเทคนิคในการออกแบบมีความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี

ด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยของพบว่าวัสดุมีคุณภาพ แข็งแรง มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี วัสดุหาง่ายตามท้องถิ่นมีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับดี และการเลือกใช้วัสดุประหยัด เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก

ด้านประโยชน์และการใช้งาน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยของ พบว่าสามารถทำงานได้และ มีประโยชน์ต่อชุมชน มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก การใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับดีและการบำรุงรักษาง่าย มีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี

4. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองสีข้าวกล้องด้วยเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์สรุปผลได้ดังนี้

4.1.1 การทดลองหาประสิทธิภาพสีข้าวกล้อง ใช้เวลาในสีข้าว 1 ชั่วโมง ปริมาณข้าวเปลือก 20

กิโลกรัม ได้ปริมาณข้าวกล้อง 16 กิโลกรัม สูญเสียเปลือกข้าว 20 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 การประเมินคุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับดี เรียงลำดับรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่า ด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.33 อยู่ในระดับดี ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี

4.1.3 การทดลองผลการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากโวลาร์เซลล์ โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์ จำนวน 2 แผง กรณีแสงแดดจัดทั้งวัน 6 ชั่วโมง แผงโซลาร์เซลล์ รับแสงอาทิตย์ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 3,600 วัตต์ต่อวัน กรณีที่ไม่ได้มีแสงแดดจัดทั้งวันใช้ค่าเฉลี่ย 4 ชั่วโมงต่อวัน เปอร์เซ็นต์การรับแสงจากแสงอาทิตย์ของแผงโซลาร์เซลล์ 70 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 2,400 วัตต์ต่อวัน

4.1.4 การเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานโดยการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า ของเครื่องสีข้าวกล้องที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 1,760 วัตต์ 1.76 ยูนิต เสียค่าไฟฟ้า 5.28 บาท สำหรับเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ ไม่เสียค่าใช้จ่าย ค่าความแตกต่างในเวลา 1 ชั่วโมง เครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ ประหยัดค่าไฟฟ้า 5.28 บาท สีข้าว 6 ชม.ต่อวัน ค่าความแตกต่าง 31.68 บาท ต่อวัน ค่าความแตกต่างต่อปี 11,563 บาท จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 3 ปี

4.1.5 ความพึงพอใจของชาวนา จำนวน 10 คน ที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.39 อยู่ในระดับดี เรียงลำดับรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่า ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับดี ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.37 อยู่ในระดับดีและด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับดี

4.2 อภิปรายผล

4.2.1 การทดลองหาประสิทธิภาพสีข้าวกล้องใช้เวลาในสีข้าว 1 ชั่วโมง ปริมาณข้าวเปลือก 20 กิโลกรัม ได้ปริมาณข้าวกล้อง 16 กิโลกรัม ใช้เวลาในสีข้าว 2 ชั่วโมง การสูญเสียข้าวเปลือก 20 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของภาณุวิชญ์ [1] ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครอบครัวเรือนแบบลูกยางหมุนจำนวน 3 ลูก และสามารถเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน 2 ใช้สายพานลิ่มและใช้พัดลมชนิดแรงเหวี่ยงแบบก้นหอยโข่งดูดแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง พบว่าเครื่องสีข้าวกล้องสามารถสีข้าวกล้อง ได้อัตราเฉลี่ย 12.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สีข้าวกล้อง 1 รอบ เครื่องสีข้าวกล้องได้อัตราการสีข้าวกล้อง ปลายข้าวกล้อง แกลบ และผงฝุ่นได้อัตราเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.91, 0.34 และ 28.12 ตามลำดับ

4.2.2 การประเมินคุณภาพเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับดี เรียงลำดับรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่า ด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับดีมาก ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดีด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.33 อยู่ในระดับดี ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวานิช [2] ได้พัฒนา

เครื่องสีข้าวกล้อง รุ่น YTC 5 แบ่งขั้นตอนการพัฒนาเครื่องสีข้าวออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการออกแบบเครื่องสีข้าว ขั้นตอนการสร้างเครื่องสีข้าว ขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพและการนำไปใช้กับชุมชน พบว่า 1) ด้านการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องได้ออกแบบเหมาะสมกับสภาพการใช้งานเครื่องสีข้าวกล้อง มีขนาดความกว้าง 80 เซนติเมตร มีขนาดความยาว 100 เซนติเมตร มีขนาดความสูง 215 เซนติเมตร มีน้ำหนักรวม 180 กิโลกรัม อุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ มีความปลอดภัยในการใช้งานสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก 2) ด้านการสร้างเครื่องสีข้าวเป็นเครื่องสีข้าวที่สร้างได้ถูกต้องตามหลักวิชา ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ชุดกะเทาะข้าวเปลือก ชุดพัดลม ชุดตระแกรงโยก ชุดตระแกรงคัดข้าวหัก โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 0.5 แรงม้า 1 ตัว และมอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้า 1 ตัว 3) การนำเครื่องสีข้าวกล้องไปทดสอบประสิทธิภาพและนำไปใช้กับชุมชน เป็นเครื่องสีข้าวใช้ไฟฟ้า 0.75 แรงม้า 1 ตัว ความพึงพอใจของเกษตรกรที่ใช้เครื่องสีข้าวแรงม้า มีระบบคัดแยกกากข้าว 1 ชั้น 32 ช่อง ด้วยอัตราความเร็ว 30 เมตรต่อนาที คัดแยกกากข้าวได้ต่อเนื่องชั่วโมงละ 50 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่าลูกยาง 2 ลูก มีประสิทธิภาพการสีต่อเนื่องได้ชั่วโมงละ 50 กิโลกรัม

4.2.3 การทดลองผลการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จากโวลาร์เซลล์โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ 300 วัตต์ จำนวน 2 แผง กรณีแสงแดดจัดทั้งวัน 6 ชั่วโมง แผงโซลาร์เซลล์ รับแสงอาทิตย์ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 3,600 วัตต์ต่อวัน กรณีที่ไม่ได้มีแสงแดดจัดทั้งวันใช้ค่าเฉลี่ย 4 ชั่วโมงต่อวัน เปอร์เซ็นต์การรับแสงจากแสงอาทิตย์ของแผงโซลาร์เซลล์ 70 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้า 2,400 วัตต์ต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ งานวิจัยของประเวศ [3] ได้พัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพผลิตข้าวได้ 4.46 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 6.9 นาที

4.2.4 การเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานโดยการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า ของเครื่องสีข้าวกล้องที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 1,760 วัตต์ 1.76 ยูนิต เสียค่าไฟฟ้า 5.28 บาท สำหรับเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ ไม่เสียค่าใช้จ่าย ค่าความแตกต่างในเวลา 1 ชั่วโมง เครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ ประหยัดค่าไฟฟ้า 5.28 บาท สีข้าว 6 ชม. ต่อวัน ค่าความแตกต่าง 31.68 บาท ต่อวัน ค่าความแตกต่างต่อปี 11,563 บาท จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 3 ปี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประวิช [4] ได้วิจัยโครงงานเรื่องจักรยานออกกำลัง ผลิตไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างจักยานออกกำลังกายผลิตไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่าปั่นไฟเข้าแบตเตอรี่ 1 ชั่วโมงจะได้ไฟฟ้า 0.72 โวลต์ ความเร็วในการขับเคลื่อน Generater ความเร็วรอบ 5 รอบต่อวินาที โดยการปั่นความเร็วของจักรยาน อยู่ที่ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าปั่น 1 นาที จะได้ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที

4.2.5 ความพึงพอใจของชาวนา จำนวน 10 คน ที่มีต่อการใช้งานของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 4.39 อยู่ในระดับดี เรียงลำดับรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่าด้านประโยชน์และการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับดี ด้านคุณสมบัติและโครงสร้างของเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับดี ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.37 อยู่ในระดับดีและด้านการเลือกใช้วัสดุผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประชา [5] ได้สร้างเครื่องสีข้าวกล้องและหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน สามารถสีข้าวกล้องได้ 300

กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งทำการประเมินประสิทธิภาพจากรูปแบบเครื่องสีข้าวกล้อง การใช้งาน เทคนิคและการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน พบว่าผู้มีอาชีพทำนามีความ พึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน ร้อยละ 92.5

4.3 ข้อเสนอแนะ

4.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

4.3.1.1 การนำผลงานเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ไปเผยแพร่ให้กับชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ชุมชนที่มีปัญหาเรื่องไฟฟ้า

4.3.1.2 เวลานำไปใช้งานจริง ประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์อาจไม่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ อาจจะเกิดจากสาเหตุของอุณหภูมิจุดต่อ voltage drop ในสาย

4.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.3.2.1 พัฒนาต่อยอด เครื่องสีข้าวกล้องสำหรับชุมชน หลากหลายพลังงาน เช่น พลังงานจากลม

4.3.2.2 การพัฒนาชุดแยกเมล็ดข้าวเปลือก ก่อนที่จะนำมาสีกะเทาะเปลือก

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

บรรณานุกรม

[1] ภาณุวิชญ์ จันทร์ฝั้น และอุทัย นันทะเดช. (2550). “การพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครอบครัว”, ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่.

[2] วานิช สมชาติ. (2547). “การพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้อง รุ่น YTC 5”, วิทยาลัยเทคนิคยโสธร.

[3] ประเวศ สมประสงค์และคณะ. (2558). “พัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กพลังงานแสงอาทิตย์”, สิ่งประดิษฐ์ด้านการอนุรักษ์พลังงาน, วิทยาลัยสารพัดช่างกาญจนบุรี.

[4] ประวิช บุญเจริญและเอกชัย นามวงค์. (2555). “จักรยานออกกำลังผลิต ไฟฟ้า”,วิชาโครงการตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานติดตั้งไฟฟ้า สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง,

[5] ประชา พรหมศิริ และคณะ. (2542).“การสร้างและหาประสิทธิภาพ เครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน”, รายงานการค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัยนเรศวร.