

เครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนควบคุมโดย Arduino Uno R3

สุรินทร์ แหงมงาม^{1*}, ศศิวรรณ อินทรวงศ์², ภูวดล วัฒนารุ่งเรือง³ และณัฐภูมิ หอมสิน⁴
surin.n@en.rmutt.ac.th^{1*}, sasiwanin@rmutt.ac.th², jamepuvadol@gmail.com³,
nuttavutboss@gmail.com⁴

^{1,3,4} ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received	: 17-Oct-2019
Revised	: 20-Jan-2020
Accepted	: 23-Jan-2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวแบบลูกกลิ้งขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนที่ควบคุมการทำงานโดยใช้ Arduino Uno R3 ซึ่งเครื่องสีข้าวที่นำเสนอมีขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายได้ง่าย และสามารถสีข้าวได้ทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าว ได้ทำการทดสอบสีข้าวและหาความเร็วรอบที่เหมาะสมกับการสีข้าวกล้องและข้าวขาว หากำลังไฟฟ้าและเวลาที่ใช้ในการสีข้าวของพันธุ์ข้าว 7 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมมะลิ 105, ปทุมธานี 1, กข 31, กข 41, กข 57, กข 61, กข 6 (ข้าวเหนียว) ผลการทดสอบการสีข้าวกล้องและข้าวขาวได้ข้าวกล้องและข้าวขาวเฉลี่ย ร้อยละ 74.95 และ ร้อยละ 59.86 ตามลำดับ โดยความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการสีข้าวกล้องและข้าวขาวอยู่ที่ประมาณ 349.78 รอบต่อนาที และ 2278.5 รอบต่อนาที ตามลำดับ ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวกล้องและข้าวขาวอยู่ที่ประมาณ 143 W และ 227 W ตามลำดับ และค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวกล้องและข้าวขาวอยู่ที่ประมาณ 9 นาทีต่อปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัม และ 20 นาทีต่อปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ข้าวกล้อง ข้าวขาว ครัวเรือน ลูกกลิ้งยาง

Small Rice Milling Machine for Using in Household Controlled by Arduino Uno R3

Surin Ngaemngam^{1*}, Sasiwan Intarawong², Puvadol Watthanakornrungruang³, Nuttavut Homsin⁴
surin.n@en.rmutt.ac.th^{1*}, sasiwanin@rmutt.ac.th², jamepuvadol@gmail.com³,
nuttavutboss@gmail.com⁴

^{1,3,4} Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

² Institute of Research and Development, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received	: 17-Oct-2019
Revised	: 20-Jan-2020
Accepted	: 23-Jan-2020

Abstract

Purposes of this research are to design and to build a small rice milling machine for using in the household that is controlled by Arduino Uno R3. This proposed machine is small size and easy to transport. It can be used for milling both white rice and brown rice. The performance test of this machine was tested by milling paddy rice and conducted the suitable speed of motor, electric power and time consumption for milling of seven species of rice namely Hom Mali 105, Pathumthani 1, KorKhor 31, KorKhor 41, KorKhor 57, KorKhor 61 and KorKhor 6 (sticky rice). It was found that the average percentages of brown rice and white rice of seven species of rice after milling are 74.95 % and 59.86 % respectively. The suitable average speed of the motor for milling brown rice and white rice is about 349.78 rpm and 2278.5 rpm respectively. The average electric power consumption for milling brown rice and white rice is about 143 W and 227 W respectively and the average time consumption for milling brown rice and white rice is about 9 minutes per 0.5 kilograms of paddy rice and 20 minutes per 0.5 kilograms of paddy rice respectively.

Keywords: small rice milling machine, white rice, brown rice, household, rubber roller

1. บทนำ

ที่ผ่านมา มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษา และสร้างเครื่องสีข้าวสำหรับใช้ในชุมชน ซึ่งเป็นประโยชน์ ต่อชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในชุมชน ที่จะได้ข้าวที่มีคุณภาพดี และปลอดภัย เช่น สุวัฒน์ สงวนเขี้ยว และคณะ [1] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก โดยได้นำเอา วิชาการทางด้านเทคโนโลยีไปใช้ เพื่อพัฒนางานด้าน เกษตร ประกอบด้วยการนำเอาชุดกะเทาะเปลือกข้าว ชุด แยกแกลบ และชุดขัดสีข้าวรวมเข้าไว้ด้วยกันภายใน เครื่องเดียว สามารถสีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกล้อง หรือ ข้าวขาวได้ แต่มีปัญหาเรื่องการฟุ้งกระจายของแกลบที่ ปะปนมากับข้าวขาว พงศ์สรวง ฉายากุล [2] ได้พัฒนา เครื่องสี ข้าวกล้องสำหรับใช้ในครัวเรือน โดย เปรียบเทียบกระบวนการในการสีข้าวสองระบบ คือ ระบบใช้แรงเสียดทานในการกะเทาะเปลือก และ ระบบ ใช้แรงเหวี่ยงในการกะเทาะเปลือก และทำการทดสอบ ประสิทธิภาพของเครื่องโดยการสีข้าว หาปริมาณข้าว กล้องที่สีได้ แต่เครื่องที่นำเสนอนี้สีได้เฉพาะข้าวกล้อง เท่านั้น สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์ [3] เสนอการสร้างเครื่องสีข้าว กล้อง โดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังพร้อมกับใช้ลูกกลิ้ง 3 ลูกหมุนในความเร็วที่ต่างกันทำการกะเทาะเปลือกข้าว ออกและมีชุดดูดแยกเอาแกลบออกไป แต่เครื่องที่ นำเสนอจะทำการสีได้เฉพาะข้าวกล้อง ไม่สามารถสีข้าว ขาวได้ อภิรักษ์ ใจกว้าง และคณะ [4] ได้ทำการออกแบบ และสร้างเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่เพื่อใช้ ใน การสีข้าวกล้องในชุมชน และทดสอบสมรรถนะของเครื่อง สีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่ ผลการวิจัยพบว่า เครื่องสี ข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่จะมีอัตราการผลิตปริมาณ ข้าวกล้อง และข้าวเต็มเมล็ดปานกลางและมีปริมาณ แกลบต่ำ ซึ่งเครื่องที่นำเสนอจะทำการสีได้เฉพาะข้าว กล้องเท่านั้น เช่นกัน สุรินทร์ แหงมงาม และคณะ [5] นำเสนอเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ใน ครัวเรือน ที่ ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 ซึ่งเครื่องสีข้าวที่นำเสนอนี้สามารถสีได้ทั้ง ข้าวกล้องและข้าวขาว สามารถตั้งเวลาการสีข้าวได้ จาก การศึกษาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่สร้างขึ้นมานั้น พบว่า ข้าวสารที่ได้จากการสียังมีการแตกหัก มีการปะปนของ ข้าวเปลือกมากกับข้าวสาร มีเสียงที่ดังเวลาเครื่องทำงาน เครื่องมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาเครื่องสีข้าว ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่ควบคุมระบบการ ทำงานด้วยบอร์ด Arduino Uno R3 โดยใช้ชุดกะเทาะ

เปลือกที่ใช้หลักการเสียดทานของลูกยางในการสีข้าว กล้อง ใช้ชุดกะเทาะเปลือกที่ใช้หลักการลูกกลิ้งหมุนใน ปลอกเหล็กในการ สีข้าวขาว เปลี่ยนจากโซ่เป็นสายพาน เพื่อลดความดังของเสียง นำอลูมิเนียมโพรไฟล์มาทำเป็น โครงสร้างเพื่อให้มีรูปลักษณะที่ทันสมัยและน้ำหนักเบา ลดจำนวนมอเตอร์เพื่อให้ประหยัดไฟมากขึ้น มีการ ทำงานของอุปกรณ์ระบายข้าวที่สมบูรณ์มากขึ้น มีพัดลม เป่าแกลบและที่รองรับแกลบที่ถูกเป่าออกมา

2. ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสีข้าว

กรรมวิธีการสีข้าว [6] เป็นกระบวนการในการ กะเทาะเปลือกออกจากข้าวเปลือก เพื่อให้ได้ข้าวสำหรับ การบริโภค ซึ่งกระบวนการสีข้าวอาจใช้เครื่องทุ่นแรง ง่ายๆ เช่น ครกตำข้าว ไปจนถึงการใช้เครื่องจักรที่ทันสมัย ในการสีข้าว การใช้เครื่องจักรในการสีข้าว จำเป็นต้อง ออกแบบให้มีความเหมาะสมในด้าน ปริมาณข้าวสารที่ได้ จากกระบวนการสีรวมทั้งคุณภาพของข้าวสาร จะขึ้นอยู่กับ ชนิดและประเภทของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงสีข้าว ลักษณะการทำงานของโรงสีที่ดีจะประกอบด้วย 1) สี ข้าวเปลือกได้ปริมาณข้าวสารสูง 2) ข้าวสารที่ได้มี คุณภาพสูง มีความสูญเสียข้าวเปลือกน้อย และ 3) ค่าใช้จ่ายในการสีข้าวต่ำ

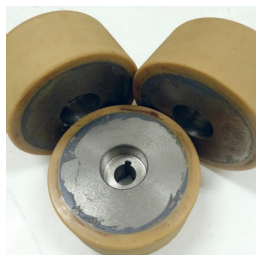
2.2 ทฤษฎีหลักการกะเทาะข้าว เปลือก

การกะเทาะข้าวเปลือก [6] โดยให้เกิดความ เสียหายน้อยที่สุดต่อเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นรำ และไม่ทำให้ เมล็ดข้าวเปลือกเกิดการแตกหัก จะขึ้นอยู่กับ การ ออกแบบเครื่อง การบำรุงรักษา และการปรับแต่ง เครื่องจักรรวมทั้งคุณสมบัติของข้าวก่อนที่จะกะเทาะ เช่น การแตกร้าวภายในเมล็ด ซึ่งเป็นผลมาจากการเก็บเกี่ยวที่ ล่าช้า หรือการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกไม่ดีการ ออกแบบเครื่องกะเทาะในปัจจุบันสามารถแบ่งแยกได้ ออกเป็น 3 ลักษณะได้แก่ 1) อาศัยแรงกดและแรงเฉือน ทำให้แกลบหลุดออกจากเมล็ดข้าวเปลือก 2) อาศัยแรง เหวี่ยงกระแทก ทำให้แกลบหลุด เนื่องจากการกระแทกกับ ผิวสัมผัสที่เป็นพื้นยาง 3) อาศัยแรงเสียดทาน ที่เกิดขึ้นที่ ผิวสัมผัส ทำให้แกลบหลุดจากข้าวเปลือก

2.3 เครื่องสีข้าวแบบลูกกลิ้งยาง

วัตถุประสงค์ของการใช้ลูกกลิ้งยาง คือ เพื่อทำ การแยกข้าวออกจากข้าวเปลือก หลักการในการคัดแยก คือ อาศัยคุณสมบัติของหลักการแรงเสียดทานจาก หน้าสัมผัสผิวยาง และการควบคุมระยะช่องว่างและ

ความเร็วมอเตอร์ให้เหมาะสม การกะเทาะเปลือกข้าว และขัดข้าวให้ขาวด้วยลูกยาง [7] มีหลักการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ 1) โดยลำเลียงข้าวเปลือก ลงสู่หน้า ลูกกลิ้งยาง โดยใช้การควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ความเร็วในการปล่อยข้าวสัมพันธ์กัน ที่กับความเร็วในการหมุน 2) การกะเทาะเปลือก โดยใช้ ลูกกลิ้งยาง 2 ลูก หมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่แตกต่างกันโดยอาศัยแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของเปลือก ข้าวและลูกยาง 3) การขัดข้าวขาวใช้หลักการเช่นเดียวกับการกะเทาะเปลือกข้าวโดยใช้ลูกกลิ้งยาง 1 ลูก และ ยังคงอาศัยหลักการแรงเสียดทานเช่นเดิม



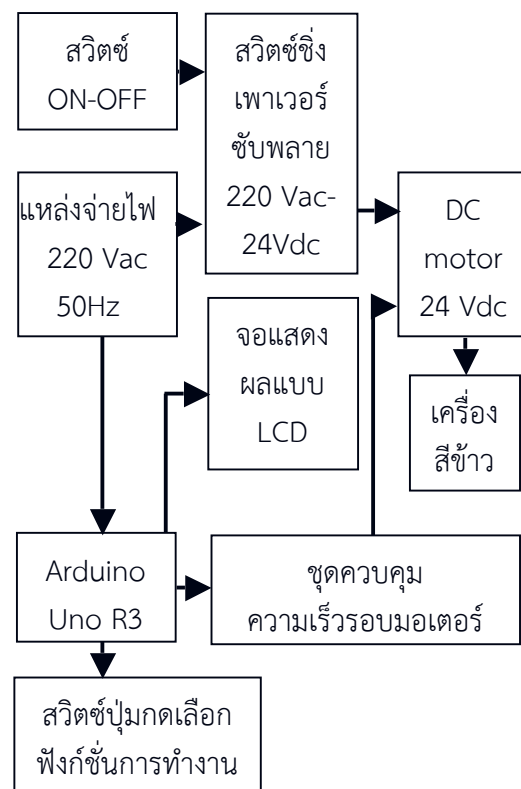
รูปที่ 1 ลูกกลิ้งยางที่ใช้ในเครื่องสีข้าว

3. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

ในการพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ได้มีการออกแบบโดยแบ่งออกเป็นส่วนหลัก ๆ ได้แก่ การออกแบบชุดควบคุมการทำงาน และการออกแบบโครงสร้าง

3.1 ชุดควบคุมการทำงาน

โดยแผนผังการควบคุมการทำงานของเครื่องสีข้าว แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 V 50 Hz ซึ่งจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับสวิตช์ซึ่งขับพลาและอินเวอร์เตอร์ ซึ่ง สวิตช์ซึ่งขับพลา จะแปลงแรงดันจาก 220 Vac เป็น 24 Vdc เพื่อจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 350 W 24 Vdc ในส่วนของ Arduino จะทำหน้าที่ควบคุมชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ปรับความเร็วรอบของ ลูกกลิ้งและแสดงผลผ่านทางหน้าจอ LCD และมีสวิตซ์หาหน้าที่ เปิด/ปิด เครื่องสีข้าว



รูปที่ 2 แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องสีข้าว

3.2 การออกแบบและคำนวณหาขนาดของมอเตอร์

สำหรับการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่ใช้เป็นชุดกำลังขับเคลื่อนลูกยางกะเทาะเปลือก สามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$P = \frac{2\pi \times T_s \times N}{60} \quad (1)$$

โดยที่ P คือ ขนาดของมอเตอร์ขับเคลื่อนลูกยาง (W)

T_s คือ แรงบิดที่เพลามอเตอร์ (N-m)

N คือ ความเร็วรอบของลูกยาง (rpm)

แรงบิดทั้งหมดที่เพลามอเตอร์ (T_s) สามารถหาได้จากสมการที่ 2

$$T_s = \frac{16T_r}{\pi D^3} \quad (2)$$

โดยที่ T_r คือ แรงบิดชุดลูกยางสีข้าว (N-m)

F คือ แรง (N)

D คือ รัศมีของล้อสีข้าว (mm.)

การหาแรงบิดชุดลูกยางสีข้าว (T_r) สามารถหาได้จากสมการที่ 3

$$T_r = F \times r \quad (3)$$

โดยที่ F คือ แรงที่ใช้ในการกะเทาะเปลือก

ข้าว (N)

R คือ รัศมีของลูกยาง (mm.)

แรงเฉือนที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าว (F) สามารถหาได้จากสมการที่ 4

$$F = \tau \cdot A \quad (4)$$

โดยที่ τ คือ แรงเฉือนที่ใช้กะเทาะเปลือก

ข้าว (N/mm²)

A คือ พื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน (mm²)

ขนาดพื้นที่ของเมล็ดข้าวที่ถูกเฉือน (A) สามารถหาได้จากสมการที่ 5

$$A = \frac{2}{3} \times b \times l \quad (5)$$

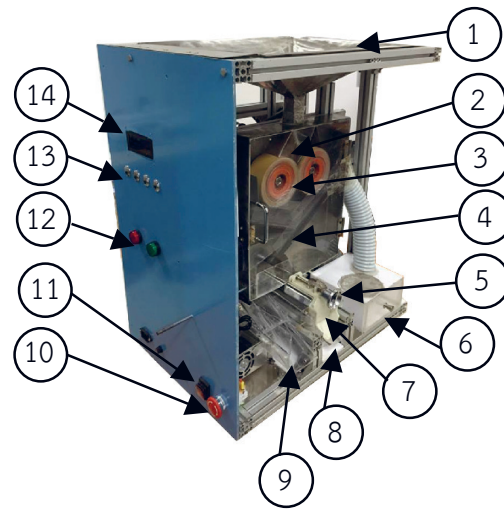
โดยที่ l คือ ความยาวของเมล็ดข้าว (mm.)

b คือ ความโตของเมล็ดข้าว (mm.)

จากการคำนวณหาขนาดมอเตอร์ ในงานวิจัยนี้มอเตอร์ที่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานเป็นชุดต้นกำลังของเครื่องสีข้าวนั้น จึงได้เลือกใช้เป็นมอเตอร์เกียร์ทดรอบ ขนาด 350 W 24 Vdc

3.3 โครงสร้างโดยรวมของเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

เครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนควบคุมด้วย Arduino Uno R3 แสดงดังรูปที่ 3

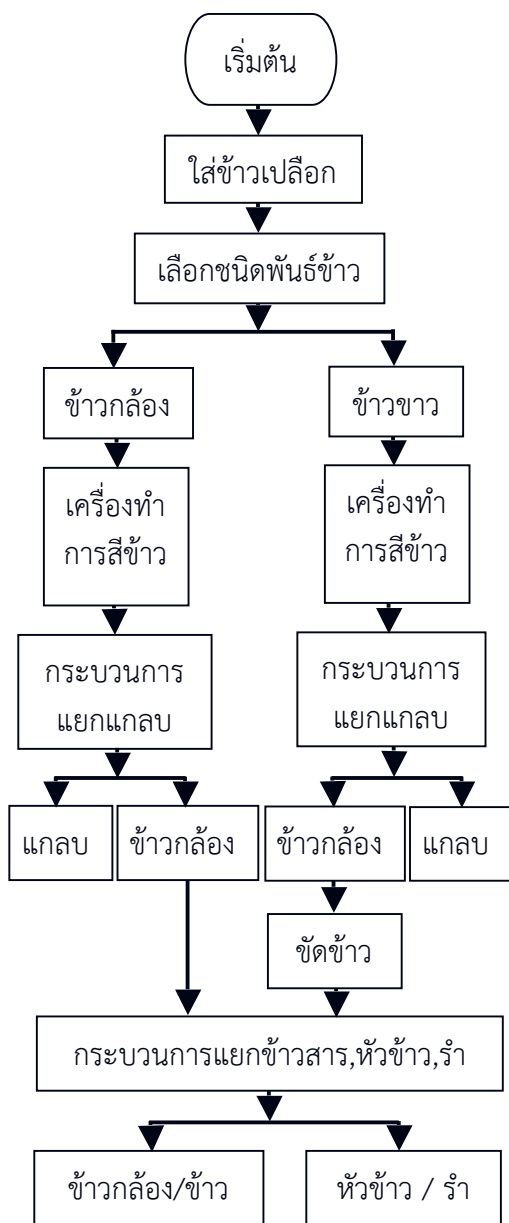


- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. ช่องใส่ข้าว | 2. ชุดระบายข้าว |
| 3. ลูกยางกะเทาะ | 4. ทางลำเลียงข้าว |
| 5. ตัวปรับระดับความยาวของข้าว | |
| 6. ช่องรับแกลบ | 7. ชุดขัดข้าว |
| 8. ช่องรับรำ | 9. ทางออกข้าวกล้อง |
| 10. สวิตช์ฉุกเฉิน | 11. ปุ่มเปิด-ปิดเครื่อง |
| 12. LED แสดงผล | 13. จอ LCD และปุ่มกด |

รูปที่ 3 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนควบคุมด้วย Arduino Uno R3

4. การทดสอบและผลการทดสอบ

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องจะทำการทดสอบสีข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์ โดยแยกเป็นการทดสอบการสีข้าวกล้อง 10 ครั้ง และทดสอบการสีข้าวขาว 10 ครั้ง ของข้าวแต่ละสายพันธุ์ โดยทำการทดสอบสีข้าวสายพันธุ์ละ 0.5 กิโลกรัม โดยทำการเก็บปริมาณข้าวกล้องและข้าวขาวที่ได้จากการสีข้าว ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ในการสีข้าว ปริมาณแกลบและรำ ปริมาณการสูญเสีย และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว ซึ่งขั้นตอนการทดสอบแลผลการทดสอบมีดังต่อไปนี้ ขั้นตอนการทดสอบการใช้เครื่องสีข้าว แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก
สำหรับใช้ในครัวเรือน

ผลการทดสอบการสีข้าวของข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์ ได้ผลการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

ข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 ปริมาณข้าวกล้องที่สีได้นั้นมีค่าประมาณร้อยละ 70.53 ปริมาณแกลบมีค่าประมาณร้อยละ 28.94 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.53 และปริมาณข้าวขาวมีค่าประมาณร้อยละ 54.66 แกลบและรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 43.88 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 1.46 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวกล้องขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ

338.08 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2309.5 รอบต่อนาที

ข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 ปริมาณข้าวกล้องที่สีได้นั้นมีค่าประมาณร้อยละ 74.66 แกลบมีค่าประมาณร้อยละ 25.26 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.08 และปริมาณข้าวขาวมีค่าประมาณร้อยละ 57.33 ปริมาณแกลบและรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 42.34 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.33 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวกล้องขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 346.55 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2279 รอบต่อนาที

ข้าวพันธุ์ กข 31 ปริมาณข้าวกล้องที่สีได้นั้นมีค่าประมาณร้อยละ 75.93 ปริมาณแกลบมีค่าประมาณร้อยละ 23.54 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.53 และปริมาณข้าวขาวมีค่าประมาณร้อยละ 62.06 ปริมาณแกลบและรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 36.88 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 1.06 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวกล้องขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 342.01 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2231 รอบต่อนาที

ข้าวพันธุ์ กข 41 ปริมาณข้าวกล้องที่สีได้นั้นมีค่าประมาณร้อยละ 77 ปริมาณแกลบมีค่าประมาณร้อยละ 22.47 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.53 และปริมาณข้าวขาวมีค่าประมาณร้อยละ 61.2 ปริมาณแกลบและรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 37.47 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 1.33 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวกล้องขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 401.91 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2259 รอบต่อนาที

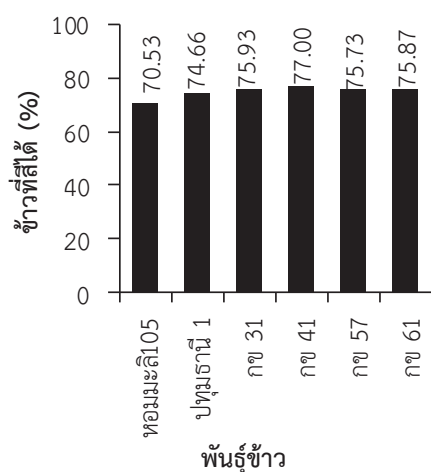
ข้าวพันธุ์ กข 57 ปริมาณข้าวกล้องที่สีได้นั้นมีค่าประมาณร้อยละ 75.73 ปริมาณแกลบมีค่าประมาณร้อยละ 24.01 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.26 และปริมาณข้าวขาวมีค่าประมาณร้อยละ 65.10 ปริมาณแกลบและรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 34.50 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.4 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวกล้องขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 345.83 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2291 รอบต่อนาที

ข้าวพันธุ์ กข 61 ปริมาณข้าวกล้องที่สีได้นั้นมีค่าประมาณร้อยละ 75.87 ปริมาณแกลบมีค่าประมาณร้อยละ 23.66 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.47 และปริมาณข้าวขาวมีค่าประมาณร้อยละ 63.90 ปริมาณแกลบและรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 35.90 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.2 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวกล้องขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 324.34 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2320 รอบต่อนาที

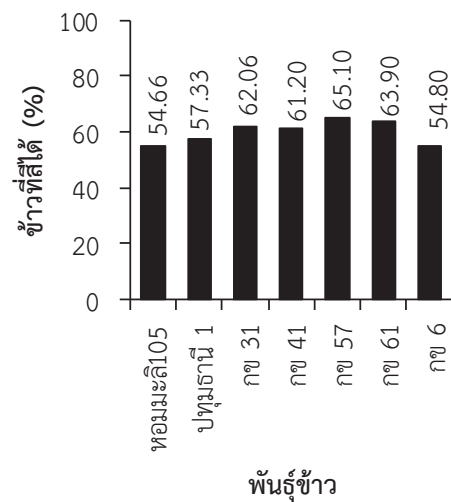
ข้าวพันธุ์ กข 6 ปริมาณข้าวขาวจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 54.80 แกลบและรำข้าวจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 44.27 ปริมาณการสูญเสียมีค่าประมาณร้อยละ 0.93 ความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 367.21 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเคลื่อนในการสีข้าวขาวขณะทำการสีจะอยู่ที่ประมาณ 2260 รอบต่อนาที

จากผลการทดสอบการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวของข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำค่าเฉลี่ยปริมาณข้าวกล้องและข้าวขาวที่ได้จากการสีข้าว ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ในการสีข้าว ปริมาณแกลบและรำ ปริมาณการสูญเสีย และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว มาแสดงในรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 11

ค่าเฉลี่ยปริมาณของข้าวกล้องและข้าวขาวที่สีได้แสดงดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6 ตามลำดับ โดยคิดจากปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

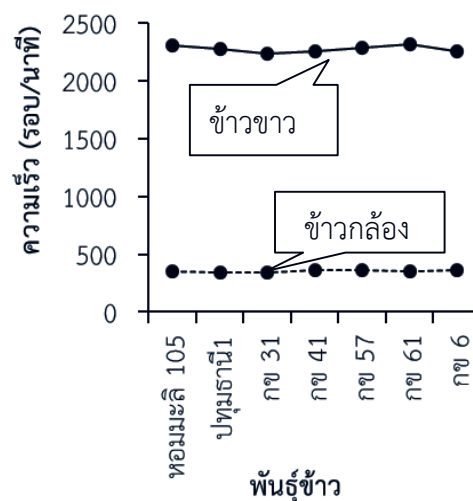


รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณข้าวกล้องที่ได้จากเครื่องสีข้าวของข้าวแต่ละสายพันธุ์



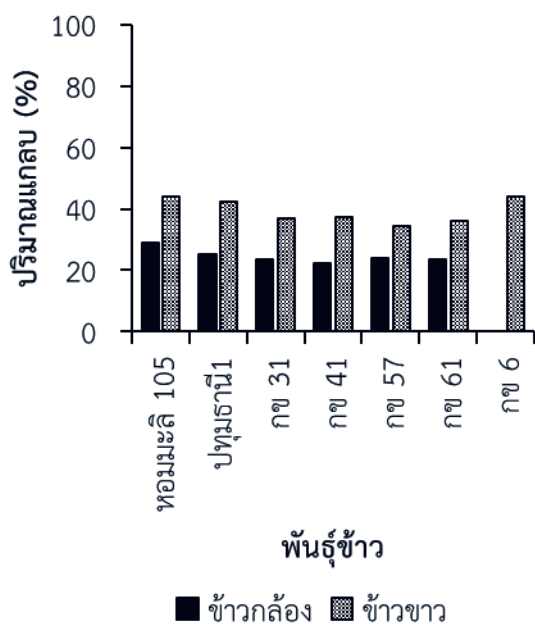
รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณข้าวขาวที่ได้จากเครื่องสีข้าวของข้าวแต่ละสายพันธุ์

ค่าความเร็วเฉลี่ยของมอเตอร์ที่ใช้ในการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวแสดงดังรูปที่ 7



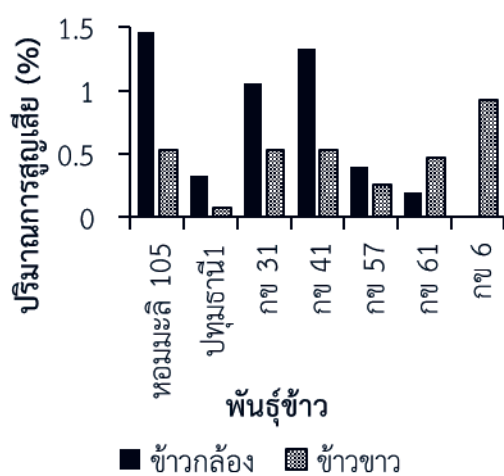
รูปที่ 7 ค่าความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวของข้าวแต่ละสายพันธุ์

ค่าเฉลี่ยปริมาณแกลบที่ได้จากการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวแสดงดังรูปที่ 8 โดยคิดจากปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์



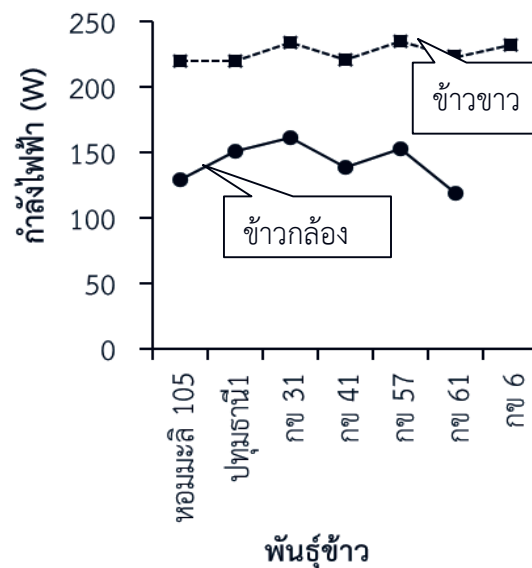
รูปที่ 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณแกลบที่ได้จากการสีข้าวกล้อง และข้าวขาวของข้าวแต่ละสายพันธุ์

ค่าเฉลี่ยปริมาณการสูญเสียจากการสีข้าวทั้ง ข้าวกล้องและข้าวขาวแสดงดังรูปที่ 9 โดยคิดจาก ปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์



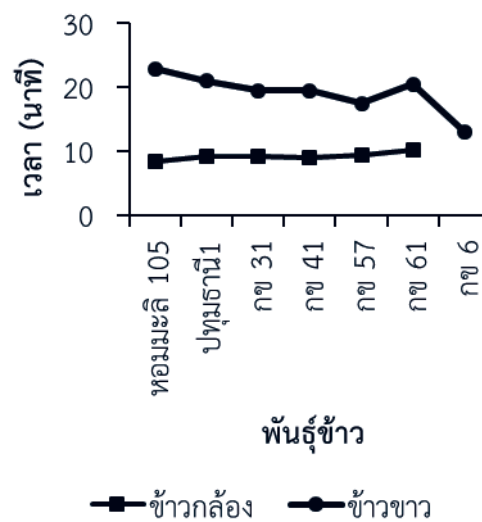
รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการสี ข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว

ค่าเฉลี่ยการใช้กำลังไฟฟ้าในการสีข้าวทั้งข้าว กล้องและข้าวขาวแสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสีข้าวกล้องและข้าว ขาวของข้าวแต่ละสายพันธุ์

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวทั้งข้าวกล้องและ ข้าวขาวของข้าวแต่ละสายพันธุ์แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวกล้อง และข้าวขาว (ต่อปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัม)

5. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบสีข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวของข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์ พบว่าปริมาณเฉลี่ยของข้าวกล้องและข้าวขาวที่สีได้มีค่าประมาณร้อยละ 74.95 และ ร้อยละ 59.86 ตามลำดับ ความเร็วรอบเฉลี่ยที่เหมาะสมกับการสีข้าวกล้องและข้าวขาวอยู่ที่ประมาณ 349.78 รอบต่อนาที และ 2278.5 รอบต่อนาที ตามลำดับ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวกล้องและข้าวขาวอยู่ที่ประมาณ 143 W และ 227 W ตามลำดับ และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสีข้าวกล้องและข้าวขาวอยู่ที่ประมาณ 9 นาทีต่อปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัม และ 20 นาทีต่อปริมาณข้าวเปลือก 0.5 กิโลกรัม ตามลำดับ

6. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่ควบคุมการทำงานด้วยบอร์ด Arduino Uno R3 โดยสามารถสีข้าวได้ทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว และยังลดขนาดของเครื่องสีข้าวให้เล็กลงจากเดิมแต่ยังคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพในการสีข้าว ลดจำนวนมอเตอร์ลงจากเดิม ทำให้การใช้กำลังไฟฟ้าลดลง และมีการเปลี่ยนจากโซ่มาเป็นสายพานทำให้ลดเสียงขณะทำงานลง

เนื่องจากเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนเครื่องนี้เป็นเครื่องต้นแบบดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป ทางคณะผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางการพัฒนาดังต่อไปนี้

6.1 ควรมีการปรับปรุงในส่วนของการระบายข้าวเปลือกเพื่อให้ข้าวเปลือกไหลลงมายังระบบการกะเทาะเปลือกสะดวกและมีปริมาณที่เหมาะสมกับความเร็วยรอบของมอเตอร์ชุดขับเคลื่อน

6.2 ควรมีการปรับปรุงในส่วนของการลำเลียงข้าวที่ได้หลังจากผ่านการสีแล้วมายังช่องเก็บข้าวเพื่อให้ข้าวไหลได้สะดวกไม่ติดขัด

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นโดยได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณ ประจำปี 2562 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ โครงการวิจัยนี้ดำเนินการและสำเร็จไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เนื่องจากการได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน รวมถึงหน่วยงานต่าง ๆ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายภูวดล วัฒนารุ่งเรือง นายณัฐภูมิ หอมสิน นักศึกษาจากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ช่วยในการหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Suwat S, Sampan K, and Nipon C. 2544. Small rice milling machine [master's thesis]. Faculty of Engineering: King Mongkut's University of Technology North Bangkok; 2001. (in Thai)
- [2] Surasit C. Construction of a brown Rice polishing machine. Princess of Naradhiwas University Journal. 2010; 2(1): 133-43. (in Thai)
- [3] Pongsuang C. Design and development of brown rice milling machine for household use [master's thesis] Faculty of Engineering: Chiang Mai University; 2014. (in Thai)
- [4] Apinan J, Somboon S, Tanaporn M. Invention and testing of Community brown rice milling machine with double rubber rollers. Rajabhat Maha Sarakham University Journal. 2010; 4(2): 9-15. (in Thai)
- [5] Anawin K, Poomjai L. Development of small rice milling machine for using in household [Bachelor's thesis] Faculty of Engineering: Rajamangala University Of Technology Thanyaburi; 2016 (in Thai)
- [6] Chiwbang D. Small brown rice milling machine [Bachelor's thesis]. Faculty of Technical Education: Raja-mangala Institute of Technology; 2016 (in Thai)

- [7] Kalsirisilp R. Machine for rice milling
[Internet] 2015 September 15. Available
from <http://www.arda.or.th> (in Thai)