

## เครื่องแยกแกลบจากข้าวกล้องซ้อมมือแบบประหยัดพลังงาน

## Energy economical husk separator machine

เทวรัตน์ ทิพย์วิมล<sup>1</sup>, เกียรติศักดิ์ ใจโต<sup>1</sup>, ธรรมรัตน์ ชาวสำอางค์<sup>1</sup> และกระวี ตรีอำนรรค์<sup>2</sup>  
Tawarat Tipyavimol<sup>1</sup>, Kaitsisak Jaito<sup>1</sup>, Thammarat Kawsam-arng<sup>1</sup> and Krawee Treeamnu<sup>2</sup>

## Abstract

The objective of this research was to design and development of a husk separator for brown rice produced by farmer community. To avoid used of power from electric motor or engine, so the cycling principle was applied to the machine. The machine consists of 4 parts: structure, hopper, propeller, and a set of cycling driver with chain transmission of the speed ratio of 3. The efficiency of husk separation was evaluated at cycling speeds of 60, 70, and 80 rpm. The results showed that the efficiency of the separation was depending on the cycling speed. The highest efficiency of 96 % was obtained at 70 rpm of cycling.

**Keywords:** Husk separator, cycling, separation

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเครื่องแยกแกลบออกจากข้าวกล้องข้าวกล้องซ้อมมือพื้นบ้านซึ่งผลิตโดยกลุ่มเกษตรกร โดยมุ่งเน้นถึงเครื่องแยกแกลบที่ไม่ใช้ต้นกำลังซึ่งเป็นเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งช่วยในเรื่องการออกกำลังภายในขณะทำงาน จึงนำหลักการปั่นจักรยานมาประยุกต์ใช้กับเครื่องแยกแกลบ โดยเครื่องแยกแกลบที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบหลักคือ ชุดโครงสร้าง ชุดป้อน ชุดใบพัด และชุดปั่นต้นกำลังประกอบไปด้วยเฟืองที่มีอัตราทดเท่ากับ 3 ส่งกำลังด้วยโซ่ เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพการแยกแกลบที่ความเร็วรอบของการปั่นที่ 3 ระดับ คือ 60 70 80 rpm ผลจากการทดสอบพบว่าความสามารถในการคัดแยกขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของการปั่น โดยพบว่าที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที มีค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกสูงสุดเท่ากับ 96 %

**คำสำคัญ:** เครื่องแยกแกลบ การปั่น การคัดแยก

## บทนำ

ข้าวถือเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย และเป็นสินค้าที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง โดยประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตข้าวอันดับ 6 และเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 1 ของโลก จากพื้นที่เพาะปลูก 66.4 ล้านไร่ (ศูนย์พัฒนาความรู้การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2549) โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้าวเปลือกที่ผลิตได้จะถูกนำไปสีเป็นข้าวสาร โดยผ่านระบบโรงสีข้าว ซึ่งปัจจุบันมีเทคโนโลยีการสีข้าวที่ทันสมัยมีอัตราการผลิตสูงและได้ข้าวสารที่มีคุณภาพดี แต่เนื่องจากปัจจุบันกระแสนิยมเรื่องการรักษาสุขภาพมีมากขึ้นจึงทำให้ผู้บริโภคกลุ่มหนึ่งหันกลับมารับประทานข้าวกล้องซ้อมมือ ทั้งนี้เนื่องจากข้าวกล้องเป็นข้าวที่ไม่ผ่านการขัดขาวและขัดมัน จึงยังคงมีจมูกข้าว และรำติดอยู่รอบเมล็ดในปริมาณที่มากทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเพราะโปรตีน วิตามิน และไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกายยังคงอยู่ ซึ่งในข้าวขัดขาวสารอาหารเหล่านี้จะสูญเสียไปจากขั้นตอนการขัดขาวและขัดมัน เมื่อรับประทานจะได้แค่พลังงานที่มาจากแป้งและน้ำตาล หากรับประทานต่อเนื่องกันนานๆ จะก่อให้เกิดโรคเบาหวาน โรคความดัน โรคเส้นเลือดตีบตัน โรคหัวใจ โรคสมองเสื่อม โรคอัมพฤกษ์ เป็นต้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2552) การผลิตข้าวกล้องซ้อมมือนอกจากจะทำให้ได้ข้าวกล้องซ้อมมือที่มีคุณค่าด้านโภชนาการแล้วยังเป็นการสร้างเสริมเศรษฐกิจของชุมชน ก่อให้เกิดการรวมกลุ่มเพื่อสร้างกิจกรรมร่วมกัน ตัวอย่างเช่น กลุ่มชมรมผู้สูงอายุประจักษ์พระโคสาคี ต.กระโทก อ.โคกชัย จ.นครราชสีมา ได้ทำการรวมกลุ่มเพื่อผลิตข้าวกล้องซ้อมมือจำหน่ายแต่ประสบปัญหาเรื่องการแยกแกลบออกจากข้าวกล้องซ้อมมือเพราะวิธีการที่กลุ่มผู้สูงอายุใช้

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต. สุรนารี อ. เมือง จ.นครราชสีมา 30000

<sup>1</sup> School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhonratchasima, 30000

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

<sup>2</sup> Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamankala University of Technology Tanyaburi, Pathomtani, 12110

\* Corresponding author: [tawarat@sut.ac.th](mailto:tawarat@sut.ac.th)

คือการใช้กระดงผัดข้าว ทำให้เสียเวลาในการแยกแกลบอีกทั้งประสิทธิภาพในการแยกยังมีค่าต่ำคือมีแกลบปนไปกับข้าว และยังก่อให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกายอีกด้วย

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการแยกแกลบ และเป็นการออกกำลังกายพร้อมกับการทำงาน คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องแยกแกลบที่ใช้พลังงานจากมนุษย์โดยดัดแปลงจากหลักการปั่นจักรยานเพื่อการเคลื่อนที่มาเป็นการขับเพลลาเพื่อหมุนพัดลมสำหรับคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง ที่สามารถทำงานการคัดแยกแกลบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ราคาไม่แพง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมขึ้น

### อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาเครื่องแยกแกลบออกจากข้าวกล้องซึ่งมีแบบประหยัดพลังงานได้ทำการออกแบบโดยใช้หลักความแตกต่างของน้ำหนักจำเพาะ เนื่องจากแกลบและข้าวกล้องมีน้ำหนักที่แตกต่างกันทำให้ค่าความเร็วลอยตัวต่างกันด้วย โดยอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการแยกแกลบออกจากข้าวกล้องมีดังนี้ **เครื่องแยกแกลบ** เครื่องแยกแกลบมีลักษณะดังแสดงใน Figure 1 โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ (1) ชุดโครงสร้างของเครื่องแยกแกลบ (2) ชุดปั่นต้นกำลัง ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังหลักของเครื่องแยกแกลบ กำลังที่ได้จากการปั่นถูกส่งผ่านไปยังเพลลาของใบพัดด้วยชุดโซ่ส่งกำลัง ซึ่งมีอัตราทด 3:1 เมื่อทำการทดสอบการปั่นที่ความเร็วรอบ 60, 70 และ 80 รอบต่อนาที พบว่ามีกำลังเพียงพอในการหมุนใบพัด (3) ชุดใบพัด ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานลมเพื่อใช้ในการคัดแยก (4) ชุดป้อนข้าวและแกลบ ทำหน้าที่ในการป้อนข้าวและแกลบลงไปยังช่องลมเพื่อให้เกิดการคัดแยก โดยการการป้อนข้าวและแกลบจะทำการควบคุมการป้อนด้วยมือ

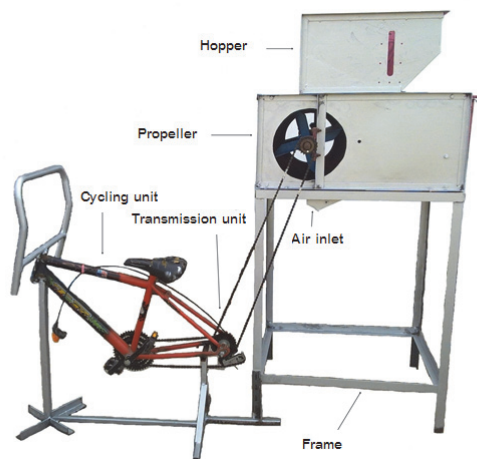


Figure 1. Structures of husk separator machine

**เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล** ความละเอียด 0.01 กรัม ใช้สำหรับชั่งตัวอย่างข้าวกล้องและแกลบที่ป้อนเข้าเครื่องคัดแยก และใช้ชั่งน้ำหนักข้าวกล้องและแกลบที่ผ่านการคัดแยก **นาฬิกาจับเวลา** ใช้สำหรับจับเวลาที่ใช้ในการทดสอบการคัดแยก **ตาชั่งสปริง** ใช้สำหรับวัดแรงในการปั่น

### การประเมินค่าพลังงาน

การหาพลังงานทำได้โดยการวัดแรงที่ใช้ในการปั่นด้วยตาชั่งสปริง จากนั้นทำการคำนวณค่าพลังงานที่ใช้ในการปั่นจากสมการ (1)

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \quad (1)$$

เมื่อ P = กำลังที่ใช้ในการปั่น (W), N = ความเร็วรอบในการปั่น (rpm), T = ทอร์ก (N.m)

**การประเมินประสิทธิภาพการคัดแยก**

การทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพการคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง ได้ทำการปล่อยของผสมข้าวกล้องและแกลบจำนวน 1000 กรัม เพื่อทำการคัดแยกที่ความเร็วรอบการปั่น 60 70 และ 80 rpm บันทึกเวลาที่ใช้ในการแยกข้าว ทำการเก็บข้าวกล้องและแกลบที่ตกอยู่ในช่องคัดแยก มาชั่งน้ำหนัก และแยกสิ่งเจือปนจากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพในการคัดแยกได้ดังนี้ (บัณฑิต, 2544)

$$E_w = \frac{P_{g1}G_1k_1 + P_{g2}G_2k_2}{Q(k_1P_1 + k_2P_2)} \times 100\% \tag{2}$$

$$E_1 = \frac{G_1 - C_{12}}{P_1Q} \times 100\% \tag{3}$$

$$E_2 = \frac{G_2 - C_{21}}{P_2Q} \times 100\% \tag{4}$$

$$\text{หาอัตราการคัดแยก โดยคำนวณจากสมการ} \quad Q = \frac{m}{t} \tag{5}$$

โดยที่

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| $E_w$ = ประสิทธิภาพรวมของเครื่อง     | $P_1$ = สัดส่วนแกลบป้อนเข้า               |
| $E_1$ = ประสิทธิภาพในการคัดแยกแกลบ   | $P_2$ = สัดส่วนข้าวกล้องป้อนเข้า          |
| $E_2$ = ประสิทธิภาพในการคัดแยกข้าว   | $P_{g1}$ = เศษส่วนบริสุทธิ์ที่ช่องออกแกลบ |
| $G_1$ = น้ำหนักที่ช่องออกแกลบ        | $P_{g2}$ = เศษส่วนบริสุทธิ์ที่ช่องออกข้าว |
| $G_2$ = น้ำหนักที่ช่องออกข้าว        | $m$ = มวลวัสดุที่คัดแยก                   |
| $k_1$ = ค่าเศษส่วนคุณภาพ/ราคาของแกลบ | $t$ = เวลาที่ใช้คัดแยก                    |
| $k_2$ = ค่าเศษส่วนคุณภาพ/ราคาของข้าว |   |

**ผลการทดลองและวิจารณ์**

Table 1 แสดงความสามารถของเครื่องแยกแกลบจากพลังงานปั่น ที่ความเร็วรอบที่ 60 70 และ 80 rpm ตามลำดับ พบว่าที่ความเร็วรอบ 70 rpm จะได้ประสิทธิภาพในการคัดแยกแกลบ คัดแยกข้าวกล้อง และการคัดแยกรวมเฉลี่ยคือ 93%, 95% และ 96% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเป็นค่าความเร็วรอบการปั่นที่ให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้องได้ดีที่สุดเพราะข้าวกล้องที่แยกออกมาสิ่งเจือปนแกลบน้อยและมีข้าวกล้องที่ออกไปปนกับแกลบก็มีค่าน้อยเช่นกัน ซึ่งต่างจาก ความเร็วรอบที่ 60 และ 80 rpm โดยพบว่าที่ความเร็วรอบ 60 rpm มีแกลบตกมาที่ช่องของข้าวกล้องมากเกินไปเพราะความเร็วรอบที่ปั่นทำให้ได้ปริมาณลมน้อย แรงลมจึงไม่สามารถนำแกลบบางส่วนข้ามผ่านช่องแยกไปได้ แกลบส่วนนี้จึงไหลไปรวมกับข้าวกล้องที่ช่องแยกข้าวกล้อง ส่วนที่ความเร็วรอบที่ 80 rpm มีข้าวกล้องตกไปที่ช่องของแกลบมากเกินไป เนื่องจากความเร็วรอบที่ 80 rpm มีความเร็วที่ทำให้ลมแรงมากเกินไปทำให้ลมพัดข้าวกล้องเลยไปยังช่องของแกลบจึงทำให้ที่ช่องแยกแกลบมีข้าวกล้องปนมาก จึงเป็นผลให้เกิดการสูญเสียข้าวกล้องไปกับแกลบ เมื่อนำค่าประสิทธิภาพไป plot ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการคัดแยกกับความเร็วรอบการปั่นจะได้ลักษณะของเส้นกราฟ ดังแสดงใน Figure 2

Table 1 Efficiency of prototype husk separator

Speed (rpm)	Cycling power (W)	Separation rate (kg/h)	Efficiency on husk separation (%)	Efficiency on brown rice separation (%)	Overall efficiency (%)
60	29.83	44.33	92	95	94
70	34.80	72.58	93	97	96
80	39.78	136.36	91	90	90

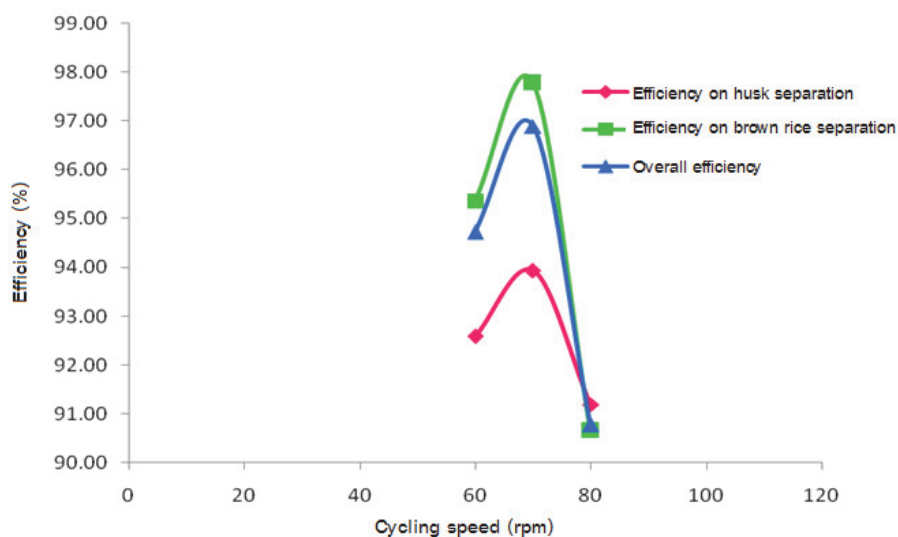


Figure 2 Effect of cycling speed on efficiency of separation

### สรุป

เครื่องแยกแกลบออกจากข้าวกล้องซ้อมมือที่พัฒนาขึ้นโดยการประยุกต์การปั่นจักรยานมาเป็นต้นกำลังสำหรับขับพัดลมเพื่อให้แยกแกลบออกจากข้าวกล้อง ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการคัดแยกที่ความเร็วรอบการปั่น 60 70 80 rpm ตามลำดับ พบว่าความเร็วรอบการปั่น 70 rpm มีประสิทธิภาพการคัดแยกรวมดีที่สุดคือ 96 % สิ่งเจือปนที่ช่องคัดแยกแกลบและช่องคัดข้าวกล้องมีน้อยกว่าที่ความเร็วรอบอื่นๆ เครื่องแยกแกลบพลังงานปั่นที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสามารถในการคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้องที่อัตราการคัดแยก 72.58 kg/h และช่วยประหยัดพลังงานจากการใช้เชื้อเพลิง 125.30 kJ/h

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีวมวลมหาวิทยาเทคโนโลยีสุรนารี ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และเครื่องมือ

### เอกสารอ้างอิง

- บัณฑิต จริโมภาส. 2544. เครื่องจักรกลหลังการเก็บเกี่ยวและการบรรจุหีบห่อผลไม้ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม. 134 หน้า
- ศูนย์พัฒนาความรู้สินค้าเกษตรล่วงหน้า. 2549. โครงสร้างตลาดสินค้าข้าวในตลาดโลก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.aftc.or.th/itc/products\\_analyze.php?id=53&fgpr\\_id=5&fmnu\\_id=15](http://www.aftc.or.th/itc/products_analyze.php?id=53&fgpr_id=5&fmnu_id=15) (4 กันยายน 2553)
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.). 2552. ประโยชน์ของข้าวกล้อง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.thaihealth.or.th/about> (15 ธันวาคม 2553)