

# การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีชุมชนหนองไม้งาม

## Development of Rice Processing Technology of Nongmaingam Small and Micro Community Enterprise (SMCE)

ศักดิ์ชัย ดรดี้<sup>1</sup>, กมลรักษ์ แก้งคำ<sup>2</sup>, สิริพร ชันทองคำ<sup>3</sup>, วรเชษฐ์ แสงสีดา<sup>4</sup>

Sakchai Dondee<sup>1</sup>, Kamonrak Kangkham<sup>2</sup>, Siriporn Kuntongkham<sup>3</sup>, Worachet Sangseeda<sup>4</sup>  
โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ<sup>1,2,3,4</sup>

Project to establish the Faculty of Engineering and Industrial Technology, Chaiyaphum Rajabhat University<sup>1,2,3,4</sup>

E-mail: ss\_sukchai@hotmail.com<sup>1,3,4</sup>

E-mail: jitbanjo@yahoo.com<sup>2</sup>

Received: May 10, 2021; Revised: June 10, 2021; Accepted June 22, 2021

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลินทรีย์และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งประกอบด้วย การพัฒนาและสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนและโรงสีข้าวที่มีประสิทธิภาพและผลผลิตสูง ผลการวิจัย การเปลี่ยนแปลงของความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของการอบแห้งเพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิ 80 °C และความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัสที่ 30 cm. จะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดและสามารถลดความชื้นได้อย่างรวดเร็ว จากการหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน พบว่าประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวเปลือก ประสิทธิภาพการคัดแยกสิ่งเจือปนและประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 99.85±0.05%, 90.99±0.57% และ 95.54±0.03% ตามลำดับ ผลการสูญเสียข้าวเปลือกและสมรรถนะของเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนจะมีค่าเท่ากับ 0.15±0.05 kg และ 5.09±0.28 kg/min ตามลำดับ นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการกะเทาะเท่ากับ 93.03±1.99% สรุปการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดคือ อุณหภูมิอบแห้งที่ 80 °C และความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัส 30 cm.

**คำสำคัญ:** การอบแห้งข้าวเปลือก คุณภาพการสี ข้าวหัก

### ABSTRACT

This research aimed to develop the processing technology of jasmine rice, organic jasmine rice and rice berry rice. It consisted of developing and building paddy dryers, impurity sorters and high-efficiency rice mills. METHODS: Test the efficiency and performance of the rice milling machine, packaging logo design using the satisfaction survey form of the Nongmaingam rice mill community enterprise. RESULTS: The change in moisture content was reduced with the increase of the drying temperature. The drying temperature at 80 °C and the annulus density at 30 cm. were found that the drying time was minimal and the moisture content was reduced quickly. From the efficiency of the impurity sorting machine, it was found that the paddy sorting efficiency, impurity screening efficiency and overall

efficiency were  $99.85\pm 0.05\%$ ,  $90.99\pm 0.57\%$  and  $95.54\pm 0.03\%$  respectively. The results of the loss of paddy and the performance of the impurity sorting machine were  $0.15\pm 0.05$  kg and  $5.09\pm 0.28$  kg/min, respectively. In addition, the efficiency of shelling was  $93.03\pm 1.99\%$ .  
CONCLUSIONS: The most suitable drying temperature are  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  and 30 cm of annulus area.

**KEYWORDS:** Paddy drying, milling quality, broken rice

## บทนำ

ข้าวหอมมะลิ (Thai jasmine rice) เมื่อสีเป็นข้าวสารจะได้ข้าวเมล็ดเรียวยาว ขาวใสเป็นเงา แกร่ง มีเปอร์เซ็นต์ท้องไข่น้อย ลักษณะคุณภาพการหุงต้มดี ข้าวสุกอ่อนนุ่มและลักษณะพิเศษกว่าสายพันธุ์อื่นๆ คือ มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นใบเตย เป็นข้าวที่ได้รับการยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศข้าวหอมมะลิอินทรีย์ (Organic Thai Jasmine Rice) เป็นข้าวเจ้ามีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย สายพันธุ์แท้ดั้งเดิมไม่มีการตัดต่อยีนส์ และเป็นข้าวที่ได้รับการกล่าวขวัญว่าเป็นข้าวที่อร่อยที่สุดในโลก แม้ว่าหลายประเทศได้พยายามปลูกข้าวสายพันธุ์นี้ แต่ไม่มีประเทศใดสามารถปลูกได้คุณภาพดีเท่ากับปลูกในประเทศไทย ข้าวหอมมะลิอินทรีย์เป็นพืชเศรษฐกิจที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างมากเพราะต้นทุนต่ำ ราคาขายดีและคุณภาพเยี่ยม

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Rice berry Rice) เกิดการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้มรูปร่างเมล็ดเรียวยาว สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอโรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี โฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง นอกจากนี้รำข้าวและน้ำมันรำข้าว ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดีเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารเชิงบำบัดอีกด้วย

ปัจจุบันเกษตรกร ได้มีการใช้รถเกี่ยวข้าวเข้ามาช่วยในการเกี่ยวเกี่ยว ซึ่งสามารถเกี่ยวเกี่ยวข้าวได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้รถเกี่ยวสามารถเกี่ยวได้ในขณะที่ข้าวยังยืนต้นและเมล็ดข้าวยังมีความชื้นสูง ดังนั้น เมื่อเกี่ยวข้าวเสร็จ จึงต้องนำ

ข้าวไปตากทันทีเพื่อลดความชื้นในเมล็ด ซึ่งความชื้นในเมล็ดข้าวมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษาข้าว (ลดความชื้นในเมล็ดข้าวลงให้ต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์)

การลดความชื้นในเมล็ดข้าวทำได้หลายวิธี เช่น การตากข้าวในแปลงนาหลังการเกี่ยวเกี่ยว แต่ในกรณีใช้รถเกี่ยวข้าว เกษตรกรจะนำข้าวมาตากในลานตาก ข้อเสียของการตากข้าวจะใช้เวลานาน ถ้ามีฝนตกในระยะที่ตากข้าวจะทำให้เมล็ดข้าวบางส่วนเปียกฝน มีความชื้นเพิ่มขึ้นและอาจทำให้การลดความชื้นเมล็ดข้าวไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การลดความชื้นด้วยวิธีตาก ยังมีการสูญเสียผลผลิตเพราะมีสัตว์ที่มากินข้าวในเวลาตาก ปัจจุบันได้มีการใช้เครื่องอบแห้งสำหรับใช้ลดความชื้นของข้าวเปลือกซึ่งสามารถอบแห้งได้ตลอดเวลาและสามารถลดความชื้นได้ตามความต้องการ ถึงแม้ว่าฝนจะตกหรือมีแสงแดดน้อยก็ไม่มีปัญหาต่อการลดความชื้นในเมล็ดข้าว แต่การลดความชื้นด้วยวิธีการใช้เครื่องอบแห้งจะมีค่าใช้จ่ายสูง

จากความสำคัญและปัญหาที่ได้กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและหาประสิทธิภาพการแปรรูปข้าวหอมมะลิของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหนองไผ่งาม ประกอบด้วย เครื่องอบแห้ง เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนและโรงสีข้าว

## วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิอินทรีย์และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ประกอบด้วย การพัฒนาและสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนและโรงสีข้าวที่มีประสิทธิภาพและผลิตภาพสูง

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปและการบริหารจัดการข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลินทรีย์ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีชุมชนหนองไม้งาม ประกอบด้วย เครื่องอบแห้งข้าวเปลือก เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน การปรับปรุงโรงสีข้าว การทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสีข้าว

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือก ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ พัดลมแรงดันสูง ชุดแหล่งกำเนิดความร้อนและห้องอบแห้งข้าวเปลือกที่ใช้ในการอบแห้งเป็นข้าวหอมมะลิ 105 ความชื้นเริ่มต้น 50 % d.b โดยมีเงื่อนไขของการอบแห้งที่แตกต่างกัน คือ อุณหภูมิอบแห้งที่ 50, 60, 70 และ 80°C ความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัสที่ 30, 50 และ 70 cm และความเร็วมวล 10 m/s ใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด K ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  และตาชั่งวัดละเอียดค่าความคลาดเคลื่อน 0.001 g. การหาค่าความชื้นของข้าวเปลือกในระหว่างการอบแห้ง ตัวอย่างจะถูกนำไปอบในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 72 hr ตามมาตรฐาน ASA, (1990) หลังจากนั้นจึงนำไปคำนวณหาค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง (สมชาติ, 2540)

เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก 3 ชั้น ชนิดมีพัดลมดูด มีลักษณะเฉพาะคือ คัดแยกเศษฟาง ข้าวลีบ เศษหิน ดิน ทรายและวัชพืชต่างๆ ออกจากข้าวเปลือก ก่อนที่จะนำไปกะเทาะ หลักการทำงานคือ ข้าวจากหลุมเทข้าวเปลือกจะถูกลำเลียงด้วยสายพานกระพ้อจากตีนกะพ้อขึ้นไปด้านบนของตีนกะพ้อ หลังจากนั้นข้าวจะไหลจากหัวกะพ้อลงสู่ตะแกรงโยกชั้นบน เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่ และข้าวเปลือกจะผ่านไปยังชั้นที่ 2 ซึ่งมีพัดลม

เพื่อดูสิ่งเจือปนขนาดเล็กออก สำหรับการหาประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวเปลือกและประสิทธิภาพการคัดแยกสิ่งเจือปน สามารถหาได้ตามวิธีการของ ญัฐดนัย และคณะ (2557)

เปอร์เซ็นต์การกะเทาะข้าวเปลือก จะทำการทดลองด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก คือ แยกข้าวเปลือกและข้าวกล้องออกจากกัน แล้วชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก ข้าวกล้องและหาเปอร์เซ็นต์การกะเทาะสามารถหาได้จากงานวิจัยของอภิชาติ (2555)

## ผลการวิจัย

### ผลของการอบแห้ง

อิทธิพลของความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัสต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น พบว่า ที่ความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัส 30 cm. สามารถลดความชื้นได้ดีกว่า 50 cm และ 70 cm. ตามลำดับ เนื่องจากรอบของข้าวที่หมุนวนมาแลกเปลี่ยนความร้อนและการถ่ายโอนมวลในบริเวณ สเปาท์ จะเกิดขึ้นได้เร็วกว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้ความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัส ที่ 30 cm. พบว่าเมื่ออุณหภูมิของการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อัตราการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้น สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายใกล้เคียงกับความชื้นของข้าวเปลือกที่มีความปลอดภัยต่อการเก็บรักษาประมาณ 14 % d.b. จะพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้ง 50, 60, 70, และ 80 °C จะใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 150 นาที (17.497 % d.b.), 120 นาที (16.238 % d.b.), 90 นาที (16.753 % d.b.) และ 50 นาที (15.373 % d.b.) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการเปลี่ยนแปลงความชื้น (Mc) และอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้น (MR) ที่ความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัส 30 cm.

Drying time,min	Moisture content (Mc), %d.b.				Moisture ratio (MR)			
	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
0	50.257	50.046	50.504	49.406	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	48.213	49.093	49.059	47.357	0.9593	0.9810	0.9714	0.9585
5	46.936	48.119	47.782	43.995	0.9339	0.9615	0.9461	0.8905
10	46.706	45.394	43.828	37.813	0.9293	0.9070	0.8678	0.7654
15	43.629	43.011	41.917	34.020	0.8681	0.8594	0.8300	0.6886
20	42.896	39.931	39.647	30.523	0.8535	0.7979	0.7850	0.6178
25	42.276	37.766	37.895	26.481	0.8412	0.7546	0.7503	0.5360
30	39.804	36.092	35.452	23.937	0.7920	0.7212	0.7020	0.4845
40	37.326	32.631	31.842	19.150	0.7427	0.6520	0.6305	0.3876
50	34.649	30.347	28.675	15.373	0.6894	0.6064	0.5678	0.3112
60	32.454	28.133	25.016	12.776	0.6458	0.5621	0.4953	0.2586
90	27.252	21.436	16.753	8.871	0.5422	0.4283	0.3317	0.1796
120	22.086	16.238	12.002	7.283	0.4395	0.3245	0.2376	0.1474
150	17.497	12.385	9.265	6.221	0.3481	0.2475	0.1835	0.1259

หากพิจารณาสมรรถนะหรือกำลังการผลิตของเครื่องสีข้าว พบว่า เครื่องสีข้าวที่พัฒนาจะมีสมรรถนะที่สูงกว่าเครื่องสีข้าวต้นแบบ โดยมีกำลังการผลิต 82.22 kg/hr ซึ่งสูงกว่าเครื่องสีข้าว

ต้นแบบ 17.99 kg/hr เนื่องจากไม่เกิดการสูญเสียข้าวสารในกระบวนการขัดขาว ทำให้ได้ข้าวสารเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว

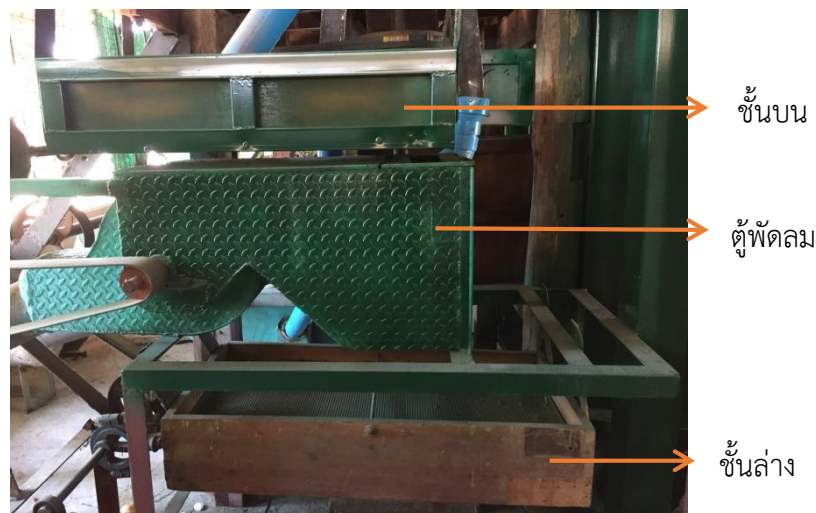
ผลิตภัณฑ์จากการสีข้าว	เครื่องสีข้าวต้นแบบ		เครื่องสีข้าวที่พัฒนา	
	ปริมาณ, $\bar{x} \pm SD$	ประสิทธิภาพ พ, %	ปริมาณ $\bar{x} \pm SD$	ประสิทธิภาพ %
แกลบ, kg	0.72±0.03	7.20	0.82±0.03	8.20
รำ, kg	0.68±0.03	6.80	0.86±0.03	8.60
ข้าวหัก, kg	1.83±0.16	18.30	0.50±0.09	5.00
ข้าวสารรวม, kg	5.86±0.07	58.60	7.15±0.05	71.50
การสูญเสียข้าวเปลือก, kg	0.85±0.03	8.80	0.71±0.03	7.10

### ตารางที่ 3 สมรรถนะของเครื่องสีข้าว

รายละเอียด	เครื่องสีข้าวต้นแบบ $\bar{x} \pm SD$	เครื่องสีข้าวที่พัฒนา $\bar{x} \pm SD$
เวลา, min.	17.35	6.15
ข้าวสารรวม, kg.	7.90	8.43
สมรรถนะ, kg./hr.	63.63	82.22

เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก ได้พัฒนาเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก 3 ชั้น ดังแสดงในภาพที่ 1 เพื่อเป็นการทำความสะอาดข้าวเปลือกก่อนที่จะไปทำการกะเทาะ นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันความ

เสียหายของยางกะเทาะที่เกิดจากเศษหินหรือของแข็งที่ปนไปกับข้าวเปลือกในระหว่างการกะเทาะ ตลอดจนลดการสูญเสียข้าวเปลือกปนไปกับสิ่งเจือปนรวมทั้งปัญหาฝุ่นละออง



ภาพที่ 1 เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก 3 ชั้น

ส่วนประกอบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก

1. ตะแกรงชั้นบนทำหน้าที่กรองเศษใบไม้ เศษฟาง เศษดิน เศษหินและวัสดุที่มีขนาดใหญ่ ตะแกรงชั้นบนมีความกว้าง 90 cm. ยาว 50cm. สูง 10 cm. ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที
2. ตู้พัดลมคัดแยก ทำหน้าที่คัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกกับสิ่งเจือปนที่มีขนาดเบา โดยใช้พัดลมดูดซึ่งตะแกรงชั้นนี้จะมีทั้งหมด 3 ช่อง
3. ตะแกรงชั้นล่างทำหน้าที่คัดแยกสิ่งเจือปนที่พัดลมไม่สามารถดูดออกได้เนื่องจากมีน้ำหนักมากเช่น เมล็ดหญ้า เศษดิน เศษหิน เป็นต้นผล

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก

จากการทดสอบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก ในการทดลองแต่ละครั้งจะใช้ข้าวเปลือกสะอาด 100 kg. รวมกับสิ่งเจือปน เช่น เศษหิน เศษฟาง และอื่นๆ จำนวน 5 kg. เพื่อหาประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวเปลือก ประสิทธิภาพการคัดแยกสิ่งเจือปน ประสิทธิภาพโดยรวม การสูญเสียข้าวเปลือกและอัตราการทำงาน พบว่าข้าวเปลือก และสิ่งเจือปนหลังผ่านกระบวนการคัดแยกสิ่งเจือปนจะได้ข้าวเปลือกสะอาดโดยเฉลี่ย  $99.85 \pm 0.05$  kg. ได้สิ่งเจือปนเฉลี่ย  $0.47 \pm 0.03$  kg. ใช้เวลาในการทดลองแต่ละครั้งเฉลี่ย  $20.70 \pm 1.20$

min. และจะมีข้าวเปลือกที่สูญเสียน้อยหรือเกิดการปะปนรวมไปกับเศษฟาง เศษหิน โดยเฉลี่ย  $0.15 \pm 0.05$  kg. สำหรับสิ่งเจือปนที่รวมมากับข้าวเปลือกโดยส่วนใหญ่จากการสังเกตพบว่าเป็นเศษดิน เศษหิน ที่มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวเปลือกโดยเฉลี่ย  $0.47 \pm 0.03$  kg. อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยกขึ้นอยู่กับลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือกหากพิจารณาอัตราการทำงาน พบว่าในเวลา 1min. สามารถทำ

การคัดแยกสิ่งเจือปนเฉลี่ย  $5.09 \pm 0.28$  kg./min. หรือ 1,000 kg./hr. ขึ้นอยู่กับการป้อนหรือการปล่อยข้าวเปลือกในระหว่างกระบวนการสีข้าว ข้อดีของเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก คือ สามารถคัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเกินร้อยละ 75% และได้ข้าวเปลือกที่สะอาด สำหรับข้อเสีย คือ ไม่สามารถคัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดและน้ำหนักที่ใกล้เคียงเมล็ดข้าวเปลือกได้

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก

ผลิตภัณฑ์ / ประสิทธิภาพ	ก่อนคัดแยก $\bar{x} \pm SD$	หลังคัดแยก $\bar{x} \pm SD$	เวลา min	ประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวเปลือก, %	ประสิทธิภาพการคัดแยกสิ่งเจือปน, %	ประสิทธิภาพโดยรวม, %	การสูญเสียข้าวเปลือก kg.	อัตราการ การทำงาน, kg./min.
ข้าวเปลือกสะอาด, kg.	100 $\pm$ 0.00	99.85 $\pm$ 0.05	20.70 $\pm$ 1.20	99.85 $\pm$ 0.05	90.66 $\pm$ 0.57	95.54 $\pm$ 0.03	0.15 $\pm$ 0.05	5.09 $\pm$ 0.28
สิ่งเจือปน, kg.	5 $\pm$ 0.00	0.47 $\pm$ 0.03						
ข้าวเปลือกสะอาด + สิ่งเจือปน, kg.	105 $\pm$ 0.00	100.3 $\pm$ 0.03						

#### เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ

จากตารางที่ 5 แสดงผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การกะเทาะข้าวเปลือกด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก โดยการสูบลมตัวอย่างข้าวที่ผ่านเครื่อง

กะเทาะ 3 ค่า คือ 1 kg, 1.5 kg และ 2 kg ระยะห่างของลูกยางกะเทาะ 2 mm. พบว่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะจะอยู่ในช่วงระหว่าง 91.77% ถึง 95.33%

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ

น้ำหนักตัวอย่าง, kg	ข้าวกล้อง, kg	ข้าวเปลือก,kg	การกะเทาะ, %
1.0	0.95±0.02	0.05±0.02	95.33±1.52
1.5	1.37±0.01	0.12±0.01	91.77±0.77
2.0	1.84±0.01	0.16±0.01	92.00±0.50

**เปอร์เซ็นต์การหักของข้าวกล้อง**

จากตารางที่ 6 แสดงผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การหักของข้าวกล้อง โดยการสุ่มตัวอย่างข้าวกล้องที่ผ่านเครื่องกะเทาะ 3 ค่า คือ 1 kg, 1.5 kg และ 2 kg ระยะห่างของลูกยางกะเทาะ 2 mm. พบว่า เปอร์เซ็นต์การหักจะอยู่ในช่วงระหว่าง 2.20% ถึง 2.83% ปัจจัยที่มีผลต่อการหัก

ของข้าวกล้องอาจเกิดจากอุณหภูมิของเครื่องและระยะห่างระหว่างลูกยางกะเทาะ ลักษณะทางกายภาพหรือโครงสร้างภายในที่เกิดการร้าวก่อนที่จะมาทำการกะเทาะ การเก็บรักษาในระยะเวลาดังกล่าวไม่เท่ากัน อีกทั้งอุณหภูมิความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกอาจส่งผลกระทบต่อผลการแตกหักอีกด้วย

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การหักข้าวกล้อง

น้ำหนักตัวอย่าง, kg	ข้าวกล้องหัก, kg	ข้าวกล้องเต็มเมล็ด,kg	การหักของข้าวกล้อง, %
1.0	0.02±0.01	0.98±0.01	2.33±0.57
1.5	0.03±0.00	1.47±0.01	2.20±0.35
2.0	0.06±0.01	1.94±0.01	2.83±0.29

**การขัดขาว**

จากการนำข้าวเปลือกสะอาดจำนวน 50 kg, 100 kg และ 150 kg ไปผ่านกระบวนการกะเทาะและขัดขาว พบว่า จะได้ข้าวขาว ข้าวหัก ปลายข้าว รำ แกลบและสิ่งเจือปนโดยเฉลี่ย 58.23±6.33%, 10.13±2.72%, 4.1±1.75%,

6.67±2.72% และ 20.87±2.77% ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 7 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลของการขัดขาวน่าจะมาจากความเร็วรอบ ระยะห่างระหว่างยางขัดขาวกับลูกหิน ระยะเวลาดำเนินการขัดขาวและเบอร์หินขัดขาว

ตารางที่ 7 การขัดขาว

ข้าวเปลือก,kg	ข้าวขาว, kg.	ข้าวหัก, kg.	ปลายข้าว, kg.	รำข้าว, kg.	แกลบ/สิ่งเจือปน /ตกค้างในระบบ, kg.
50	32.70 (65.40%)	3.50 (7.00%)	1.20 (2.40%)	1.80 3.60%	10.80 (21.60%)
100	55.90 (55.90%)	11.60 (11.60%)	5.90 (5.90%)	8.80 (8.80%)	17.80 (17.80%)
150	80.10 (53.40%)	17.70 (11.80%)	6.00 (4.00%)	11.40 (7.60%)	34.80 (23.20%)

### ตะแกรงกลมคัดข้าว

ตะแกรงกลมคัดข้าว เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกข้าวสารคุณภาพดีเต็มเมล็ดออกมาจากข้าวสารที่หักเพื่อแยกเกรดข้าวโดยใช้การหมุนของตะแกรงที่มีหลุมด้านในซึ่งขนาดของหลุมก็จะมีขนาดแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมในการใช้งาน การทดลองในครั้งนี้ได้ใช้ตะแกรงกลมขนาดความยาว 6 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลาง 45 cm. มุมเอียง 4.74 องศา เบอร์ 4.5 มีความเร็วรอบที่ 20 รอบ/นาที จากการทดลองเครื่องสีข้าวโดยปกติแล้วกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีข้าวชุมชนหนองไม้งาม ตำบลห้วยบง อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ในการสีข้าวจะมีการสีข้าว 2 กรณี คือการสีข้าวให้แก่สมาชิกและการสีข้าวเพื่อจำหน่าย

กรณีที่ 1 การสีข้าวให้แก่สมาชิกจัดเป็นการสีข้าวรวม ผลจากการทดลองพบว่าในการสีข้าวเปลือกรวม 100 kg จะทำให้ได้ข้าวสารรวม

ประมาณ 59 kg-60 kg และปลายข้าว 2 kg ในส่วนที่เหลือเป็นแกลบและรำทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้าวเปลือก เช่น พันธุ์ข้าว ความแข็งแรงของเมล็ดข้าว ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก เป็นต้น

กรณีที่ 2 การสีข้าวเพื่อจำหน่ายผลจากการทดลองพบว่าในการสีข้าวเปลือกรวม 100 kg จะได้ข้าวเต็มเมล็ดประมาณ 38 kg-40 kg และข้าวหัก หรือข้าวหักท่อนประมาณ 18 kg-20 kg ปลายข้าวประมาณ 2 kg ส่วนที่เหลือคือแกลบและรำปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณข้าวเต็มเมล็ดคือ กรัมของข้าวก่อนการสีที่มีผลมาจากการเก็บเกี่ยวความชื้นหรือโครงสร้างภายในของข้าว จากการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ใช้ประโยชน์ พบว่าตะแกรงกลมมีประสิทธิภาพในการคัดแยกเกรดข้าวได้ดี และมีความพึงพอใจมากที่สุด  $4.24 \pm 0.63\%$  ต่อการทำงานของตะแกรงกลม

**ตารางที่ 8** ผลความพึงพอใจในรูปแบบของการบริหารจัดการโรงสีข้าวกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีชุมชนหนองไม้งาม ตำบลห้วยบง อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	SD	แปลผล
1. ด้านการสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก	4.12	0.41	ความพึงพอใจมาก
2. ด้านความสามารถในการคัดแยกสิ่งเจือปน	3.71	0.54	ความพึงพอใจมาก
3. ด้านประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวรวม	3.77	0.57	ความพึงพอใจมาก
4. ด้านบรรจุภัณฑ์รวม	3.93	0.56	ความพึงพอใจมาก
5. ด้านการบริหารจัดการโรงสีข้าว	3.68	0.46	ความพึงพอใจมาก
6. ด้านผู้นำและการบริหารกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	4.11	0.55	ความพึงพอใจมาก
7. ด้านการวางแผนการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	3.90	0.53	ความพึงพอใจมาก
8. ด้านการบริหารการตลาด	4.19	0.51	ความพึงพอใจมาก
9. ด้านการจัดการความรู้และข้อมูล	3.82	0.55	ความพึงพอใจมาก
10. ด้านการบริหารสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	3.78	0.49	ความพึงพอใจมาก
11. ด้านการจัดการสินค้าและบริการ	4.18	0.54	ความพึงพอใจมาก
<b>รวม</b>	<b>3.92</b>	<b>0.51</b>	<b>ความพึงพอใจมาก</b>



## สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังการผลิตในกระบวนการสีข้าวให้มีความเหมาะสมสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีชุมชนบ้านหนองไผ่งาม สามารถสรุปผลของการวิจัยได้ดังนี้

1. ได้มีการปรับปรุงซ่อมแซมอาคาร โดยแบ่งพื้นที่เป็น ห้องสำนักงาน ห้องประชุม ห้องเก็บข้าวสาร ห้องเก็บข้าวเปลือก บริเวณติดตั้งเครื่องสีข้าวและแปรรูป ห้องน้ำและพื้นที่ใช้สอยอื่นๆ

2. ได้มีการสร้างเครื่องสีข้าวให้มีความเหมาะสมกับวิสาหกิจชุมชนฯ โดยมีกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 100 ตันข้าวสารต่อปี พบว่าเครื่องสีข้าวจะมีความคงทนแข็งแรง ง่ายต่อการซ่อมบำรุง ซึ่งจะมีส่วนประกอบหลักคือ เครื่องตัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก 3 ชั้น (ตะแกรงชั้นบน ตั้วพัดลมคัดแยก และตะแกรงชั้นล่าง) เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบ 3 ลูกยางขนาด 4×6 นิ้ว เครื่องขัดขาวแบบ 2 หินตั้ง ขนาด 12×14 นิ้ว เครื่องคัดเกรดข้าวแบบตะแกรงกลม ขนาด 6 ฟุต เบอร์ 4.5 ระบบส่งกำลังโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและระบบขนถ่ายเป็นแบบสายพานกะพ้อลำเลียง ตันกะพ้อข้าวเปลือก ตันกะพ้อข้าวกล้องและตันกะพ้อข้าวสาร

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนแบบตะแกรงโยก 3 ชั้น ชนิดมีพัดลมดูด พบว่า ประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวเปลือก ประสิทธิภาพการคัดแยกสิ่งเจือปน ประสิทธิภาพโดยรวม มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $99.85 \pm 0.05\%$ ,  $90.99 \pm 0.57\%$ ,  $95.54 \pm 0.03\%$  ตามลำดับ สำหรับผลของการสูญเสียข้าวเปลือกและอัตราการทำงานจะมีค่าเท่ากับ  $0.15 \pm 0.05$  kg และ  $5.09 \pm 0.28$  kg/min ตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนและปริมาณของสิ่งเจือปน กล่าวคือ ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่ออัตราการป้อน

และมีสิ่งเจือปนเพิ่มขึ้น สำหรับสิ่งเจือปนที่ไม่สามารถคัดแยกได้นั้นเนื่องจากว่ามีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวเปลือก

4. ผลของการกะเทาะข้าวเปลือกด้วยวิธีการสูมตัวอย่างข้าวที่ผ่านเครื่องกะเทาะที่มีระยะห่างของลูกยางที่ 2 mm จำนวน 1 kg เพื่อมาทำการวิเคราะห์ พบว่า จะได้ข้าวกล้อง  $0.95 \pm 0.02$  kg และข้าวเปลือกที่ปนอยู่ในข้าวกล้อง (กากข้าว)  $0.05 \pm 0.02$  kg หรือคิดเป็นประสิทธิภาพของการกะเทาะเท่ากับ  $93.03 \pm 1.99\%$  นอกจากระยะห่างของลูกยางกะเทาะจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการกะเทาะแล้วยังส่งผลต่อการหักของข้าวกล้องอีกด้วย กล่าวคือ เมื่อสูมตัวอย่างข้าวกล้องมา 1 kg จะได้ข้าวกล้องเต็มเมล็ด  $0.98 \pm 0.01$  kg และข้าวกล้องหัก  $0.02 \pm 0.01$  kg หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การแตกหักเท่ากับ  $2.33 \pm 0.57\%$  ปัจจัยที่มีผลต่อการหักของข้าวกล้องคือระยะห่างของยางกะเทาะ อุณหภูมิของลูกยางหรือข้าวเปลือกซึ่งอาจจะหักก่อนที่จะมาทำการกะเทาะในขณะที่ผลการทดสอบนำข้าวเปลือก 100 kg ไปกะเทาะและขัดขาว พบว่า จะได้ข้าวขาว ข้าวหัก ปลายข้าว รำ แกลบ จำนวน 55.90 kg, 11.60 kg, 5.90 kg, 8.80 kg และ 17.80 kg ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการขัดขาวคือความเร็วรอบของลูกหิน ระยะห่างของลูกหินระยะเวลาในการขัดขาวและเบอร์หินขัดขาว

5. ผลของการคัดเกรดข้าวนั้นจะแยกเป็น 2 กรณี คือ 1) กรณีที่สีข้าวให้กับสมาชิกจะเป็นการสีข้าวรวม โดยที่ข้าวสารจะไม่ผ่านตะแกรงกลม 2) กรณีที่สีข้าวเพื่อจำหน่ายจะมีการนำข้าวสารไปผ่านตะแกรงกลมเพื่อคัดแยกข้าวหักออกจากข้าวเต็มเมล็ด ผลของการสีข้าวรวม (กรณีที่ 1) พบว่าในการสีข้าวเปลือก 100 kg จะได้ข้าวสารรวมประมาณ 59-60 kg ปลายข้าวประมาณ 2 kg ในส่วนที่เหลือเป็นแกลบและรำทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้าวเปลือก สำหรับผลของการสีข้าวเพื่อจำหน่าย (กรณีที่ 2) พบว่า จะได้ข้าวเต็มเมล็ด

ประมาณ 38-40 kg และข้าวหัก หรือข้าวหักท่อน ประมาณ 18-20 kg ปลายข้าวประมาณ 2 kg ส่วนที่เหลือคือแกลบและร่านนอกจากนี้หากพิจารณาสมรรถนะโดยรวมของเครื่องสีข้าวพบว่าจะมีการผลิตที่ 82.22 kg/hr

6. อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งและความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัสต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวหอมมะลิ 105 ภายใต้อุณหภูมิอบแห้งและความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัสที่แตกต่างกันคือ อุณหภูมิอบแห้งที่ 50, 60, 70, และ 80°C ความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัสที่ 30, 50, และ 70 cm. ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการอบแห้ง หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงตลอดระยะเวลาของการอบแห้งอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัส เงื่อนไขที่สามารถลดความชื้นได้เร็วที่สุดคือ อุณหภูมิอบแห้งที่ 80 °C และความสูงหนาแน่นบริเวณแอนนูลัส 30 cm.

7. การบริหารจัดการข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีชุมชนบ้านหนองไม้งามได้น้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้โดยมีวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้สมาชิกดำเนินธุรกิจร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และช่วยเหลือส่วนรวม โดยใช้หลักคุณธรรมพื้นฐานของมนุษย์และจริยธรรมอันดีงาม การประหยัดเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่สมาชิกและส่วนรวม ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมจนสามารถอยู่ดีกินดี มีสันติสุขโดยการบริหารจัดการจะเป็นไปตามข้อบังคับกลุ่มวิสาหกิจกลุ่มโรงสีชุมชนหนองไม้งาม ประกอบด้วย 8 หมวด คือ หมวดทั่วไป หมวดทุน หมวดการดำเนินงาน หมวดสมาชิก หมวดการประชุมใหญ่ หมวดผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ของกลุ่ม หมวดแก้ไขเพิ่มเติมข้อบังคับ และหมวดเบ็ดเสร็จ

8. ผลการสำรวจความพึงพอใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการโรงสีข้าวกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยมีระดับคะแนนความพึงพอใจคือ (1) น้อยที่สุด (2)

น้อย (3) ปานกลาง (4) มาก (5) มากที่สุด พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 30 คน เป็นเพศชาย 18 คนและเพศหญิง 12 คน อายุเฉลี่ย 41-50 ปี ซึ่งมีความพอใจในกระบวนการลดความชื้นของข้าวเปลือกด้วยวิธีการอบแห้งอยู่ในระดับมาก ( $4.12 \pm 0.41$ ) ความสามารถในการคัดแยกสิ่งเจือปนอยู่ในระดับมาก ( $3.71 \pm 0.54$ ) ด้านประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวอยู่ในระดับมาก ( $3.77 \pm 0.57$ ) ด้านบรรจุก้อนอยู่ในระดับมาก ( $3.93 \pm 0.56$ ) ด้านการบริหารจัดการโรงสีข้าวอยู่ในระดับมาก ( $3.68 \pm 0.46$ ) ด้านผู้นำและการบริหารกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอยู่ในระดับมาก ( $4.11 \pm 0.55$ ) ด้านการวางแผนการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอยู่ในระดับมาก ( $3.90 \pm 0.53$ ) ด้านการตลาดอยู่ในระดับมาก ( $4.19 \pm 0.51$ ) ด้านการจัดการความรู้และข้อมูลระดับมาก ( $3.82 \pm 0.55$ ) ด้านการบริหารสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอยู่ในระดับมาก ( $3.78 \pm 0.49$ ) และด้านการจัดการสินค้าหรือบริการอยู่ในระดับมาก ( $4.18 \pm 0.54$ ) นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในส่วนของเครื่องอบแห้งว่าควรมีการพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้ได้อย่างมีความเหมาะสม

9. ผลของการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีชุมชนหนองไม้งาม ได้มีการนำผลงานวิจัยที่ได้จากการปรับปรุง พัฒนาและสร้างโรงสีข้าวไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ตลอดจนทั้งการใช้ประโยชน์ในทางอ้อม

#### ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดการพัฒนาด้อยอดมุ่งเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการบริหารจัดการข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโรงสีข้าวชุมชนหนองไม้งามให้มากที่สุดจึงควรสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับชุมชนใกล้เคียง หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานเอกชน การจัดหาตลาด การจัดทำสื่อเว็บไซต์ และมีการประชาสัมพันธ์ ตลอดจนทั้งการจัดสวัสดิการให้แก่สมาชิกหรือจัดกิจกรรมเพื่อสาธารณะประโยชน์ และควรมีการปรับปรุง

### เอกสารอ้างอิง

- American Soybean Association. (ASA). (1990) *Fullfat Soybean*. Handbook of American Soybean Association.
- Artnasew, A. & Vawde, S. (2555). *Reducing Broken Rice in Rice Mill (Part 1: Drying, Cleaning and Dehusking)*, Conference of Industrial Engineering 2555: 17-19 October 2555 Cham Phetchaburi.
- Chaichet, R. (2559). Study of Suitable Factors for Hang Rice Milling. *Academic Journal Engineering UBU*, 9(2): 96-102.
- Phanuchareonwong, N., Ladsritha, R. & Artsanatip, K. (2557). Rice Impurities Cleaning Machine, *Journal of Research*, 7(2). <http://ird.rmutto.ac.th/>.
- Kumklam, P. (2557). *The Mechanical Strength of White Rice Kernel Related to Milling Quality*, Research, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.
- Kwakhong, P. & Artnasew, A. (2554). *Effect of air temperature reduction on the polishing process on fragility of jasmine rice*, The 21st International Conference on Chemical Engineering and Applied Chemistry: 10-11 November 2554, Hat Yai, Song Kra.
- Kwakhong, P., Thabuot, M. & Leethochawalit, M. (2555). *Improving dehusking efficiency of jasmine rice*, The 2nd national rice research conference, p 89-92.
- Soponronnarit, S., (2540). *Drying Grains and Some Types of Foods*, (7th edition), KMITT.
- Tapaoloy, T., Chanprasert, W., Cheaphan, K., Phongphaew, C. & Taptimpian, P. (2554). Prediction of Head Rice Percentage by De-hulling Fresh Pad. *Agricultural Sci. J.* 42(2): 153-156.
- Wichai, N., Khowsa-ard, N. & Fusang, W. (2555). Design and Create Brown Rice Milling Machine for Rice Mill Industry. University of Technology Lanna Chiang Rai.