การพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง

กันญา โกสุมภ์* ศิวดล แก้วอาจ สิทธิโชค นวนไชย และ ภูวนัย สุขแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

รับบทความ 3 กันยายน 2567 แก้ไขบทความ 9 กันยายน 2568 ตอบรับบทความ 24 กันยายน 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงให้สามารถคัดแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากข้าวสารที่ผ่านกระบวนการสีข้าวของโรงสีข้าวชุมชนขนาดเล็กในชนบท โดยใช้หลักการของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางร่วมกับการคัดแยกขนาดด้วยตะแกรงที่ซ้อนอยู่ภายในถังทรงกลม ซึ่งกลไกในการคัดแยกประกอบด้วย ตะแกรง A ทำหน้าที่คัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดข้าวสาร ตะแกรง B ทำหน้าที่คัดแยกข้าวสารเมล็ดเต็ม ตะแกรง C ทำหน้าที่คัดแยกข้าวสารเมล็ดหัก และ D คือชั้นนอกสุดที่เป็นถังทรงกลมทำหน้าที่รับข้าวปลายและเมล็ดวัชพืชที่มีขนาดเล็กกว่าข้าวสารเมล็ดหัก ทำการศึกษากับตัวแปร 3 ประเภท คือ มุมเทของถังคัดแยก 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 องศา ความเร็วในการหมุนของถังคัดแยก 3 ระดับ คือ 15, 20 และ 25 รอบต่อนาที และชนิดของข้าวสาร 2 ชนิด คือ ข้าวสารหอมมะลิ และข้าวสารเหนียว แต่ละสภาวะทดลองละ 3 ซ้ำ ผลการทดสอบพบว่า มุมเท 2 องศา ข้าวสารมีการไหลช้า ทำให้มีเวลาในการคัดแยกเพิ่มขึ้น ความเร็ว 15 รอบต่อนาที แรงกระแทกต่ำ ลดการแตกหักของเมล็ดข้าว ข้าวสารหอมมะลิ คัดแยกได้ดีกว่าข้าวสารเหนียวเนื่องจากความแตกต่างของรูปร่างและขนาด สภาวะที่เหมาะสมคือ มุมเท 2 องศา และความเร็ว 15 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวสารหอมมะลิ 95.5 เปอร์เซ็นต์ และข้าวสารเหนียว 94.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : ข้าวสาร; สิ่งเจือปน; เครื่องคัดแยก; แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง; ประสิทธิภาพการคัดแยก

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +669 7343 1107, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: kanya.ko@rmuti.ac.th*

Development of a Centrifugal Rice Grain Sorting Machine

Kanya Kosum* Siwadon Kaawart Sitthichok Nuanchai and Phuwanai Sukkaew

Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan
744 Suranarai Road, Nai Mueang Subdistrict, Mueang District, Nakhon Ratchasima 30000

Received 3 September 2024; Revised 9 September 2025; Accepted 24 September 2025

Abstract

This research focuses on the development of a rice grain sorting machine intended to remove contamination from rice after the milling process in small rice mills in rural areas. The machine operates on the concepts of centrifugal force and size sorting and utilises a series of nested sieves inside a circular tank. The sorting mechanism contains Sieve A, which separates impurities larger than rice grains; Sieve B, which sorts whole rice grains; Sieve C, which differentiates broken rice grains; and Sieve D, which collects broken rice and weed seeds that are smaller than broken rice grains. The study examined three factors: 1) pouring angle of the separation tank at 2°, 3°, and 4°; 2) tank rotational speeds at 15, 20, and 25 rpm; and 3) rice types, including jasmine and glutinous rice. Each experimental condition was replicated three times. Results showed that at a 2° angle, rice flows slowly, allowing more sorting time; at 15 rpm, low impact force reduces grain breakage, and jasmine rice sorts better than glutinous rice due to shape and size differences. Optimal conditions are a 2° pouring angle and 15 rpm rotational speed, providing separation efficiency of 95.5% for jasmine rice and 94.0% for glutinous rice, respectively.

Keywords : Rice; Contaminations; Sorting Machine; Centrifugal Force; Separation Efficiency

** Corresponding Author. Tel.: +669 7343 1107, E-mail Address: kanya.ko@rmuti.ac.th*

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของโลก ซึ่งมีประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยในแต่ละปีทั่วโลกมีความต้องการข้าวอย่างน้อย 617 ล้านตัน ซึ่งข้าวดังที่กล่าวถึงนี้ได้มาจากพื้นที่ปลูกข้าวที่กระจายอยู่ในทุกทวีป (ยกเว้นแอนตาร์คติก) คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 958 ล้านไร่ โดยที่ประมาณร้อยละ 90 มีการผลิตและบริโภคอยู่ในทวีปเอเชีย [1] ข้อมูลจากสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย กล่าวว่า การส่งออกข้าวของไทยปี 2567 มีปริมาณ 9.95 ล้านตัน เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 13 สร้างรายได้เข้าประเทศไทยกว่า 225,656 ล้านบาท โดยที่ประเทศไทยส่งออกเป็นอันดับสามของโลก รองจากประเทศอินเดียที่เป็นผู้ส่งออกอันดับหนึ่งปริมาณ 19.55 ล้านตัน และเวียดนาม 6.24 ล้านตัน [2] กระบวนการเก็บเกี่ยวและแปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารนั้นมีวิวัฒนาการที่ทันสมัยมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี [3] ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวและแปรรูปข้าวเปลือกได้อย่างรวดเร็วขึ้น แต่ความเร็วที่เพิ่มขึ้นนั้นก็ทำให้กระบวนการคัดแยกข้าวเปลือกออกจากสิ่งเจือปนมีประสิทธิภาพต่ำลง เนื่องจากข้าวเปลือกที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวนั้นยังคงมีเมล็ดของวัชพืช เศษฟาง กรวด และหิน ติดมาด้วย เมื่อนำข้าวเปลือกดังกล่าวไปเข้ากระบวนการสีข้าวในโรงสีชุมชนที่อยู่ในชนบท ซึ่งมักเป็นโรงสีขนาดเล็ก มีคุณภาพในกระบวนการคัดแยกต่ำ จะมีผลทำให้ยังคงมีเมล็ดของวัชพืช เศษฟาง กรวด และหิน ติดมากับข้าวสารด้วย การคัดแยกในปัจจุบันตามวิถีของชาวบ้านในชนบท คือมักใช้การฝัดข้าว หรือใช้มือหยิบสิ่งเจือปนออก [4] ซึ่งจะประสบปัญหาจากการไม่สามารถแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็ก เศษไม้ หรือเศษหินที่มีสีคล้ายกับข้าวสารได้ ทำให้การคัดแยกไม่สามารถนำสิ่งเจือปนออกได้ทั้งหมด ปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนออกมาจำหน่ายหลายรูปแบบ เช่น แบบตะแกรงโยก แบบสั่น และแบบหมุน [5] ซึ่งเครื่องคัดแยกที่กล่าวมานั้น ยังพบว่า มีราคาสูง และอาจจะยังไม่สามารถคัดแยกได้หลายขนาด

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเครื่องคัดแยกสำหรับชุมชนหลายประเภท อาทิเช่น Kaewwinat ได้นำเสนอเครื่องคัดแยกวัชพืชออกจากข้าวเปลือกที่ใช้ตะแกรงและอุโมงค์ลม ซึ่งมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน [6] Pukdeewong และคณะ ได้พัฒนาเครื่องคัดแยกกรวดในกระบวนการสีข้าวขนาดเล็ก ที่ทำงานได้ดีที่สุดที่ความเร็ว 490 รอบต่อนาที และมุมเอียงของตะแกรง 13 องศา [7] ในขณะที่ Chongpleumpiti และคณะ ได้สร้างและทดสอบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนที่ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกใกล้เคียงกับแรงงานคนมากที่สุด ที่ความเร็วรอบ 213.6 รอบต่อนาที และมุมเอียง 8.63 องศา [8] การศึกษาในต่างประเทศยัง พบว่า ปัจจัยต่าง ๆ เช่น มุมเอียงของตะแกรง ความเร็วรอบ และอัตราการป้อน มีผลอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพการคัดแยก [9] การศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการคัดแยกมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องจักรและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้คัดแยก

ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงที่มีขนาดเหมาะสมกับการทำงานของผู้สูงอายุที่อยู่ในชนบท และศึกษาประสิทธิภาพการคัดแยกภายใต้สภาวะการทำงานที่แตกต่างกัน เพื่อจะช่วยลดปริมาณของสิ่งเจือปนที่มีในข้าวสารที่ได้จากการสีข้าวในโรงสีชุมชน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามวิธีการดังนี้

2.1 การพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง

การออกแบบเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง เริ่มต้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการคัดแยก ซึ่งประกอบด้วย ขนาดและรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร ความเร็วรอบของถังคัดแยก

และมุมเทของถังคัดแยก [10] และการออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องตั้งอยู่บนหลักการคำนวณทางวิศวกรรม [11] โดยมีรายละเอียดและสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

2.1.1 การคำนวณหาแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานในการคัดแยกวัสดุที่แตกต่างกันด้วยการหมุน หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวล ความเร็วเชิงมุม และรัศมีการหมุน [10] ดังสมการที่ (1)

$$F = m\omega^2 r \quad (1)$$

โดยที่

F = แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (นิวตัน)

m = มวลของวัตถุ (กิโลกรัม)

ω = ความเร็วเชิงมุมของวัตถุ (เรเดียนต่อวินาที)

r = ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางการหมุน (เมตร)

2.1.2 การคำนวณกำลังมอเตอร์

กำลังมอเตอร์ที่ต้องการสำหรับการขับเคลื่อนระบบ คำนวณได้จากสมการที่ (2) [11]

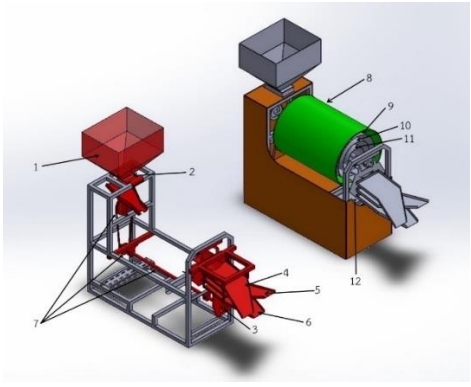
$$P = 2\pi nT/60 \quad (2)$$

โดยที่

P = กำลังมอเตอร์ (วัตต์)

n = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

T = แรงบิด (นิวตัน-เมตร)



รูปที่ 1 โครงร่างของเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงและชิ้นส่วนหลักของเครื่อง

ตารางที่ 1 ค่าการออกแบบหลักของเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง

พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ	หน่วย	ผลลัพธ์
มวลข้าวสารต่อรอบ	0.48	กิโลกรัม	-
ความเร็วเชิงมุม (15 รอบต่อนาที)	1.57	เรเดียนต่อวินาที	-
รัศมีถังคัดแยก	0.15	เมตร	-
แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	-	นิวตัน	0.178
แรงบิดที่ต้องการ	-	นิวตัน-เมตร	2.67
กำลังมอเตอร์ที่ต้องการ	-	วัตต์	42
กำลังมอเตอร์ที่เลือกใช้	-	วัตต์	250

จากการคำนวณออกแบบ เครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงที่พัฒนาขึ้นมีคุณลักษณะ ขนาดโครงสร้าง กว้าง × ยาว × สูง = 40 × 60 × 80 เซนติเมตร มอเตอร์ขนาด 250 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ ความเร็วสูงสุด 306 รอบต่อนาที ระบบส่งกำลัง อัตราทด 9.78:1 แรงบิดสูงสุด 7.82 นิวตัน-เมตร ถังคัดแยก เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ความสูง 25 เซนติเมตร ตะแกรงคัดแยก 3 ชั้น โดยมีขนาดรูตะแกรง A = 5 มิลลิเมตร, B = 2.5 มิลลิเมตร, C = 1.5 มิลลิเมตร ความสามารถในการคัดแยก 5-10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักตามแสดงในรูปที่ 1 รายละเอียดหมายเลข 1 คือ ถังรับข้าว 2 คือ แผ่นเปิด-ปิดกั้นการไหลของข้าว 3 คือ ลูกเบี้ยว 4 คือ ช่องทางออก A สำหรับสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่กว่าข้าวสาร 5 คือ ช่องทางออก B สำหรับข้าวสารเม็ดเต็ม 6 คือ ช่องทางออก C สำหรับข้าวสารเม็ดหัก 12 คือ สำหรับปลายข้าวและสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็กกว่าข้าวสารเม็ดหัก 7 คือ ระบบส่งกำลัง 8 คือ ถังคัดแยก 9 คือ ตะแกรงคัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่กว่าข้าวสาร 10 คือ ตะแกรงคัดแยกข้าวสารเม็ดเต็ม และ 11 คือ ตะแกรงคัดแยกข้าวสารเม็ดหัก

2.1.3 กลไกการทำงาน

เครื่องคัดแยกมีกลไกการทำงาน 4 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยที่ช่องทางออก A คัดแยกสิ่งเจือปนขนาดใหญ่กว่าข้าวสาร ช่องทางออก B คัดแยกข้าวสารเมล็ดเต็ม ช่องทางออก C คัดแยกข้าวสารเมล็ดหัก ช่องทางออก D คัดแยกข้าวปลายและสิ่งเจือปนขนาดเล็ก

รูปที่ 2 กลไกการทำงานของเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงได้ดำเนินการตามระเบียบวิธีที่กำหนดไว้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับประสิทธิภาพการคัดแยก

2.2.1 ตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรต้น

มุมเทของถังคัดแยก 2, 3 และ 4 องศา

ความเร็วรอบของถังคัดแยก 15, 20 และ 25 รอบต่อนาที

ชนิดข้าวสาร ข้าวสารหอมมะลิ และข้าวสารเหนียว

ตัวแปรตาม

ประสิทธิภาพการคัดแยก (เปอร์เซ็นต์) คำนวณจากสมการที่ (3)

$$\eta = \left(W_{screen} / W_{in}\right) \times 100 \qquad (3)$$

โดยที่

η = ประสิทธิภาพการคัดแยก (เปอร์เซนต์)

W_{screen} = น้ำหนักข้าวสารเมล็ดเต็มที่คัดได้ (กรัม)

W_{in} = น้ำหนักข้าวสารเมล็ดเต็มที่ป้อนเข้า (กรัม)

ตัวแปรควบคุม

ปริมาณข้าวสารและสิ่งเจือปนทั้งหมด 480 กรัม ประกอบด้วย

สิ่งเจือปนขนาดใหญ่ 10 กรัม

ข้าวสารเมล็ดเต็ม 400 กรัม

ข้าวสารเมล็ดหัก 50 กรัม

ข้าวปลายและสิ่งเจือปนขนาดเล็ก 20 กรัม

2.2.2 วิธีการทดลอง

เตรียมตัวอย่างข้าวสารและสิ่งเจือปนตามสัดส่วนที่กำหนด ปรับมุมเทและความเร็วรอบตามสภาวะการทดลอง ป้อนตัวอย่างเข้าสู่เครื่องคัดแยก เก็บผลผลิตจากแต่ละช่องทางออก (A, B, C, D) ชั่งน้ำหนักและวิเคราะห์องค์ประกอบ ทำซ้ำการทดลอง 3 ครั้งต่อสภาวะ

2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการคัดแยกภายใต้สภาวะต่าง ๆ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงที่พัฒนาขึ้น ที่แสดงดังตารางที่ 2 และสามารถสรุปผลการทดลองตามตัวแปรที่ศึกษาได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการคัดแยกภายใต้สภาวะต่าง ๆ

ชนิดข้าวสาร	มุมเท (องศา)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ประสิทธิภาพการคัดแยก (%)
หอมมะลิ	2	15	95.5 ± 1.2
		20	92.1 ± 1.8
		25	88.3 ± 2.5

ชนิดข้าวสาร	มุมเท (องศา)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ประสิทธิภาพการคัดแยก (%)
หอมมะลิ	3	15	89.2 ± 2.1
		20	85.7 ± 2.4
		25	81.3 ± 3.0
	4	15	82.7 ± 2.8
		20	78.5 ± 3.2
		25	74.1 ± 3.8
เหนียว	2	15	94.0 ± 1.5
		20	90.5 ± 2.0
		25	86.7 ± 2.9
	3	15	87.8 ± 2.3
		20	84.2 ± 2.7
		25	79.8 ± 3.4
	4	15	80.5 ± 3.1
		20	76.9 ± 3.5
		25	72.3 ± 4.1

3.1 ผลของมุมเทของถังคัดแยกต่อประสิทธิภาพการคัดแยก

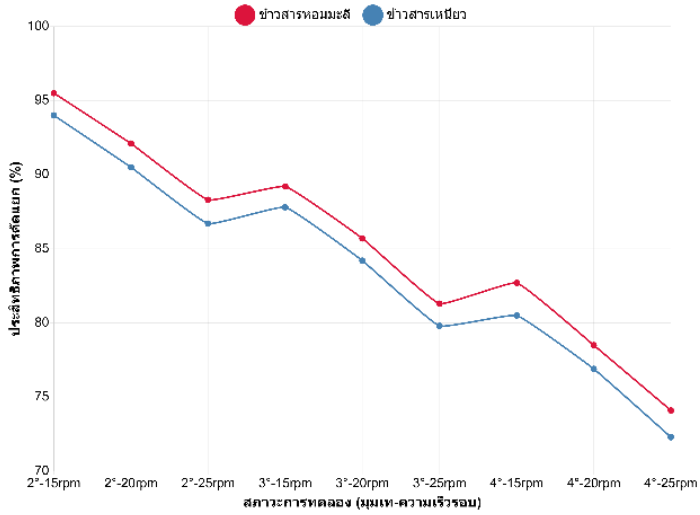
การศึกษาผลของมุมเทของถังคัดแยก พบว่า มุมเท 2 องศา ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุดทั้งในข้าวสารหอมมะลิและข้าวสารเหนียว โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการคัดแยก 95.5±1.2 เปอร์เซ็นต์ และ 94.0±1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่มุมเท 2 องศา ให้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้น เนื่องจากมุมเทที่น้อยจะช่วยให้ข้าวสารมีเวลาในการคัดแยกมากขึ้น ทำให้เมล็ดข้าวสารสามารถตกลงสู่ตะแกรงที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pukdeewong et al. [7] ที่พบว่า มุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการคัดแยกกรวดในกระบวนการสีข้าวอยู่ในช่วง 8-13 องศา และเนื่องจากมุมเทที่น้อยทำให้เวลาในการคัดแยกเพิ่มขึ้น เมล็ดข้าวสารตกลงผ่านตะแกรงได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการ Angle of repose ของวัสดุเกษตร [12]

3.2 ผลของความเร็วในการหมุนของถังคัดแยกต่อประสิทธิภาพการคัดแยก

การศึกษาผลของความเร็วรอบ พบว่า ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการคัดแยกข้าวสารหอมมะลิ 95.5±1.2 เปอร์เซ็นต์ และข้าวสารเหนียว 94.0±1.5 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วรอบที่ต่ำให้ประสิทธิภาพสูงกว่า เนื่องจากลดการกระแทกและการแตกหักของเมล็ดข้าวสาร [13] และให้เวลาเพียงพอสำหรับการแยกตัวของเมล็ดข้าวสารตามน้ำหนักและขนาด ผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chongpleumpiti et al. [8] ที่พบว่า ความเร็วรอบ 213.6 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกที่เหมาะสม

3.3 ผลของชนิดข้าวสารต่อประสิทธิภาพการคัดแยก

การเปรียบเทียบระหว่างข้าวสารหอมมะลิและข้าวสารเหนียว พบว่า ข้าวสารหอมมะลิมีประสิทธิภาพการคัดแยกสูงกว่าข้าวสารเหนียวในทุกสภาวะการทดลอง โดยเฉลี่ยประมาณ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างนี้เกิดจากลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวที่แตกต่างกัน โดยข้าวสารหอมมะลิมีความยาวและรูปร่างที่สม่ำเสมอกว่าข้าวสารเหนียว ทำให้มีพฤติกรรมการไหลและการคัดแยกที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sirisomboon et al. [14] ที่พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดมีผลต่อประสิทธิภาพการคัดแยก



รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกภายใต้สภาวะต่าง ๆ

ตารางที่ 3 การกระจายตัวของผลผลิตในแต่ละช่องทางออก (สภาวะที่เหมาะสม: 2°, 15 rpm)

ประเภทวัสดุ	น้ำหนักที่ป้อนเข้า (กรัม)	ช่องทางออก A (กรัม)	ช่องทางออก B (กรัม)	ช่องทางออก C (กรัม)	ช่องทางออก D (กรัม)
ข้าวสารหอมมะลิ					
สิ่งเจือปนขนาดใหญ่	10	9.2 ± 0.3	0.5 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1
ข้าวสารเมล็ดเต็ม	400	1.0 ± 0.4	382.0 ± 4.8	12.5 ± 1.2	4.5 ± 0.8
ข้าวสารเมล็ดหัก	50	0.2 ± 0.1	2.8 ± 0.5	44.1 ± 1.5	2.9 ± 0.4
ข้าวปลาย+สิ่งเจือปนเล็ก	20	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.2	1.2 ± 0.3	18.4 ± 0.6
ข้าวสารเหนียว					
สิ่งเจือปนขนาดใหญ่	10	8.9 ± 0.4	0.7 ± 0.3	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0.1
ข้าวสารเมล็ดเต็ม	400	1.5 ± 0.5	376.0 ± 6.0	15.2 ± 1.8	7.3 ± 1.2
ข้าวสารเมล็ดหัก	50	0.3 ± 0.1	3.2 ± 0.7	42.8 ± 2.1	3.7 ± 0.6
ข้าวปลาย+สิ่งเจือปนเล็ก	20	0.2 ± 0.1	0.5 ± 0.3	1.5 ± 0.4	17.8 ± 0.8

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงมุมเทและความเร็วรอบมีผลต่อประสิทธิภาพการคัดแยกอย่างชัดเจน โดยมุมเท 2 องศา และความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในทั้งสองชนิดข้าวสาร

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (มุมเอียง 2° และความเร็วรอบ 15 rpm) สามารถแยกข้าวสารและสิ่งเจือปนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้าวสารหอมมะลิและข้าวสารเหนียวมีแนวโน้มการ

กระจายตัวที่คล้ายคลึงกัน สำหรับข้าวสารหอมมะลิ พบว่า สิ่งเจือปนขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ (92%) ถูกแยกออกทางช่อง A ข้าวสารเมล็ดเต็มถูกแยกออกทางช่อง B ด้วยประสิทธิภาพสูง (95.5%) ข้าวสารเมล็ดหักถูกรวบรวมที่ช่อง C (88.2%) และข้าวปลายพร้อมสิ่งเจือปนเล็กถูกแยกออกทางช่อง D (92%) ในขณะที่ข้าวสารเหนียวแสดงประสิทธิภาพการแยกที่ใกล้เคียงกัน แต่มีค่าเล็กน้อยลดลงในข้าวสารเมล็ดเต็ม (94%) และข้าวสารเมล็ดหัก (85.6%) ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างทางกายภาพของเมล็ดข้าวเหนียวที่มีความหนาแน่นและสมบัติการยึดเกาะที่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ

ผลการทดลองนี้ยืนยันว่าพารามิเตอร์การทำงานที่เลือกใช้เหมาะสมสำหรับการแยกข้าวสารทั้งสองพันธุ์ [15] โดยมีการปนเปื้อนข้ามช่องในระดับที่ยอมรับได้ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ต่ำแสดงถึงความเสถียรของกระบวนการแยก

4. สรุป

ในงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง โดยมีแนวคิดมาจากปัญหาการคัดแยกข้าวสารในชนบท เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวสาร ผู้วิจัยได้มีการศึกษาข้อมูลที่จำเป็น และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยง และทดสอบเพื่อหาความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงที่พัฒนาขึ้นที่ความเร็วรอบของถังคัดแยก 3 ระดับ คือ 15, 20 และ 25 รอบต่อนาที เทียบกับมุมเทของถังคัดแยก 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 องศา พบว่า การคัดแยกเมล็ดข้าวสารหอมมะลิ และข้าวสารเหนียว ที่ความเร็วรอบของถังคัดแยก 15 รอบต่อนาที มุมเทของถังคัดแยก 2 องศา มีความสามารถในการคัดแยกข้าวสารออกจากสิ่งเจือปนได้ดีกว่าที่ความเร็วรอบของถังคัดแยก และมุมเทของถังคัดแยกในระดับอื่น ๆ ที่ทำการทดสอบ โดยมีประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุด 95.5 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวสารหอมมะลิ และ 94.0 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสารเหนียว ตามลำดับ ลดการแตกหักของเมล็ดข้าวสาร และใช้พลังงานต่ำ สำหรับการพัฒนาต่อไปควรศึกษาการปรับปรุงระบบป้อนวัตถุดิบให้มีความต่อเนื่อง และการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยเครื่องคัดแยกข้าวสารแบบหมุนเหวี่ยงที่พัฒนาขึ้นนี้เหมาะสำหรับโรงสีชุมชนขนาดเล็ก ไม่เหมาะกับการผลิตขนาดใหญ่ ทั้งนี้ประสิทธิภาพของเครื่องขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพข้าวสาร

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำปีงบประมาณ 2566 ขอขอบคุณ คณาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณ คุณพิเศษ ดีอยากได้ และ คุณชายชาญ เพียรพยุงพงศ์ ที่ร่วมเป็นส่วนหนึ่งเพื่อทำให้งานนี้สำเร็จได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, "World Rice Production and Marketing Situation, Production Year 2023/2024," [Online]. Available: https://www.ricethailand.go.th/home/images/may.pdf. [Accessed: Mar. 15, 2024].

[2] Thai Rice Mills Association, "Thailand Rice Export Statistics 2024," [Online]. Available: https://www.thairicemillers.com/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=8&id=21&Itemid=53. [Accessed: Mar. 20, 2024].

[3] A. N. M. R. Bin Rahman and J. Zhang, “Trends in rice research: 2030 and beyond,” *Food and Energy Security*, vol. 12, no. 2, p. e390, Mar. 2023

[4] Food and Agriculture Organization, "Labour-saving technologies and practices: manual and motorised cleaning of grains and pulses," FAO Family Farming Knowledge Platform, 2020. [Online]. Available: https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1619218/. [Accessed: Dec. 26, 2024].

[5] R. P. Singh and D. R. Heldman, *Introduction to Food* Engineering, 5th ed. San Diego, CA: Academic Press, 2014, pp. 345-378.

[6] N. Kaewwinat, "Development of a Machine for Separating Weeds and Impurities from Rice Seeds," B.S. thesis, Fac. Ind. Tech., Surin Rajabhat Univ., Surin, Thailand, 2020.

[7] P. Pukdeewong, S. Pathaveerat, and S. Noypitak, "Development of Destoner for Small Rice Mill," *in Proceeding of the 14th National Academic Conference*, Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Thailand, 2017, pp. 156-163.

[8] J. Chongpleumpiti, P. Wengsungnern, C. Daytuktang, W. Honpimai, and C. Phengphanao, "Impurities separator out of the head rice that passed community rice mill," *in Proceeding of the 7th Academic Conference on Engineering*, Science, Technology and Architecture, Dusit Princess Hotel, Nakhon Ratchasima, Thailand, 2016, pp. 441-446.

[9] A. W. Roberts, "The influence of granular vortex motion on the volumetric performance of enclosed screw conveyors," *Powder Technology*, vol. 104, no. 1, pp. 56-67, Aug. 1999.

[10] F. P. Beer, E. R. Johnston, and P. J. Cornwell, Vector Mechanics for Engineers: Dynamics, 11th ed. New York: McGraw-Hill, 2016, pp. 678-724.

[11] R. L. Mott, Machine Elements in Mechanical Design, 5th ed. Boston: Pearson, 2013, pp. 456-489.

[12] R. Stroshine and D. D. Hamann, *Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products*, West Lafayette, IN: Purdue University, 1994, pp. 120-145.

[13] J. Buggenhout, K. Brijs, I. Celus, and J. A. Delcour, “The breakage susceptibility of raw and parboiled rice: A review,” *Journal of Food Engineering,* vol. 117, no. 3, pp. 304–315, Aug. 2013.

[14] P. Sirisomboon, P. Pornchaloempong, and T. Romphophak, "Physical properties of green soybean: Criteria for sorting," *Journal of Food Engineering*, vol. 79, no. 1, pp. 18-22, Mar. 2007.

[15] E. T. Champagne, "Rice chemistry and quality," in *Rice: Chemistry and Technology*, 3rd ed. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 2004, pp. 77-107.