

การแยกแกลบข้าวหอมมะลิด้วยระบบลมเป่า

Husk Separation by Air Blower System

จินตมาณี นิสัยนต์ อภิชาติ อัจฉนาเสียว
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกแกลบข้าวหอมมะลิระบบลมเป่าและศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการแยกแกลบของข้าวหอมมะลิ ผลการทดสอบที่อัตราการป้อน $46.30 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ พบว่า ที่ความเร็วลม 8 m/s มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 20 องศา ระยะในการเจาะรูเพื่อเก็บข้าวหักและปลายข้าว 200 เซนติเมตร และความสูงจากปลายท่อแยกแกลบจากจุดปล่อยวัตถุดิบ 163 เซนติเมตร สามารถแยกแกลบที่ได้จากการกะเทาะในช่วง $9:1, 8:2$ และ $7:3$ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครื่องแยกแกลบแบบลมเป่ามีอัตราการใช้พลังงาน 16.8 ยูนิต ต่อ 1 ตันข้าวเปลือก น้อยกว่าเครื่องแยกแกลบแบบลมดูดที่ใช้ในโรงสีทั่วไป 30%

คำสำคัญ : ข้าวหอมมะลิ, แกลบ, ข้าวหัก

Abstract

The main objectives of this research were to design and construct a husk separator by air blower system. The husk separator was used to study the significant parameters in design of jasmine rice husk separator. The experiments were conducted under the material feed of $46.30 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$. Experimental results indicated that the following parameter: the air velocity of 8 m/s , the husk separation tube angle of 20 degree, the farthest distance of broken rice to go in husk separation tube from feed point with 200 cm and the highest distance of broken rice to go in husk separation tube from feed point with 163 cm had the best performance for the husk ratio of $9:1, 8:2$ and $7:3$. The husk separator by air blower system gave less energy consumption (16.8 unit/ton paddy rice) than the husk separator by air suction system that use generally in rice mill industries about 30% .

Keywords : Jasmine rice, husk, broken rice

1. บทนำ

กระบวนการสีข้าวในประเทศไทยโดยทั่วไปมีกระบวนการใกล้เคียงกันดังนี้ 1) กระบวนการอบแห้งข้าวเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ $13-14 \%$ มาตรฐานแห้ง [1] 2) การทำความสะอาดข้าวเปลือก เพื่อกำจัดสิ่งเจือปน

ต่างๆ เช่น ฟางข้าว ดอกหญ้า หรือเศษวัชพืชออกจากข้าวเปลือก 3) การแยกหิน เพื่อแยกหินออกจากข้าว 4) การกะเทาะเปลือกข้าว เพื่อทำการกะเทาะเปลือกออกให้เป็นข้าวกล้อง ซึ่งจะมีข้าวเปลือกบางส่วนที่กะเทาะไม่ได้ และแกลบออกมาด้วย 5) การแยกแกลบ เป็นกระบวนการที่ทำ

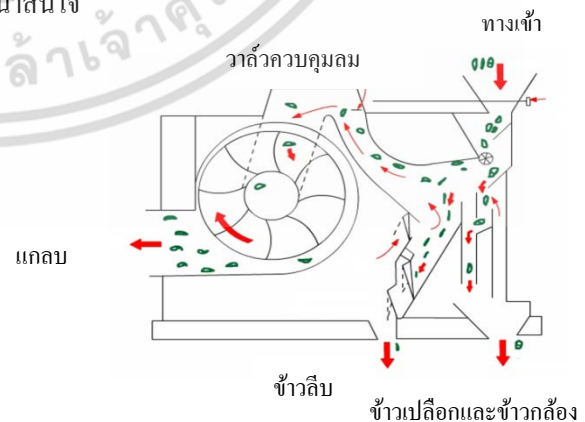
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่แยกแกลบ ออกจากข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่ออกมาจากเครื่องกะเทาะเปลือก 6) การคัดแยกข้าวเปลือกและข้าวกล้องออกจากกันโดยใช้ตะแกรงโยก ข้าวเปลือกที่แยกได้จะถูกนำไปกะเทาะซ้ำอีกครั้ง ส่วนข้าวกล้องจะถูกนำไปขัดขาวต่อไป 7) การขัดขาว เป็นการกำจัดเชื้อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องออกไป ทำให้ข้าวมีความขาวเพราะความขาวเป็นดัชนีวัดในการซื้อขายข้าวสาร 8) การขัดมันเพื่อปรับปรุงลักษณะของข้าวให้มีความมันวาว นำมารับประทานโดยการใช้น้ำในการขัดให้รำที่ติดอยู่กับเมล็ดข้าวหลุดออกไป 9) การคัดขนาดถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คัดขนาดโดยใช้ตะแกรงเหลี่ยมจะได้ข้าวตัน ปลายข้าวและข้าวรวม (ข้าวรวมหมายถึง ข้าวที่ประกอบด้วยข้าวหักเล็ก หักกลาง และหักใหญ่ และต้นข้าว) และส่วนที่ 2 เป็นการแยกข้าวรวมแต่ละประเภท ออกจากกันโดยใช้ตะแกรงกลม 10) การยีสี่ เป็นกระบวนการที่กำจัดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกจากเมล็ดข้าว เช่น ข้าวเปลือก ข้าวเหลือง ข้าวท้องไข้ เมล็ดเสีย และเมล็ดพืช โดยใช้ลมในการเป่ายิงออก และกระบวนการสุดท้าย 11) การบรรจุถุงหรือการบรรจุกระสอบ ก่อนนำส่งไปจำหน่าย ซึ่งแต่ละกระบวนการทำให้เกิดความสูญเสียได้เช่น การสูญเสียจากการแตกหักของข้าว และการสูญเสียของข้าวที่ปนกับแกลบ

การแยกแกลบ เป็นการแยกแกลบออกจากข้าวกล้องและข้าวเปลือก โดยข้าวเปลือกเมื่อผ่านกระบวนการกะเทาะเปลือกออกแล้ว จะได้ส่วนผสมของข้าวกล้อง ข้าวเปลือก แกลบ ฟัน รำ และเมล็ดข้าวที่แตกหัก โดยทั่วไปกระบวนการนี้ใช้พัดลมดูดแยกแกลบออกจากข้าวเปลือกและข้าวกล้อง โดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนักจำเพาะ ซึ่งแกลบที่มีน้ำหนักเบาจะถูกดูดไปตามทิศทางของลม โรงสีข้าวส่วนใหญ่ เครื่องแยกแกลบจะถูกติดตั้งที่เครื่องกะเทาะเปลือกเป็นชุดเดียวกันและเป็นระบบปิดซึ่งสามารถแก้ปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นข้าวที่ก่อให้เกิดมลพิษในโรงสีได้ [2] ซึ่งเครื่องแยกแกลบนี้ใช้ระบบลมดูดในการดึงแกลบออกสู่ภายนอก พัดลมที่ติดตั้งไว้ด้านล่างของเครื่องแยกแกลบจะทำหน้าที่ดูดแกลบ รำหยาบ และฝุ่นที่มีน้ำหนักเบาออกไปหมุนอยู่ในห้องแยกในลักษณะของไซโคลอน จนแกลบ รำหยาบและฝุ่นแยกออกจากกระแสลม แล้วตกลงที่ก้นกรวย ก่อนถูก

ลำเลียงออกจากเครื่องด้วยสว่านลำเลียง ส่วนเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์จำพวกข้าวลีบที่น้ำหนักน้อยจะไหลลงตามแผ่นเหล็กหน้าพัดลมลงสู่ด้านล่างและถูกลำเลียงออกจากเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วนข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่มีน้ำหนักมากนั้นจะไหลผ่านแผ่นเหล็กด้านหน้าเครื่องลงสู่ด้านล่าง และถูกลำเลียงออกจากเครื่องโดยผ่านสว่านลำเลียงเช่นเดียวกัน

ปัญหาของเครื่องแยกแกลบระบบลมดูด คือไม่สามารถแยกแกลบได้ ซึ่งถ้าเป็นกรณีที่มีความเร็วลมสูงเกินไป จะมีข้าวปนไปกับแกลบ แต่กรณีความเร็วลมน้อยทำให้แกลบปนไปกับข้าว ซึ่งแกลบนั้นจะไปรบกวนการทำงานของตะแกรงโยก ทำให้ไม่สามารถแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องได้ และยังมีผลต่อเครื่องขัดขาวทำให้ข้าวขาวไม่สม่ำเสมอ ผู้ประกอบการ โรงสีข้าวจึงควบคุมไม่ให้มีแกลบปนมากับข้าว แต่การควบคุมนี้จะส่งผลให้ข้าวปนไปกับแกลบได้ กุลวุฒิ [1] ได้ทำการประเมิน พบว่า มีข้าวเปลือกปนไปกับแกลบประมาณ 1 % คิดเป็นมูลค่าทั้งประเทศ 3,200 ล้านบาท/ปี ผู้ประกอบการบางรายจึงแก้ไขโดยเพิ่มตู้สี่ฝัด เพื่อแยกแกลบออกจากข้าวให้หมดไป แต่การเพิ่มตู้สี่ฝัดเข้าไปจะทำให้เกิดมลภาวะจากฝุ่นที่ฟุ้งกระจายเพราะเป็นระบบเปิดและที่สำคัญคือทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน จากการใช้เครื่องจักรเพิ่มเป็น 2 เครื่อง ทั้งเครื่องแยกแกลบแบบลมดูดและตู้สี่ฝัด ดังนั้นการทำเครื่องแยกแกลบให้มีประสิทธิภาพ จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจ



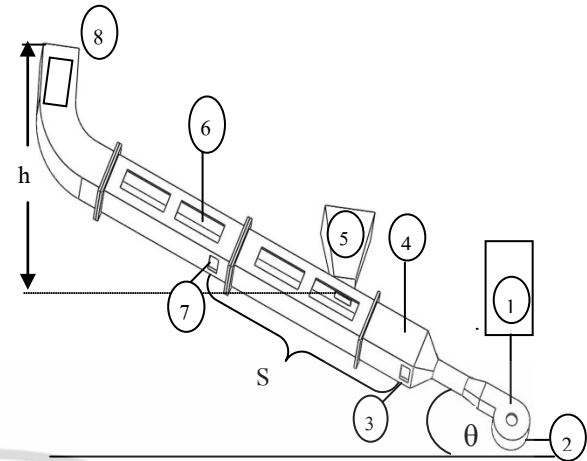
รูปที่ 1 ภาพระบบการแยกแกลบภายใน [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

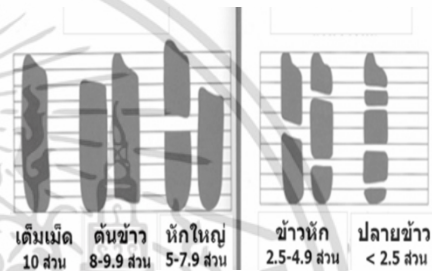
เครื่องแยกแกลบแบบลมเป่ามีการใช้งานในต่างประเทศ มีข้อดี คือ ระบบการทำงานมีประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงานกว่าเครื่องแยกแกลบแบบลมดูด [4] แต่ไม่ถูกนำมาใช้ในประเทศไทยซึ่ง กุลวุฒิ [1] ได้ให้ความเห็นว่า เป็นเพราะพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการสืบค้นก่อนหน้า พบว่า ยังไม่มีผู้ทำการวิจัยการแยกแกลบโดยใช้ลมเป่าโดยเฉพาะกับข้าวหอมมะลิ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นในการออกแบบเครื่องแยกแกลบแบบลมเป่าสำหรับข้าวหอมมะลิ ที่สามารถแยกแกลบอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการสูญเสียของข้าวปนกับแกลบ

2. การออกแบบและการทำงานของเครื่องแยกแกลบข้าวหอมมะลิด้วยลมเป่า

การออกแบบเครื่องแยกแกลบข้าวหอมมะลิด้วยลมเป่า มีวัตถุประสงค์ คือ ให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการแยกแกลบ โดยพิจารณาจากการที่ไม่มีข้าวปนไปกับแกลบ และประหยัดพลังงาน ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องแยกแกลบแสดงในรูปที่ 2 ดังนี้ 1) สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอินเวอร์เตอร์ ใช้ปรับความเร็วรอบมอเตอร์เพื่อให้สามารถกำหนดความเร็วลมในการเป่าแกลบตามต้องการ 2) พัดลมแบบใบพัดเหียงหนีศูนย์กลางเป็นพัดลมแบบใบพัดโค้งหลัง ขนาดท่อลมคู่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และมอเตอร์ไฟฟ้า ต้นกำลังขนาด 3 แรงม้า ความเร็ว 3,450 รอบต่อนาที 3) ช่องทางออกข้าวที่ 1 4) ท่อแยกแกลบทรงกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.3×0.3 เมตร² มีจำนวน 2 ส่วน ส่วนละ 1.2 เมตร ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำเป็นเหล็กกันสนิมส่วนด้านล่างบางส่วนของเครื่องทำจากพลาสติกใส เพื่อให้สามารถสังเกตระยะการตกของข้าวได้ นอกจากนี้สามารถปรับมุมเอียง (θ) ได้ด้วย 5) ถังเก็บวัตถุดิบที่ออกมาจากเครื่องกะเทาะเปลือกและใบกั้นใช้สำหรับปรับอัตราการป้อนวัสดุ 6) หน้าต่างใสสำหรับสังเกตการตกของเมล็ดข้าวกว้าง 0.2 เมตร ยาว 0.4 เมตร 7) ช่องทางออกข้าวหักและปลายข้าว (ข้าวหัก หมายถึง ข้าวที่หักน้อยกว่า 8 ส่วน ดังแสดงสัดส่วนในรูปที่ 3) ช่องทางออกสามารถปรับเลื่อนได้ตามระยะที่ต้องการ และ 8) ช่องทางออกแกลบ



รูปที่ 2 เครื่องแยกแกลบข้าวหอมมะลิด้วยลมเป่า



รูปที่ 3 สัดส่วนของข้าวประเภทต่างๆ [5]

การทำงานของเครื่องแยกแกลบ เริ่มต้นเปิดลมได้สิ่งที่ตกค้างในระบบให้หมด นำวัสดุทดลองตามสัดส่วนที่เตรียมไว้ป้อนลงในถังเก็บวัตถุดิบ เปิดสวิตช์ชุดพัดลมปรับมุมเอียงของท่อแยกแกลบ โดยการปรับขาตั้งเครื่องแยกแกลบให้สูงขึ้นแล้ววัดมุม และปรับค่าความเร็วลมที่ต้องการ จากนั้นเปิดใบกั้นให้วัสดุไหลลงจากถังเก็บวัตถุดิบลงไปยังท่อแยกแกลบและควบคุมการป้อนโดยการปรับใบกั้นที่อยู่ด้านล่างของถังเก็บวัตถุดิบ แกลบจะถูกพัดออกไปที่ทางออกหมายเลข 8 ข้าวเปลือกและข้าวกล้องจะออกไปทางช่องหมายเลขที่ 3 ส่วนข้าวหักต่างๆจะออกไปช่องหมายเลขที่ 7

3. วิธีการวิจัย

ทำการรวบรวมข้าวเปลือกหอมมะลิจำนวน 9 ตัน ที่เก็บเกี่ยวจากเขตพื้นที่ จังหวัดยโสธร ปีการผลิต 2553 เพื่อให้ได้ข้าวเปลือกที่คุณภาพใกล้เคียงกัน ข้าวเปลือกถูกนำมาอบแห้งจนมีความชื้น 14 % มาตรฐานแห้ง ซึ่งหาความชื้นในเมล็ดข้าวด้วยวิธีของ AOAC [6] ข้าวเปลือกมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นเฉลี่ย 1,166 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรและเมล็ดมีความยาวเฉลี่ย 7.5 มิลลิเมตร [7] นำข้าวเปลือกมาทำการกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะแบบลูกยาง ที่สามารถควบคุมอัตราการกะเทาะได้ ในทางปฏิบัติโรงสีข้าวทั่วไปใช้อัตราการกะเทาะ 3 ช่วง คือ 7:3, 8:2 และ 9:1 ขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวเปลือกที่นำมาสี [1] ดังนี้ กรณี 1) ข้าวเปลือกมีเมล็ดร้าว < 10 % จะใช้อัตราการกะเทาะ 9:1 2) กรณีข้าวเปลือกมีเมล็ดร้าว 10-20 % จะใช้อัตราการกะเทาะ 8:2 และ 3) กรณีข้าวเปลือกมีเมล็ดร้าว > 20 % จะใช้อัตราการกะเทาะ 7:3 (อัตราการกะเทาะ 9:1 หมายถึง ข้าว 10 ส่วน มีข้าวกล้อง 9 ส่วน และข้าวเปลือกที่กะเทาะไม่ได้ 1 ส่วน)

พารามิเตอร์ของเครื่องแยกแกลบแบบลมเป่าที่จะทำการพิจารณา คือ อัตราเร็วลมที่ใช้ในการเป่า (v) และมุมเอียงของท่อแยกแกลบ (θ)

ทำการทดลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้สามารถแยกแกลบได้ในทุกช่วงของอัตราการกะเทาะ (7:3, 8:2 และ 9:1) โดยการแยกแกลบที่มีประสิทธิภาพต้องมีค่าร้อยละการปนของข้าวในแกลบเท่ากับ 0 ซึ่งวิธีการคำนวณมีดังนี้

(1) ร้อยละการปนของแกลบในข้าวที่ช่องทางออกข้าวกล้อง (ตำแหน่งที่ 3 ในรูปที่ 2) โดยเก็บตัวอย่างแกลบที่บริเวณช่องทางออกของข้าว จำนวน 100 กรัม แล้วคำนวณตามสมการ

$$\text{ร้อยละการปนของแกลบ} = \frac{\text{น้ำหนักแกลบ}}{\text{น้ำหนักข้าว} + \text{น้ำหนักแกลบ}} \times 100$$

(2) ร้อยละการปนของข้าวในแกลบที่ช่องทางออกแกลบ (ตำแหน่งที่ 8 ในรูปที่ 2) โดยเก็บตัวอย่างที่บริเวณช่องทางออกของแกลบ จำนวน 100 กรัม แล้วคำนวณตามสมการ

$$\text{ร้อยละการปนของข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักข้าว}}{\text{น้ำหนักข้าว} + \text{น้ำหนักแกลบ}} \times 100$$

4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

การทดสอบเริ่มต้นจากการหาอัตราการปล่อยข้าวจากถังเก็บวัตถุดิบที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากการที่มีข้าว

ไหลผ่านลงมาเต็มพื้นที่หน้าตัดของท่อแยกแกลบ พบว่าอัตราการปล่อยข้าวมีค่าเท่ากับ $46.30 \text{ kg/m}^2\text{s}$ จากนั้นทำการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของความเร็วลมและมุมเอียงของท่อแยกแกลบกับระนาบที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแยกแกลบ ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1-3 โดยพบว่าเมื่อความเร็วลมอยู่ในช่วง 4-8 เมตร/วินาที ที่มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 45 องศา และ ช่วง 4-7 เมตร/วินาที ที่มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 30 และ 20 องศา จะมีแกลบปนไปกับข้าวที่ช่องทางออกหมายเลข 3 ในรูปที่ 2 แสดงว่าความเร็วลมมีค่าต่ำเกินไป จนไม่สามารถนำแกลบออกไปได้ แต่เมื่อเพิ่มความเร็วลมจนถึงช่วง 9-11 เมตร/วินาที ที่มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 45 องศา และ ช่วง 8-10 เมตร/วินาที ที่มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 30 และ 20 องศา จะไม่มีแกลบปนข้าวที่ช่องทางออกหมายเลข 3 และไม่มีข้าวปนแกลบในช่องทางออกหมายเลข 8 แสดงว่าความเร็วลมในช่วงนี้มีความเหมาะสมในการแยกแกลบ และเมื่อความเร็วลมสูงขึ้นในช่วง 12-16 เมตร/วินาที ที่มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 45 องศา และ ช่วง 11-16 เมตร/วินาที ที่มุมเอียงของท่อแยกแกลบ 30 และ 20 องศา จะมีข้าวปนไปกับแกลบที่ช่องทางออกหมายเลข 8 ในรูปที่ 2 เพราะความเร็วลมสูงเกินไปจนสามารถเป่าข้าวออกไปได้

การปรับมุมเอียงของท่อแยกแกลบ ทำเพื่อให้ข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่ตกตามระยะทาง (s) สามารถไหลลงมารวมกันเพื่อออกมายังช่องทางออกหมายเลข 3 ในรูปที่ 2 ได้ จากการทดลองพบว่า เมื่อมุมเอียงในการแยกแกลบเพิ่มขึ้น ปริมาณแกลบปนข้าวมีค่าเพิ่มขึ้น เพราะมุมในการกองของแกลบมีค่า 30-50 องศา [8, 9] ทำให้เมื่อเอียงท่อแยกแกลบสูงขึ้นแกลบจะสามารถไหลลงมาได้เอง มีผลทำให้แกลบปนข้าวที่ช่องทางออกหมายเลข 3 แต่ปริมาณข้าวปนแกลบที่ช่องทางออกหมายเลข 8 จะมีค่าลดลงเพราะมุมในการกองของข้าวมีค่า 20-25 องศา [10] ทำให้เมื่อเพิ่มมุมเอียงของท่อแยกแกลบขึ้น ข้าวจึงไหลกลับลงมาด้านล่างได้ มีผลทำให้ปริมาณข้าวที่ปนไปกับแกลบลดลงตามไปด้วย

จากนั้นทำการทดลองเพื่อหาความสูงที่ปลายข้าวไปได้สูงสุด (h) และระยะข้าวกล้องกับข้าวเปลือกไปได้ไกลที่สุด (s) ซึ่งใช้ในการกำหนดระยะความสูงของปลายท่อแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกลบและระยะในการเจาะรูเพื่อเก็บข้าวหักและเก็บปลายข้าว (ช่องทางออกหมายเลข 7 ในรูปที่ 2) ที่เหมาะสมได้วิธีการหาค่าโดยใช้สายตาสังเกตระยะของปลายข้าวผ่านหน้าต่างใตทางด้านข้างของท่อแยกแกลบ [11] ในการทดลองใช้มูมเอียงของท่อแยกแกลบกับระนาบ 20 องศา ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4 พบว่า เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นในช่วง 4-13 เมตร/วินาที ความสูงที่ปลายข้าวขึ้นไปได้สูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 38-219 เซนติเมตร และระยะข้าวกล็องกับข้าวเปลือกไปได้ไกลที่สุด มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 80 – 291 เซนติเมตร เนื่องจากมีแรงลมกระทำกับปลายข้าวข้าวกล็อง และข้าวเปลือกมากขึ้น แตกต่างกับกรณีที่ไม่ได้อัตราการกะเทาะเพิ่มขึ้น ความสูงที่ปลายข้าวขึ้นไปได้สูงสุดและระยะข้าวกล็องกับปลายข้าวไปได้ไกลที่สุด มีค่าลดลงเพราะ เมื่ออัตราการกะเทาะเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณข้าวกล็อง ข้าวหัก และปลายข้าวเพิ่มขึ้น แรงลมที่กระทำกับข้าวกล็องและข้าวหักและปลายข้าวแต่ละเมล็ดมีค่าน้อยลง ส่งผลให้ข้าวกล็อง ข้าวหัก และปลายข้าวเคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อยลง โดยระยะข้าวกล็องกับข้าวเปลือกไปได้ไกลที่สุด (s) และความสูง (h) ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 20 เซนติเมตร และ 163 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ความเร็วลมต่ำสุดที่ 8 เมตร/วินาที ที่แยกแกลบได้โดยไม่มีแกลบปนข้าวและไม่มีข้าวปนแกลบที่ทางออกข้าว

ในด้านการใช้พลังงานซึ่งทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้ายี่ห้อ Chauvin Arnoux รุ่น C.A. 8334 พบว่า ที่ความเร็วลม 8 เมตร/วินาที เครื่องแยกแกลบแบบลมเป่าที่สร้างขึ้นมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 16.8 ยูนิท ต่อ 1 ตันข้าวเปลือก น้อยกว่า เครื่องแยกแกลบแบบลมดูดในโรงสีข้าวร้อยเอ็ดไทยเพิ่มพูน ประมาณ 30 %

5. สรุป

พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการออกแบบเครื่องแยกแกลบแบบลมเป่า คือ ความเร็วลมในการเป่า 8 เมตร/วินาที มุมเอียงของท่อแยกแกลบกับแนวระนาบ 20 องศา ระยะในการเจาะรูเพื่อเก็บข้าวหักและปลายข้าว (ระยะ s ในรูปที่ 2) 200 เซนติเมตร และความสูงของปลายท่อแยกแกลบจากจุด

ปล่อยวัตถุดิบ 163 เซนติเมตร เครื่องแยกแกลบแบบลมเป่า มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 16.8 ยูนิท ต่อ 1 ตันข้าวเปลือก

ตารางที่ 1 ข้อมูลการแยกแกลบที่ความเร็วลมต่างๆ มุมเอียง 45 องศา ความสูงปลายท่อแยกแกลบ 163 เซนติเมตร

ความเร็วลม (m/s)	อัตรากะเทาะ 9:1		อัตรากะเทาะ 8:2		อัตรากะเทาะ 7:3	
	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว
4	0	5.10	0	4.10	0	3.50
5	0	3.80	0	3.20	0	2.20
6	0	2.27	0	2.00	0	1.73
7	0	1.70	0	1.10	0	0
8	0	1.10	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0.40	0	0.57	0
13	1.13	0	1.20	0	1.50	0
14	1.73	0	1.80	0	2.20	0
15	1.67	0	2.70	0	2.83	0
16	1.93	0	3.80	0	4.27	0

ตารางที่ 2 ข้อมูลการแยกแกลบที่ความเร็วลมต่างๆ มุมเอียง 30 องศา ความสูงปลายท่อแยกแกลบ 163 เซนติเมตร

ความเร็วลม (m/s)	อัตรากะเทาะ 9:1		อัตรากะเทาะ 8:2		อัตรากะเทาะ 7:3	
	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว
4	0	4.50	0	2.3	0	3.90
5	0	3.27	0	1.8	0	2.23
6	0	1.93	0	1.2	0	1.47
7	0	0.53	0	0.6	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	1.10	0	1.2	0	1.30	0
12	1.90	0	2.1	0	2.27	0
13	2.17	0	2.3	0	2.37	0
14	3.03	0	3.3	0	4.00	0
15	2.60	0	4.3	0	5.17	0
16	1.93	0	5.4	0	5.20	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ข้อมูลการแยกแกลบที่ความเร็วลมต่างๆ มุมเอียง 20 องศา ความสูงปลายท่อแยกแกลบ 163 เซนติเมตร

ความเร็วลม (m/s)	อัตรากะเทาะ 9:1		อัตรากะเทาะ 8:2		อัตรากะเทาะ 7:3	
	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว	%ข้าวปน แกลบ	%แกลบ ปนข้าว
4	0	1.98	0	1.70	0	1.90
5	0	1.27	0	0.04	0	1.70
6	0	0.87	0	0	0	0.80
7	0	0.53	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1.50	0	1.30	0
12	0	0	2.37	0	2.27	0
13	1.63	0	2.63	0	2.37	0
14	1.90	0	3.47	0	4.00	0
15	2.50	0	5.30	0	5.17	0
16	3.10	0	5.50	0	5.60	0

ตารางที่ 4 ข้อมูล ระยะปลายท่อแยกแกลบ (h) และ ระยะข้าวกล้องและข้าวเปลือก (s) ที่มุมเอียง 20 องศา

ความเร็วลม (m/s)	อัตรากะเทาะ 9:1		อัตรากะเทาะ 8:2		อัตรากะเทาะ 7:3	
	s (cm.)	h (cm.)	s (cm.)	h (cm.)	s (cm.)	h (cm.)
4	80	38	82	41	84	67
5	97	113	98	117	99	119
6	125	132	128	135	131	145
7	168	152	179	155	184	158
8	200	155	202	155	205	163
9	204	153	208	159	219	164
10	206	157	211	161	222	171
11	212	168	220	195	251	197
12	217	194	223	199	263	201
13	225	202	262	202	282	205
14	234	205	262	210	285	211
15	241	206	266	212	287	216
16	257	208	270	215	291	219

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กุลวุฒิ จอกน้อย, “โรงงานแปรรูปข้าวเปลือกและโรงงานปรับปรุงคุณภาพข้าว,” ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- [2] ผดุงศักดิ์ วานิชขง, “การจัดการโรงสีข้าว,” ภาควิชากลวิธาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, 2535.
- [3] รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, “เครื่องจักรกลการเกษตร 2,” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, 2550.
- [4] E. James, “Paddy rice postharvest,” Industry in developing Countries. International rice research institute, 1983.
- [5] กัญญา เชื้อพันธุ์, “คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ,” กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์, 2541.
- [6] AOAC, “Official methods of analysis,” Association of official Analytical Chemists, Washington DC, 2000.
- [7] อรอนงค์ ศรีพวาทกุล, “การศึกษารอบแห้งข้าวเปลือกโดยวิธีฟลูอิดไคซ์เบดอย่างต่อเนื่อง,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2536.
- [8] A. Chakraverty and S. Kaleemullah, “Conversion of Rice Husk into Amorphous Silica and Combustible Gas,” Energy Convers, Mgmt, Vol.32, pp. 565-570, 1991.
- [9] A. Kaupp and J. R. Goss, “Technical and Economical Problems in the Gasification of Rice Hulls,” Physical and Chemical Properties, Energy in Agriculture, Vol.1, pp. 201-234, 1982
- [10] ปานมนัส ศิริสมบุญ, “เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุและอุปกรณ์ขนถ่าย,” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2539.
- [11] ชาญวิทย์ ศรีเพ็ญชัย, “การอบแห้งข้าวเปลือกออกด้วยฟลูอิดไคซ์เบดแบบอากาศร้อน,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้