

การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง

Study of Suitable Factors for Hang Rice Milling

รังสรรค์ ไชยเชษฐ์

คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร 47000

Rungsan Chaiyachet

Faculty of Science and Engineering, Kasetsart University Chalermphrakiat

Sakon Nakhon Province Campus, Muang Sakon Nakhon 47000.

Tel : 0-4272-5033 Fax : 0-4272-5034 E-mail: rungsan.c@ku.th

บทคัดย่อ

ข้าวฮางเป็นภูมิปัญญาของชนเผ่าในจังหวัดสกลนคร เป็นวิธีการนำข้าวที่ยังไม่ถึงระยะที่เก็บเกี่ยวก่อนช่วงระยะปลูปล้างมาแปรรูปเพื่อนำมารับประทานให้เร็วขึ้น และผลพลอยได้คือกระบวนการหมักข้าวฮางนั้นทำให้ข้าวนั้นมีคุณค่าทางอาหารที่เพิ่มขึ้น ในการทดลองสีข้าวฮางได้ทำการกำหนดปัจจัยในการสีข้าวฮางเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการสีข้าวฮาง โดยได้นำ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาแปรรูปทำเป็นข้าวฮาง ในการสีข้าวใช้ระดับความเร็วรอบตั้งแต่ 1,000-1,600 rpm ขนาดช่องปล่อยข้าวตั้งแต่ 1,250 - 2,550 mm.² และระยะห่างลูกหินขัดข้าวตั้งแต่ 1-3 mm. ผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า ระดับความเร็วที่เหมาะสมอยู่ที่ 1,300 rpm ระยะห่างระหว่างลูกหินขัดข้าวกับยางขัดข้าวที่ 2.0 mm. และขนาดช่องปล่อยข้าวที่ 1,900 mm.² ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยการแตกหักของข้าวฮางที่ 11.246%

คำหลัก ข้าวฮาง สีข้าว ความเร็วรอบหินขัดข้าว

Abstract

Hang rice is the local wisdom of traditional Thai people in Sakon Nakhon province. It is the transformation of rice whose grains in the immature stage are harvested. The process of cooking Hang rice is full of nutritions. The experiment of husking Hang rice needs to have suitable factors. In this experiment, jasmine rice 105 is used and transformed to Hang rice using round speed of

1,000-1,600 rpm., rice hopper aperture of 1,250 – 2,550 mm.² and the gap between a polishing cylinder and rubber of 1-3 mm. The result revealed that the suitable round speed is 1,300 rpm. The gap between a polishing cylinder and rice rubber is 2 mm. and Rice Hopper aperture is 1,900 mm.². The mean of broken Hang rice is 11.246%.

Keywords: hang rice, rice mill, polishing cylinder rice mill speeds

1. บทนำ

จังหวัดสกลนคร นับว่าเป็นจังหวัดศูนย์กลางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ซึ่งเป็นทั้งแหล่งชุมชนตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์และยังคงพบโบราณวัตถุมากมาย จังหวัดสกลนครยังมีความหลากหลายในด้านวัฒนธรรมชนเผ่าในสกลนครที่มีหลายหลาย ประกอบด้วย ชาวผู้ไท ชาวไทกะโซ่ ชาวไทย้อ ชาวไทกะเลิง ชาวไทโย้ย และชาวไทอีสาน ซึ่งชนเผ่าต่างมีภูมิปัญญา วัฒนธรรมการกินที่แตกต่างกันออกไป เช่นชนเผ่าผู้ไทหรือผู้ไท นั้นมีความโดดเด่นในการแปรรูปอาหารเพื่อเก็บไว้รับประทานในยามที่ขาดแคลนหรือในปีที่เกิดภัยแล้ง ข้าวซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิต จึงได้มีวิธีการถนอมหรือแปรรูปข้าวให้สามารถเก็บรักษาข้าวให้ทานได้นานและยังคงมีประโยชน์ทางอาหารอย่างครบถ้วน คือการแปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกล้องงอก ภาษาประจำถิ่นเรียกว่า “ข้าวฮาง” และในปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจการบริโภคเพื่อสุขภาพมากขึ้นจึงนิยมรับประทานอาหารที่มี

ประโยชน์ ซึ่งในปัจจุบันอาหารที่บริโภคประจำวันนั้นล้วนแปรรูปเพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการรับประทาน การปรุงแต่งรสชาติให้เกิดความอร่อยน่ารับประทานและอาหารเหล่านั้นล้วนส่งผลทำลายสุขภาพ การรับประทานข้าวนิยมนับรับประทานข้าวที่มีการขัดขาวเพื่อข้าวที่อ่อนนุ่มขาวน่ารับประทาน ซึ่งการขัดขาวสารอาหารที่ยังคงเหลืออยู่ในข้าวขาวส่วนใหญ่นั้นเป็นส่วนของการโบไฮเดรต จึงทำให้ได้รับสารอาหารชนิดอื่นๆ จากข้าวขาวในปริมาณที่น้อยมาก และในอดีตข้าวกล้องไม่ได้ความนิยมเนื่องจากข้าวกล้องเนื้อสัมผัสแข็ง รับประทานยาก หุงสุกยาก และระยะเวลาการเก็บรักษาสั้น [1]

ในส่วนการผลิตข้าวฮาง คือการนำข้าวกล้องหรือข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการหมักเพื่อให้งอก ข้าวที่มีการงอกนั้นจะเพิ่มคุณค่าทางอาหารและยังช่วยข้าวกล้องมีความนุ่มขึ้น [2] ในส่วนกระบวนการนำข้าวกล้องและข้าวเปลือกไปให้ความชื้นทำให้เกิดการงอก กระบวนการนี้ มีชื่อว่า “Parboil rice” การผลิตข้าวฮางได้ใช้หลักการนี้ในการผลิตคือ การนำข้าวเปลือกไปแช่น้ำเพื่อกระตุ้นการงอก นำไปนึ่งหรือต้มเพื่อให้ข้าวนั้นสุกดีก่อน แล้วจึงนำมาผึ่งให้แห้งก่อนนำไปทำการกะเทาะเอาส่วนที่เป็นแกลบออก [3] ประโยชน์ของข้าวฮาง มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงสารอาหารในเมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาวะที่มีการเจริญเติบโตหรือการงอกของข้าว จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและทำให้เมล็ดข้าวมีสารอาหารที่เพิ่มขึ้น [4] จะเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดข้าวได้ถูกน้ำแทรกซึมเข้าไป โดยกระตุ้นให้อินซูลินภายในเมล็ดข้าวเกิดการทำงาน และเมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอกสารอาหารที่ถูกเก็บไว้ก็จะถูกย่อยสลาย จนเกิดเป็นสารประเภทน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) และคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กลงหรือโอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharide) คุณสมบัติของสารเหล่านี้จะมีลักษณะเป็นสารพรีไบโอติก (Prebiotic) ช่วยในการย่อยอาหารและดูดซึมอาหารของมนุษย์ ข้าวและโปรตีนจะถูกย่อยให้เล็กลง ทำให้เกิดเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโน [5] และส่วนสำคัญของข้าวฮางคือปริมาณของ สารกาบ้า (GABA) โดยสารกาบ้าพบมากที่สุดในจมูกข้าว โดยมีงานวิจัยได้ค้นพบว่า สารกาบ้ามีความสำคัญในการบำรุงในระบบประสาท โดยจะทำหน้าที่รักษาสสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้น ช่วยบำรุงเซลล์ประสาท และยังทำให้สมองเกิดการผ่อนคลาย ช่วยป้องกันไม่ให้สมองถูกทำลาย ช่วยทำให้ความจำดีขึ้น ลดความเสี่ยงในการ

ก่อให้เกิดโรคอัลไซเมอร์ [6] ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของข้าวฮาง จึงได้มีแนวคิดในการวิจัยเพื่อพัฒนาให้ข้าวฮางที่มีการผลิตอย่างแพร่หลายในจังหวัดสกลนครนั้นได้รับการพัฒนาจึงได้หาแนวทางในการหาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮางเพื่อจะได้ลดปริมาณของเสียในการผลิต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตข้าวฮางของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตข้าวฮาง
- 2) เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง เพื่อลดการแตกหักของข้าวฮาง

3. ขอบเขตการวิจัย

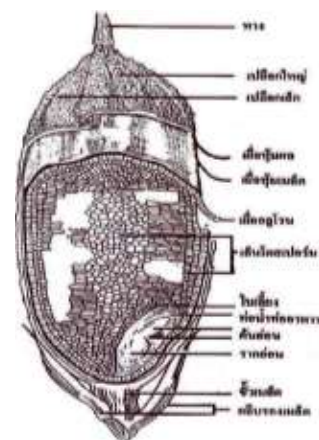
การสีข้าวด้วยเครื่องสีข้าวแกนนอนขนาดเล็ก มีกำลังการผลิตที่ 100 กิโลกรัมต่อวัน โดยทำการสีข้าวฮางจากแหล่งผลิตเดียวกันคือกลุ่มเกษตรกรบ้านน้อยจอมศรี โดยตรวจสอบความชื้นข้าวเปลือกตามมาตรฐานที่ 10-14% เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการแตกหักของข้าวฮางจากการสีข้าวฮางในแต่ละระดับความเร็วของหินขัด

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทบทวนและศึกษาข้อมูลพื้นฐานของข้าวและกระบวนการสีข้าว เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง

4.1 โครงสร้างเมล็ดข้าว

ข้าวเป็นส่วนผลของต้นข้าว เมล็ดข้าวส่วนที่บริโภคได้หรือข้าวกล้อง นั้นมีส่วนประกอบหลัก รายละเอียดดังนี้

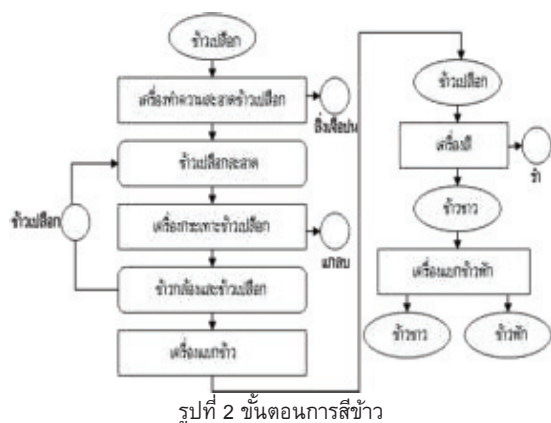


รูปที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

จากรูปที่ 1 ส่วนแรกเป็นเปลือกนอกที่อยู่ถัดจากเปลือกนอก ซึ่งปกติ จะมีสีเทา และมีความเลื่อมมัน เยื่อหุ้มเมล็ดส่วนที่มักถูกขัดออกในข้าว ส่วนนี้อุดมด้วยโปรตีนไขมัน เซลลูโลส และเอมิเซลลูโลส จมูกข้าวคือหน่วยเล็กๆอยู่บริเวณส่วนโคน ด้านท้องเมล็ดข้าว ซึ่งจมูกข้าวจะเป็นส่วนที่มีชีวิต และสามารถงอกขึ้นไปเป็นใบเลี้ยงของต้นข้าวใหม่ นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยวิตามิน เช่น ไรโบฟลาวิน(Riboflavin) ไทอะมีน(Thiamin) ในอะซิน (Niacin) เป็นต้น ส่วนที่เป็นข้าวขาวหรือเ็นโดสเปิร์ม (Endosperm) เป็นส่วนที่เป็นอาหารมนุษย์ จะประกอบด้วยแป้งเป็นหลักคือ 80% และโปรตีน 6% โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีอยู่มากจึงทำให้ เ็นโดสเปิร์มเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ

4.2 การแปรรูปข้าว

ในกระบวนการแปรรูปข้าวเพื่อให้ได้เป็นข้าวขาวในการบริโภคนั้น โดยทั่วไปนั้นมีการกระบวนการและแยกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



จากรูปที่ 2 ขั้นตอนในการสีข้าว เริ่มต้นด้วยการแยกเอาเมล็ดข้าวออกจากรวง แล้วทำความสะอาดแยกสิ่งเจือปนออกไป เหลือไว้เฉพาะเมล็ดข้าวเปลือก หลังจากการตากข้าวเปลือกจะมีความชื้นประมาณ 14% ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมในการสีข้าวและเก็บรักษาเพื่อนำไปรับประทานต่อไป [7] การกะเทาะข้าวเปลือก เป็นการแยกเปลือกออกจากเมล็ดข้าวกล้อง ในโรงสีข้าวขนาดกลางขึ้นไปส่วนมากใช้แบบลูกยาง 2 ลูก ในการแยกข้าวเปลือกกับข้าวกล้อง ในส่วนการขัดขาวเป็นกรรมวิธีการขัดเอารำออกจากเมล็ดข้าวกล้อง เพื่อให้ข้าวกล้องขาว เครื่องสีข้าวในชนบทจะมีลักษณะการกะเทาะ

และขัดขาวในเวลาเดียวกัน ในกระบวนการขัดขาว การแตกหักของข้าวนั้นเกิดจากความร้อน และควรใช้เวลาในการขัดขาวไม่เกิน 2 นาที เพื่อลดการแตกหักและควรมีการลดความร้อนด้วยอากาศ [8]

4.3 การกะเทาะเปลือก

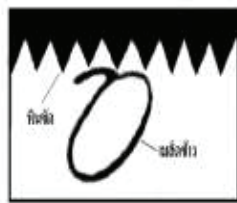
การกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือกนั้นจะถูกกะเทาะเปลือกออกโดยหลักการทำงานช่องว่างของเปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวและแรงเสียดสีเป็นตัวกะเทาะ เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวที่ได้รับความนิยมมี 2 แบบคือ เครื่องกะเทาะข้าวแบบโมหิน (abrasive disc) และเครื่องกะเทาะข้าวแบบลูกยาง (rubber rolls) เครื่องกะเทาะเปลือกแบบโมหินจะกะเทาะเปลือกโดยใช้ลักษณะปลายเมล็ดข้าวทั้งสองด้านที่มีช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวและเปลือกและลักษณะการทำงานโดยที่ปลายเมล็ดข้าวขบกันของเปลือกของอีกเมล็ดหนึ่งในระหว่างการกะเทาะเมล็ดข้าวนั้น เปลือกจะถูกกดที่ปลายทั้งสองด้าน ทำให้เปลือกที่ขบกันอยู่แตกออกจากกัน และทำให้เมล็ดข้าวกลิ้ง หลุดออกจากเปลือก การกะเทาะเปลือกลักษณะนี้จะทำให้ต้นอ่อนและจมูกข้าว หลุดออกมากับแกลบ ส่วนหลักการทำงานของเครื่องกะเทาะ ทำการกะเทาะด้วยลูกยางเป็นตัวกะเทาะ จะเห็นได้ว่า หากมีการปล่อยข้าวเปลือก ลงไปในช่องระหว่างลูกยางขัดข้าว ที่หมุนตรงกันข้ามและมีความเร็วรอบหมุนที่ต่างกัน เปลือกข้าวจะถูกขบตัวและฉีกออกด้วยแรงเฉือน การกะเทาะเปลือกแบบนี้เมล็ดข้าวจะไม่จมูกข้าวและต้นอ่อนหลุดติดมากับเปลือกซึ่งแบบนี้เป็นแบบที่การทำงานมีประสิทธิภาพสูงถึง 95% สามารถกะเทาะข้าวเปลือกได้เร็วและข้าวที่สีไม่ค่อแตกหัก

4.4 การขัดขาว

การขัดขาว เป็นขบวนการในการขัดชั้นรำของข้าวกล้องออกไป ซึ่งมีอยู่ประมาณ 10% ของน้ำหนักของข้าวทั้งหมด การขัดขาวนั้นมีอยู่ 2 ขบวนการคือ ขบวนการเสียดสีจะอาศัยการเสียดสี กันเองของเมล็ดข้าวกล้องจะถูกอัดตัวกัน ภายในเครื่องขัดขาวทำให้ข้าวกล้องเบียดเสียดกัน และมีการหมุนของหินขัดขาวทำให้ชั้นเนื้อเยื่อชั้นนอกของเมล็ดข้าวถูกขัดออกมาเป็นรำขาว ที่ทำจากหินกากเพชรและหินกากแก้วที่ผสมในลูกหินขัดข้าว ซึ่งชั้นเปลือกหุ้มของถูกขัดจากความคมของหินขัดขาวเป็นรำขาว [9] ดังแสดงในรูปที่ 3



ขบวนการเสียดสี(friction)



ขบวนการขัดสี (abrasive)

รูปที่ 3 ชนิดขบวนการขัดขาว

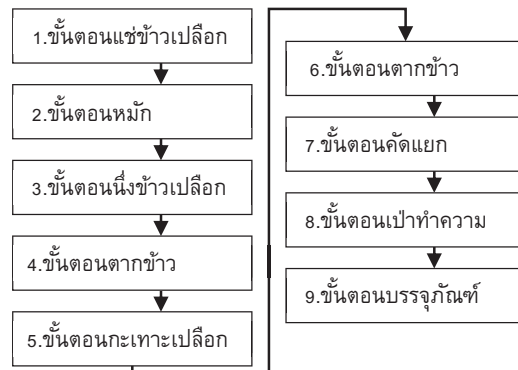
4.5 หินขัดขาว

ลูกหินขัดขาวของเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบแกนนอนที่ใช้ในระดับหมู่บ้าน โดยจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ วัสดุขัดสี (abrasive material) และวัสดุประสานอนุภาค (binder) เป็นซีเมนต์คือ แมกนีเซียม ออกไซด์คลอไรด์ (Magnesium Oxychloride) [10] วัสดุหินขัดขาวนั้นทำจาก หินกากเพชร เบอร์ 12 14 16 และ 18 กับปูนแมกนีเซียมออกไซด์ในอัตราส่วน 17:3 โดยน้ำหนักผสมด้วยตัวประสาน คือน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 30 ดีกรี ผสมให้เข้ากันแล้วนำมาพอกบนโครงแกนเหล็ก ทำให้แห้งด้วยการผึ่งแดด จากนั้นจึงให้ได้ขนาดตามต้องการ [11] วัสดุและส่วนผสมลูกหินขัดขาวที่ใช้ในประเทศฟิลิปปินส์ มีการใช้ หินกากเพชรเบอร์ 16 ที่ 100 ส่วนโดยน้ำหนัก ผสมกับปูนขาวอีก 20 ส่วน และน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ 30 ดีกรี การใช้หินกากเพชร ผสมกันระหว่างเบอร์ 16 และเบอร์ 18 อัตรา 50:50 ส่วนในการพอกหินสำหรับเครื่องขัดขาวกรวยแกนตั้ง [12] สำหรับการพอกหินในประเทศไทยที่ใช้กันทั่วไปใช้หินกากเพชรเบอร์ 16 จำนวน 1 ส่วน หินกากเพชรเบอร์ 18 จำนวน 1-2 ส่วน ปูนซีเมนต์ขาวหรือปูนขาว 1 ส่วนต่อ หินกากเพชร 6.3-6.5 ส่วน และน้ำเกลือ 29-30 ดีกรี ตามสูตรแต่ละคนของผู้หล่อลูกหินขัดขาว และไม่มีส่วนการเคลือบผิวหินขัดขาว [13] การผลิตลูกหินขัดขาวแกนนอนในชนบทของประเทศไทยยังผลิตลูกหินขัดขาวที่มีคุณภาพต่ำ อันเนื่องมาจากการรวมวิธีการผลิตลูกหินขัดในประเทศไทยนั้นการควบคุมคุณภาพของลูกหินได้ยากและลูกหินขัดขาวเสียหายจากขั้นตอนการผลิตจำนวนมาก จึงได้มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงรูปแบบของการขึ้นรูปหินขัดขาวด้วยวิธีการใหม่เพื่อมาทดแทนการขึ้นรูปหินขัดขาวด้วยมือ โดยได้นำหลักการหล่อเหวี่ยงมาทำการขึ้นรูปหินขัดขาวพบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักนั้นมีปริมาณที่ลดลงถึง 9.26%

เนื่องมาจากการกระจายตัวของเนื้อปูนและวัสดุขัดในลูกหินขัดขาวที่สม่ำเสมอจึงช่วยในการขัดขาวได้ดีขึ้น [14]

4.6 ขั้นตอนการทำข้าวฮาง

ขั้นตอนการผลิตข้าวฮางแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

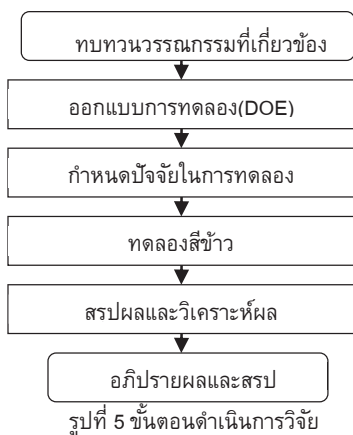


รูปที่ 4 ขั้นตอนการผลิตข้าวฮาง

จากรูปที่ 4 วิธีการผลิตข้าวฮางนั้น เริ่มต้นด้วยการนำข้าวเปลือกที่สะอาดมาล้างสิ่งสกปรก จากนั้นนำมากระตุ้นให้ข้าวเปลือกเกิดการงอกโดยแช่ข้าวเปลือกในน้ำสะอาดแช่ประมาณ 1 คืน หลังจากการแช่แล้วจะเข้าสู่กระบวนการหมักให้งอก โดยนำข้าวที่แช่แล้วมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง แล้วนำมาบรรจุในภาชนะปิดสนิท ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน แล้วจึงมาทำความสะอาดด้วยน้ำครั้งสุดท้าย จากนั้นนำไปนึ่งให้ข้าวสุกด้วยไอน้ำ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง แล้วไปผึ่งให้แห้งใหม่เป็นเวลา 1-2 วันให้ความชื้นอยู่ในระดับมาตรฐาน ที่ 14-15% หลังจากนั้นไปทำการกะเทาะเปลือกเพื่อให้ได้ข้าวฮางกลอง แล้วนำมาแยกกระหว่างข้างกลองและข้าวเปลือก แล้วจึงมาทำความสะอาดและบรรจุถุงเพื่อรอจำหน่าย

5. ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ โครงสร้างเมล็ดข้าว และกระบวนการสีข้าวในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนส่วนประกอบของเครื่องสีข้าวที่มีอยู่ จำหน่ายโดยทั่วไป เช่น เครื่องสีข้าวแบบออฟฟอลล์ เครื่องเครื่องสีข้าวแบบแองเกิลบอร์ค รวมทั้งยังได้ศึกษาถึงรูปแบบและวิธีการเปรียบเทียบการแตกหักข้าวจากการสีข้าวในปัจจุบันต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาตามรูปที่ 5 ดังนี้



5.1 การเตรียมข้าวเพื่อใช้ในการทดลอง

ในการทดลองได้นำข้าวมาใช้ในการทดลองคือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จำนวน 50 กิโลกรัม ทำความสะอาดจากนั้นมาทำให้เป็นข้าวฮาง แล้วผึ่งให้แห้ง ตรวจเช็คความชื้นจากเครื่องวัดความชื้นแบบดิจิตอล ตามรูปที่ 6 เพื่อให้ได้ความชื้นตามมาตรฐานอยู่ที่ 10-14% หากมีความชื้นเกินให้นำไปผึ่งแดด แล้วทำการสู่วัดความชื้น



รูปที่ 6 เครื่องวัดความชื้นแบบดิจิตอล

5.2 การเตรียมเครื่องสีข้าวเพื่อใช้ในการทดลอง

ในการสีข้าวได้เลือกใช้เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก จากรูปที่ 7 ตัวเครื่องสีข้าวมีลูกหินขัดข้าวขนาด 4 นิ้ว มีความยาว 12 นิ้ว เนื่องจากในชนบทเกษตรกรนั้นยังมีความนิยมเครื่องสีข้าวแบบลูกหินขัดมากกว่าเครื่องสีข้าวที่ใช้ลูกยางเป็นตัวกะเทาะเปลือก เพราะลูกหินขัดข้าวนั้นสามารถซ่อมแซมหรือพอกใหม่ได้ง่าย



รูปที่ 7 เครื่องสีข้าวแกนนอนขนาดเล็ก



รูปที่ 8 การปรับตั้งความเร็วรอบด้วยชุดควบคุม Inverter

จากรูปที่ 8 การจัดเตรียมปัจจัยในการสีข้าวฮางความเร็วรอบของหินขัดข้าวถูกควบคุมความเร็วรอบโดยอินเวอร์เตอร์ และการเก็บข้อมูลในการทดลองการสีข้าว นั้นจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณข้าวหักตามรูปที่ 9 โดยจะทำการแยกระหว่างเมล็ดข้าวหักออกจากข้าวฮางสารที่สีได้



รูปที่ 9 เครื่องคัดแยกข้าวหัก

5.3 แผนในการออกแบบการทดลอง

ได้ทำการออกแบบการทดลองแบบ Factorial Design โดยใช้โปรแกรม Minitab 14 กำหนดให้การทดลองแบบ 2^3 และมี 3 replicates ปัจจัยประกอบด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยและระดับปัจจัยในการออกแบบการทดลอง

ปัจจัย	ระดับปัจจัย		
	ต่ำ(-1)	กลาง (0)	สูง(1)
ความเร็วรอบหินขัดข้าว(rpm),(A)	1,000	1,300	1,600
ขนาดช่องปล่อยข้าว(mm. ²),(B)	1,250	1,900	2,550
ระยะห่างลูกหินขัดข้าว (mm.),(C)	1	2	3

6. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

จากการสีข้าวตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวฮางจำนวน 3 ครั้งครั้งละ 200 กรัม เพื่อทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก โดยนำข้าวฮางที่สีแล้วทั้งหมดนำมาคัดแยกข้าวหักแล้วนำน้ำหนักของข้าวหักมา

คำนวณเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ตามสมการที่ 1 จากการออกแบบการทดลอง ได้รูปแบบทดลองสีข้าวฮางในปัจจัยที่กำหนด จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างข้าวฮางที่สีเสร็จแล้ว เพื่อนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก โดยจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดปริมาณข้าวหักจากการสี ตามรูปที่ 9

จากนั้นนำข้อมูลมาทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ข้าวหักนั้น สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 1

$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวหัก}}{\text{น้ำหนักข้าวสารทั้งหมด}} * 100 \quad (1)$$

ตารางที่ 2 ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักจากการสีข้าวตามเงื่อนไขที่กำหนด

(B)	(C)	(A)								
		1,000	1,300	1,600	1,000	1,300	1,600	1,000	1,300	1,600
1,250	1	11.591	11.582	11.589	11.618	11.596	11.569	11.585	11.643	11.601
	2	11.354	11.372	11.386	11.345	11.369	11.342	11.339	11.400	11.359
	3	11.330	11.336	11.321	11.380	11.355	11.320	11.346	11.348	11.347
1,900	1	11.012	11.048	11.032	11.035	11.029	11.036	10.998	11.047	11.046
	2	11.039	11.020	11.033	11.021	11.029	11.019	11.020	11.021	11.016
	3	11.022	11.020	11.036	11.019	11.023	11.029	11.027	11.035	11.027
2,550	1	11.693	11.679	11.677	11.690	11.742	11.650	11.658	11.686	11.661
	2	11.478	11.467	11.480	11.495	11.483	11.430	11.498	11.487	11.483
	3	11.734	11.662	11.729	11.707	11.699	11.671	11.729	11.691	11.640

*หมายเหตุ (A) คือปัจจัยความเร็วรอบหินขัดข้าว(rpm), (B) คือปัจจัยขนาดช่องปล่อยข้าว(mm.²),(C) คือปัจจัยระยะห่างลูกหินขัดข้าว(mm.)

จากตารางที่ 2 เปอร์เซนต์ข้าวหักจากการสีข้าวตามเงื่อนไขที่กำหนด พบว่าการแตกหักของข้าวฮางในการสีข้าวที่ความเร็วรอบหินขัดข้าวที่ระดับ 1,000 rpm, 1,300 rpm, 1,600 rpm มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยที่ 11.361%, 11.365% และ 11.352% ระยะระหว่างลูกหินกับยางขัดข้าวส่งผลต่อการแตกหักโดยระยะห่างที่ 1 mm., 2 mm. และ 3 mm.มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยที่ 11.436%, 11.288% และ 11.354% และขนาดช่องปล่อยข้าวขนาด 1,250, 1,900 และ 2,550 มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยที่ 11.434%, 11.245% และ 11.132%

ตารางที่ 3 สมประสิทธิ์พารามิเตอร์แต่ละสภาวะการสีข้าวฮางและความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p<0.05)

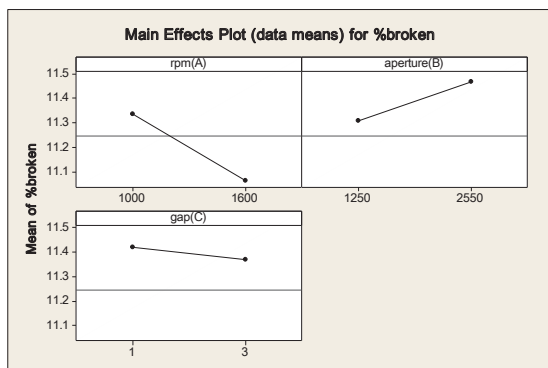
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P-Value
constant		11.246	0.035	321.34	0.000
A	-0.2711	-0.135	0.042	-3.16	0.002
B	0.1601	0.080	0.042	1.87	0.046
C	-0.0507	-0.025	0.042	-0.59	0.556
A*B	0.0012	0.001	0.052	0.01	0.671
A*C	0.0024	0.001	0.052	0.02	0.031
B*C	0.0854	0.042	0.052	0.81	0.029
A*B*C	-0.0036	-0.001	0.064	-0.03	0.978

จากตารางที่ 3 การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยในการสีข้าวฮางจากการออกแบบการทดลองสรุปได้ดังนี้ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 นั้น ปัจจัยความเร็วรอบ(A) และปัจจัยขนาดช่องปล่อยข้าว(B) มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัยระยะห่างลูกหินขัดข้าว(C) ไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ในส่วนอิทธิพลของปัจจัยร่วมระหว่างปัจจัยความเร็วรอบหินขัดข้าวและปัจจัยขนาดช่องปล่อยข้าว(AB) ไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ในส่วนปัจจัยร่วมระหว่างปัจจัยความเร็วรอบหินขัดข้าวและปัจจัยระยะห่างลูกหินขัดข้าว(AC) มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ปัจจัยร่วมระหว่างปัจจัยขนาดช่องปล่อยข้าวข้าวและปัจจัยระยะห่างลูกหินขัดข้าว(AC) มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ปัจจัยร่วม(ABC) ไม่มีมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก เห็นจะได้ว่าปรับความเร็วรอบของลูกหินขัดข้าวนั้นส่งผลต่อการแตกหักของข้าวฮาง และความแตกต่างกันของระดับความเร็วรอบ เนื่องมาจากการพิจารณาค่า P-Value น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญหรือซึ่งเท่ากับ 0.05

7.การอภิปรายผล

7.1 การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยหลัก

จากกราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักกับระดับปัจจัยหลักแต่ละปัจจัย ซึ่งกราฟจะแสดงอิทธิพลของของปัจจัยหลักในลักษณะเชิงเส้นตรง ดังรูปที่ 10 พบว่า



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักกับปัจจัยหลัก

ความเร็วรอบลูกหินขัดข้าว(A) ที่ระดับปัจจัยอยู่ที่ระดับสูง คือ 1,600 rpm ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยคือ 11.352 และที่ระดับปัจจัยอยู่ที่ระดับต่ำ คือ 1,000 rpm ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยเท่ากับ 11.361 ขนาดช่องปล่อยข้าว(B) ที่ระดับปัจจัยอยู่ที่ระดับสูง คือ 2,550 mm.² ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยเท่ากับ 11.132 และที่ระดับปัจจัยอยู่ที่ระดับต่ำ คือ 1,250 mm.² ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยเท่ากับ 11.434 ระยะห่างลูกหินขัดข้าว(C) และที่ระดับปัจจัยอยู่ที่ระดับสูงคือ 3 mm. จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยเท่ากับ 11.354 และที่ระดับปัจจัยอยู่ที่ระดับต่ำ คือ 1 mm. จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยเท่ากับ 11.436 เพื่อพยากรณ์ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักในระดับปัจจัยในการสีข้าวฮางที่เหมาะสมนั้น โดยการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ด้วยฟังก์ชัน response optimizer เพื่อพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ซึ่งมีค่าตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปัจจัยในการสีข้าวฮางที่เหมาะสมและค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักที่ทำนายได้

Optimal Solution			เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก
A	B	C	
1,300	1,900	2.0	11.246

เมื่อ A คือ ปัจจัยความเร็วรอบขัดข้าว(rpm)

B คือ ปัจจัยขนาดช่องปล่อยข้าว (mm.)²

C คือ ปัจจัยระยะห่างหินขัดข้าว (mm.)

จากตารางที่ 4 แสดงปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง พบว่าปัจจัยความเร็วรอบของลูกหินขัดข้าว ที่เหมาะสม เท่ากับ 1,300 rpm ปัจจัยช่องปล่อยข้าวเปลือกที่ 1,900 mm.² และปัจจัยระยะห่างระหว่างลูกหินขัดข้าวที่ 3.0 mm.ซึ่งจะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักที่ 11.246

7.2 แบบจำลองโมเดลประมาณค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก

จากการทดลองสามารถสร้างแบบจำลองการถดถอยแบบเชิงเส้น(linear regression model) ด้วยสมการเชิงเส้น (linear) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักกับตัวแปรในลักษณะเชิงเส้นโค้งได้ โดยการพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลส่งผลต่อค่าร้อยละการแตกหักอย่างมีนัยสำคัญได้ตั้งสมการที่ (2)

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (2)$$

โดย

$\hat{y}$ คือค่าประมาณเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก

β_0 คือค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยข้อมูลทั้งหมด

β คือสัมประสิทธิ์การถดถอย

x_1 คือความเร็วรอบหินขัดข้าว(A)

x_2 คือขนาดช่องปล่อยข้าว(B)

x_3 คือระยะลูกหินขัดข้าว(C)

จากสมการที่ (2) สามารถสร้างสมการการประมาณค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวหักอย่างมีนัยสำคัญ ดังสมการที่ 3

$$\hat{y} = 11.246 - 0.271 k_1 + 0.160 k_2 - 0.050 k_3 + 0.0012 k_1 x_2 + 0.0024 k_1 x_3 + 0.0854 k_2 x_3 - 0.0036 k_1 x_2 x_3 \quad (3)$$

8. สรุปผลการทดลอง

จากงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองการสีข้าวฮางเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวหักโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Factorial Design จากการวิเคราะห์ผล พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง คือ ความเร็วของหินขัดข้าวที่ระดับ 1,300 rpm ขนาดช่องปล่อยข้าวเข้าที่ ขนาด 1,900 mm.² และระยะห่างลูกหินขัดข้าวที่ 2 mm. จะทำให้การสีข้าวฮางมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักที่ 11.246 จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักอยู่ในระดับที่ต่ำหากเปรียบเทียบการการสีข้าวแบบปกติ ซึ่งปกติการสีข้าวฮางในชุมชนนั้นมีปริมาณการสีต่อวันนั้นอยู่ที่ 5-10

ต้นต่อวัน หากสามารถลดเปอร์เซ็นต์ข้าวหักได้ ก็จะส่งผลต่อต้นทุนของเกษตรกรให้ลดลงได้เช่นกัน ในการสีข้าวให้มีประสิทธิภาพแล้วนั้น การควบคุมปัจจัยในจึงมีความสำคัญและยังสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และเป็นการเพิ่มรายได้ในเกษตรกรทางหนึ่ง ข้าวสารที่หักนั้นจะถูกจำหน่ายเป็นข้าวปลายซึ่งถูกแบ่งว่าเป็นข้าวคุณภาพค่อนข้างต่ำ หากเปรียบเทียบในด้านราคาต่ำกว่าข้าวสารปกติที่ 30-40% ดังนั้นการลดการแตกหักของข้าวสารนั้นมีความสำคัญอย่างมากในการแปรรูปข้าวสาร

9.ข้อเสนอแนะ

ในการแปรรูปข้าวสาร นั้นจำเป็นต้องทำให้ข้าวสารนั้นสุกด้วยไอน้ำ แล้วจะนำมาทำการผึ่งลมจนกว่าข้าวจะมีความชื้นที่เหมาะสมที่ ความชื้นมาตรฐาน 10-14% ระยะเวลาการคอกข้าวสาร ต้องใช้เวลารอ ถึง 24-48 ชม. จึงเป็นอีกปัญหาของกลุ่มเกษตรกรแปรรูปข้าวสาร หากมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยลดความชื้นในข้าวสารนั้น จะลดการรอกคอก และยังสามารถส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตข้าวสารได้ตามความต้องการของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง ที่ให้การช่วยเหลืออุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณในการสนับสนุนของคณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่สนับสนุนทุนวิจัยและเวลาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริมา วินิชชัง. 2549. ผลของกระบวนการให้ความร้อนต่อการเกิดออกซิเดชันในข้าวกล้องหอมมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [2] วรณัฐ ศรีเจษฎารักษ์. 2550. การผลิตสารประกอบทางชีวภาพจากข้าวกล้องงอก. ทุนอุดหนุนทั่วไป

มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- [3] ชนิษฐา หวังดี. 2555. การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวสารงอก. วารสารการเกษตรราชภัฏ; 11(1):33-44.
- [4] Shelp, B. J., Bown, A. W. and Mclean, M. D. 1999. Metabolism and function of g-aminobutyric acid. Trends Plant Sci; 4:446- 452
- [5] Tian, S., Nakamura, K. and Kayahara, H. 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. J. Agric. Food. Chem; 52:4808-4813.
- [6] Shoichi, I. 2004. Marketing of value-added rice products in Japan : germinated brown rice bread. The Food and Agriculture Organization Rice Conference. Rome, Italy. February 12-13 2004.
- [7] จักร จักกะพาก. 2528. เครื่องจักรการเกษตร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ดวงกมล.
- [8] มนต์รี รุมาคม. 2500. เวลาที่ใช้ในการขัดข้าวกับอุณหภูมิของข้าวที่ได้จากการขัด เวลาที่ใช้ในการขัดข้าวกับเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิทธิกรรมและสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [9] พรทิพย์ อารยะรัตน์. 2533. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับสารขัดถูบางชนิดเพื่อการขัดสี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [10] พรทิพย์ อารยะรัตน์. 2533. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับสารขัดถูบางชนิดเพื่อการขัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [11] สาธิป รัตนภาสกร. 2529. การพอกลูกหินกะเทาะและขัดขาว. วารสารวิศวกรรมเกษตร. มกราคม – มีนาคม. หน้า 21-27.
- [12] E.V. Araullo, D.B. de Padua and M. Graham. 1976. Rice post harvest technology. International development research center. Ottawa, Canada. pp. 198-200.

- [13] สุขอังคณา ลี, กิตติ พิกุลทอง, ปรีชา รวดทรง, วีระพันธ์ จันทรมาศย์, ธิติกานต์ บุญแข็ง และสุรพงษ์ บางสะพาน. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวแกนนอนที่ใช้ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ปี . ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ.ประเทศไทย. 3 – 5 ตุลาคม 2548.
- [14] รังสรรค์ ไชยเชษฐ์, สุขอังคณา ลี, สุรเชษฐ์ ก้อนจันทร์ และปรุพท์ มะยะเญียว.การปรับปรุงประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวด้วยวิธีการหล่อเหวี่ยงเพื่อลดการแตกหักของข้าวสารในการสีข้าวด้วยเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 25. ชลบุรี.ประเทศไทย. 20 - 21 ตุลาคม 2554.