อิทธิพลของสมดุลการหมุนของลูกหินขัดข้าวต่อการแตกหัก ของข้าวสารในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

EFFECT OF THE RICE POLISHING CYLINDER BALANCING DURING MILLING ON PERCENTAGE OF BROKEN RICE IN A SMALL RICE MILL

รังสรรค์ ไชยเชษฐ์* และ สุขอังคณา ลี
วิศวกรรมศาสตร์/สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
E-mail: rungsan_48131289@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการหาแนวทางเลือกการปรับสมดุลการหมุนของลูกหินขัดข้าวและหาความสัมพันธ์ของการหักของข้าวสารในการสีข้าวโดยเครื่องสีข้าวขนาดเล็กโดยพบว่าในปัจจุบันเครื่องสีข้าวขนาดเล็กเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในชุมชนท้องถิ่นการหักข้าวส่วนใหญ่เกิดขึ้นในกระบวนการขัดสีการสั่นสะเทือนของลูกหินส่งผลให้ระยะห่างของลูกยางและหินขัดข้าวไม่สม่ำเสมอซึ่งทำให้เกิดการหักของข้าวการผลิตลูกหินขัดข้าวใช้วิธีการหล่อจึงทำให้ลูกหินที่ไม่สมดุลและเป็นเหตุทำให้เกิดการเสียหายของเครื่องสีข้าวก่อนเวลาอันควรในการบำรุงรักษางานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของข้าวกระบวนการสีข้าวปัจจัยที่มีผลต่อการแตกหักและได้ทำการสีข้าวเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสีข้าวเมื่อเกิดการสั่นสะเทือน การทำให้เกิดการสั่นสะเทือนโดยเพิ่มน้ำหนักจากตะกั่วที่ลูกหินขัดข้าวน้ำหนักที่ 5, 10 และ 15 กรัมที่ปลายด้านหนึ่งของลูกหิน และทดลองสีข้าว พบว่ามีลูกหินมีค่าเฉลี่ยแรงสั่นสะเทือนที่ 6.04, 4.02 และ 4.69 มิลลิเมตรต่อวินาที ได้ค่าการแตกหักที่สูงกว่าลูกหินปกติอยู่อัตราร้อยละ 10.68, 4.94 และ 3.51 ตามลำดับเมื่อเกิดแรงสั่นสะเทือนมากขึ้น จะทำให้การแตกหักข้าวมากขึ้นด้วย

คำสำคัญ : การสมดุลการหมุน, การแตกหัก, เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

Abstract

This research is aimed to study the implementation of balancing of the rice-polishing cylinder relating to fracture of the small rice mill. Generally, the small rice mill has been widely used in rural communities. The cause of broken rice is mainly from the polishing process. Vibration of rice-polishing cylinder causes rice fracture due to a space between rubber bung and rice–polishing cylinder is altered. This unbalanced and vibrated may have been the result from the hand-cast manufacture of rice-polishing cylinder. As a result, the excessive vibration reduces working life time of the cylinder. The milling process was investigated. The vibration was done by adding weight of 5, 10 and 15 grams on one side of rice-polishing cylinder to create unbalancing turning. The average vibration was 6.04, 4.02 and 4.69 mm per second caused the broken rice increased by 10.68, 4.94 and 3.51, respectively.

Keywords: Balance the rotation, broken rice, Small rice mill.

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชหลักของประเทศและมีพื้นที่เพาะปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะปลูกพืชต่างๆจะมีมากที่สุดในอดีตการปลูกข้าวแต่ละปีประเทศไทยมีการเพาะปลูกข้าว 58 ถึง 60 ล้านไร่ได้ผลผลิตประมาณ 20 ล้านตันข้าวเปลือกสามารถส่งออกไปจำหน่าย ในตลาดต่างประเทศกว่าปีละ 7 ถึง 8 ล้านตันข้าวสารคำนวณเป็นเงินรายได้เข้าประเทศกว่าปีละ 80,000 ล้านบาท (ชาญพิทยา,2548) แต่ปัจจุบันมีปัญหาส่วนหนึ่งของการแปรรูปข้าวให้เป็นข้าวสารได้ทำให้เกิดการแตกหักในปริมาณที่มากเช่นกันจากการสูญเสียข้าวในกระบวนการสีข้าวที่มีผลต่อราคาข้าวสาร คือการแตกหักของข้าวสาร ข้าวสารที่มีปริมาณการแตกหักมาก จะขายได้ในราคาที่ต่ำกว่าข้าวสารที่มีปริมาณการแตกหักน้อยกว่า สาเหตุของการแตกหักของเมล็ดข้าวในกระบวนการสีข้าวน่าจะเกิดจากการแตกร้าวภายในของเมล็ดข้าวการแตกร้าวภายในของเมล็ดข้าวที่มีอยู่แล้วอาจเกิดจากกรรมวิธีใดๆ ก่อนกระบวนการสีข้าว เช่น การปฏิบัติการเก็บรักษาก่อนการเก็บเกี่ยวระยะเวลาและวิธีการเก็บเกี่ยวการลดความชื้นข้าวการนวดข้าวและการเก็บรักษาข้าวที่ไม่เหมาะสม (กัญญา เชื้อพันธุ์, 2545)

การสีข้าวนั้นมีกระบวนการหลายขั้นตอนส่วนที่ทำให้เกิดการแตกหักนั้นเกิดจากส่วนของกระบวนการสีข้าวที่ขั้นตอนการกะเทาะเปลือก และขั้นตอนการขัดขาว ในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ในเขตจังหวัดขอนแก่น ที่สีข้าวเจ้าพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า มีการแตกหักของเมล็ดข้าวที่ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกอัตราร้อยละ 3.62 และขั้นตอนการขัดขาวมีการแตกหักอัตราร้อยละ 25.34 (ประสันต์ ชุ่มใจหาญ, 2542) การแตกหักจากการขัดสีนั้นลูกหินขัดข้าวนั้นมีส่วนสำคัญโดยมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการขึ้นรูปของหินขัดข้าวแกนนอนนั้นมีส่วนกับการแตกหักของข้าวสารที่มีการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวด้วยมือและการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อเหวี่ยงการขึ้นรูปด้วยวิธีการขึ้นรูปแบบใหม่นี้สามารถลดการแตกหักของข้าวสารเมื่อเปรียบเทียบกับการขึ้นรูปด้วยมือนั้นได้ในอัตราร้อยละ 28.72 (ธิติกานต์ บุญแข็ง, 2549) การขึ้นรูปด้วยวิธีการทั้งสองนั้นได้ทำให้เกิดความแตกต่างในส่วนผิวหินขัดที่เหมาะสมในการขัดข้าวและทำให้เกิดการแตกหักที่น้อยลงดั้งเช่นงานวิจัยที่ศึกษาถึงผิวของลูกหินขัดข้าวส่งผลต่อการขัดสีและการแตกหักที่น้อยลงในการเลือกความละเอียดของวัสดุหินขัดส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ (จรัญ มงคลวัย, 2548) และสิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยได้มีแนวความคิดที่ว่าน่าศึกษาคือ

การแตกหักจากการไม่สมดุลการหมุนของลูกหินขัดข้าวเนื่องจากการสั่นสะเทือนของการสีข้าวของโรงสีนั้นอาจเกิดได้หลายสาเหตุเช่น การไม่สมดุลของเครื่องจักรที่หมุน การเลื่อนของชิ้นส่วนของเครื่องจักรตามแนวเส้นตรง การขัดสีหรือถูกันระหว่างชิ้นส่วนสองชิ้น การหลุดหลวมของชิ้นส่วนของเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งการสั่นสะเทือนเหล่านี้ของเครื่องสีข้าวมักมีผลต่อสมรรถนะและคุณภาพของข้าวที่สีออกมาด้วยเช่นกัน ดังนั้นต้องมีความเข้าใจถึงพฤติกรรมของการสั่นสะเทือนเพื่อจะได้สามารถจำกัดขนาดการสั่นสะเทือนให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ส่วนที่สำคัญคือส่วนของการขัดสีเมล็ดข้าวโดยลูกหินที่ทำการหมุนเพื่อขัดให้ข้าวมีความขาวเพื่อให้น่ารับประทานซึ่งการสั่นสะเทือนมีส่วนที่ทำให้เกิดการแตกหักของข้าว การศึกษาในครั้งนี้จะพิจารณาการลดการสั่นสะเทือนจากการหมุนของลูกหินขัดข้าวเพื่อลดการแตกหักของข้าวและถ้าสามารถลดการแตกหักของข้าวให้ลดน้อยลงได้ก็เป็นการช่วยเกษตรกรหรือประเทศได้อีกหนทางหนึ่งก็เป็นได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการสีข้าว การสีข้าวจะมีหลักการอยู่ 2 แบบคือ

1. การสีข้าวแบบใช้แรงเสียดสี (Friction type)
2. การสีข้าวแบบใช้การขัดสี (Abrasive type)

ส่วนกระบวนการในการสีก็หลายรูปแบบ แตกต่างกันไปตามท้องที่ต่างๆ โดยเครื่องสีข้าวมีอยู่ 4 แบบใหญ่ๆ คือ แบบหินโคนแกนตั้งและลูกยาง แบบขัดสีลูกหินกากเพชร ทรงกระบอก แบบการใช้การเสียดสีของแกนเหล็กเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท Schule ประเทศเยอรมัน แบบเครื่องขัดที่ใช้หรือไม่ใช้ไอน้ำ เป็นเครื่องสีข้าวที่ใช้ไอน้ำในการขัดเงาเมล็ดข้าวร่วมด้วย (Dante de Padua, 1998)

2.2 กรรมวิธีการผลิตและการสีข้าว โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการทำความสะอาด(Cleaning) หรือขั้นข้าวเปลือก ข้าวเปลือกจะถูกส่งเข้าอุปกรณ์ทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออก เช่น แกลบ ข้าวลีบ เศษฟาง ดิน หิน และสิ่งที่เจือปนอื่นๆ ข้าวเปลือกที่สะอาดแล้วจะถูกส่งไปยังขั้นตอนการสีต่อไป

2. ขั้นตอนการสีข้าว (Hulling) หรือขั้นข้าวกล้อง ขั้นตอนนี้ข้าวเปลือกที่สะอาดแล้วจะถูกส่งเข้าอุปกรณ์กะเทาะเปลือก สิ่งที่ได้ออกมาคือ ข้าวกล้องและแกลบ แกลบถูกดักแยก โดยอุปกรณ์คัดแยก ส่วนข้าวกล้องจะถูกส่งไปยังขั้นตอนการขัดขาวต่อไป อุปกรณ์ที่ใช้กะเทาะเปลือกหรือเครื่องสีข้าว (Hulling) มี 2 ชนิด คือ เครื่องสีข้าว

แบบแผ่นกลม (Disc huller) หรือโม่หินและเครื่องสีข้าวแบบลูกกลิ้ง (Roller huller)

3. ขั้นตอนการขัดขาว (Polishing) หรือขั้นข้าวสาร ข้าวกล้อง (Brown Rice) ที่ได้จากการกะเทาะเปลือกมักมีชั้นของรำข้าว (Bran Layer) เคลือบอยู่เมื่อนำเข้าอุปกรณ์ขัดขาว ส่วนนี้จะถูกขัดออกเป็นรำ (Bran) ทำให้ได้ข้าวสาร (Milled Rice) ที่ขาวน่ารับประทาน อุปกรณ์ขัดขาวมี 2 ประเภท คือ เครื่องขัดขาวแบบกรงกรวยวางแนวตั้ง (Vertical Cone Type) และเครื่องขัดขาวแบบแนวนอน (Horizontal Type)

4. ขั้นตอนการแยกเมล็ดข้าว (Grading) หรือขั้นทำอัตราร้อยละข้าวสารที่ได้จากการสี และขัดขาวแล้วนั้นมีทั้งข้าวเต็มเม็ด ข้าวหัก และปลายข้าว ดังนั้นจึงต้องนำไปคัดแยกโดยอุปกรณ์คัดแยกเพื่อแยกส่วนเหล่านี้ออกจากกัน อุปกรณ์คัดแยกข้าวออกมาเป็น ต้นข้าว (ข้าวเต็มเม็ด) ข้าวหัก และปลายข้าว

2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการสีข้าว

ความสูญเสียข้าวในกระบวนการสีข้าวที่มีผลต่อราคาข้าวสาร ปริมาณการแตกหักมากจะขายได้ในราคาที่ต่ำกว่า สาเหตุของการแตกหักของเมล็ดข้าวในกระบวนการสีข้าว

1. ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยาง ถ้าชิดมากไปข้าวจะหักมาก อัตราการหมุนของหินขัดขาวถ้าเร็วมากข้าวจะหักมาก อัตราการไหลลงของข้าวสู่เครื่องกะเทาะเปลือกถ้าสูงมากจะหักมาก และระยะเวลาการขัดสีถ้านานมาก ข้าวจะขาวมาก ปริมาณรำมากและข้าวหักมากซึ่งทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการแตกหักของเมล็ดข้าวในขั้นตอนการขัดขาวนอกจากนี้ยังขึ้นกับจำนวนหน่วยขัดสีถ้ามีหลายหน่วยแต่ละหน่วยขัดเบา ๆก็จะทำให้คุณภาพการสีดีขึ้นจากที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุปถึงปัจจัยที่มีผลต่อการขัดขาว (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะกุล, 2534)

2. ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับตะแกรงขัดขาว (Harry Th. and L. van Ruiten ,1981) (Ruben E. *et al*., 1978) (ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2535) แนะนำไว้สอดคล้องกันคือควรตั้งระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับตะแกรงขัดขาวของเครื่องขัดขาวแบบกรวยหินแกนตั้งเท่ากับ 10 มิลลิเมตร

3. ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวปรับแท่งยางเข้า ระยะทางระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางกว้างเล็กกว่าความกว้างของเมล็ดข้าวเล็กน้อย (ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2535) การปรับระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวควรอยู่ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร (Harry Th., L. van Ruiten, 1981) และ (ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2535) ปัจจัยที่มีผลต่อการขัดขาวข้าวด้วยเครื่องขัดขาวแบบกรวยหินระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวเท่ากับ 2มิลลิเมตรเหมาะสมที่สุด (ประสันต์ ชุ่มใจหาญ, 2542)

4. จำนวนครั้งการขัดขาวพบว่าการขัดขาวหลายครั้งช่วยลดปริมาณการแตกหักเมล็ดข้าวได้ (Efferson,Norman J. and Klaus Singelmann, 1969) ค่าอัตราร้อยละข้าวหักนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งและระดับการสีก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นไปตามจำนวนครั้งเช่นกัน (ประสันต์ ชุ่มใจหาญ, 2542) พบว่าจำนวนครั้งการขัดขาวที่เหมาะสม ควรขัดขาว 3 ครั้ง ถ้าขัดเกิน 3 ครั้ง จะทำให้ประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลง เมล็ดมีแนวโน้มแตกหักมากขึ้น (ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2535)

5. อุณหภูมิในกระบวนการขัดขาว ปริมาณแตกหักของเมล็ดข้าวในกระบวนการขัดขาวที่อุณหภูมิต่างกันพบว่าช่วงอุณหภูมิของลมที่ใช้ในการดูดรำที่ท่อทางเข้าที่เหมาะสมที่ 33.70 และ 25.90 องศาเซลเซียสและมีอัตราร้อยละข้าวหักอัตราร้อยละ15.99 และ 14.69 (บัณฑิต สุริยวงศ์พงศา, 2547)

2.4 วัสดุหินขัดข้าว

ลูกหินขัดข้าวของเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบแกนนอนใช้วัสดุหินขัดที่ทำขึ้นจากหินกากเพชรหรือซิลิกา ขนาดเมล็ดเกรน 12, 14, 16 และ 18 กับปูนแมกนีเซียมออกไซด์ใน อัตราส่วน 17 ต่อ 3 โดยน้ำหนักผสมด้วยตัวประสานคือน้ำเกลือแมกนีเซียคลอไรด์ มาพอกบน โครงเหล็ก ตากแห้งกลางแจ้งและ กลึง ให้ได้ ขนาด (สาทิป รัตนภาสกร, 2529) วัสดุของหินขัดข้าวซึ่งประกอบด้วย

1.หินกากเพชร หรือ Emery เป็นหินธรรมชาติที่เป็นสารประกอบระหว่าง Corundum (Aluminum oxide (Al_2O_2)) และ Iron oxide เช่น magnetile (Fe_3O_4) หรือ magnetile (Fe_2O_3) ซึ่งจะมีความแข็งอยู่ที่ 8 โมห์ส ซึ่งต่ำกว่า Corundum บริสุทธิ์ซึ่งมีแข็งอยู่ที่ 9 โมห์ส โดยเป็นแร่ที่มีความแข็งรองจากเพชรความหนาแน่นสูงและไม่เกิดปฏิกิริยากับกรดหรือสิ่งแวดล้อมมีการใช้ในเครื่องสีข้าวแบบการขัดสีแบบแนวตั้งและแนวแกนนอนในอุตสาหกรรมบดแป้งก็นิยมทำลูกหินขัดด้วยหินกากเพชร

2.หินกากแก้ว หรือ Silicon carbide, SiC เป็นสารที่มีความแข็งสูงเท่ากับ 9 โมห์สหรือประมาณ 2800-3300 HV และความเปาะ มีความคมมันวาวมีขนาดแตกต่างกันนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมขัดสีเช่นกระดาษทรายขัด และหินเจียระไน เป็นต้น

3.ปูนขาว (Calcined magnesite) ที่ใช้ในการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวคือ Calcined magnesite เป็นสารประกอบที่มี

ส่วนผสมของ MgO เป็นหลักและ SiO_2 กับ CaO เล็กน้อยมีลักษณะคล้ายแป้งทนความร้อนสูง ทนไฟนิยมใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร และก่อสร้างเมื่อผสมกับสารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ จะได้ปูน Oxychloride ที่เหมาะกับการก่อและฉาบ

4.น้ำเกลือ ($MgCl_26H_2O$) หรือเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ เป็นเกลือที่ได้จากน้ำทะเล หรือน้ำเกลือ มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวการใช้งานเช่น เป็นตัวประสานใช้ละลายหิมะเป็นต้นมีข้อดีคือมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะน้อยกว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ และเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ไม่ระคายเคืองผิวหนังไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมและไม่ทำปฏิกิริยากับพืชใน

2.5 กระบวนการหล่อลูกหินขัดข้าว

ทำได้โดยนำเพลาล้อหินที่ทำด้วยเหล็กหล่อไปกะเทาะวัสดุหุ้มที่ชำรุดออก และพอกหุ้มใหม่โดยผสมปูนและหินในอัตราส่วน 1ต่อ 5 โดยน้ำหนัก และผสมน้ำเกลือแมกนีเซียคลอไรด์ที่มีดีกรีความเค็มที่ 30 ดีกรี วัดโดยปรอทวัดความเค็ม ผสมทุกอย่างให้เข้ากัน จากนั้นจึงนำส่วนผสมที่มีความเหนียวปั้นขึ้นรูปได้นี้ ไปพอกหุ้มแกนเหล็กให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว เมื่อแห้งแล้วประมาณ 1 วัน จึงนำมากลึงแต่งผิวและให้ได้ตามขนาดที่ต้องการเมื่อกลึงเสร็จแล้วก็สามารถนำไปใช้งานได้ถึงอย่างไรก็ดีจากกระบวนการขึ้นรูปลูกหินดังกล่าว มีขั้นตอนที่ต้องใช้ความระมัดระวังคือ การผสมปูนกับน้ำเกลือให้ได้ความเหนียวที่เหมาะสม โดยกระบวนการนี้ใช้ความชำนาญและประสบการณ์ในการผสม

2.6 คุณสมบัติหินขัดข้าวที่ดี

หินขัดข้าวที่ได้ดีนั้นต้องมีการหลุดร่วงของหินกากเพชรบ้างเล็กน้อย คือให้หินกากเพชรส่วนที่ถูกขัดสีจนหมดคมแล้วหลุดออกไปบ้าง เพื่อเปลี่ยนให้หินกากเพชรชั้นที่ติดกันขึ้นมาเป็นพื้นผิวของการขัดสีใหม่ ถ้าลูกหินที่ขึ้นรูปแล้วมีความแข็งมากเกินไปจะทำให้ข้าวหัก และถ้าลูกหินมีอ่อนเกินไป หรือคุณภาพไม่ดี จะทำให้เม็ดหินหลุดและมีการสึกหรอย่างรวดเร็วก่อนเวลาอันควร ซึ่งถ้าลูกหินขัดที่หมดสภาพแล้วหรือมีคุณภาพไม่ดีก็จะไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก กรรมวิธีการผลิตหินขัดข้าวแบบเดิมหรือการขึ้นรูปด้วยมือนั้นขัดข้าว การควบคุมคุณภาพของลูกหินนั้นทำได้ลำบากหมายความว่า จำนวนของหินขัดข้าวที่เสียหาย จากการผลิตจำนวนมาก (สุขอังคณา ลี, 2547) ดังนั้นทางผู้ประกอบการโรงสีข้าวขนาดใหญ่ต่อมาได้มีการพัฒนากรรมวิธีการขึ้นรูปวัสดุหินขัดในงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะ อย่างยิ่งกลุ่ม ซิลิกอนคาร์ไบด์ มีกรรมวิธี ขึ้นรูปได้ 4 แบบ คือ Reaction-sintered, Hot-pressed, Sintered และ Composite sintered

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการสีข้าว

การสีข้าวในที่นี้เพื่อการทดสอบการไม่สมดุลการหมุนของหินขัดข้าวโดยการเพิ่มน้ำหนักจากตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์เพื่อให้เกิดการสั่นสะเทือนว่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการแตกหักของข้าวหรือไม่ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของหินขัดข้าวที่มีการใช้งานอยู่ทั่วไปในชุมชน โดยนำหินขัดข้าวแกนนอนขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาเพิ่มน้ำหนักและใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มาจากแหล่งปลูกเดียวกัน โดยมาจากสหกรณ์การเกษตร อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งได้ผ่านการทำความสะอาดและลดความชื้นโดยการตากแดดพันธุ์ข้าวชนิดนี้ได้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.888-2532 การใช้งานเครื่องสีข้าวขนาดเล็กได้ใช้งานตามสภาพปกติที่ระดับความเร็ว 1,420 รอบต่อนาที โดยมีลำดับการสีข้าวดังนี้

1. นำหินขัดข้าวที่มีขายตามท้องตลาดมาเตรียมในการเพิ่มน้ำหนักโดยมีการใช้ตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์ที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 5 กรัม 10 กรัม 15 กรัม

2. ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็กมาทำความสะอาดภายในด้วยวิธีลมเป่าเพื่อลีฝุ่นที่เกาะบริเวณตะแกรงที่เป็นตัวขัดสีเมล็ดข้าว

3. ทำการปรับระยะระหว่างลูกหินขัดข้าวกับยางขัดข้าวให้มีระยะห่างที่ 1.5 มิลลิเมตร

4. ทำการสีข้าวโดยเริ่มตั้งแต่หินขัดข้าวน้ำหนักปกติ 5, 10 และ 15 กรัม ทำการการสุ่มตัวอย่างข้าวสารที่สีและวัดแรงสั่นสะเทือนของแต่ละลูกหิน การเพิ่มน้ำหนักของลูกหินขัดข้าวเพื่อทำให้เกิดความสั่นสะเทือนตั้งแต่ 5, 10 และ 15 กรัม โดยติดข้างเดียวและระยะที่เท่ากัน

รูปที่ 1 ลูกหินขัดข้าวที่มีการเพิ่มน้ำหนักเพื่อทำให้เกิดการสั่นสะเทือนด้วยตะกั่วถ่วงล้อรถยนต์

3.2 เครื่องมือวัดที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 เครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวหัก ทำการแยกข้าวหักที่มีขนาดเล็กจะไม่ตกลงไปในหลุมที่ส่วนหมุนของเครื่องทำให้เมล็ดที่หักร่วงลงมา

รูปที่ 1 เครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวหัก

3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลเพื่อทำการชั่งน้ำหนักของข้าวสารที่หักและข้าวเต็มเมล็ด

รูปที่ 2 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ ACUรุ่น HJ-600H

4.2.3 เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือนเพื่อหาอิทธิพลของแรงสั่นสะเทือนต่อการสีข้าว

รูปที่ 3 เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือน ยี่ห้อ INSPEX รุ่น IPX-602

3.3 อุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กลูกหินแกนนอนรุ่นตราเสือ บริษัทอุบลกรุงไทยกลการ

รูปที่ 4 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแกนนอน

3.3.2 ลูกหินขัดข้าวที่มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด มีขนาด 12 นิ้ว

รูปที่ 5 ลูกหินขัดข้าวที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.3 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธ์ข้าวในการทดสอบกับเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

รูปที่ 6 ข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ของสหกรณ์การเกษตรวารินชำราบ จำกัด สถานที่ปลูก ตำบลคูเมือง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

3.4 การหาอิทธิพลของการสั่นสะเทือนและการแตกหัก

1. ทำการตั้งสมมุติฐานของการสั่นสะเทือนกับการส่งผลถึงการแตกหักของข้าวสาร โดยสมมุติฐานว่าการสั่นสะเทือนจากการเพิ่มน้ำหนักของลูกหินขัดขาวไม่มีผลต่อการแตกหักของข้าวสาร

H0: $\mu 1=\mu 2$

แต่ถ้าการสั่นสะเทือนมีผลต่อการแตกหักให้ทำการปฏิเสธและยอมรับสมมุติฐานรอง ที่ว่าการแตกหักจากการเพิ่มมีผลที่แตกต่างกันกับไม่มีการเพิ่มน้ำหนักเพื่อทำให้เกิดการสั่นสะเทือน

HA: $\mu 1\neq\mu 2$

เมื่อ $\mu 1$=ค่าเฉลี่ยของการแตกหักของข้าวสารจากลูกหินขัดข้าวที่ไม่มีการเพิ่มน้ำหนักเพื่อทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือน $\mu 2$= ค่าเฉลี่ยของการแตกหักของข้าวสารจากลูกหินขัดข้าวที่มีการเพิ่มน้ำหนักเพื่อทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือน

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{\sum x_1^2+\sum x_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{n_1+n_2}{n_1 n_2}\right)}} \quad (1)$$

$$S^2d = \frac{\sum d^2-(\sum d)^2/n}{n-1} \quad (2)$$

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{(S^2d)/n} \quad (3)$$

$$t = \bar{d} / S_{\bar{d}} \quad (4)$$

เมื่อ S^2d = ค่าความแปรปรวน

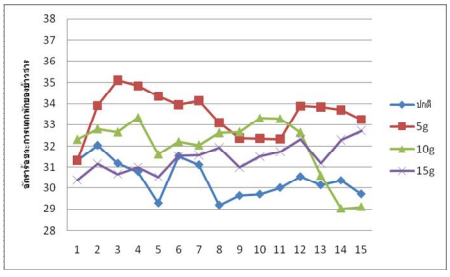
d = ผลต่างระหว่างตัวอย่าง

n = จำนวนตัวอย่าง

$S_{\bar{d}}$ = Standard error of difference

t = ค่า t-test จากการคำนวณ

4. ผลของการวิจัย



รูปที่ 7 แผนภูมิอัตราร้อยละการแตกหักของข้าวสาร

การวิเคราะห์ค่าที่ได้จากแผนภูมิช่วงแรกของการสุ่มข้าวสารที่ได้ออกมาจะมีการแตกหักที่สูงอาจจะเนื่องมาจากการที่ข้าวไหลลงไปในห้องขัดสีชุดแรกที่ยังไม่มีข้าวในห้องขัดสีจะทำให้เกิดการกระแทกของเมล็ดข้าวก็เป็นได้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการแตกหักและแรงสั่นสะเทือนกับลูกหินขัดข้าวที่ปกติ

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	อัตราการแตกหักที่เพิ่มขึ้น(ร้อยละ)	แรงสั่นสั่นเทือนที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)
5	10.69	6.04
10	4.94	4.02
15	3.51	4.69

เป็นค่าที่เป็นอัตราร้อยละการแตกหักของข้าวที่สีในเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่ทำการเปรียบเทียบระหว่างลูกหินที่มีความสมดุลในการหมุนและลูกหินขัดข้าวที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนผลที่ได้ออกมาการเพิ่มน้ำหนักมีอัตราการแตกหักที่สูงกว่าลูกหินธรรมดาที่อัตราร้อยละ 10.69, 4.94 และ 3.51และมีค่าเฉลี่ยแรงสั่นสะเทือนที่ 6.04, 4.02 และ 4.69

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองสีข้าวพบว่า การเพิ่มน้ำหนักเพื่อให้เกิดแรงสั่นเทือนในลูกหินมีค่าเฉลี่ยของการแตกหักเพิ่มขึ้น การสั่นสะเทือนในเครื่องสีข้าวขนาดเล็กก็มีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน แต่ในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาการสั่นที่เกิดขึ้นกับการหมุนของลูกหินขัดข้าว ส่วนแตกหักของข้าวสารนั้นระยะห่างระหว่างลูกหินขัดข้าวกับลูกยางมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการแตกหักของข้าว เนื่องจากการหมุนที่ไม่สมดุลทำให้ลูกหินขัดข้าวเกิดการหมุนที่มีแรงหนีศูนย์กลาง ทำให้ระยะห่างระหว่างลูกหินกับยางขัดข้าวไม่เท่ากันทั้งแนวของการขัดสีดังนั้นส่วนที่มีระยะที่เหมาะสมก็สามารถทำการสีข้าวได้ดี ส่วนที่มีระยะห่างที่มากก็ไม่สามารถกะเทาะเปลือกและขัดสีได้ และส่วนที่มีระยะห่างที่แคบจะทำให้การขัดสีที่มากจนทำให้เกิดความร้อนสะสมในเมล็ดข้าวจนทำให้เกิดการแตกหักจำนวนที่มาก และการลดการสั่นสะเทือนในกระบวนการสีข้าวนั้นก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ควรแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรและลดของเสียที่เกิดจากการีสีข้าว การวิจัยในครั้งต่อไปนั้นควรเป็นการหาวิธีการปรับสมดุลของหินของข้าวเพื่อลดปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี บุคลากรที่เกี่ยวข้องที่ได้นำทฤษฎีและข้อมูลมาใช้ในการอ้างอิง จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. บรรณานุกรม

กัญญา เชื้อพันธุ์, 2545. คุณภาพข้าวทางกายภาพ, น.1-7. คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย กรมวิชาการเกษตรและสำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะกุล, 2534 คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด.กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

จรัญ มงคลวัย, 2548. การศึกษาผิวหินขัดที่มีผลต่อการขัดขาวข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตรบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชิติกานต์ บุญแข็ง, 2549. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสึกหรอของลูกหินขัดข้าวในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

บัณฑิต สุริยวงศ์พงศา 2547 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ, 2542. การศึกษาปริมาณการแตกหักของเมล็ดข้าวในกระบวนการสีข้าว.เอกสารประกอบการสัมมนารายวิชาสัมมนา2. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

2544. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขัดขาวข้าวด้วยเครื่องขัดขาวแบบกรวยแกนตั้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2535. การจัดการโรงสีข้าว. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

2538. การศึกษาสภาวะการขัดสีที่มีผลกระทบต่อการขัดขาวข้าว.ในรายงานการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติกประจำปี 2538. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

2541. อิทธิพลของความเร็วรอบลูกหินขัดขาวที่มีผลต่อคุณภาพการขัดขาว. ในเอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 15. (หน้า 148-157).เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพายัพ.

2542. อิทธิพลของจำนวนครั้งการขัดขาวต่อคุณภาพการขัดขาว. ในเอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น ครั้งที่ 16. (หน้า 198-209).สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น.

สาทิป รัตนภาสกร, 2529. การพอกลูกหินกะเทาะและขัดข้าว. วารสารวิศวกรรมเกษตร, มกราคม ถึง มีนาคม 2529

สุขอังคณา ลี, 2547.การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุผสมที่ใช้ทำลูกหินขัดข้าวในโรงสีขนาดเล็ก. รายงานการวิจัย.สำนักคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2547

Efferson, Norman J. and Klaus Singelmann. 1969. An Appraisal of the rice drying, Storing, Processing and Marketing in the Philippines. A Technical Report..

Harry Th., L. van Ruiten, 1981. Rice Milling. In Southeast Asia cooperative post-harvest research & development. 1981. Grain post-harvest processing technology. (pp. 148-235). Southeast Asia cooperative post-harvest research & development.

Ruben E. et al.,1978 ; Milling Parameters for Maximum Milling Yield and Quality of Milled Rice .Grain Post-Harvest Technology. (pp. 27-100).

Dante de Padua, 1998. Rice Post-harvest e-mail conference draft summary – V.1.2 (online). Available URL:http//www.fao.org