

การศึกษาผลกระทบของการสึกกร่อนที่มีต่อการกะเทาะข้าวเปลือก

The effects of wear rubber roll huller on the effectiveness of paddy hulling

สมนึก ชุติป¹ สมโภชน์ สุดาจันทร์¹ พัฒนา พึ่งพันธ์² และ จรรย์ มงคลวิทย์²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ใช้ลูกยางกะเทาะข้าวเปลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร กว้าง 254 มิลลิเมตร ในการสีข้าวเปลือกพบว่า ที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 33.5 องศาเซลเซียส ลูกยางเร็วและลูกยางช้าที่ความเร็วรอบ 1000 และ 740 รอบต่อนาที มีอุณหภูมิเท่ากับ 84.7 ± 6.2 และ 81.9 ± 7.8 องศาเซลเซียส การสึกของลูกยางใหม่ช่วง 5 ชั่วโมงแรกเกิดขึ้นน้อยและมีการสึกเพิ่มมากขึ้นโดยการสึกของลูกยางเร็วมีมากกว่าลูกยางช้า เมื่อลูกยางสึกต้องปรับความดันลูกยางเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาระดับการกะเทาะไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเมื่อลูกยางสึกมีการจัดการ 2 รูปแบบ คือ การสลับลูกยางเมื่อลูกยางเร็วสึก 12 มิลลิเมตร และ เปลี่ยนลูกยางลูกเร็วเมื่อลูกยางช้าสึก 12 มิลลิเมตร การสึกของลูกยาง ทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลงและเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าวเพิ่มขึ้น การสลับลูกยางในช่วงการสีลูกยางช้า 12-23.5 มิลลิเมตร ที่ความดันกระบอกกลมควบคุมลูกยาง 1 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อัตราป้อน 2.0, 2.2 และ 2.4 ตัน/ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง 12.98, 17.17 และ 15.11 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการเปลี่ยนลูกยางเร็ว ช่วงการสีลูกยางช้า 12-22 มิลลิเมตรให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง 13.80, 18.31 และ 21.69 ตามลำดับ

Abstract

The temperature and wear of a pair of rubber roll huller of 254x254 millimeters diameter and the effects of wear of huller on the effectiveness of paddy hulling were investigated in commercial rice mill and laboratory unit. The surface temperature of high speed roller and low speed roller of 84.7 ± 6.2 and 81.9 ± 7.8 °C with the average ambient temperature of 33.5 °C were found. A little wear of both new hullers within 5 hours of operation was found and after that a constant rate of wear was resulted. The rate of wear of high speed roller was greater than the low speed huller. High pressure roller was required for the wear of rollers in order to keep >80 % hulling. On the rubber roll wearing out distances, the rolls were either changed over (between the fast and the slow rolls) or replaced by the new roll (the fast roll only). For the wearing out distances between 12 and 22 mm after the rubber roll replacement, the hulling percentages were decreased by 13.8 , 18.31 and 21.69 % with the feeding rates of 2.0, 2.2 and 2.4 tons/hr, respectively. For the wearing out distances between 12.0-23.5 mm after the change over of the rubber rolls, the hulling percentages were decreased by 12.98, 17.17 and 15.11 % with the feeding rates of 2.0, 2.2 and 2.4 tons/hr, respectively.

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปีการเพาะปลูก 2544/2545 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวประมาณ 66 ล้านไร่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 26.5 ล้านตันข้าวเปลือก ซึ่งในจำนวนนี้มีปริมาณการส่งออกในรูปของข้าวสารขาวประมาณ 7.3 ล้านตัน สามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศคิดเป็นมูลค่าประมาณ 70,005 ล้านบาท โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิสามารถส่งออกได้ถึง 1.49 ล้านตัน จากปริมาณการส่งออกทั้งหมดของไทย และมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2546)การส่งออกข้าวของประเทศไทยแบ่งตามคุณภาพได้ 4 ระดับคือข้าวคุณภาพสูง ข้าวคุณภาพปานกลาง

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ข้าวคุณภาพต่ำ และปลายข้าว โดยข้าวคุณภาพสูงมีแนวโน้มการส่งออกมากขึ้น (วรพงศ์ พิชญ์พงศ์ศา, 2541) ข้าวคุณภาพสูงพื้นข้าวต้องประกอบด้วย ต้นข้าวเป็นส่วนมาก การผลิตข้าวสารให้ได้ปริมาณต้นข้าวมากขึ้นนั้นประกอบด้วยปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุ์ ความชื้น ลักษณะเมล็ด ประสิทธิภาพของเครื่องจักร และขนาดของโรงสี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542) แนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้ข้าวไทยสามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตข้าว การลดต้นทุนการผลิตข้าวคุณภาพสูง โดยการใช้เทคโนโลยีในการสีข้าว ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้าวสารเต็มเมล็ดมากขึ้น เพราะข้าวเต็มเมล็ดขายได้ราคาสูงกว่าข้าวหัก (สุรเวทย์ กฤษณะเศรษฐี, 2542) ดังนั้นกระบวนการสีข้าวถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

กระบวนการสีข้าวเป็นการแปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารที่สามารถนำไปหุงต้มเพื่อการบริโภคได้ ขั้นตอนการสีข้าวโดยทั่วไปมี 4 ขั้นตอน คือ การทำความสะอาด การกะเทาะเปลือก การขัดขาว และ การคัดขนาด การแตกหักของข้าวในกระบวนการสีข้าวเกิดขึ้นมากที่ขั้นตอนการกะเทาะ และขั้นตอนการขัดขาว (กัญญา เชื้อพันธุ์, 2541) จากการศึกษาการแตกหักของข้าวในโรงสีข้าวที่ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าที่เปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ข้าวแตกหักที่ขั้นตอนการกะเทาะ 4-8 เปอร์เซ็นต์ และแตกหักในขั้นตอนการขัดขาว 10-20 เปอร์เซ็นต์ (พัฒนา พึ่งพันธุ์, 2543) และจากการศึกษายังพบว่า ข้าวกล้องเต็มเมล็ดที่ผ่านการกะเทาะส่วนหนึ่งมีรอยร้าว ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ข้าวเกิดการแตกหักมากในขั้นตอนการขัดขาว นอกจากนั้นจากการเก็บข้อมูลข้าวที่ผ่านการกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยาง ที่โรงสีแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ที่อัตราป้อนลงที่ข้าวที่ผ่านการกะเทาะมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง เมื่อมีการสีของลูกยาง การเพิ่มค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะกระทำโดยการเพิ่มความดันลูกยาง (ความดันจากกระบอกลมที่ดันให้ลูกยางเคลื่อนที่เข้าชิดกันตามความดันที่กำหนดขณะกะเทาะ) ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์แตกหักเพิ่มขึ้น สมนึก ชูศิลป์ และพัฒนา พึ่งพันธุ์, 2545. ทดสอบลูกยางใหม่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร กว้าง 254 มิลลิเมตร กับข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าถ้าต้องการเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 85 เปอร์เซ็นต์ ที่ความดันลูกยาง 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 และ 1.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ต้องใช้อัตรารีด 2.0, 2.3, 2.4, 2.5 และ 2.6 ต้นต่อชั่วโมง ตามลำดับ ระดับของเปอร์เซ็นต์กะเทาะ และการแตกหักของข้าวในขั้นตอนการกะเทาะนอกจากเกิดจากคุณภาพข้าวเปลือกแล้ว ยังอาจเกิดจากปัจจัยอย่างอื่นอีก เช่น อัตราป้อน ความดันลูกยาง การสีของลูกยาง และความเร็วของลูกยาง ดังนั้นการศึกษาลักษณะของการสีลูกยางที่มีต่อการกะเทาะข้าวเปลือก น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการสูญเสียในกระบวนการสีข้าว

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาแนวทางลดการแตกหักและร้าวของข้าวในขั้นตอนการกะเทาะข้าวเปลือก โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ

1. ศึกษาอุณหภูมิและระยะสีของลูกยางในการสีข้าวและความสัมพันธ์การสีลูกยางกะเทาะ
2. ศึกษาผลของระยะสีของชุดลูกยาง กับอัตราการป้อนที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะและเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าว

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ข้าวเปลือกพันธุ์หอมมะลิ 105 ที่เก็บเกี่ยวในปีการเพาะปลูก 2543/2544
2. เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางแกนตรง (ภาพที่ 8) ใช้ลูกยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 และกว้าง 254 มิลลิเมตร (ภาพที่ 9) ความเร็วรอบของลูกยางลูกเร็วและลูกช้าตั้งไว้ที่ 1000 และ 740 รอบต่อนาที ตามลำดับ มีกลไกและอุปกรณ์ปรับความดันลูกยาง แสดงดังภาพที่ 10
3. ชุดผู้ตีฟัดพร้อมพัดลมดูดกลับ ติดตั้งด้านล่างเครื่องกะเทาะ
4. ชุดเก็บตัวอย่างข้าว ประกอบด้วยชุดรางเลื่อนที่ใส่ถาดลูมิเนียมนขนาด 210x290x65 มิลลิเมตรจำนวน 3 ใบ (ภาพที่ 11) ควบคุมการเคลื่อนที่ของชุดรางเลื่อนเพื่อเก็บตัวอย่างข้าวที่ผ่านการกะเทาะด้วยอุปกรณ์กำหนดเวลา

5. ชุดตรวจสอบคุณภาพข้าวที่ผ่านการกะเทาะ (ภาพที่ 12) ได้แก่ เครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงหลุม อุปกรณ์แบ่งตัวอย่างข้าว เครื่องชั่งแบบตัวเลข ตะแกรงโยกแยกข้าวเปลือก และชุดไฟส่องข้าวไร่

วิธีการทดสอบ

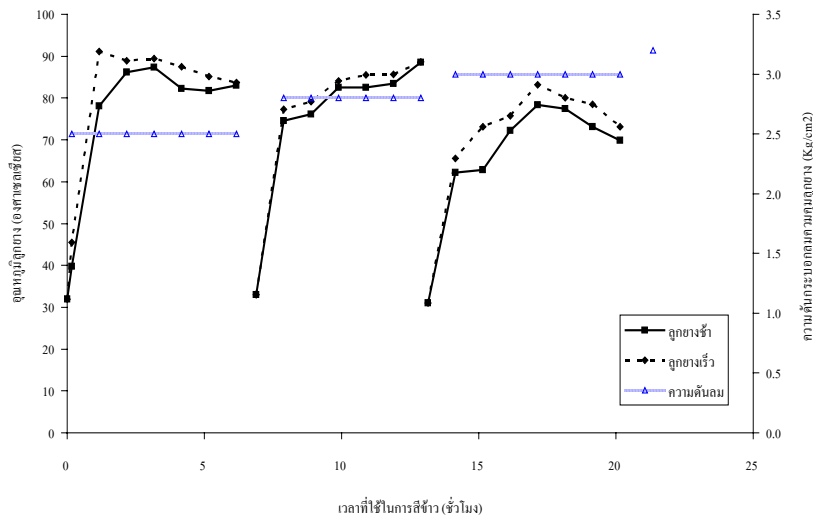
1. ตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกเบื้องต้น ประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์ความชื้น ขนาดเมล็ดข้าวเปลือก เปอร์เซ็นต์แกลบ เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง และ เปอร์เซ็นต์แตกหักและริ้วข้าวกล้อง
2. การทดสอบการกะเทาะข้าวเปลือกด้วยลูกยางในโรงสีข้าว จังหวัดกาฬสินธุ์
 - 2.1 วัดอุณหภูมิ ระยะเวลา และความดันที่เกิดขึ้น โดยการเก็บข้อมูลทุกชั่วโมง
 - 2.2 ศึกษาความสัมพันธ์การสึกของลูกยางโดยการวัดขนาดของลูกยางทั้งสองลูก
3. การทดสอบระยะสึกของชุดลูกยางที่อัตราป้อนต่างๆ ที่มีผลต่อการกะเทาะข้าวเปลือกโดยทดสอบที่ระยะสึกของลูกยางจำนวน 13 ชุด (ตารางที่ 1) ที่อัตราป้อน 3 ระดับคือ 2.0, 2.2, และ 2.4 ตันต่อชั่วโมง

ผลการทดสอบและอภิปรายผล

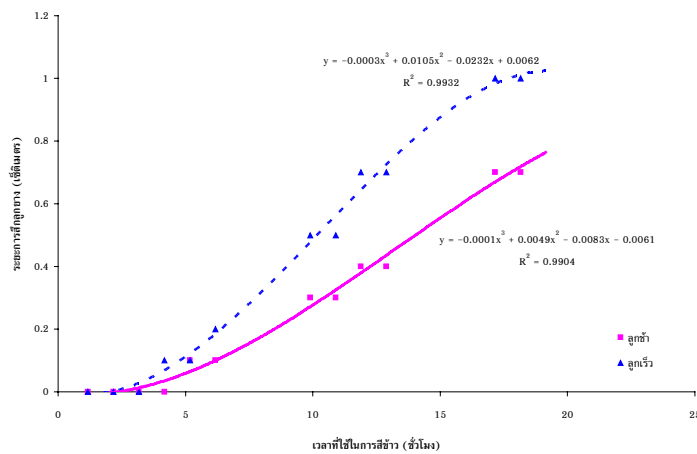
1. ผลการศึกษาความชื้นข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีค่าความชื้นเฉลี่ย 11.43 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) เมล็ดมีความยาวเฉลี่ย 10.37 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 2.46 มิลลิเมตร และความหนาเฉลี่ย 1.95 มิลลิเมตร ข้าวเปลือกประกอบด้วย ข้าวกล้องรวม 77.79 เปอร์เซ็นต์ แกลบ 22.21 เปอร์เซ็นต์ ข้าวกล้องประกอบด้วย ข้าวหักและริ้ว 21.98 เปอร์เซ็นต์ และข้าวกล้องเต็มเมล็ด 55.81 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก

2. ผลการศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลาและความดันที่เกิดขึ้นในการสีข้าว จากการเก็บข้อมูลสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลา กับเวลาที่ใช้ในการสีข้าว ภาพที่ 1 จากกราฟพบว่าอุณหภูมิลูกยางทั้งสองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 1 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นอุณหภูมิลูกยางเร็ว และลูกยางช้ามีค่า 84.7 ± 6.2 และ 81.9 ± 7.8 องศาเซลเซียส จากการสังเกตผู้ควบคุมการสีได้ปรับความดันลูกยางในวันที่ 1, 2 และ 3 เป็น 2.5, 2.8 และ 3.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราการป้อนคงที่

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสึกลูกยางกับเวลาที่ใช้ในการสีข้าวพบว่าอัตราการสึกของลูกยางเกิดขึ้นน้อย ใน 5 ชั่วโมงแรกของการกะเทาะข้าวเปลือก (ภาพที่ 2) จากนั้นมีการสึกเพิ่มขึ้นในอัตราการสึกที่มีแนวโน้มคงที่ โดยการสึกของลูกยางลูกเร็วมีการสึกที่มากกว่าลูกยางลูกช้า การสึกของลูกยางสอดคล้องกับอุณหภูมิที่เกิดขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานที่ใช้ในการกะเทาะข้าวเปลือกของลูกยางลูกเร็วมีค่ามากกว่าลูกยางลูกช้า

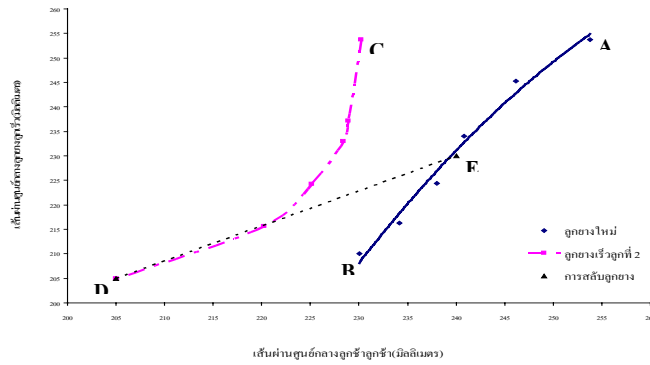


ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิกับเวลาที่ใช้ในการสีข้าว (อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยวันที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 34.6, 34.2 และ 31.8 °C ตามลำดับ)



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะสีกลูกยางกับเวลาที่ใช้ในการสีข้าว

3. ผลการศึกษาหาความสัมพันธ์การสีของลูกยางกะเทาะ จากการเก็บข้อมูลนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ การสีของลูกยางทั้งสอง โดยมีรูปแบบการใช้งาน 2 รูปแบบ (ภาพที่ 3) ได้แก่ 1) รูปแบบการเปลี่ยนลูกยาง คือ เริ่มใช้งานลูกยางใหม่ทั้งสองลูกที่จุด A เมื่อใช้ไปลูกยางสีถึงจุด B (เส้นผ่านศูนย์กลางลูกเร็ว/ลูกช้าเท่ากับ 210/230 ม.ม.) แล้วนำลูกยางใหม่เปลี่ยนเฉพาะลูกยางลูกเร็ว (จุด C) และใช้งานจนสีหมดพร้อมกันที่จุด D (205/205 ม.ม.) 2) รูปแบบการสลับลูกยาง คือ จาก (จุด A) แล้วมีการสีของลูกยางถึงจุด E (เส้นผ่านศูนย์กลางลูกเร็ว/ลูกช้าเท่ากับ 240/230 ม.ม.) จึงทำการสลับลูกยางและใช้งานจนสีหมดพร้อมกัน (จุด D)



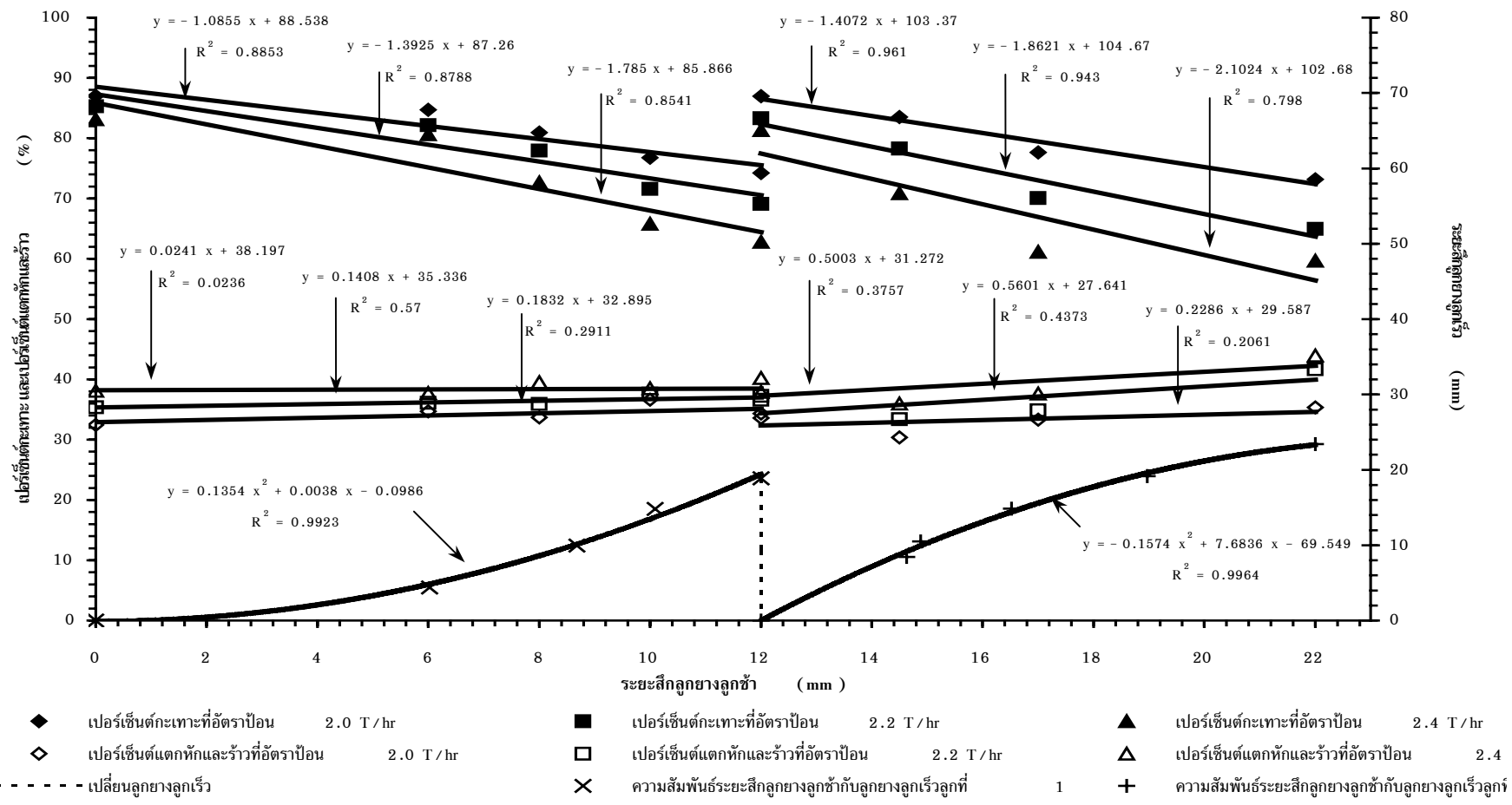
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์การสีกลูกขง

4. ผลการศึกษาระยะสีกต่างๆ ของชุดลูกขงกะเทาะที่อัตราป้อนต่างๆ ที่มีผลต่อการกะเทาะ

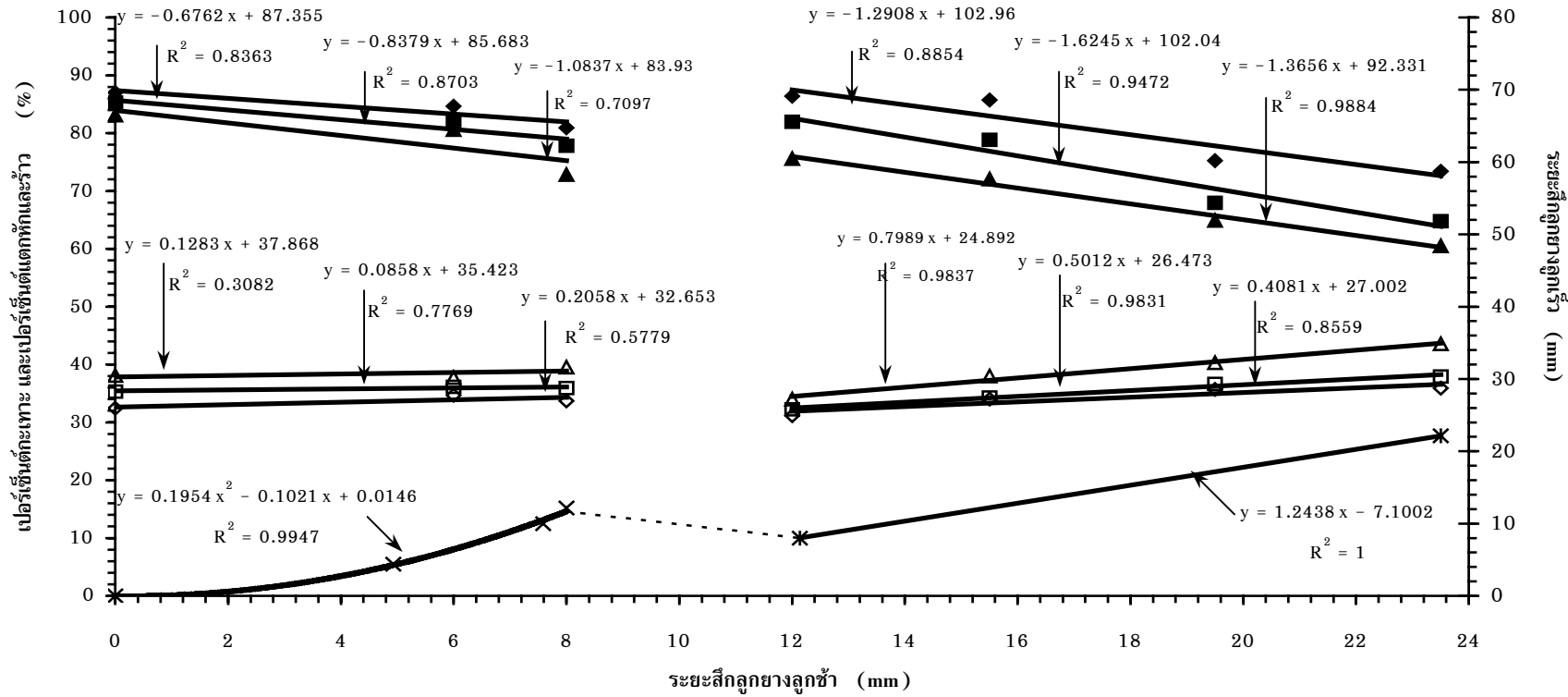
รูปแบบการเปลี่ยนลูกขง (ภาพที่ 4) พบว่าแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ที่ระยะการสีกของลูกขงซ้ำ 0 ถึง 12 มิลลิเมตร มีลักษณะคล้ายกับระยะการสีกของลูกขงซ้ำ 12 ถึง 22 มิลลิเมตร โดยที่ระยะสีกต่างๆที่อัตราป้อนเดียวกันค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ ลดลงตามระยะการสีกของลูกขง โดยที่ระดับอัตราป้อน 2.4 ต้นต่อชั่วโมง มีค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะน้อยกว่า อัตราป้อนที่ 2.2 และที่อัตราป้อน 2.2 ต้นต่อชั่วโมง ก็ยังน้อยกว่า อัตราป้อนที่ 2.0 ส่วนเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าว มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะสีก และเช่นเดียวกันที่ระยะสีกต่างๆที่อัตราป้อนเดียวกันค่าเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าว มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ระดับอัตราป้อน 2.4 มีค่าสูงกว่าอัตราป้อนที่ 2.2 และ 2.0 ต้นต่อชั่วโมง

รูปแบบการสลับลูกขง (ภาพที่ 5) พบว่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กะเทาะและเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าว ที่ระยะการสีกของลูกขงซ้ำที่ 0 ถึง 8 มิลลิเมตร และที่ 12 ถึง 23.5 มิลลิเมตร มีลักษณะคล้ายกับรูปแบบการเปลี่ยนลูกขง

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาระยะสีกต่างๆ ของชุดลูกขงกะเทาะ ตามรูปแบบการเปลี่ยนและการสลับลูกขงที่ทุกระดับอัตราป้อน ซึ่งให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์กะเทาะและเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าว มีความเกี่ยวข้องกับระยะการสีกของลูกขง คือ เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง ตามระยะการสีกของลูกขงที่เพิ่มขึ้น และลดลงเมื่อเพิ่มอัตราป้อน ซึ่งแตกต่างกับเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าวที่เพิ่มขึ้นตามระยะการสีกของลูกขงที่เพิ่มขึ้น และยังเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราป้อนที่เพิ่มขึ้น การสีกของลูกขง(ลูกซ้ำ)ตั้งแต่ 12 มิลลิเมตร ขึ้นไปตามรูปแบบการเปลี่ยนลูกขง ที่อัตราป้อน 2.0, 2.2 และ 2.4 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ลดลง 13.80, 18.31 และ 21.69 ตามลำดับ ส่วนเงื่อนไขการสลับลูกขง ที่อัตราป้อนเดียวกันให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง 12.98, 17.17 และ 15.11 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะของรูปแบบการสลับลูกขง ลดลงน้อยกว่า รูปแบบการเปลี่ยนลูกขง



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะสีกกลาง เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ เปอร์เซ็นต์การแตกหักและร้าวตามรูปแบบการเปลี่ยนลูกยาง (ใช้ความดันกระบอกลมควบคุมลูกยางเท่ากับ 1.0 กก./ซม.²)



- ◆ เเปอร์เซ็นต์การกะเทาะที่อัตราป้อน 2.0 T/hr
- ▲ เเปอร์เซ็นต์การกะเทาะที่อัตราป้อน 2.4 T/hr
- เเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าวที่อัตราป้อน 2.2 T/hr
- - - - - สลบลูกยาง
- * ความสัมพันธ์ระยะสีกลูกยางลูกช้ำกับลูกยางลูกเร็วเมื่อสลบลูกยาง
- เเปอร์เซ็นต์การกะเทาะที่อัตราป้อน 2.2 T/hr
- ◇ เเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าวที่อัตราป้อน 2.0 T/hr
- △ เเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าวที่อัตราป้อน 2.4 T/hr
- × ความสัมพันธ์ระยะสีกลูกยางลูกช้ำกับลูกยางลูกเร็ว

ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะสีกลูกยางเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ เเปอร์เซ็นต์การแตกหักและร้าวตามรูปแบบการสลบลูกยาง (ใช้ความดันกระบอกลมควบคุมลูกยางเท่ากับ 1.0 กก./ซม.²)

สรุป

1. ที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 33.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลูกยางในการกะเทาะข้าวเปลือกลูกเร็วและลูกช้ามีค่าเท่ากับ 84.7 ± 6.2 และ 81.9 ± 7.8 องศาเซลเซียส
2. การสีของลูกยางใหม่ช่วง 5 ชั่วโมงแรกเกิดขึ้นเล็กน้อย และมีการสีเพิ่มมากขึ้นโดยการสีของลูกยางเร็วมีมากกว่าลูกยางช้า เมื่อลูกยางสีก็ต้องปรับความดันลูกยางเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาระดับการกะเทาะไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
3. การกะเทาะข้าวเปลือกเมื่อลูกยางสีมีการจัดการ 2 รูปแบบ คือ การสลับลูกยางเมื่อลูกยางเร็วสี 12 มิลลิเมตร และการเปลี่ยนลูกยางลูกเร็วเมื่อลูกยางช้าสี 12 มิลลิเมตร
4. ที่ความดันลูกยางคงที่ การสีของลูกยาง มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลงและเปอร์เซ็นต์แตกหักและร้าวเพิ่มขึ้น
5. ผลการสลับลูกยางในช่วงการสีลูกยางช้า 12-23.5 มิลลิเมตร ที่ความดันลูกยาง 1 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร ที่อัตราป้อน 2.0, 2.2 และ 2.4 ตัน/ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง 12.98, 17.17 และ 15.11 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนลูกยางช่วงการสีลูกยางช้า 12-22 มิลลิเมตร ให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลง 13.80, 18.31 และ 21.69 ตามลำดับ แสดงว่ารูปแบบการสลับลูกยางมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะลดลงน้อยกว่ารูปแบบการเปลี่ยนลูกยาง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยหลังการเก็บเกี่ยว ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย และ ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ใช้สถานที่ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- กัญญา เชื้อพันธุ์. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ. ใน: กรมวิชาการและส่งเสริมสหกรณ์ การผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2541
- พัฒนา พึ่งพันธุ์. การศึกษาปริมาณการแตกหักของข้าวในกระบวนการสีข้าวที่เปอร์เซ็นต์การกะเทาะต่างๆ. เอกสารประกอบการสัมมนารายวิชา สัมมนา 2. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2543.
- วรพงศ์ พิชญ์พงศ์ศา. รายงานการประชุมวิชาการและนิทรรศการเนื่องในงานมหกรรมข้าวไทยเทิดพระเกียรติ. เพื่อองฟ้าพรินต์, กรุงเทพฯ; 2539.
- สมนึก ชูศิลป์ และ พัฒนา พึ่งพันธุ์. การศึกษาผลของอัตราป้อนและความดันลูกยางที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการกะเทาะข้าวเปลือก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33: 6 (พิเศษ): 279-282, 2545
- สุรเวทย์ กฤษณะเสรี วิศวกรรมเกษตร กับ การพัฒนาข้าวไทยเพื่อส่งออก คู่มือซื้อขายเครื่องจักรกลและอุปกรณ์การเกษตร สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ; 2542.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สถิติการเกษตรแห่งประเทศไทยปี 2545/46, กรุงเทพฯ, ศูนย์สถิติการเกษตร, 2546

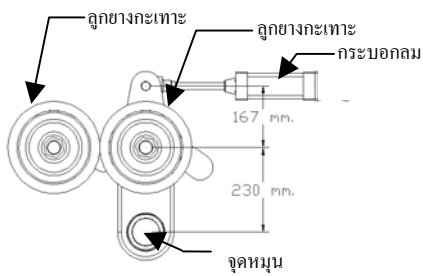
ภาคผนวก



ภาพที่ 8 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยาง



ภาพที่ 9 ลูกยางขนาด 254x254 มิลลิเมตร



ภาพที่ 10 กลไกและอุปกรณ์ปรับความดันลูกยาง



ภาพที่ 11 ชุดเก็บตัวอย่างข้าว



ภาพที่ 12 ชุดตรวจสอบคุณภาพข้าว

ตารางที่ 1 รายละเอียดชุดลูกยางที่ใช้ทดสอบ

ชุด ลูกยางที่	ระยะสีกลูกยาง เส้นผ่าศูนย์กลาง		ระยะสีกลูกยาง เส้นผ่าศูนย์กลาง		ความเร็ว	ความเร็ว	ความเร็ว	ผลต่างความเร็ว
	ลูกช้า (มิลลิเมตร)	ลูกขางลูกช้า (มิลลิเมตร)	ลูกเร็ว (มิลลิเมตร)	ลูกขางลูกเร็ว (มิลลิเมตร)	ลูกช้า (เมตรต่อวินาที)	ลูกเร็ว (เมตรต่อวินาที)	เฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)	เชิงเส้น (เปอร์เซ็นต์)
1	0.00	254.00	0.00	254.00	9.84	13.29	11.56	35.14
2	6.00	242.00	7.00	240.00	9.37	12.56	10.97	34.02
3	8.00	238.00	12.00	230.00	9.22	12.04	10.63	30.59
4	10.00	234.00	17.00	220.00	9.06	11.51	10.29	27.05
5	12.00	230.00	22.00	210.00	8.91	10.99	9.95	23.38
6	12.00	230.00	0.00	254.00	8.91	13.29	11.10	49.24
7	14.50	225.00	12.00	230.00	8.71	12.04	10.38	38.14
8	17.00	220.00	19.50	215.00	8.52	11.25	9.89	32.06
9	22.00	210.00	23.50	207.00	8.13	10.83	9.48	33.20
10	12.00	230.00	8.00	238.00	8.91	12.46	10.68	39.84
11	15.50	223.00	12.00	230.00	8.64	12.04	10.34	39.38
12	19.50	215.00	17.00	220.00	8.33	11.51	9.92	38.28
13	23.50	207.00	22.00	210.00	8.02	10.99	9.50	37.09