

การศึกษาผลของความดันที่เกิดขึ้นที่มีต่อคุณภาพข้าวในการขัดขาว

A study on the effects of pressure arising on whitening quality rice

สมนึก ชูศิลป์¹ และ บัณฑิต สุริยวงศ์พงศา²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวัดความดันที่เกิดขึ้นในการขัดขาวของกรวยหินขัดขาวแกนตั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร และทดสอบเปรียบเทียบชุดปรับระดับการสีแบบมีสปริงและไม่มีสปริง ในการขัดขาวข้าวดอกมะลิ 105 ครั้งที่ 1 การถอยตัวของแท่งยางขัดขาวพร้อมกับการยุบตัวของสปริงเมื่อมีการขัดขาวสามารถนำไปปรับเป็นค่าความดันที่กระทำกับแท่งยางขัดขาวได้ เมื่อตั้งระยะกคเริ่มต้นของสปริง 1.5 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวเท่ากับ 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร ให้ค่าความดันที่กระทำกับแท่งยางขัดขาวเป็น 1.04 0.69 และ 0.31 กิโลปาสคาล ตามลำดับ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเท่ากับ 21.72 18.50 และ 15.67 ตามลำดับ ดัชนีความขาวเท่ากับ 33.1 30.1 และ 29.7 ตามลำดับ ส่วนชุดปรับระดับการสีแบบไม่มีสปริง ที่ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตร ให้เปอร์เซ็นต์ข้าวหักและดัชนีความขาวเป็น 22.9 และ 32.6

Abstract

This research was conducted to determine the pressure on the rubber brakes of the whitening chamber. The milling tests of conventional rubber brakes and the modified rubber brakes with spring were done with Hom Mali 105 variety brown rice. For the 1.5 millimeter pre-compressed set of modified rubber brakes with the clearance of 1.0, 1.5, 2.0 millimeter and the conventional rubber brakes with 2.0 millimeter clearance were tested. The pressure of rubber brakes of 1.04 0.69 and 0.31 kilopascal, the percent broken rice of 21.72 18.50 and 15.67 and the whiteness index of 33.1 30.1 and 29.7 respectively were found on the modified rubber blade of 1.0 1.5 and 2.0 millimeter clearance respectively with 1.5 millimeter pre compressed spring. For the conventional rubber brakes, the percent broken and whiteness index of 22.9 and 32.6 were resulted.

บทนำ

ข้าวเป็นสินค้าทางการเกษตรที่สามารถส่งออกติดลำดับต้นๆ ของประเทศไทยโดยในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวคิดเป็นมูลค่า 70,123 ล้านบาท ตามลำดับ (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2544) ข้าวที่ใช้ในการบริโภคและการส่งออกส่วนใหญ่จะเป็นข้าวชนิดราคาแพง โดยมีปริมาณข้าวตัน และข้าวเต็มเมล็ดสูง ปริมาณข้าวหักต่ำ สิ่งเจือปนน้อย และระดับการสีสูง (อังคณา เหลืองศิริโรจน์ และ เครือวัลย์ อัดตะวิริยะสุข, 2539) การลดปริมาณการแตกหักของข้าวในกระบวนการการสี เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ผลผลิตข้าวสารเพิ่มขึ้น หากสามารถเพิ่มปริมาณข้าวเต็มเมล็ดหรือข้าวตันขึ้นได้อีก 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ประเทศมีรายได้เพิ่มสูงขึ้นถึง 738 ล้านบาทต่อปี ทำให้มีปริมาณข้าวคุณภาพดีที่เหลือจากการบริโภคภายในประเทศเพื่อการส่งออกเพิ่มมากขึ้นด้วย (มยุร วิเศษกุล, 2527)

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวจากโรงสีขนาดใหญ่ในเขตจังหวัดขอนแก่นที่จดทะเบียนกับสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดขอนแก่น จำนวน 8 โรง โดยการสีข้าว 2 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 และ ข้าวดอกมะลิ 105 พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การแตกหักเนื่องจากการกะเทาะเปลือกเฉลี่ย 4.41 และ 3.62 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักเฉลี่ยหลังผ่านการขัดขาว 25.99

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

และ 25.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ประสันต์, 2542) นอกจากนี้ยังพบว่าโรงสีข้าวส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องขัดขาวแบบกรวยหิน แกนตั้ง และมีรูปแบบการขัดขาวข้าวที่แตกต่างกันไป กล่าวคือ ไม่มีรูปแบบการขัดขาวข้าวที่แน่นอน โรงสีข้าวบางโรงมีการขัดขาวครั้งแรกสูงและลดการขัดขาวลงในการขัดขาวครั้งต่อไปจนครบกระบวนการขัดขาว โรงสีบางโรงมีการขัดขาวในครั้งแรกต่ำแล้วเพิ่มการขัดขาวให้สูงขึ้นในการขัดขาวครั้งต่อไป บางโรงสีมีการขัดขาวในครั้งแรกต่ำแล้วเพิ่มการขัดขาวให้สูงขึ้นและในครั้งสุดท้ายจะใช้การขัดขาวต่ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งสิ่งดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุให้มีการแตกหักของข้าวสารที่ได้สูง

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ และสมนึก ชูศิลป์ 2544 ได้ศึกษาค่าการรับแรงสูงสุดที่ข้าวหอมมะลิ สามารถรับได้ในช่วงอุณหภูมิ 30–50 องศาเซลเซียส พบว่าทุกอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส การรับแรงสูงสุด ด้านแรงดึง แรงกดและแรงคดลดลง 0.30 1.37 และ 0.32 นิวตัน ตามลำดับ ยังคงพบว่าแนวแตกหักของการทดสอบแรงดึงและแรงคดให้ผลสอดคล้องกับการแตกหักของข้าวจากการสี นอกจากนี้จากการศึกษาของ Henderson 1954 พบว่าอุณหภูมิข้าวที่สูงขึ้นในระหว่างการสีข้าวเป็นสาเหตุให้ข้าวเกิดการแตกหักมากขึ้น และ Bhatia 1969 กล่าวว่า การเป่าลมผ่านเพื่อให้ข้าวเย็นระหว่างการสีในอัตรา 4.43 ลบ.ม.ต่อวินาที ต่อ ปริมาตรเครื่องสี 1 ลบ.ม. ทำให้อุณหภูมิข้าวระหว่างการสีลดลงและลดการแตกหักได้ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาอุณหภูมิ และความดันที่เกิดขึ้น ในห้องขัดขาวน่าจะช่วยอธิบายการสูญเสียทั้งคุณภาพและปริมาณข้าวสารนำไปสู่การออกแบบและใช้งานเครื่องขัดขาวแบบกรวยหินแนวตั้งที่เหมาะสมต่อไปซึ่งคาดว่าจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพโรงสีข้าวในปัจจุบัน สามารถเพิ่มผลผลิต และการสร้างมูลค่าเพิ่มในด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งจะมีผลต่อการสร้างรายได้หรือลดรายจ่ายให้กับประเทศ และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรชาวนาในการยกระดับราคาข้าวเปลือกขึ้นได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของความดันที่เกิดขึ้นที่มีผลต่อการขัดขาว ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการขัดขาว โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อวัดความดันที่กระทำกับแท่งยางขัดขาว
2. ประเมินผลการขัดขาวภายใต้ความดันที่เกิดขึ้นกับแท่งยางของเครื่องขัดขาวแบบกรวยหินแกนตั้ง

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

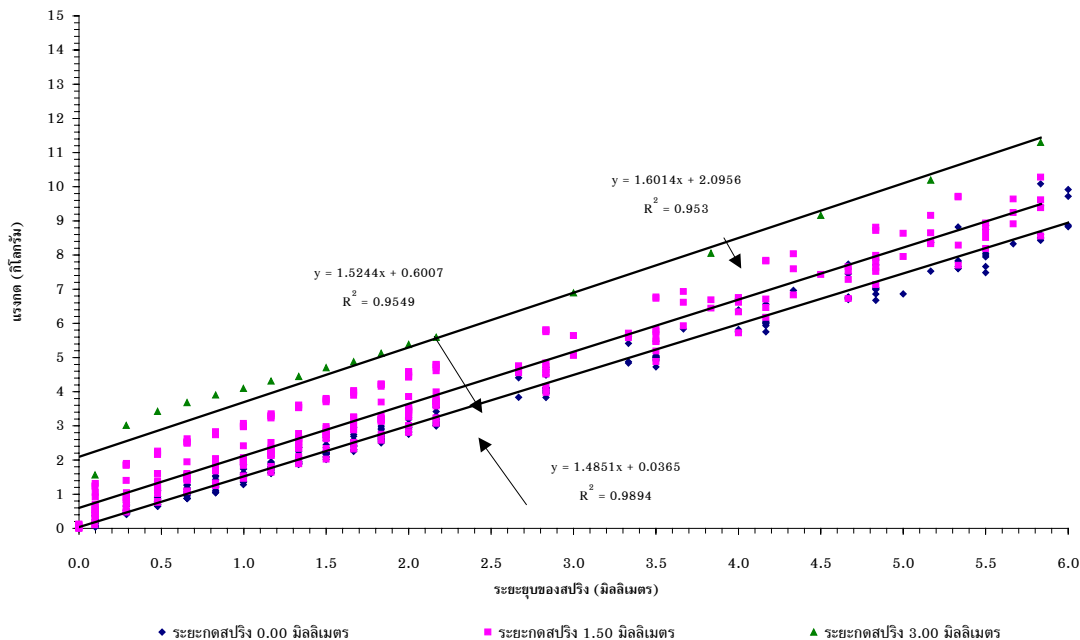
1. ข้าวเปลือกและข้าวกล้องที่ใช้ในการทดสอบเป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บเกี่ยวในปีการเพาะปลูก 2545 เป็นข้าวที่ได้จากโรงสีสหกรณ์จังหวัดขอนแก่น โดยเป็นข้าวชุดเดียวกันตลอดการทดลอง
2. ชุดหินขัดขาว (ภาพที่ 1) ประกอบด้วยหินขัดขาว พัดลม และท่อดูดคร่าละอียด นำไปแยกที่บอลลูน (ภาพที่ 2) และอากาศที่ออกจากบอลลูนนำไปเข้าเครื่องกรองแบบถุงกรอง
3. หินขัด (ภาพที่ 3) เป็นแบบกรวยหินแกนตั้งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหินขัดขาวด้านบนเท่ากับ 300 มิลลิเมตร โดยรอบหินขัดมีตะแกรงลาดชันขนาด 1×1 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับตะแกรงขัดขาวด้านบนและด้านล่างเท่ากับ 11 และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ด้านข้างของตะแกรงมีช่องให้ใส่ชุดยางปรับระดับการสี 3 ช่อง แท่งยางขัดขาวที่ใช้มีขนาดหน้ายางเท่ากับ 50×400 มิลลิเมตร
4. ชุดแท่งยางปรับระดับการสีทั้ง 3 ชุด (ภาพที่ 4) ได้ออกแบบให้ติดตั้งสปริงขนาด $2.5 \times 21.5 \times 44.8$ (DIN 2098) ทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อให้แท่งยางขัดขาวสามารถถอยได้ขณะมีการสี ที่ปลายสกรูติดตั้งแหวนและน็อตยึดเพื่อให้ทราบระยะถอยของแท่งยางขัดขาว ซึ่งเป็นระยะกดสปริง ระยะถอยของแท่งยางขัดขาวนี้นำไปใช้หาค่าความดันที่เกิดขึ้นกับแท่งยางขัดขาว
5. อุปกรณ์ปรับความถี่ไฟฟ้า (Inverter) เพื่อควบคุมความเร็วมอเตอร์หินขัดขาว และมอเตอร์พัดลมดูดคร่าละอียด
6. ชุดทดสอบคุณภาพข้าว ได้แก่ เครื่องวัดดัชนีความขาว เครื่องคัดข้าวแบบตะแกรงกลม เครื่องชั่งแบบตัวเลข 3 ตำแหน่ง (ภาพที่ 5)

วิธีการทดสอบ

1. ตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกและข้าวกล้องจากโรงสีในด้าน ความชื้นข้าวเปลือก เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องเต็มเมล็ด เปอร์เซ็นต์แกลบ และน้ำหนักข้าวกล้อง 1000 เมล็ด
2. นำชุดปรับแต่งยางขัดขาวมาติดตั้งสปริงเพื่อทดสอบแรงกดและระยะยุบตัว
3. ปรับระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับตะแกรงขัดขาวด้านบนและด้านล่าง เท่ากับ 11.0 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ปรับระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว 2.0 มิลลิเมตร (ชุดปรับแต่งยางขัดขาวแบบไม่มีสปริง) เดินเครื่องขัดขาว ปลอ่ยข้าวกล้อง และปรับการป้อนให้ได้ความเร็วเชิงเส้นที่ขอบด้านบนของหินขัดขาวเท่ากับ 13 เมตรต่อวินาที (ความเร็วเพลาลินขัดขาวเท่ากับ 780 รอบต่อนาที) เก็บตัวอย่างข้าว
4. นำชุดปรับแต่งยางขัดขาวแบบมีสปริงมาติดตั้งแทน ทดสอบการขัดขาว ที่ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว 3 ระดับ คือ 0.0 1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร และตั้งระยะกดของสปริง 3 ระดับ คือ 0.0 1.5 และ 3.0 มิลลิเมตร ทำการทดสอบในแต่ละเงื่อนไขเช่นเดียวกับข้อ 3 ในแต่ละการทดลองให้วัดระยะยุบตัวของสปริง
5. เลือกใช้ระยะกดสปริง 1.50 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว 3 ระดับคือ 0.0 1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร ทดสอบการขัดขาวเป็นระยะเวลา 10 นาที สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพการสี
6. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 5 ด้วยชุดปรับแต่งยางขัดขาวแบบไม่มีสปริง และปรับระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว 2.0 มิลลิเมตร

ผลการทดสอบและอภิปรายผล

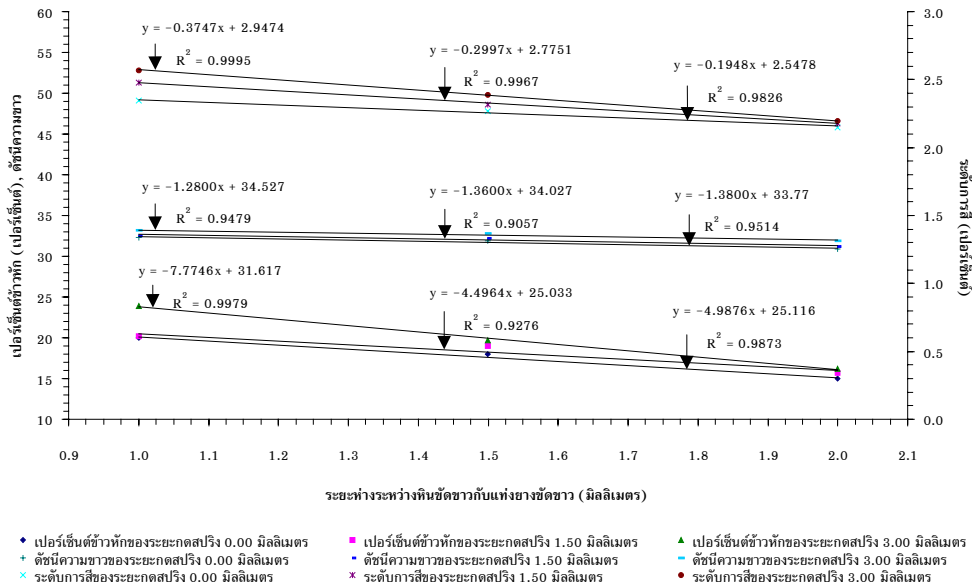
1. ข้าวเปลือกและข้าวกล้องที่ใช้ในการทดสอบมีความชื้น 10.98 และ 10.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ข้าวเปลือก และข้าวกล้อง 1000 เมล็ดหนัก 26.69 และ 20.51 กรัม ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องหัก 8.28 เปอร์เซ็นต์



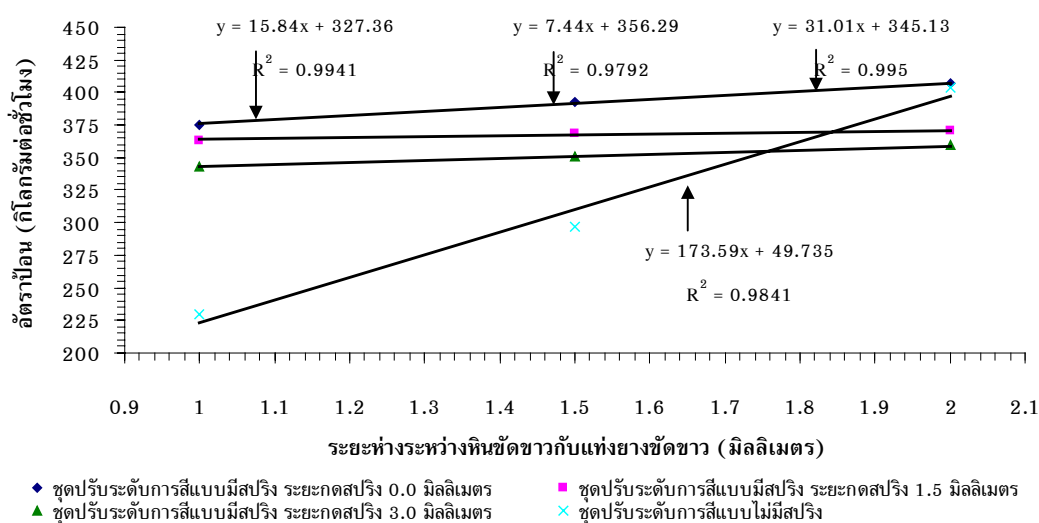
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับระยะยุบตัวของชุดปรับแต่งยางขัดขาวแบบมีสปริง

2. ผลการทดสอบการกดชุดปรับแต่งยางขั้วขาวเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับระยะขยุตัวของสปริง เมื่อตั้งระยะกดเริ่มต้นของสปริงไว้ที่ 0.0 1.5 และ 3.0 มิลลิเมตร เส้นกราฟแต่ละเส้นเป็นค่าเฉลี่ยของชุดปรับระดับการตีแบบมีสปริงทั้ง 3 ชุด แรงกดมีความสัมพันธ์กับระยะขยุตัวของสปริงเป็นสมการเส้นตรง สมการนี้นำไปใช้ในการหาแรงกดที่กระทำกับแท่งยางขั้วขาว เมื่อทราบค่าการขยุตัวของสปริงในการทดลองต่อไป

3. ผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างหินขั้วขาวกับแท่งยางขั้วขาวกับระยะกดสปริง ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ระดับการสี และดัชนีความขาว โดยใช้อัตราป้อนสูงสุดที่ทำให้ความเร็วเชิงเส้นของหินขั้วขาวด้านบนได้ความเร็วตามที่ต้องการ ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 2 ภาพที่ 3 และตารางที่ 1



ภาพที่ 2 คุณภาพการขั้วขาว ที่ระยะห่างระหว่างหินขั้วขาวกับแท่งยางขั้วขาว 1.0 ถึง 2.0 มิลลิเมตร และระยะกดสปริง 0.0 ถึง 3.0 มิลลิเมตร

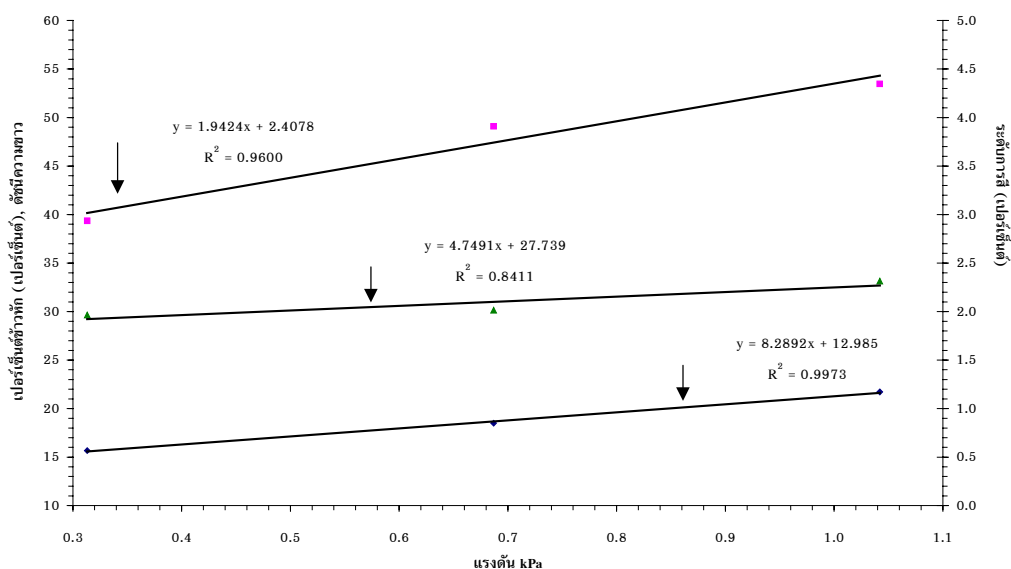


ภาพที่ 3 อัตราป้อนของชุดปรับระดับการตีแบบมีสปริงและไม่มีสปริง

ผลของการขีดข่วนภายใต้แรงดันที่ระยะกดของสปริง 1.5 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างระหว่างหินขีดข่วนกับแท่งยางขีดข่วน 1.0 มิลลิเมตร จะมีแรงดันมากระทำต่อแท่งยางขีดข่วนในแนวตั้งฉากกับเพลลาของหินขีดข่วนเท่ากับ 1.04 กิโลปาสกาล มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก 21.72 เปอร์เซ็นต์ ระดับการสี 4.35 เปอร์เซ็นต์ และดัชนีความขาว 33.1 ที่ระยะห่างระหว่างหินขีดข่วนกับแท่งยางขีดข่วน 1.5 มิลลิเมตร มีแรงดันมากระทำต่อแท่งยางขีดข่วนในแนวตั้งฉากกับเพลลาของหินขีดข่วน เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ระดับการสี และดัชนีความขาว เท่ากับ 0.69 18.50 3.91 และ 30.1 ตามลำดับ และจะมีค่า 0.31 15.67 2.93 29.7 ที่ระยะห่างระหว่างหินขีดข่วนกับแท่งยางขีดข่วน 2.0 มิลลิเมตร ในกรณีใช้ชุดปรับระดับการสีแบบไม่มีสปริง ได้ทำการทดสอบให้ผลเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ระดับการสี และ ดัชนีความขาว 22.90 3.27 และ 32.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลของระยะห่างระหว่างหินขีดข่วนกับแท่งยางขีดข่วนและระยะกดสปริงที่มีผลต่อคุณภาพการสี

ระยะห่างระหว่างหินขีดข่วนกับแท่งยางขีดข่วน (มิลลิเมตร)	ระยะกดสปริง (มิลลิเมตร)	อัตราการป้อน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก (เปอร์เซ็นต์)	ระดับการสี (เปอร์เซ็นต์)	ดัชนีความขาว	ระยะถอยตัวของแท่งยางขีดข่วนขณะขีดข่วน (มิลลิเมตร)
1.0	0.0	375.51	19.97	2.35	32.3	2.60
	1.5	363.42	20.17	2.48	32.5	2.05
	3.0	343.55	23.95	2.57	33.2	1.45
1.5	0.0	392.91	17.96	2.27	31.9	2.40
	1.5	368.08	19.01	2.32	32.2	1.90
	3.0	350.41	19.75	2.39	32.8	1.55
2.0	0.0	406.52	14.98	2.15	30.9	2.40
	1.5	370.86	15.68	2.18	31.2	2.05
	3.0	359.39	16.17	2.20	31.9	2.00
2.0	ชุดปรับระดับการสีแบบไม่มีสปริง	403.28	22.75	3.99	32.6	-



♦ เปอร์เซ็นต์ข้าวหักของระยะกดสปริง 1.50 มิลลิเมตร ▲ ดัชนีความขาวของระยะกดสปริง 1.50 มิลลิเมตร ■ ระดับการสีของระยะกดสปริง 1.50 มิลลิเมตร

ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของคุณภาพข้าวเนื่องจากการขีดข่วนภายใต้แรงดัน

สรุปผลการทดลอง

1. ชุดปรับระดับการสีแบบมีสปริง เมื่อไม่มีการยุบตัวของสปริงเริ่มต้น มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกด Y (กิโลกรัม) กับระยะยุบตัวของสปริง X (มิลลิเมตร) คือ

$$Y = 1.485X + 0.0365$$

2. เมื่อตั้งระยะกดสปริงเริ่มต้นของชุดปรับระดับการสีคงที่ ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราป้อนเพิ่มขึ้นแต่เปอร์เซ็นต์ข้าวหักและดัชนีความขาวของข้าวลดลง แต่ถ้าตั้งระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวคงที่ การเพิ่มระยะกดสปริงที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราป้อนลดลงแต่เปอร์เซ็นต์ข้าวหักและดัชนีความขาวเพิ่มขึ้น

3. เมื่อตั้งระยะกดสปริงเริ่มต้น 1.5 มิลลิเมตร และตั้งระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว 1.5 มิลลิเมตร ทำให้ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาวรวมเป็น 1.9 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดปรับระดับการสีแบบไม่มีสปริง ให้ผลเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเป็น 19.01 และ 22.75 ดัชนีความขาวเป็น 32.2 และ 32.6

4. ที่ระยะกดสปริงเริ่มต้น 1.5 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร ให้ค่าความดันที่กระทำกับแท่งยางในแนวตั้งฉากกับเพลหินขัดขาวเท่ากับ 1.04 0.69 และ 0.31 กิโลปาสกาล ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กัญญา เชื้อพันธุ์. 2541. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ**. เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร“เทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี”. กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เครือวัลย์ อัดตะวิริยะสุข. 2534. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ และการแปรสภาพเมล็ด**. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2541. **รายงานผลการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกข้าวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ. 2542. **การศึกษาปริมาณการแตกหักของเมล็ดข้าวในกระบวนการสี**. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อังคณา เหลืองศิริรัตน์ และเครือวัลย์ อัดตะวิริยะสุข. “เรื่องของข้าว”. **ข้าวความรู้คู่ชาวนา**. ปี 2539 : 149-155

สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, ศูนย์. 2544. **สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์**. กรุงเทพฯ

Bhatia, K. 1969. **Effect of environmental condition during milling on breakage of rice grains**. M.A. Thesis, Louisiana State Univ., BatonRouge, Louisiana

Henderson, S.M. 1954. The cause of characteristics of rice checking. **Rice Journal**. 57(5):16,18



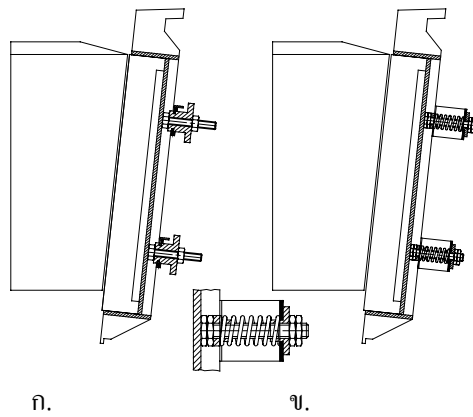
ภาพที่ 1 ชุดทดสอบการขัดข้าวแบบกรวยหินแกนตั้ง



ภาพที่ 2 บอลดุน

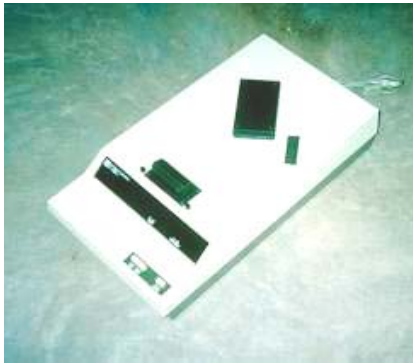


ภาพที่ 3 หินขัดแบบกรวยหินแกนตั้ง



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบชุดปรับแต่งขังข้าว

- ก. ชุดปรับแต่งขังข้าวแบบไม่มีสปริง
- ข. ชุดปรับแต่งขังข้าวแบบมีสปริง



ก



Testing Rice Grader: TRG05A

ข



ค

ภาพที่ 5 ชุดทดสอบคุณภาพข้าว

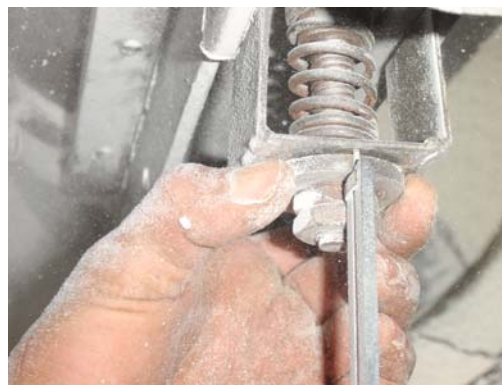
ก. เครื่องวัดดัชนีความขาว

ข. เครื่องคัดข้าวแบบตะแกรงกลม

ค. เครื่องชั่งแบบตัวเลข



ภาพที่ 6 ชุดปรับแต่งยางขัดขาวแบบมีสปริง



ภาพที่ 7 การวัดการถอดตัวของแท่งยางขัดขาว