

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวญี่ปุ่นในฤดูนาปี

สุภศักดิ์ ลิ้มปิติ¹ และ วิบูลย์ ช่างเรือ¹

POSTHARVEST MANAGEMENT OF JAPANESE RICE IN WET SEASON

Supasark Limpiti¹ and Viboon Changrue¹

ABSTRACT : Studies were made on postharvest management of Japanese rice grown in the North of Thailand. The aim was to minimize rice cracking occurred during various processes of postharvest management i.e. pre-thresh drying in the field, machine threshing, and drying with heated air.

It was found that field drying caused cracking approximately 20-25% and rewetting made the problem worse. However, threshing with peg-tooth drum thresher at 700-1100 rpm had little effect on both cracking and milling quality. The most promising drum speed for threshing TCC12 Japanese rice was 900 rpm which was equal to peripheral speed of about 1580 meter/min.

Drying with heated air also increased crack in rice kernel. The crack increased rapidly when the paddy was dried to 18% (wb) and lower. Nonetheless, when paddy was dried to 14% the kernel was harder than at high moisture content and resulted in higher head rice yield than of paddy milled without drying.

In postharvest management of Japanese rice in wet season, rewetting had obvious effect on milling quality while field drying and heated air drying had the most effect on kernel cracking. But surprisingly, the high percentage of kernel cracking found did not resulted in high percentage of broken rice after milling.

บทคัดย่อ : การศึกษานี้ เป็นการศึกษาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม สำหรับข้าวญี่ปุ่น ที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อลดปัญหาการร้าวของข้าวสาร ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ หลังการเก็บเกี่ยว ขั้นตอนการศึกษาได้แก่การลดความชื้นในแปลง การนวดข้าวด้วยเครื่องนวด การลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบใช้ลมร้อน.

¹ ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

ผลการศึกษาพบว่า การลดความชื้นในแปลง ทำให้เกิดการร้าวได้ถึงประมาณ 20-25% และการเปียกซ้ำ (Rewetting) ยังทำให้มีการร้าวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าการนวดข้าวญี่ปุ่นด้วยเครื่องนวดข้าวแบบซี่ตรง ที่ความเร็ว 700-1100 รอบต่อนาที ไม่ทำให้การร้าวเพิ่มขึ้น และการนวดมีผลต่อคุณภาพหลังการสีของข้าวสารเพียงเล็กน้อย รอบลูกลวดที่เหมาะสมกับการนวดข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ TCC12 ที่สุดคือ 900 รอบ/นาที่ (1580 เมตร/นาที่).

การลดความชื้นด้วยลมร้อนทำให้การร้าวของเมล็ดเพิ่มขึ้น การร้าวจะเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นชัด เมื่อความชื้นลดลงมาถึง 18% และต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม การลดความชื้นลงมาถึง 14% ทำให้เมล็ดข้าวแกร่งขึ้น และทำให้คุณภาพการสีดีกว่าข้าวที่ไม่ผ่านการลดความชื้น.

ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวญี่ปุ่นในฤดูนาปี การเปียกซ้ำมีผลต่อคุณภาพการสีอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่การลดความชื้นทั้งการตากในแปลง และใช้เครื่องลดความชื้น มีผลให้เกิดการร้าวมากที่สุด อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การร้าวของข้าวที่ตรวจพบ ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการสี กล่าวคือข้าวชุดที่พบว่าเปอร์เซ็นต์การร้าวสูงนั้น เมื่อนำไปสี พบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักจากการสีไม่ได้สูงตามไปด้วย.

คำนำ

ข้าวญี่ปุ่นเป็นวัตถุดิบสำคัญ ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล้าสาเกในญี่ปุ่น ข้าวชนิดนี้สามารถปลูกได้ดีในสภาพภูมิอากาศในภาคเหนือของประเทศไทย (คำชมภู, 2535) แต่จากการที่มีผู้ทดลองนำข้าวญี่ปุ่นมาส่งเสริมการปลูกในภาคเหนือ พบว่าปัญหาที่ประสบในปัจจุบันได้แก่ การที่ข้าวนี้เมื่อนำมาสีเป็นข้าวสาร มีการหักหรือร้าวในเปอร์เซ็นต์สูง ซึ่งข้าวสารที่ร้าว (Cracked) เมื่อนำไปขัดขาว จะมีการแตกหักในปริมาณสูง และข้าวหักที่นำไปผลิตอัลกอฮอล์ จะมีผลให้คุณภาพของอัลกอฮอล์ที่ผลิตได้ต่ำลง (ธโนศวรรยางกูร, 2534) การแก้ปัญหาข้าวร้าวจะช่วยให้อุณหภูมิและราคาของข้าวญี่ปุ่นสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตข้าวชนิดนี้ และในขณะเดียวกันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตอัลกอฮอล์ เพราะจะได้อัลกอฮอล์ที่คุณภาพดีขึ้น ช่วยให้มียาได้จากผลิตเพิ่มขึ้น.

ปริมาณการแตกหักและการร้าวของข้าวสาร เป็นผลกระทบจากปัจจัยหลายประการ และหลายขั้นตอนของกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว อาทิพันธุ์ที่ปลูก, การกระทบแล้ง, อายุการเก็บเกี่ยว, การนวด และการลดความชื้น เป็นต้น เท่าที่มีรายงาน (Kunze and Prasad, 1978) การเปียกซ้ำ (Rewetting) จะทำให้คุณภาพการสีลดลง คือมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักมากขึ้น แต่ผลกระทบจากปัจจัย หรือการจัดการอื่นๆ เช่นการลดความชื้นในแปลง หรือการนวด ต่อการร้าวของข้าว ยังไม่มีรายงานในประเทศไทย การวัดการร้าวของข้าวที่ปลายทางคือหลังการสี เพียงอย่างเดียว จะไม่อาจบอกได้ว่า สาเหตุสำคัญของการแตกหัก เกิดขึ้นที่ขั้นตอนใดมากที่สุดของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การศึกษาการร้าวของข้าวจึงควรเริ่มต้นตั้งแต่ การเก็บเกี่ยวไปจนถึงการสี เพื่อหาผลกระทบของแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูล ที่เหมาะสมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ของข้าวญี่ปุ่นที่ปลูกในภาคเหนือต่อไป.

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ เพื่อหาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวญี่ปุ่นที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทยในฤดูนาปี โดยการศึกษาผลกระทบของ การลดความ

ขึ้นในแปลง, วิธีการนวดด้วยเครื่องนวด, และการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบลมร้อนต่อการเกิดการร้าวและคุณภาพการสี (Milling quality) ของข้าวญี่ปุ่น.

อุปกรณ์และวิธีการ

การลดความชื้นในแปลง (Pre-thresh Drying Experiment)

ข้าวญี่ปุ่นที่ใช้ในการทดลองคือข้าวพันธุ์ TCC12 ซึ่งกลีกรปลูกที่ตำบลทุ่งเสียว, อำเภอสันป่าตอง, เชียงใหม่ ในฤดูนาปี (กค.- กย.) เลือกแปลงที่ใช้สุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะสม่ำเสมอและไม่มีน้ำขังจำนวน 5 แปลง เนื้อที่ประมาณ 1 ไร่ เริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2534 เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 92 วัน วางข้าวที่เกี่ยวแล้วไว้บนตอซังเพื่อตากให้แห้ง เป็นเวลา 3 วัน ในระหว่างนี้สุ่มเก็บตัวอย่างจากแต่ละแปลงแปลงละ 1 ตัวอย่าง โดยเก็บจากข้าวด้านบนส่วนที่ได้รับแดด ตัวอย่างละประมาณ 1 กก. เก็บตัวอย่างดังกล่าววันละ 5 ครั้งเพื่อหาอัตราการลดลงของความชื้นระหว่างการตาก โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 ชม. ตั้งแต่เวลา 9:00 น. ไปจนถึง 17:00 น. จากนั้นนำตัวอย่างที่เก็บในแต่ละช่วงเวลาไปวัดความชื้น ด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบ Infrared Lamp การหาเปอร์เซ็นต์การร้าวของเมล็ดข้าว กระทำโดยการแกะเปลือกด้วยมือ แล้วตรวจสอบด้วยตาผ่านแว่นขยาย คำนวณเปอร์เซ็นต์เมล็ดร้าวจากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ :

$$\% \text{ การร้าว} = (\text{น้ำหนักเมล็ดร้าว} / \text{น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด}) \times 100$$

เนื่องจากจำนวนเมล็ดที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากแปลงตัวอย่างละ 1 กก. มีมากจึงต้องมีการแบ่งตัวอย่างออกเป็นตัวอย่างย่อยด้วย Boener divider ให้มีขนาดตัวอย่างประมาณ 150-200 กรัม ก่อนนำไปหาเปอร์เซ็นต์การร้าว.

การนวดเมล็ด (Threshing Experiment)

การทดลองการนวดเมล็ด กระทำที่แปลงกลีกร โดยใช้เครื่องนวดซึ่งขับเคลื่อนด้วยเครื่อง Diesel ลูกนวดเป็นชนิดซี่ตรง (Pcg-tooth) เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด 0.56 เมตร ความยาวลูกนวด 1.7 เมตร ความเร็วลูกนวดที่ใช้ในการทดลองคือ 700, 900 และ 1100 รอบ/นาที วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ ระหว่างการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่าง ที่ท้องเมล็ด และท้องทิ้งฟาง เพื่อนำไปวิเคราะห์หา เปอร์เซ็นต์การร้าว (Crack), เปอร์เซ็นต์การนวดได้ (Threshability), ประสิทธิภาพการนวด (Threshing efficiency),

ประสิทธิภาพการทำความสะอาด (Cleaning efficiency), เปอร์เซ็นการแตกหัก (Broken), เปอร์เซ็นต์เมล็ดปลีว (Blown grains) และเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการทดลองเป็นข้าวจากแปลงกสิกรรมตามข้อ 1.

นอกจากทดลองนวดข้าวด้วยความเร็วลูกนวด 700-1100 รอบ/นาทีแล้ว ยังได้สุ่มเก็บตัวอย่างจากข้าวที่กลีกรนวดเอง โดยกลีกรตั้งความเร็วลูกนวดตามที่เคยปฏิบัติมา และนำตัวอย่างข้าวนี้ไปวิเคราะห์หาค่าต่างๆ เช่นเดียวกับที่ทำการทดลองนวด.

การลดความชื้น (Drying Experiment)

การทดลองกระทำที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยนำข้าวที่นวดแล้วจำนวนประมาณ 3.2 ตัน มาแบ่งเป็น 3 ซ้ำ แล้วลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบกะบะความจุประมาณ 2 ตัน ไข่กลับเป็นเชื้อเพลิงสำหรับกำเนิดความร้อน พัดลมซึ่งใช้เป่าลมร้อนผ่านกองข้าวขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 12 แรงม้า ควบคุมอุณหภูมิขาของลมร้อนไว้ที่ประมาณ $42-43^{\circ}\text{C}$ และแรงดันลมประมาณ 2.5 นิ้วของน้ำ สุ่มเก็บตัวอย่างทุกชั่วโมงเพื่อหาอัตราการลดความชื้น จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือ 13-14% จึงหยุดเดินเครื่อง นำตัวอย่างที่สุ่มได้ไปวิเคราะห์หาความชื้น และเปอร์เซ็นต์การร้าว.

การสี (Milling)

นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่เก็บจากการทดลองในข้อ 1-3 จำนวน 2 ซ้ำๆ ละประมาณ 100 กรัมไปสีด้วยเครื่องสีข้าวทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของการสี ซึ่งจะช่วยให้ทราบได้ว่าการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวขั้นตอนต่างๆ มีผลกระทบต่อคุณภาพข้าวสารอย่างไรบ้าง คุณภาพที่ตรวจวัดในการสีได้แก่ เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว (Head rice) และ เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก (Broken).

ผลการทดลองจากการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงไว้ในตาราง 1 - 8.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การลดความชื้นในแปลง (Field Drying)

1. ลักษณะการลดลงของความชื้นในแปลง

ผลการลดความชื้นโดยการตากข้าวที่เกี่ยวแล้วไว้ในแปลง และการร้าวที่เกิดขึ้นระหว่างการตากได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.

Table 1. Average moisture contents of paddy and percentage of kernel cracking during field drying.

Time (hr.)	Day 1		Day 2		Day 3	
	M.C. (%)	Crack (%)	M.C. (%)	Crack (%)	M.C. (%)	Crack (%)
9:00	24.9	0	28.5	28.2	26.1	23.9
11:00	23.6	0	NA	NA	20.3	48.6
13:00	19.8	0	23.7	32.1	16.7	36.8
15:00	17.0	17.1	27.8	31.9	17.2	55.6
17:00	15.2	23.8	19.9	32.2	12.2	53.6

NA = Not Available
M.C. = Moisture content

ในตอนเช้าวันที่ 29 กันยายน ก่อนวันเก็บเกี่ยวมีฝนตกลงมาเล็กน้อย แต่ในตอนเช้าของวันเก็บเกี่ยวไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างร้อนและมีแดดเกือบตลอดวัน ความชื้นของข้าวเปลือกส่วนที่โดนแดดลดลงอย่างช้าๆ ในตอนเช้า และเร็วขึ้นในตอนบ่าย (รูปที่ 1) ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างคือประมาณ 25% และเมื่อตากไว้จนถึงเวลา 17:00 น. ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 15% นั่นคือความชื้นลดลงประมาณ 10% ในเวลา 8 ชั่วโมง หรืออัตราการลดความชื้นเฉลี่ยประมาณ 1.25% ต่อชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ค่าความชื้นที่ลดลงนี้เป็นค่าความชื้นข้าวเปลือกส่วนที่โดนแดด (ด้านบนของกอง) เท่านั้น ค่าความชื้นของส่วนที่ไม่โดนแดดจะสูงกว่าค่านี้ อีกนัยหนึ่งก็คือ ค่าความชื้นเฉลี่ยจริงของข้าวทั้งแปลงจะสูงกว่าค่านี้มาก การที่แดดสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกขึ้นได้ถึง ประมาณ 10% ต่อวัน ทำให้เห็นได้ว่า การกลับข้าว เพื่อเอาด้านล่างๆ ขึ้นมาให้โดนแดดมีความสำคัญมาก แม้ว่าในทางปฏิบัติจะทำได้ยาก เนื่องจากต้องใช้แรงงานมาก อีกวิธีหนึ่งที่พอจะปฏิบัติได้ก็คือ จะต้องพยายามกระจายกองข้าวออกไปให้บาง เพื่อให้ข้าวเปลือกโดน

แดดอย่างทั่วถึง วิธีนี้มีข้อจำกัดอยู่ตรงที่ ในหน้าฝนพื้นที่หลายแห่งในแปลงมีน้ำขัง ทำให้การวางข้าวที่เกี่ยวข้องแล้วต้องวางบนตอซังเพื่อไม่ให้ข้าวจุ่มน้ำ จึงเป็นการจำกัดพื้นที่ในการวางค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม ควรแนะนำให้เกษตรกร ปฏิบัติเท่าที่จะทำได้ นอกจากนั้นจากการสังเกตพบด้วยว่า การที่ข้าวได้รับการแผ่กระจายออกไปบางๆ เมื่อโดนฝนซ้ำจะแห้งเร็วกว่าข้าวที่วางซ้อนกันหนา โดยเฉพาะถ้าฝนไม่ตกหนักเกินไป เพราะความชื้นส่วนใหญ่จะเกาะอยู่ที่เปลือก และซึมเข้าไปไม่ถึงเมล็ดข้าวน้อย การที่ข้าวแห้งเร็วจะลดปัญหา การเกิดเชื้อราอีกด้วย.

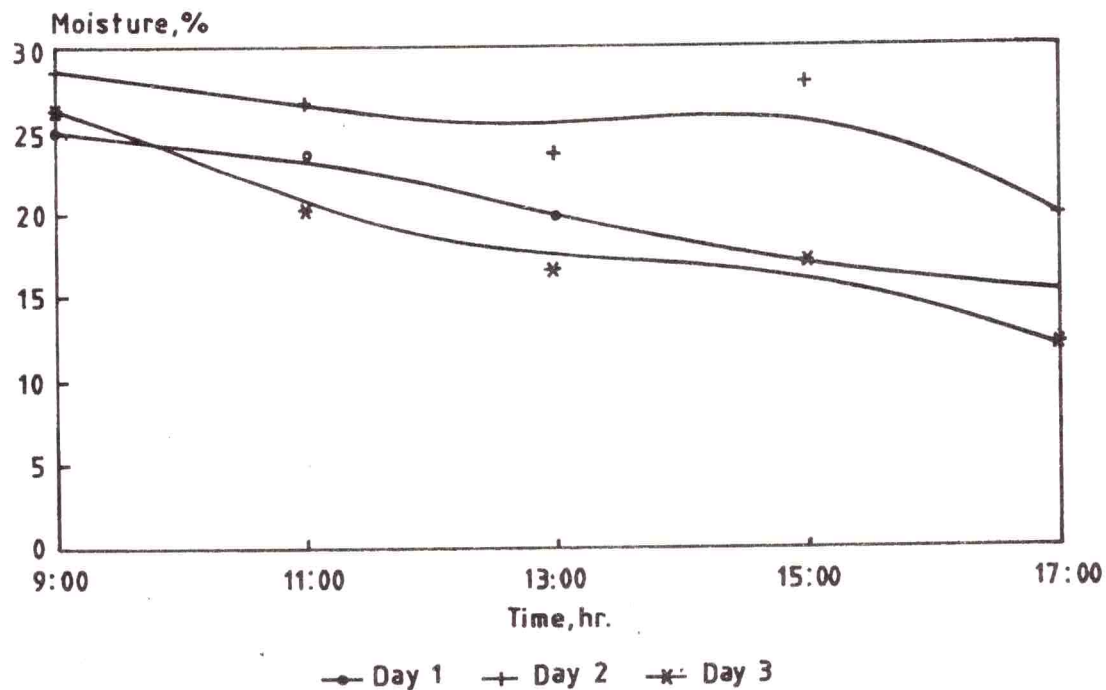


Figure 1. Drying trend of paddy during 3 days field drying.

ในการตากข้าวเปลือกทิ้งไว้เป็นวันที่ 2 มีฝนตกตอนกลางคืน ทำให้ข้าวที่แห้งลงจนถึง 15% ในวันแรกกลับมีความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 28.5% เมื่อมีการสูมตัวอย่างมาวัด และฝนตกซ้ำอีกครั้งในเวลา 10:00 น.จนไม่สามารถเก็บตัวอย่างในเวลา 11:00 น.ได้ อย่างไรก็ตามฝนตกไม่นานก็หยุด และเก็บตัวอย่างได้ใหม่ในเวลา 13:00 น. และมีฝนประปรายอีกครั้งเมื่อเวลา 14:00 น. ความชื้นของตัวอย่างที่เก็บครั้งสุดท้ายที่วัดได้คือ 19.9% หรือประมาณ 20% การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในวันที่ 2 นี้ไม่อาจถือเป็นบรรทัดฐานได้ เนื่องจากการตกๆ หยุดๆ ของฝนตลอดวัน.

ในคืนต่อมา มีฝนตกอีกครั้งหนึ่งทำให้ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างแรกที่เก็บในวันที่ 3 มีค่าสูงถึง 26% ในระหว่างการตากวันที่ 3 นี้ไม่มีฝนตกแต่มีฟ้าครึ้มเป็นครั้งคราว อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า ความชื้นสุดท้ายของการตากเมื่อเวลา 17:00 น. มีค่าต่ำมากคือ 12.2% แสดง

ให้เห็นว่า การลดลงของความชื้นของข้าวเปลือกที่โดนฝนช้ำนั้น ลดลงเร็วกว่าปกติ ทั้งนี้สันนิษฐานว่า น้ำฝนซึมเข้าไปไม่ถึงถึงชั้นในของข้าวสาร แต่อยู่เฉพาะบริเวณผิวเปลือกนอก และชั้นนอกๆ ของเมล็ดความชื้นจึงลดลงเร็ว.

จากการตากข้าวเปลือกไว้ในแปลง 3 วันนั้น การลดความชื้นในวันที่ 1 ซึ่งไม่มีฝนตก ระหว่างการตาก อาจถือเป็นตัวแทนของการตากข้าวญี่ปุ่นในหน้าฝนได้ และจากข้อมูลนี้ทำให้เห็นว่า การตากข้าวในแปลงจะมีความเสี่ยงต่อการโดนฝนเปียกซ้ำ (Rewetted) ก่อนข้างสูง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาข้าวราวดำได้มาก ดังจะได้กล่าวต่อไป และหากต้องการจะลดปัญหานี้ การใช้เครื่องลดความชื้น ก่อนข้างเป็นสิ่งจำเป็นมาก.

2. การราวนของข้าวในแปลง

จากตารางที่ 1 พบว่า การโดนฝนของข้าวเปลือกก่อนการเก็บเกี่ยวไม่ทำให้เกิดการราวน กล่าวคือจะเห็นว่า ตัวอย่างที่เก็บมาระหว่างเวลา 9:00 - 13:00 น. ของการตากวันแรกไม่พบว่ามีราเกิดขึ้นเลย แต่ตัวอย่างที่เก็บเมื่อเวลา 15:00 และ 17:00 น. พบว่ามีราของเมล็ดข้าวสารเกิดขึ้นถึง 17.1 และ 23.8% ตามลำดับ ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่า การลดลงของความชื้น เมื่อข้าวยังมีความชื้นสูงอยู่ (มากกว่า 18%) ยังไม่มีความเครียด (Stress) ในเมล็ดมากพอที่จะทำให้เกิดการราวนได้ แต่เมื่อความชื้นลดลงเรื่อยๆ ความเครียดในเมล็ดก็มากพอที่จะทำให้ข้าวญี่ปุ่นเกิดรอยราวนขึ้นได้.

ผลของการ Rewetting ต่อการราวนของเมล็ดข้าวเห็นได้ชัดเจน เมื่อข้าวที่แห้งลงถึง 15% แล้วกลับได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นอีกในวันที่ 2 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซนต์การราวนของข้าวกล้อง ในวันที่ 2 มีค่าระหว่าง 28 - 32% ซึ่งสูงกว่าการราวนในวันแรกมาก การราวนของข้าวแห้งที่ได้ ได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นใหม่นี้มีรายงานไว้ในการศึกษา ของ Kunze and Prasad (1978).

Double rewetting ในวันที่ 3 ของการตาก ทำให้เปอร์เซนต์การราวนยิ่งสูงมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อความชื้นลดลงไปต่ำกว่า 18% อีก จะเห็นว่าค่าการราวนเมื่อความชื้น 26.1% มีค่าเพียง 23.9% แต่เมื่อความชื้นลดลงไปที่ 17.2% ค่าเปอร์เซนต์การราวนพุ่งขึ้นไปสูงถึง 55.6% ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการทำให้ข้าวเปียกซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อลดความเสียหายจากการราวน จากข้อมูลที่ได้นี้ ผู้วิจัยเชื่อว่าค่าความชื้นวิกฤติที่ทำให้เกิดความเครียดมากพอที่จะทำให้ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์นี้ราวนได้คือ 18% (wb) และมีความสัมพันธ์กับอัตราการลดลงของความชื้นด้วย ดังนั้นหากต้องการลดความชื้นข้าวเปลือกให้ต่ำกว่า 18% จะต้องควบคุมอัตราการลดความชื้นอย่างระมัดระวัง.

3. ลักษณะการร้าวของเมล็ดข้าว

ลักษณะการร้าวของข้าวมีทั้งที่ร้าวเพียงเล็กน้อยและร้าวมากจนเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า ดังนั้นการนับจำนวนเมล็ดข้าวร้าวจึงค่อนข้างลำบาก โดยเฉพาะเมล็ดที่ร้าวเพียงเล็กน้อย และรอยร้าว นั้นไม่ลึกหรือเกิดจนรอบเมล็ด รอยร้าวของเมล็ดที่ตรวจพบส่วนใหญ่จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 รอยร้าวแบบที่ 1 ซึ่งเป็นรอยร้าวตามขวางเมล็ด พบมากกว่ารอยร้าวแบบที่ 2 ซึ่งเป็นการร้าวตามยาว จากการประเมินด้วยตาพบว่า รอยร้าวแบบที่ 1 มีมากกว่า 90% ของรอยร้าวทั้งหมดที่ตรวจพบ.



Figure 2. Cracking characteristics of the kernels.

จากการตรวจสอบเมล็ดร้าวพบว่า เมล็ดที่เป็นท้องไขมีแนวโน้มที่จะร้าวมากกว่าเมล็ดปกติ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดที่เป็นท้องไขมีฟองอากาศอยู่ภายในเมล็ด ทำให้ความแข็งของเมล็ดลดลง และเมล็ดที่เล็กจะมีการร้าวน้อยกว่าเมล็ดใหญ่ อย่างไรก็ตามเมล็ดที่เป็นท้องไขก็ไม่ได้ร้าวเสมอไป การแยกแยะระหว่างเมล็ดที่เป็นท้องไขกับเมล็ดร้าวค่อนข้างทำได้ยาก แม้จะใช้แว่นขยายช่วยในการตรวจนับก็ตาม ปัญหาอีกประการหนึ่งที่พบในการตรวจหาเมล็ดร้าวก็คือ รอยร้าวภายในเมล็ดนั้น จะต้องหมุนส่องดูให้ถูกมุมจึงจะมองเห็น ดังนั้นจึงต้องตรวจแต่ละเมล็ดอย่างละเอียดโดยรอบ ทำให้เสียเวลาอย่างมาก.

การนวดเมล็ด (Threshing)

1. การร้าวของเมล็ดเนื่องจากการนวด

ผลของการนวดต่อการร้าวของเมล็ดข้าวได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ข้าวเปลือกที่นำมานวดมีความชื้นประมาณ 23% เป็นข้าวเปลือกจากแปลงที่สุ่มตัวอย่างระหว่างการทำนาแปลง รวมทั้ง

แปลงที่ไม่ได้สุ่มตัวอย่าง เป็นที่น่าสังเกตว่าความชื้นของข้าวชุดนี้ สูงกว่าความชื้นของตัวอย่างที่สุ่มได้ในตารางที่ 1 มาก ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นของข้าวชุดนี้เป็นความชื้นของข้าวทั้งส่วนที่โดนแดดและส่วนที่อยู่ล่างๆ ของกอง ทำให้ความชื้นเฉลี่ยมีค่าสูง อย่างไรก็ตามค่าความชื้นที่วัดได้นี้เป็นตัวแทนของค่าที่จะพบจริงในทางปฏิบัติ ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าความชื้นของข้าวส่วนที่อยู่ด้านบนๆ ของกองดังที่เห็นในตารางที่ 1.

Table 2. Percentage of kernel cracking at different threshing drum speeds.

Drum speed (rpm)	Replication					Average
	1	2	3	4	5	
700	4.67	5.42	7.40	3.33	7.09	5.6
900	6.17	4.53	4.83	4.49	4.53	4.9
980 (farmer)	4.84	NA	NA	NA	NA	4.8
1100	6.03	6.17	7.03	5.13	2.95	5.5

จากข้อมูลที่ได้พบว่าความเร็วรอบลูกนวดทำให้เมล็ดข้าวร่วงไม่แตกต่างกัน และเปอร์เซ็นต์การร้าวก็มีค่าไม่สูงนัก คือมีค่าระหว่าง 4.8 - 5.6% ความเร็วรอบลูกนวดที่ให้ชาวบ้านตั้งเองตามที่เคยใช้อยู่โดยไม่ใช้เครื่องวัดรอบวัด ปรากฏว่ามีค่าความเร็วรอบประมาณ 980 รอบต่อนาที และเปอร์เซ็นต์การร้าวของเมล็ด เมื่อนวดด้วยลูกนวดที่ปรับตั้งความเร็วรอบแบบชาวบ้านก็มีค่าเพียง 4.8% แสดงว่าความเร็วรอบที่นิยมใช้กันอยู่ ไม่มีผลต่อการร้าวของเมล็ดข้าวมากนัก เป็นที่น่าสังเกตว่า เปอร์เซ็นต์การร้าวเนื่องจากการนวด ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ การร้าวเนื่องจากการตากในแปลง ดังที่ปรากฏในตารางที่ 1 ซึ่งก็หมายความว่า การร้าวเฉลี่ยจากการตากของข้าวทั้งแปลง ซึ่งรวมเอาผลกระทบจากการเปียกชื้นไว้ด้วย น่าจะมีค่าที่แท้จริงประมาณ 5-6% เท่านั้น.

อย่างไรก็ตาม นอกจากจะคำนึงถึงการร้าวของเมล็ดแล้ว ในการใช้เครื่องนวด เราจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในเชิงอื่นๆ ด้วย อาทิ ความสะอาด, จำนวนเมล็ดแตก ฯลฯ ดังจะได้กล่าวต่อไป.

2. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องนวด (Thresher Performance)

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องนวดในด้านอื่นๆ อาทิ ความสะอาดของเมล็ดที่นวดได้, เปอร์เซ็นต์เมล็ดติดฟาง, เปอร์เซ็นต์การแตกหัก ก็มีความสำคัญไม่น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การร้าวของเมล็ด จากการทดลองนวดข้าวญี่ปุ่นด้วยความเร็วรอบต่างๆ พบว่าความเร็วรอบที่ต่างกัน มีผล

ต่อการทำงานของเครื่องในบางลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 3 สูตรต่างๆที่ใช้คำนวณค่าในตาราง มีดังนี้ :

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพการทำความสะอาด (\%)} &= \frac{(\text{นน. เมล็ดสะอาดจากท่อเมล็ด})}{\text{นน. เมล็ดและสิ่งเจือปนจากท่อเมล็ด}} \times 100 \\ \text{เมล็ดแตก (\%)} &= \frac{(\text{นน. เมล็ดแตกจากท่อเมล็ด})}{\text{นน. เมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่อง}} \times 100 \\ \text{เมล็ดติดฟาง (\%)} &= \frac{(\text{นน. เมล็ดที่ติดฟางจากทุกที่})}{\text{นน. เมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่อง}} \times 100 \\ \text{เมล็ดปลิว (\%)} &= \frac{(\text{นน. เมล็ดที่ปลิวออกด้านข้างฟาง})}{\text{นน. เมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่อง}} \times 100 \\ \text{ประสิทธิภาพการนวด} &= 100 - \% \text{เมล็ดติดฟาง} \end{aligned}$$

Table 3. Effects of drum speeds on threshing performance.

Drum speed rpm	Cleaning efficiency (%)	Broken (%) (1)	Unthreshed (%) (2)	Threshing efficiency (%)	Blown grains (%) (3)	Total loss (%) (1+2+3)
700	98.8	0.4	3.6	96.4	1.6	5.6
900	99.2	0.7	1.4	98.6	0.9	3.0
980	95.9	0.5	4.1	95.9	NA	>4.6
1100	98.9	0.5	3.5	96.5	1.7	5.7

ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่ความเร็วรอบลูกนวด 700, 900 และ 1,100 รอบ/นาที่ ไม่แตกต่างกัน และมีค่าประมาณ 98 - 99% แต่สำหรับที่ความเร็วรอบ 980 รอบ/นาที่ มีประสิทธิภาพการทำความสะอาดเพียง 95% ที่เป็นเช่นนี้พบว่า เป็นเพราะอัตราการป้อน (Feed rate) ที่ชาวบ้านป้อนเข้าสู่เครื่องนั้นค่อนข้างเร็วกว่าที่ผู้วิจัยทดลอง และการป้อนข้าวจะป้อนทั้งมัดโดยไม่ตัดดอกที่มัดข้าวออกก่อน.

สำหรับเปอร์เซ็นต์การแตกหักนั้น ทุกความเร็วรอบลูกนวดไม่ทำให้เกิดการแตกหักมากนัก คือมีความแตกหักของเมล็ดข้าวน้อยกว่า 1% ทุกความเร็วรอบลูกนวด อย่างไรก็ตามสำหรับเปอร์เซ็นต์เมล็ดติดฟางนั้นพบว่า ที่ความเร็วต่ำคือ 700 รอบ/นาที่ และที่ความเร็วสูง คือ 980, 1,100 รอบ/นาที่ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดติดฟางค่อนข้างสูงคือมีค่าระหว่าง 3.5 - 4.1% ในขณะที่ความเร็วรอบลูกนวด 900 รอบต่อนาที่ มีเมล็ดติดฟางเพียง 1.4% นอกจากนั้นความเร็วรอบลูกนวดที่ 900 รอบต่อนาที่ ยังมีประสิทธิภาพการนวดได้สูงสุดคือ 98.6% และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดปลิว

เพียง 0.9% เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่าความเร็วรอบลูกนวดที่เหมาะสมคือ 900 รอบ/นาที่ ซึ่งเทียบเป็นความเร็วเชิงเส้น (Linear velocity) ได้เท่ากับ 1584 เมตร/นาที่ ค่าความเร็วลูกนวดนี้สูงกว่า 884-1314 เมตร/นาที่ ซึ่งเป็นค่าที่ Araullo *et al.* (1976) รายงานไว้ว่าเหมาะสมกับลูกนวดแบบซี่ตรง ที่ใช้กับข้าว Indica อย่างไรก็ดีตาม Limpiti *et al.* (1989) รายงานไว้ว่า หากใช้ความเร็วเชิงเส้นลูกนวดซี่ตรงมากกว่า 1256 เมตร/นาที่ ในการนวดข้าว Indica ซึ่งมีความชื้น 12-13% จะทำให้เปอร์เซ็นต์การรอกของเมล็ดลดลงประมาณ 5-6% ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ที่ความเร็วลูกนวดต่ำ มีเมล็ดไม่ถูกนวดติดออกไปกับฟางมาก จึงมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดปลิวออกทางท่อทิ้งฟางมาก และที่ความเร็ว 1100 รอบ/นาที่ ต้นข้าวถูกตีขาดออกเป็นท่อนเล็กๆ และถูกส่งออกไปทางท่อส่งฟางมากกว่าที่ความเร็ว 900 รอบ/นาที่ ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดปลิวจึงสูงกว่าด้วย อนึ่งที่ความเร็วลูกนวด 980 รอบ/นาที่ ไม่ได้เก็บข้อมูลเมล็ดที่ปลิวออกทางท่อทิ้งฟาง จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้ในตาราง.

การลดความชื้น (Drying)

1. การร้าวของเมล็ดจากการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น (Dryer)

ผลของการลดความชื้นต่อการร้าวของเมล็ดแสดงไว้ในตารางที่ 4 ส่วนอัตราการลดความชื้น และข้อมูลสภาพการทดลองระหว่างการลดความชื้นแสดงไว้ในตารางที่ 5 จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การร้าวโดยเฉลี่ยของข้าวทั้งหมด (3.2 ตัน) หลังการลดความชื้น มีค่าประมาณ 30% ซึ่งถ้าเทียบกับค่าการร้าวจากการนวดแล้วจะเห็นว่า มีการร้าวเพิ่มขึ้นประมาณ 24-25% ในระหว่างที่ความชื้นของข้าวเปลือกลดลงจาก 21.4% เหลือ 13.1% หรือความชื้นลดลง 8.3% ในเวลา 5 ชั่วโมง ถ้าต้องการให้ความชื้นสุดท้ายเหลือ 14% จะใช้เวลาลดความชื้นประมาณ 4.5 ชั่วโมงหากใช้สภาพการลดความชื้นตามที่แสดงในตารางที่ 5.

Table 4. Moisture content and kernel cracking percentage at different drying time.

Drying time (hr.)	Moisture content (%)	Crack (%)	Remark
0	21.4	5 - 6	threshing figure
2	18.1	29.5	
4	14.8	32.9	
5	13.1	29.2	

การลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น ทำให้เกิดการร้าวของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลที่เหมือนกับที่เกิดขึ้นระหว่างการลดความชื้นในแปลง กล่าวคือเมื่อความชื้นลดต่ำลงมาถึง 18% การร้าวจะสูงขึ้นมาก ซึ่งผลกระทบของการลดความชื้นด้วยลมร้อนต่อการร้าวของข้าวนี้มีรายงานไว้ในการศึกษาหลายแหล่ง (Ban, 1971; Kunze, 1977) นอกจากนั้น Henderson (1958) ยังรายงานว่า การร้าวยังเกิดขึ้นอยู่ในเวลา 48 ชั่วโมงหลังจากหยุดการลดความชื้นแล้วด้วย ดังนั้นจึงเชื่อได้ว่า การลดความชื้นมีผลทำให้เมล็ดข้าวญี่ปุ่นร้าวมากขึ้น และจากข้อมูลที่ได้ การร้าวเนื่องจากการลดความชื้น ไม่ว่าจะเป็นการตากในแปลง หรือการใช้เครื่องลดความชื้นแบบ Heated forced air จะทำให้เมล็ดร้าวประมาณ 20-25% โดยการร้าวจะเกิดมากขึ้นเมื่อความชื้นลดลงถึงระดับ 18%.

2. อัตราการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น

การลดความชื้นของข้าวเปลือกจำนวน 3.2 ตัน ได้กระทำด้วยวิธีการลดความชื้นแบบปกติทั่วไป ใช้อุณหภูมิลมร้อนเข้าประมาณ 39-43 °C (ตารางที่ 5) และแรงดันลมใน Plenum chamber 2.5 นิ้วของน้ำ อุณหภูมิของลมร้อนขาออกสูงสุดประมาณ 35 °C ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดในกองเมล็ดเท่ากับ 39 °C ซึ่งปลอดภัยเพียงพอสำหรับข้าวเปลือก ความชื้นข้าวลดลงจาก 21.4% เหลือ 13.1% ในเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ซึ่งความชื้นนี้เป็นความชื้นที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาในระยะยาว อัตราการลดความชื้น เฉลี่ยต่อชั่วโมงของข้าวเปลือกทั้งหมด (3 ชั่วโมง) เท่ากับ 1.66%.

Table 5. Drying temperatures and drying rates using heated air dryer.

Time (hr.)	M.C. (%)	Drying rate %/hr	Air inlet temp, °C	Air outlet temp, °C	Paddy temp. °C
0	21.4	-	39.3	28.7	27.5
1	20.1	1.3	42.3	29.7	29.0
2	18.1	2.0	42.7	30.7	34.7
3	16.3	1.8	43.2	32.5	35.0
4	14.8	1.5	43.8	34.3	39.0
5	13.1	1.7	42.7	35.6	39.0

การสี (Milling)

1. ผลของการตากในแปลงต่อการเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและการหัก

เมื่อนำตัวอย่างข้าวที่ตากไว้ในแปลงไปสีด้วยเครื่องสีข้าวทดลอง โดยไม่ผ่านขบวนการอื่น (อาทิ การนวดด้วยเครื่องนวด ฯลฯ) พบว่าได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวอยู่ในเกณฑ์ที่สูง หรือมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักค่อนข้างน้อย นอกจากนั้นพบว่า การข้าวที่เกิดขึ้นในแปลง ไม่สัมพันธ์กับค่าการหักเนื่องจากการสี คือทั้งๆ ที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ข้าวข้าวในแปลงสูง (17-55%) แต่เปอร์เซ็นต์ข้าวหักกลับต่ำอย่างมาก (ตารางที่ 1 และ 6) อย่างไรก็ตาม ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักในตารางที่ 6 ก็มีแนวโน้มให้เห็นได้ว่า Rewetting และ Double rewetting มีผลให้การหักของข้าวระหว่างการสีเพิ่มขึ้น สำหรับค่าการข้าวที่ไม่สัมพันธ์กับการหักนั้น อาจเนื่องจากว่า เมล็ดที่ถูกจัดว่าข้าวส่วนหนึ่งนั้น ข้าวเพียงเล็กน้อย และไม่อยู่ในตำแหน่งที่จะหักเมื่อเกิดการสี ดังนั้นการใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวมาคาดคะเนเปอร์เซ็นต์การหักจากการสี จะไม่ให้ค่าที่ถูกต้อง อนึ่งการ Rewetting แต่ละวันพบว่าทำให้มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเพิ่มขึ้นประมาณวันละ 2%.

Table 6. Effect of field drying on head rice and broken rice percentage.

Sampling time (hr.)	1 day drying		2 days drying ¹		3 days drying ²	
	Head rice (%)	Broken (%)	Head rice (%)	Broken (%)	Head rice (%)	Broken (%)
9:00	63.9	3.2	62.5	5.3	63.0	5.1
11:00	64.8	3.3	na	na	60.5	7.8
13:00	64.7	3.1	59.6	7.5	56.1	9.1
15:00	63.5	5.2	61.9	6.2	57.6	10.4
17:00	64.3	4.6	64.1	4.6	59.1	8.8
Grand avg.	64.2	3.9	62.0	5.9	59.3	8.2

¹ rewetted

² double rewetted

2. ผลของการนวดต่อคุณภาพการสี

ข้าวที่นำไปสีผ่านการตากในแปลง, การเปียกข้าว และการนวด แต่ไม่ผ่านการลดความชื้นด้วย Dryer จากตารางที่ 7 พบว่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่ได้มีค่าประมาณ 58% และมีการหัก 7% เมื่อเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวในตารางที่ 6 พบว่าใกล้เคียงกับข้าวที่เปียกข้าว 2 ครั้ง ซึ่งแสดงว่า การนวดมีผลต่อคุณภาพการสีเพียงเล็กน้อย.

Table 7. Effect of threshing drum speed on milling quality.

Drum speed (rpm)	Head rice (%)	Broken (%)
700	57.2	7.4
900	60.5	6.9
980 (farmer)	57.1	7.3
1100	56.3	7.9
Grand average	57.8	7.4

อนึ่งจากตารางที่ 7 พบว่ารอบลูกนวดที่ต่างกันทำให้ข้าวแตกหักจากการสีในเปอร์เซ็นต์ที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ความเร็วรอบลูกนวดที่มีแนวโน้มว่าจะให้ผลดีต่อการสีคือความเร็วรอบที่ 900 รอบต่อนาที ซึ่งแสดงว่าที่ความเร็วรอบนั้นนอกจากมีประสิทธิภาพในการนวดสูงแล้ว ยังได้คุณภาพการสีที่ดีกว่าค่าความเร็วลูกนวดอื่นๆ อีกด้วย.

3. ผลการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นต่อการสี

ผลการลดความชื้นต่อการสี ได้รวมผลของการตากในแปลง, การเปียกซ้ำ และการนวดไว้ด้วย เนื่องจากข้าวเปลือกที่นำมาลดความชื้นเป็นข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวมาก่อนแล้ว ผลการสีของตัวอย่างที่ได้รับการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแล้วได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 ตัวอย่างที่นำไปสีเป็นตัวอย่างที่สุ่มจากข้าวทั้งหมด โดยไม่แยกว่าเป็นข้าวที่นวดมาด้วยความเร็วลูกนวดใด.

Table 8. Effect of heated air drying on milling quality.

Drying time (hr.)	M.C. after drying (%)	Head rice (%)	Broken (%)
2	18.1	63.3	7.4
4	14.8	65.4	5.5
5	13.1	68.6	4.1

จากตารางที่ 8 จะเห็นว่าเมื่อความชื้นลดลง ข้าวจะแกร่งขึ้นกว่าเดิม ทำให้เปอร์เซ็นต์การหักมีค่าลดลง ในขณะที่การสีข้าวที่นวดแล้วโดยไม่ผ่านการอบลดความชื้น จะได้เปอร์เซ็นต์ตัน

ข้าวน้อยลง ดังนั้นการลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนการนำไปสี เป็นทางหนึ่งที่จะทำให้ได้คุณภาพข้าวสารที่ดีขึ้น ผู้วิจัยพยายามที่จะวัดเปอร์เซ็นต์การร้าวของข้าวสารที่สีได้ แต่พบว่าเป็นการยากที่จะแยกแยะ เนื่องจากบนเมล็ดข้าวสารมีรอยขีดข่วนมากมาย จนแยกไม่ออกด้วยตาเปล่าว่าเป็นรอยที่ผิว หรือเป็นรอยร้าวภายในเมล็ดเอง.

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในการทดลองนี้พบว่า การลดความชื้น ไม่ว่าจะเป็ในแปลงหรือด้วยเครื่องลดความชื้นแบบลมร้อน จะมีผลให้ข้าวสารร้าวมากขึ้น (ตารางที่ 4) แต่เมื่อนำข้าวเปลือกที่ลดความชื้นแล้วมาสี กลับพบว่าได้เปอร์เซ็นต์ตันข้าวสูง และมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักน้อยทั้งข้าวที่ตากในแปลง (ตารางที่ 6) และข้าวที่ลดความชื้นด้วยลมร้อน (ตารางที่ 8).

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้ สามารถสรุปผลกระทบของกระบวนการต่างๆ หลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของข้าวญี่ปุ่น ในแง่ของเปอร์เซ็นต์การร้าวของเมล็ด และคุณภาพของข้าวสารหลังการสี ในแง่ของเปอร์เซ็นต์ตันข้าว และเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ได้ดังนี้ :

1. การตากข้าวในแปลงสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกในส่วนที่โดนแดดได้ประมาณ 10% ในเวลา 8 ชั่วโมงในฤดูฝน.
2. การตากข้าวในแปลงมีผลทำให้เกิดการร้าวของเมล็ดข้าวภายในเปลือก และการร้าวจะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อระดับความชื้นลดลงมาถึง 18%.
3. การ Rewetting ของข้าวที่แห้งมากกว่า 18% แล้ว จะทำให้มีการร้าวเพิ่มขึ้น และการแตกหักจากการสีก็เพิ่มขึ้นด้วย หากมีการ Rewetting หลายครั้งผลเสียจะยิ่งมากขึ้น.
4. การนวดข้าวด้วยเครื่องนวดที่ความเร็วรอบ 700-1100 รอบ/นาที ไม่มีผลทำให้การร้าวของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น.
5. ความเร็วกลูกนวดมีผลต่อคุณภาพข้าวสารที่นำไปสีเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะถ้าข้าว นั้นไม่ได้ผ่านการลดความชื้นให้แห้งเสียก่อน อย่างไรก็ตาม ความเร็วกลูกนวดที่ให้ประสิทธิภาพการนวดสูงและมีแนวโน้มที่จะให้ผลการสีดีที่สุดคือ 900 รอบ/นาที (1580 เมตร/นาที).
6. การลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น มีผลให้เปอร์เซ็นต์ข้าวร้าวเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการตากในแปลง การลดความชื้นทำให้มีการร้าวเพิ่มขึ้นประมาณ 20-25%.
7. การลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นมีผลให้คุณภาพการสีของข้าวสารดีขึ้น คือ มีเปอร์เซ็นต์การแตกหักน้อยลง เนื่องจากข้าวมีความแข็งแกร่งขึ้น.
8. ค่าเปอร์เซ็นต์การร้าวของข้าว ไม่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การแตกหักจากการสี ดังนั้นจะใช้มาประเมินการแตกหักจากการสีไม่ได้.

9. การวัดเปอร์เซ็นต์การร้าว ของข้าวโดยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า มีลักษณะเป็น Subjective จึงมีความคลาดเคลื่อนได้ง่าย และใช้เวลามาก.

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก บริษัท ที ซี ซี การเกษตรจำกัด และได้รับการเอื้อเฟื้อด้านเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองจาก ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้.

เอกสารอ้างอิง

- คำธมภู, วิชัย. (2535). โครงการพัฒนาข้าวญี่ปุ่น. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ ข้าว และธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 7. 11-12 กุมภาพันธ์. ศูนย์วิจัยข้าวแพร่.
- ธโนศวรยางกูร, ศรปราชญ์. (2534). หัวหน้าฝ่ายวิจัย บริษัท ที ซี ซี การเกษตร จำกัด ถนนห้วยแก้ว เชียงใหม่. (ติดต่อส่วนตัว).
- Araullo, E.V., de Padua, D.B. and Graham, M. (1976). Rice Postharvest Technology. IDRC, Ottawa.
- Ban, T. (1971). Rice cracking in high rate drying. Jpn. Agri. Res. Q. 6(2): 113-116.
- Henderson, S.M. (1958). The causes and characteristics of rice checking. Rice J. 57(5): 16-18.
- Kunze, O.R. (1977). Fissuring of the rice grain after heated air drying. ASAE winter meeting. Chicago, Dec., 13-16. Pap. 77-3511.
- Kunze, O.R. and Prasad, S. (1978). Grain fissuring potentials in harvesting and drying of rice. Trans. ASAE 21(2) : 361-366.
- Limpiti, S., Srimongkol, K. and Foster, M. (1989). Machine sharing system: A case study on wheat threshing machinery. Faculty of Agriculture, Chaing Mai University, Chaing Mai.