Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 267-270 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 267-270 (2561)

ผลของการชะลอการลดความชื้นในข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ต่อคุณภาพข้าวขัดขาว ในระหว่างการเก็บรักษา

Effects of Delaying Moisture Reductions of KDML105 Paddy Rice on Milled Rice Qualities During Storage

สุพรรณิการ์ ปักเคธาติ[1] วีรเวทย์ อุทโธ[2] กฤตยา อุทโธ[3] และกฤษณา สุดทะสาร[4]
Supannikar Pakkethati[1], Weerawate Utto[2], Grittaya Utto[3] and Grissana Sudtasarn[4]

Abstract

During rice harvesting seasons, subsequently delays in moisture reduction because the paddy rice was packaged in woven plastic sacks for transportation while waiting in queues to sell at the mills, this was main reason causing such delays. This research was conducted to study effects of delaying moisture reductions of harvested paddy rice and storage conditions on milled rice qualities. Khoa Dawk Mali 105 paddy rice, harvested in 2016 season, was delayed its moisture reduction for 48 h thereafter was sun-dried until its moisture content was 14% (w.b). The rice was filled 20 kg a sack, and later kept at 10, 25 and 30ºC for 12 months. Physical qualities of the paddy rice were monthly investigated and were compared to those which its moisture content was immediately reduced (control). Experimental results showed that moisture contents of the paddy rice from all treatments were slightly changed and no differences among them during storage. Whiteness and milling degree values of milled rice continuously decreased but there were no significances between the moisture reduction methods. Transparency values of milled rice from the control were significantly higher than those from delaying moisture reduced milled rice during 6 months ($p<0.05$). However, there were no apparent effects of the temperatures on changes in the transparency values. Hardness values of cooked milled rice slightly increased, whilst stickiness values decreased during storage. However, there were no significant differences among treatments for those qualities of the cooked rice.

Keywords: Khoa Dawk Mali 105, delaying moisture reduction, milled rice qualities

บทคัดย่อ

ในฤดูการเก็บเกี่ยวเกษตรกรนิยมนำข้าวเปลือกสดไปขายให้โรงสี ทำให้ข้าวเปลือกไม่ได้รับการลดความชื้นทันที เนื่องจากข้าวเปลือกบรรจุในถุงกระสอบพลาสติกสานเพื่อการขนส่งและรอขายข้าวให้โรงสี จึงเป็นสาเหตุชะลอการลดความชื้นของข้าวเปลือก งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการชะลอการลดความชื้นข้าวเปลือกภายหลังการเก็บเกี่ยวและสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวขัดขาว โดยทำการชะลอการลดความชื้นข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 เก็บเกี่ยวในฤดูปลูกปี 2559 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และตากแห้งข้าวเปลือกจนได้ความชื้นเท่ากับ 14 เปอร์เซนต์ (ฐานเปียก) บรรจุลงในถุงกระสอบละ 20 กิโลกรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 25 และ 30ºC เป็นระยะเวลา 12 เดือน ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพทุกเดือนพร้อมกับเปรียบเทียบกับข้าวเปลือกซึ่งทำการลดความชื้นทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยว ผลการศึกษาแสดงให้ทราบว่า ความชื้นข้าวเปลือกในทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ความขาวและเปอร์เซนต์การขัดสีของข้าวสารมีค่าลดลงเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้าวสารที่ได้จากวิธีลดความชื้นทั้งสองแบบ ความขุ่นใสของข้าวสารที่ได้จากข้าวเปลือกซึ่งลดความชื้นทันที มีค่ามากกว่าข้าวสารที่ได้จากข้าวเปลือกที่ลดความชื้นล่าช้าในช่วงการเก็บรักษา 6 เดือนแรก ($p<0.05$) ทั้งนี้อุณหภูมิไม่มีผลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงความขุ่นใส ค่าความแข็งของข้าวสารหุงสุกที่ได้จากข้าวเปลือกทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ค่าความเหนียวของข้าวหุงสุกมีค่าลดลง อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสิ่งทดลองต่อสำหรับการทดสอบข้าวหุงสุก

คำสำคัญ: ขาวดอกมะลิ 105, ความล่าช้าในการลดความชื้น, คุณภาพข้าวสารขัดขาว

---

[1] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1] Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900
[2] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[2] Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190
[3] คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[3] Faculty of Management Science, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190
[4] ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อำเภอเมือง อุบลราชธานี 34000
[4] Ubon Rachathani Rice Research Center, Mueang, Ubon Ratchathani 34000

คำนำ

ประเทศไทยส่งออกข้าวหอมมะลิสู่ตลาดโลก โดยเฉลี่ยปีละ 25 ล้านตันข้าวเปลือก (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2561) ข้าวของประเทศไทยมีคุณสมบัติโดดเด่นด้าน เนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่ม เมล็ดยาว และมีกลิ่นหอม อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่ดำเนินการเก็บรวบรวมโดยกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (ข้อมูลเชิงสำรวจ แบบ anecdotal-based และยังไม่ได้เผยแพร่) พบว่า เจ้าของโรงสีและผู้บริโภคได้ให้ข้อมูลว่าคุณภาพโดยรวมของข้าวหอมมะลิในปัจจุบันค่อนข้างต่ำกว่าคุณภาพข้าวในช่วงประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา ซึ่งอาจมีผลจากปัจจัยสำคัญต่างๆ สภาพแวดล้อมการจัดการการผลิต การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่มีเปลี่ยนแปลงไป (อรวรรณ, 2557) อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือกเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพข้าวเปลือก (Juliano, 1985) จากข้อมูลการสำรวจของกรมการข้าว พบว่า ปัจจุบันเกษตรกรได้ใช้เครื่องเกี่ยวข้าวกันอย่างแพร่หลายส่งผลมีข้าวเปลือกในมือของเกษตรในปริมาณมากและเร็วมากขึ้น นอกจากนี้การแปรปรวนของสภาวะอากาศทำให้มีฝนตกช่วงเก็บเกี่ยวข้าว เกษตรกรจึงพยายามขายข้าวเปลือกให้กับโรงสีให้เร็วที่สุด จึงส่งผลให้เกษตรกรไม่ได้ทำการตากแห้งข้าวเปลือกทันทีหลังการเกี่ยวก่อนจำหน่าย การขนส่งข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ตากแห้งไปยังโรงสีใช้การบรรจุใส่กระสอบพลาสติกสาน ซึ่งในฤดูการเก็บเกี่ยว ข้าวเปลือกสดจะออกสู่ตลาดในปริมาณมาก ทำให้การซื้อขายเป็นไปด้วยความล้าช้า กว่าที่ข้าวเปลือกสดจะเข้าสู่กระบวนการลดความชื้นจึงล้าช้าออกไปประมาณ 48 ชั่วโมง ผู้รับซื้อได้ตั้งข้อสังเกตว่าการชะลอการทำแห้งข้าวเปลือกอาจส่งผลต่อคุณภาพของข้าวสาร การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการชะลอการลดความชื้นในข้าวเปลือกต่อคุณภาพข้าวขัดขาวในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อประโยชน์ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การจัดการข้าวเปลือกและการเก็บรักษา ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในฤดูนาปี พ.ศ. 2559 จากจังหวัดอุบลราชธานี ดำเนินการเก็บเกี่ยวในวันและแปลงนาเดียวกัน (เดือนพฤศจิกายน 2559) โดยแบ่งข้าวเปลือกภายหลังการเก็บเกี่ยวออกเป็น 2 ส่วนที่เท่ากัน ข้าวเปลือกส่วนที่ 1 นำมาลดความชื้นข้าวเปลือกทันที โดยวิธีตากแดด จนเหลือความชื้นต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) และนำมาเก็บในถุงพลาสติกสาน (50x75 เซนติเมตร) จำนวน 12 ถุงๆ ละ 20 กิโลกรัม ข้าวเปลือกส่วนที่ 2 นำมาเก็บในถุงพาสติกสาน (50x75 เซนติเมตร) ภายในร่ม เป็นเวลา 2 วัน ก่อนนำมาลดความชื้นข้าวเปลือก จนเหลือความชื้นต่ำกว่า 14 เปอร์เซนต์ และเก็บในถุงพลาสติกสาน (50x75 เซนติเมตร) จำนวน 12 ถุงๆ ละ 20 กิโลกรัม ภายหลังจากการบรรจุข้าวเปลือกในกระสอบได้นำมา เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 10 25 และ 30^{o}C (อุณหภูมิละ 4 กระสอบ) เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน **การวิเคราะห์คุณภาพของข้าวเปลือกและข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษา** ในแต่ละเดือนระหว่างการเก็บรักษา ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกจากทุกสิ่งทดลอง เพื่อวัดความชื้น (เครื่อง SB 900, Steinlite moisture meter, USA) จากนั้นทำการกะเทาะเปลือกและขัดสีเป็นข้าวสาร นำตัวอย่างข้าวสารมาวัดความขาว (Whiteness) ความใส (Transparency) และเปอร์เซนต์การขัดสี (Degree of Milling) โดยเครื่องวัดความขาวข้าว รุ่น MM1D Rice Milling Meter, Satake, Japan พร้อมกับทำการทดสอบความแข็ง (Hardness) และความเหนียวหนืด (Stickiness) โดยวิธีของศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี นำตัวอย่างข้าวสาร จำนวน 50 กรัม มาหุงสุกโดยวิธีการนึ่ง ในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ คือ 1 : 1.5 ที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 20 นาที และทดสอบโดยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (TA.XT plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems Texture analyzer, England) **การวางแผนการทดลอง** การวิจัยนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ split-split plot (ปัจจัย คือ สภาวะการทำแห้งข้าวเปลือก ระยะเวลาการเก็บรักษา และ อุณหภูมิการเก็บรักษา) จำนวน 4 ซ้ำ (replicates) ผลการศึกษานำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ณ $p<0.05$ โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SAS

ผล

1. ความชื้นของข้าวเปลือก

ตัวอย่างข้าวเปลือกที่ได้รับการลดความชื้นทันที (Method 1) มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย เท่ากับ 12.71 เปอร์เซนต์ (ฐานเปียก) ในระหว่างการเก็บรักษา 12 เดือน พบว่า ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยอยู่ระหว่าง 11.06-13.40 เปอร์เซนต์ (ฐานเปียก) (Figure 1a) สำหรับข้าวเปลือกที่ได้รับการชะลอการลดความชื้น (Method 2) มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 11.86 เปอร์เซนต์ (ฐานเปียก) และมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มีค่าอยู่ระหว่าง 10.62-12.85 เปอร์เซนต์ (ฐานเปียก) (Figure 1a) ทั้งนี้ในระหว่างการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างของความชื้นของข้าวเปลือกซึ่งได้รับการลดความชื้นทันที หรือชะลอการลดความชื้นภายหลังการเก็บเกี่ยว

2. ความขาว ความใส และเปอร์เซนต์การขัดสีของข้าวสาร

เมื่อนำตัวอย่างข้าวเปลือกมากะเทาะและขัดสีเป็นข้าวสาร และนำมาวิเคราะห์พบว่า ความขาว (Whiteness) ของข้าวสารของตัวอย่างข้าวเปลือกที่ลดความชื้นทันทีหรือชะลอการลดความชื้น และเก็บรักษาในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ค่าความขาวมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น (เดือนที่ 0) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.97 เปอร์เซนต์ และเป็นค่าที่สูงสุด ส่วนค่าต่ำสุด เท่ากับ 34.68 เปอร์เซ็นต์พบในทุกสิ่งทดลอง (Figure 1b) จากการวิเคราะห์ความใส (Transparency) พบว่า ในเดือนที่ 0 ข้าวสารของตัวอย่างข้าวเปลือกที่ลดความชื้นทันที (ข้าวเปลือกส่วนที่ 1) มีค่าความใสสูงกว่าข้าวสารของตัวอย่างข้าวเปลือกที่ได้ชะลอการลดความชื้น (ข้าวเปลือกส่วนที่ 2) โดยมีค่าเริ่มต้นเฉลี่ยที่ 3.06% และ 2.60% ตามลำดับ นอกจากนี้ระหว่างการเก็บรักษาช่วงเดือน 0 ถึง 6 พบ ค่าความใสของข้าวสารในทุกสิ่งทดลองที่ได้จากข้าวเปลือกส่วนที่ 1 มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความใสของข้าวสารในทุกสิ่งทดลองที่ได้จากข้าวเปลือกส่วนที่ 2 อย่างไรก็ตามภายหลังจากการเก็บรักษา 6 เดือนไม่พบความแตกต่างของความขุ่นใสของข้าวสารระหว่างสิ่งทดลอง (Figure 1c) เมื่อวิเคราะห์เปอร์เซนต์การขัดสีหรือระดับการสี (Milling degree) ของข้าวสาร พบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสิ่งทดลอง ทั้งนี้เปอร์เซนต์การขัดสีมีแนวโน้มที่ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา (Figure 1d)

3. เนื้อสัมผัสของข้าวสารหุงสุก

ผลของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแข็ง (Hardness) พบว่า ความแข็งของข้าวสารในทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองสามารถสังเกตในภาพรวมได้ว่าข้าวสารที่ได้จากข้าวเปลือกที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่ามีความแข็งน้อยกว่าเก็บที่อุณหภูมิสูงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ความแข็งของข้าวสารในทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1e) การเปลี่ยนแปลงของความเหนียวหนืด (Stickiness) ของข้าวสารหุงสุก ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเกาะติดกันของเมล็ดข้าว ไม่พบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง ทั้งนี้ข้าวสารของข้าวเปลือกทุกประเภทที่อุณหภูมิสูงมีค่าความเหนียดหนืดต่ำกว่าเก็บในอุณหภูมิต่ำและมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1f)

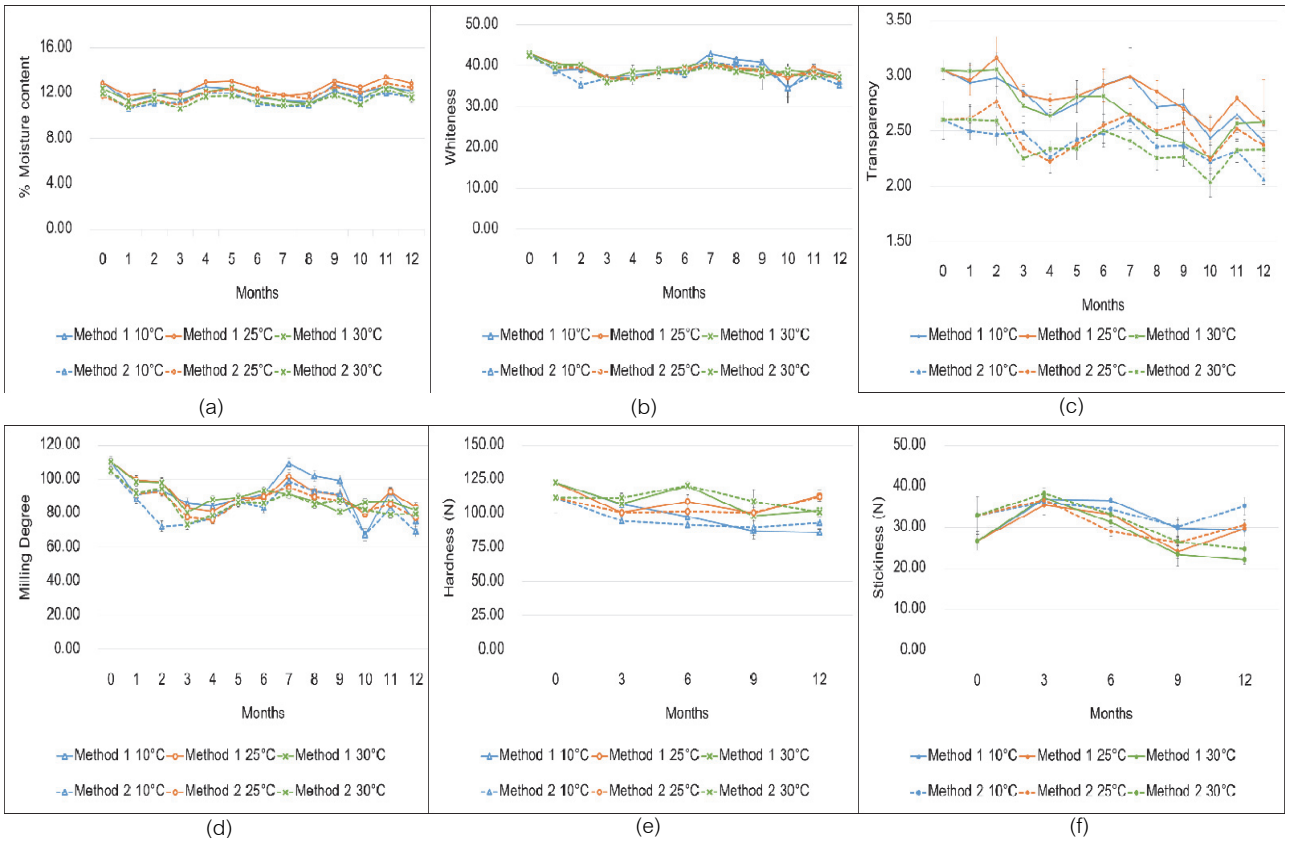

Figure 1 Changes in moisture contents of paddy rice (a) as well as in whiteness (b) transparency (c), milling degree (d), hardness (d), and stickiness (e) of milled rice. Paddy rice was referred to those of which moisture contents were either immediately reduced (Method 1) or delayed (Method 2). The paddy rice were kept at 10, 25 and 30°C for 12 months.

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความชื้นข้าวเปลือกระหว่างเก็บรักษาที่ไม่แตกต่างกัน (Figure 1a) แสดงให้ทราบว่าแม้ว่ามีการชะลอการลดความชื้นภายหลังการเก็บเกี่ยวไม่ส่งผลต่อระดับความชื้นของข้าวเปลือก ข้าวเปลือกที่เก็บรักษามีความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่า 14% ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บข้าวเปลือกและข้าวสาร ส่งผลให้เกิดการชะลอเปลี่ยนแปลงคุณภาพ (วิบูลย์, 2561) ความขาวและเปอร์เซนต์การขัดสีของข้าวสารของข้าวเปลือกจากทั้งสองวิธี ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสิ่งทดลอง และมีแนวโน้มลดลงจากค่าเริ่มต้น (เดือนที่ 0) ในทุกสิ่งทดลอง (Figure 1b-c) บุญมี และคณะ (2561) รายงานว่าดรรชนีของความขาวของข้าวสารลดลงเมื่อเก็บรักษาข้าวเปลือกนานขึ้น ทั้งนี้วิธีการทำแห้งข้าวเปลือกด้วยวิธีตากแดดหรือเครื่องลดความชื้นชนิดลมแห้งและลมร้อน พบว่าไม่มีผลต่อความขาวของข้าวสาร ปัจจุบันยังไม่มีรายงานในประเด็นผลของการชะลอการลดความชื้นของข้าวเปลือกต่อความขาวและเปอร์เซนต์การขัดสี เมื่อพิจารณาความใสของเม็ดข้าวสาร พบ วิธีการลดความชื้นของข้าวเปลือกมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วง 6 เดือนแรกของการเก็บรักษา วิธีลดความชื้นทันที (Method 1) ทำให้ข้าวสารมีค่าความใสมีค่าสูงกว่าวิธีชะลอการลดความชื้น (Method 2) อาจมีเหตุผลสำคัญจากความชื้นสูงระหว่างรอลดความชื้น (48 ชั่วโมง) ทั้งนี้การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยและสะสมความร้อนในบรรจุภัณฑ์ของข้าว นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏเม็ดข้าวสารในระหว่างรอการทำแห้ง (IRRI, 2018) นอกจากนี้ความชื้นที่สูงและระดับความร้อนดังกล่าวสามารถเร่งอายุของข้าว (aging of rice) ที่สามารถทำให้เกิดความใสของข้าวลดลง ดังที่ Bhattacharya (2011) กล่าวไว้ในกรณีของการเก็บข้าวสารในสภาวะความชื้นสูง การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก ความแข็งและความเหนียวหนืดของข้าวสารในทุกสิ่งทดลองไม่พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและความเหนียวหนืดมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ พัสกร และคณะ (2546) ที่รายงานว่า ความแข็งของข้าวสุกจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำมีความแข็งน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูงแต่มีความเหนียวของข้าวสุกมากกว่า

สรุปผลการทดลอง

การชะลอการลดความชื้น (เป็นเวลา 48 ชั่วโมง) ของข้าวเปลือกภายหลังการเก็บเกี่ยวส่งผลให้ความใสของเม็ดข้าวสารลดลงอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ในช่วง 6 เดือนแรก เมื่อเปรียบข้าวสารที่ข้าวเปลือกมีการลดความชื้นทันที ในขณะที่การชะลอการลดความชื้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านอื่นๆ ของข้าวสาร นอกจากนี้อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพของข้าวสารที่ผลิตจากข้าวเปลือกซึ่งมีการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษาทั้งสองประเภท การศึกษาวิจัยต่อไปได้ดำเนินการศึกษาผลของการชะลอการลดความชื้นข้าวเปลือกต่อสารให้ความหอมสำคัญได้แก่ 2-acetyl-1-pyrolline (2-AP) ของข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บุญมี ศิริ, สุกัญญา วงศ์พรชัย, ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา และศิริพร ศรีล้อม. 2561. ผลการลดความชื้น และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพการขัดสีของข้าวหอมมะลิ 105. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://home.kku.ac.th/seedtechpp/Research_paper/spp07.pdf. (20 พฤษภาคม 2561).

พัสกร เจียตระกูล, เมธินี เห่วซึ่งเจริญ และศุภศักดิ์ ลิมปิติ. 2546. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34 (4-6): 149-152.

วิบูลย์ เทเพนทร์. 2561. เครื่องลดความชื้นเมล็ดพืชที่ผลิตในประเทศ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.doa.go.th/aeri/files/KM/moisture%201.pdf. (15 พฤษภาคม 2561).

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2561. ผลผลิตข้าว: เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของข้าวนาปี และนาปรัง ปี 2556-2561. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm. (20 พฤษภาคม 2561).

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์. 2557. โครงสร้างการผลิตและการตลาดข้าวหอมมะลิไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กองทุนสนับสนุนการวิจัย. 154 น.

Bhattacharya, K. R. 2011. Ageing of rice. p 116-163. *In* K.R. Bhattacharya (ed.). Rice Quality a Guide to Rice Properties and Analysis. Woodhead Publishing Limited, Cambridge UK. 608p.

IRRI. 2018. Grain moisture content and grain quality. [Online]. Available source: http://www.knowledgebank.irri.org/step-by-step-production/postharvest/drying/drying-basics/grain-moisture-content-and-grain-quality?tmpl=component&print=1 (20 May 2018).

Juliano, B.O. 1985. Rice: Chemistry and technology. American Association Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota. 480p.