ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวพันธุ์ต่างๆ

Effects of storage temperature on viscosity among different rice varieties

อลิษา ชุมภูพล้อย[1*], เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม[1], ศันสนีย์ จำจด[1] และ ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย[1]

Alisa Chumpooploy[1*], Benjavan Rerkasem[1], Sansanee Jamjod[1] and Chanakan Thebault Prom-u-thai[1]

บทคัดย่อ: เมล็ดข้าวที่เก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของข้าวแต่ละพันธุ์และสภาพการเก็บรักษา การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงความหนืด ของเมล็ดข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกัน คือ ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง (ชัยนาท 1) และต่ำ (ขาวดอกมะลิ 105 และ ปทุมธานี 1) และข้าวเหนียว (สันป่าตอง 1 และ กข10) โดยเก็บรักษาข้าวที่อุณหภูมิ 4 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน และวัดความหนืดทุก 2 เดือน พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวทั้ง 5 พันธุ์แตกต่างกัน เช่น ค่า peak viscosity ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 มีค่าลดลงในเดือนที่ 2 และคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า break down ของพันธุ์ข้าวส่วนใหญ่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ข้าวปทุมธานี 1 ที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 ก่อนที่จะเริ่มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ข้าวทุกพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่า peak viscosity และ break down ลดลงมากว่าข้าวที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส สำหรับค่า setback ของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 และ กข10 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี 1 มีค่า setback ลดลง ส่วนพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 ที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส การทดลองชี้ให้เห็นว่าคุณภาพของเมล็ดข้าวมีการเปลี่ยนแปลงในขณะการเก็บรักษา โดยจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและอุณหภูมิในการเก็บรักษา การรักษาคุณภาพของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บจึงต้องคำนึงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่ต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป

คำสำคัญ: ข้าว, การเก็บรักษา, การเปลี่ยนแปลงความหนืด, พันธุ์ข้าว

ABSTRACT: Rice grain qualities can change during storage depending on variety and storage conditions. This study set out to evaluate the effects of storage temperature on viscosity in five rice varieties with different levels of amylose content: three non-glutinous rice varieties (CNT1—high amylose, and KDML105 and PTT1—low amylose) and two glutinous rice varieties (SPT1 and RD10). Samples of unhusked rice grain were stored at 4°C and 60°C for 6 months. The viscosity value of cooked rice was measured every 2 months during the storage period. Storage temperature affected the viscosity of cooked rice differently among the rice varieties. For example, the peak viscosity of KDML105 decreased throughout the storage duration, while it decreased in the second month and remained unchanged until the end for PTT1 and CNT1. The breakdown of most rice varieties stored at both temperatures decreased throughout the storage. However, this increased in the second month before beginning to decrease for PTT1 stored at 60°C.

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: chumpoo111@hotmail.com

The storage of rice grain at 60°C decreased peak viscosity and viscosity breakdown much more than that at 4°C in all rice varieties. The viscosity setback for SPT1 and RD10 were found to have increased at both storage temperatures while for PTT1 it was found to have decreased. The setback of KDML105 and CNT1 stored at 4°C was found to have increased compared with that at 60°C. This study indicated that the quality of rice grain was differently affected by storage temperature depending on rice variety. The selection of appropriate storage conditions for each rice variety can help to maintain grain quality for rice consumers. Further study is required to investigate some other factors that caused rice grain deterioration during storage.
Keywords: rice, storage, change in viscosity, rice varieties

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย โดยมีการเพาะปลูกในทุกภูมิภาคของประเทศคิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกของข้าวนาปีประมาณ 65 ล้านไร่ และนาปรังประมาณ 13 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ผลผลิตข้าวเปลือกที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวส่วนมากจะมีการจำหน่ายกันต่อไปเป็นทอดๆ ทันที จากชาวนา พ่อค้า ไปจนถึงผู้ประกอบการส่งออก เพื่อนำข้าวเปลือกไปแปรรูป แต่อย่างไรก็ตามในบางกรณีที่ชาวนาหรือพ่อค้าไม่สามารถจำหน่ายข้าวเปลือกได้ตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น ต้องการรอจนกว่าจะได้ราคาที่พึงพอใจ และหรือรอการสั่งซื้อจากลูกค้า จึงต้องนำข้าวเปลือกมาเก็บรักษาไว้ก่อนที่จะส่งขายต่อไป ซึ่งในระหว่างการเก็บนั้นคุณภาพข้าวอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (ภัทรพร, 2540) ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพเช่นความเหลืองเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว (จิรศักดิ์ และทรงศิลป์, 2000) คุณสมบัติทางเคมี เช่นปริมาณไขมัน (ละมุน, 2541; Zhou et al., 2003) และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติความหนืดของข้าว (Zhou et al., 2002) โดยเฉพาะในช่วงระยะเวลา 3-4 เดือนแรกหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิและความชื้นที่อยู่ในเมล็ดและภายนอกเมล็ดด้วย เป็นต้น

ความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สำคัญของแป้ง ที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของแป้งได้ โดยลักษณะดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามชนิดและสายพันธุ์ของข้าว โดยความหนืดเกิดขึ้นเมื่อแป้งได้รับความร้อน ความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) หลังจากการเกิด peak viscosity ความหนืดจะลดลงเนื่องจากการแตกตัวของเม็ดแป้ง ความหนืดเปลี่ยนแปลงไปสู่ขั้นสลายตัว (break down) ค่า break down มีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลส เมื่อเข้าสู่ระยะการทำให้น้ำแป้งเย็นตัว ความหนืดจะกลับขึ้นมาสูงอีกครั้งความหนืดที่กลับสูงขึ้นมาอีกนี้เรียกว่า setback ข้าวแต่ละพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาแตกต่างกัน เนื่องจากข้าวแต่ละพันธุ์มีปริมาณอะไมโลสไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้ปฏิกิริยาระหว่างสตาร์ชกับโปรตีน และไขมันแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งจากงานทดลองของ วีระสิทธ์ และเมธินี (2008) ที่ทำการเก็บรักษาข้าวเปลือก และข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกาฬสินธุ์ 11 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความหนืดของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีการเปลี่ยนแปลงต่างกันเช่น จะพบว่า ค่า setback ของพันธุ์กาฬสินธุ์ 11 ซึ่งมีอะไมโลสสูงจะมีค่า setback สูงกว่า ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีอะไมโลสต่ำกว่า สอดคล้องกับงานทดลองของ นราพร (2545) ที่เก็บรักษาข้าวสุพรรณบุรี 1 ขาวดอกมะลิ 105 และ กข6 ซึ่งพบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีการเปลี่ยนแปลงความหนืดแตกต่างกันเช่นกัน นอกจากลักษณะเฉพาะของข้าวแต่ละพันธุ์ ที่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของความหนืดในแป้งแล้วสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการเก็บรักษาเมล็ดข้าว ก่อนที่จะนำมาใช้ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางความหนืดของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน (Zhou et al., 2002) เพลงพิณ (2541) ได้ศึกษาถึงบทบาทของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลส และคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี ของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ระยะเวลาและอุณหภูมิมีผลต่อ

การเปลี่ยนแปลงความหนืดของเมล็ดข้าว โดยพบว่าการเก็บรักษาเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิสูงทำให้ความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ละมุน, 2541; Zhou et al., 2002; Patindol et al., 2005) ดังนั้นในการทดลองนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางความหนืดของพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณ อะไมโลสแตกต่างกัน ในสภาพการเก็บรักษาข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่างกัน ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดสภาพการเก็บรักษาให้เหมาะสมกับชนิดของข้าว เพื่อลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียคุณภาพแป้งของข้าว ซึ่งจะมีผลต่อราคาข้าวที่เก็บรักษาอย่างมาก

วิธีการทดลอง

ทำการศึกษาในข้าว 5 พันธุ์ ที่มีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกัน โดยได้เมล็ดพันธุ์จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คือ ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 (SPT1) และ กข10 (RD10) (อะไมโลส 0-2 %) และข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) และปทุมธานี 1 (PTT1) (อะไมโลสต่ำ 10-19 %) และชัยนาท 1 (CNT1) (อะไมโลสสูง 26-34%) ปลูกข้าวทั้งหมดที่แปลงนาทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 ถึง มกราคา พ.ศ. 2555 มีระยะปลูก 25×25 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-46 ในอัตรา 19-7-5 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้งที่ 60 วัน และ 90 วันหลังปลูก มีการป้องกันศัตรูพืช และกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม ทำการเก็บเกี่ยวข้าวแต่ละพันธุ์ และนำเมล็ดมาผึ่งแดดเพื่อให้ความชื้นของเมล็ดลดลงที่ประมาณ 14-15% หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวเปลือกของแต่ละพันธุ์ ปริมาณ 0.8 กิโลกรัม มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน (กุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ.2555) จัดชุดการทดลองแบบ Factorial ในแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 ปัจจัยคือ พันธุ์ข้าว (Variety, V) 5 พันธุ์ อุณหภูมิที่เก็บรักษา (Temperature, T) 2 ระดับ คือ 4 และ 60 องศาเซลเซียส และระยะเวลาเก็บรักษา (Storage duration, S) ที่ 0 (เริ่มต้น) 2, 4 และ 6 เดือน ทดลองทวน 3 ซ้ำ หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างข้าวแต่ละพันธุ์ปริมาณ 100 กรัม นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ความหนืดของแป้งโดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA/ Model: RVA-4) (เพลงพิณ, 2541 อ้างอิงจาก Leach et al., 1965) วัดค่าคุณสมบัติความหนืด 3 ลักษณะ มีหน่วยเป็น Rapid Visco Unit (RVU) ได้แก่ 1) ค่า peak viscosity วัดจากค่าความหนืดสูงสุด 2) ค่า break down ได้จากค่าความแตกต่างของความหนืดสูงสุด และความหนืดต่ำสุด 3) setback วัดจากค่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ค่า Least Significant Difference (LSD)

ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าว อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา ($P<0.01$) สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดทั้ง 3 ลักษณะ (peak viscosity, break down, setback) **(Table 1)** ข้าวทุกพันธุ์มีค่า peak viscosity ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นในทั้งสองอุณหภูมิเก็บ **(Figure 1)** ข้าวเจ้าทั้ง 3 พันธุ์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่า peak viscosity ลดลงมากที่สุด โดยข้าวขาวดอกมะลิ105 มีค่า peak viscosity ลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษาส่วนพันธุ์ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 มีค่าลดลงในเดือนที่ 2 แล้วคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในส่วนของข้าวเหนียวที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส มีค่า peak viscosity ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน แต่มีการลดลงที่น้อยกว่าข้าวเจ้าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกัน ส่วนข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีค่า peak viscosity ลดลงน้อยที่สุด โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 มีค่า peak viscosity

ลดลงในเดือนที่ 2 และ 4 ส่วนข้าวปทุมธานี 1 และ กข10 มีค่าลดลงในเดือนที่ 2 และคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 มีค่าลดลงในเดือนที่ 2 และ 6

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงค่า break down พบว่าข้าวที่เก็บรักษามีค่าลดลงแตกต่างกันไปในข้าวแต่ละพันธุ์และแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 2) ซึ่งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 สันป่าตอง 1 และ กข10 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 60 องศาเซลเซียส และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่า break down ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าวที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส มีค่า break down ลดลงมากกว่าข้าวที่เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส ส่วนข้าวปทุมธานี 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า break down เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 แต่กลับลดลงเมื่อเก็บในระยะเวลาที่นานขึ้น

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า setback หรือค่าการคืนตัวของเมล็ดข้าว พบว่ามีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 3) ซึ่งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า setback เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4 แต่กลับลดลงในเดือนที่ 6 แต่ยังมีค่าสูงกว่าข้าวก่อนการเก็บรักษา ในขณะที่ข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่า setback เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 แต่กลับลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นทำให้เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า setback ไม่ต่างจากข้าวก่อนการเก็บรักษา ส่วนข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสอง ต่างมีค่า setback ลดลงโดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่า setback ลดลงมากกว่าเมื่อเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส ในข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า setback เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่ข้าวที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส มีค่า setback เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 และ 4 แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองกลับพบว่า มีค่าไม่ต่างจากข้าวก่อนการเก็บรักษา ส่วนในข้าวเหนียวพันธุ์ สันป่าตอง 1 และ กข10 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่า setback เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยข้าวที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส มีค่า setback สูงกว่าข้าวที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

Table 1 Analysis of variance for peak viscosity, break down and setback of 5 rice varieties stored at 4 and 60 °C for 6 months.

Factor	peak viscosity	break down	setback
Variety (V)	**	**	**
Temperature (T)	**	**	**
Storage duration (S)	**	**	**
V×T	**	**	**
V×S	**	**	**
T×S	**	**	**
V×T×S	**	**	**

**significant difference at $p < 0.01$

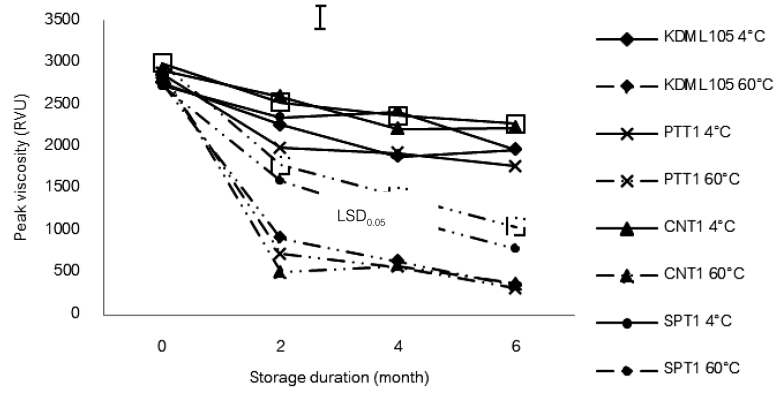

Figure 1 Peak viscosity of 5 rice varieties stored at 4 and 60 °C for 6 months.

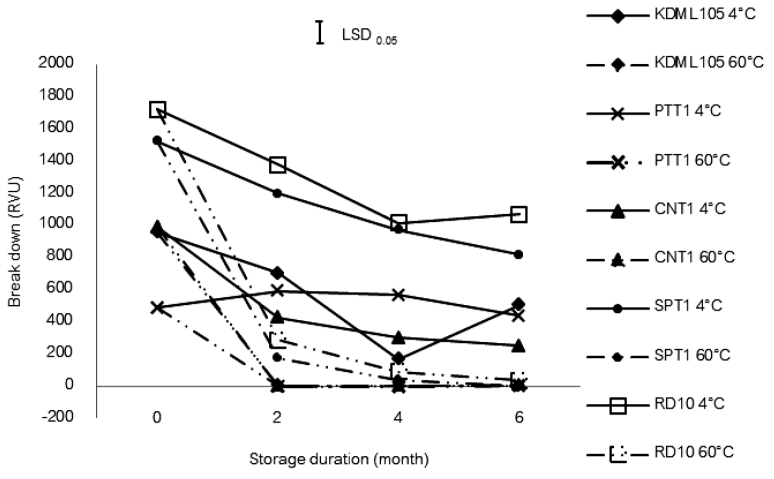

Figure 2 Break down of 5 rice varieties stored at 4 and 60 °C for 6 months.

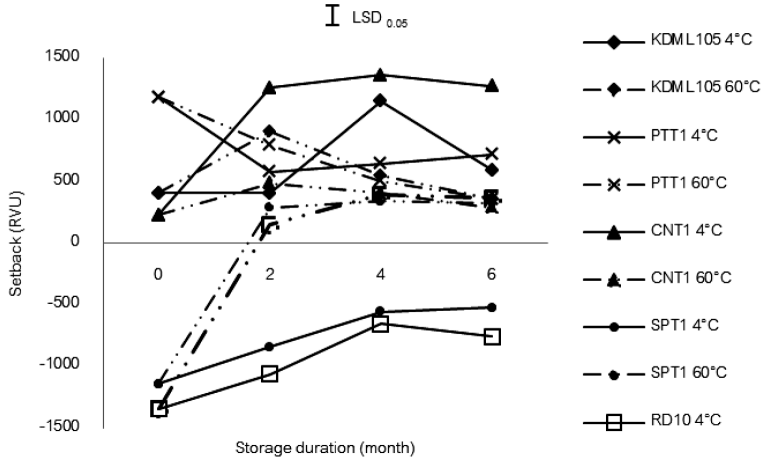

Figure 3 Setback of 5 rice varieties stored at 4 and 60 °C for 6 months..

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความหนืดของเมล็ดข้าวที่เก็บรักษาแตกต่างกันในข้าวแต่ละพันธุ์ โดยค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ของข้าวทุกพันธุ์มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่รายงานมาก่อนหน้านี้ (Noomhorm et al., 1997; Zhou et al., 2003; Sirisoontararuk and Noomhorm, 2007) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่ระยะเวลาเก็บเท่ากัน พบว่าข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ60 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงมากกว่าเมื่อเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมากจากในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงทำให้จำนวนสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะไมโลสกับไขมันเพิ่มขึ้นและไปขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้ค่า peak viscosity ลดลง ซึ่งการทดลองก่อนหน้านี้ก็พบเช่นเดียวกันว่า การเก็บรักษาข้าวที่อุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าและมากกว่าที่ระยะเวลาเก็บเท่ากัน (ละมุล, 2541; Zhou et al., 2002; Patindol et al., 2005) และการทดลองนี้ยังบ่งชี้ว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีค่า peak viscosity ลดลงมากกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุมาจาก peak viscosity เป็นตัวที่แสดงความสามารถในการรวมตัวของน้ำกับแป้ง ซึ่งอะไมโลเพกตินจะมีความสามารถในการรวมตัวกับน้ำสูง ดังนั้นจึงทำให้ข้าวที่มีอะไมโลสสูงรวมตัวกับน้ำได้น้อย ทำให้ peak viscosity ลดเร็วกว่า ดังนั้นถ้าจำเป็นต้องเก็บรักษาข้าวโดยเฉพาะพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงควรจะจัดเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดการลดลงของค่า peak viscosity ได้ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิสูง

ในส่วนของค่า break down ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความทนในการแตกหักของเม็ดแป้งหลังจากการหุงต้ม พบว่าค่า break down ของข้าวทุกพันธุ์มีค่าลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษาสอดคล้องกับการทดลองที่มีมาก่อน (Noomhorm et al., 1997; Sowbhagya and Bhattacharya, 2001; Zhou et al., 2002; Soponronnarit et al., 2008; Park et al., 2012) ที่อธิบายไว้ว่าการที่ค่า break down ลดลงอาจเกิดจากโปรตีนที่ผิวของเม็ดแป้งขัดขวางการแตกตัวของเม็ดแป้งซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากโปรตีนแย่งจับกับน้ำ (Martin and Fitzgerald, 2002) ซึ่งข้าวที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส มีค่า break down ลดลงมากกว่าข้าวที่เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์แล้วพบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข10 และสันป่าตอง 1 มีการเปลี่ยนแปลงของค่า break down มากกว่าข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, พันธุ์ปทุมธานี 1 และชัยนาท

สำหรับค่า setback หรือค่าการคืนตัวของข้าว ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสของข้าวสุก ถ้าค่า setback ที่ได้สูงแสดงว่าข้าวสุกนั้นมีความแข็งกระด้างหลังจากหุงสุกแล้วปล่อยให้ข้าวเย็นตัวลง จากการทดลองพบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1 ที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส และข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 และ กข10 ที่เก็บรักษาในทั้งสองอุณหภูมิมีค่า setback เพิ่มขึ้นจากข้าวก่อนการเก็บรักษาซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับการทดลองของ เพลงพิณ (2541) ที่พบว่าค่า setback มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และยังสอดคล้องกับ Perez and Juliano (1981) ซึ่งพบว่า การเพิ่มขึ้นของค่า setback นี้เกี่ยวของกับกระบวนการ retrogradation ซึ่งจะเกิดหลังจากแป้งเกิดกระบวนการ gelatinization ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้โมเลกุลของอะไมโลสหลุดออกจากแป้ง เมื่ออุณหภูมิลดลงอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะยึดเกาะกันเป็นโครงสร้างที่เป็นเจล ในส่วนของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1 ที่เก็บรักษาที่ 60 องศาเซลเซียส setback มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองกลับมีค่าไม่แตกต่างจากข้าวก่อนการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่สูงเกินไป ประกอบกับข้าวมีอะไมโลสสูงจึงทำให้สามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะไมโลสกับไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้มากกว่าแป้งข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ทำให้อะไมโลสมีความคงตัวมากขึ้น และเกิด retrogradation ลดลง (Becker, Hiland Mitchell, 2001 อ้างโดย จันวิภา, 2551) ส่วนข้าวพันธุ์ปทุมธานี

1 ซึ่งมีอะไมโลสใกล้เคียงกับขาวดอกมะลิ 105 กลับมีค่า setback ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาอาจเนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านคุณสมบัติของพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบค่า setback ระหว่างพันธุ์แล้วพบว่า ข้าวเจ้าที่มีอะไมโลสสูงจะมีค่า setbackสูงกว่าข้าวเหนียวซึ่งมีอะไมโลสต่ำ ซึ่งมีรายงานว่า setback มีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสและอะไมโลสมีแนวโน้มเกิด retrogradation ได้มากกว่าอะไมโลเพกติน (Leach, 1959; อ้างโดย เพลงพิณ 2541)

สรุป

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความหนืดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพของแป้งข้าวในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งจะมีลักษณะเฉพาะขึ้นอยู่กับลักษณะของพันธุ์ข้าวที่มีส่วนประกอบของปริมาณอะไมโลสแตกต่างกัน รวมทั้งเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษา ซึ่งค่า peak viscosity และค่า break down จะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของแป้งข้าวในทางเดียวกันคือมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งข้าวที่เก็บที่ 60 องศาเซลเซียสจะมีค่าลดลงมากกว่าข้าวที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะมีค่า peak viscosity ลดลงมากกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ ซึ่งค่า setback จะสามารถบอกคุณภาพของแป้งข้าวได้เช่นกันแต่จะเป็นค่าที่ตรงกันข้ามคือมีค่าสูงเมื่อมีการเสื่อมคุณภาพของแป้ง โดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิสูงและมีปริมาณอะไมโลสสูงมีค่า setback สูงกว่าข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำและมีปริมาณอะไมโลสต่ำ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของพันธุ์ข้าวด้วย เช่นข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่า setback ที่สูงกว่าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

ดังนั้นในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเพื่อลดการเสื่อมคุณภาพของแป้ง จึงต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างชนิดของพันธุ์ข้าวระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษา ซึ่งอาจจะมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งต้องศึกษาในรายละเอียดต่อไป เพื่อจะเป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ และทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

จันวิภา ภุมรินทร์. 2551. ผลของวิธีการอบแห้ง อุณหภูมิ และปริมาณแอมิโลสต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและความคงทนของเมล็ดข้าวสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นราพร ดาลัย. 2553. การเก็บรักษาและการใช้ความร้อนชื้นต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าว และแป้งข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เพลงพิณ ศิวาพรรักษ์. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลส คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภัทรพร ธัญญาวินิชกุล. 2540. ผลของภาชนะบรรจุและสภาพการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ละมุล วิเศษ. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

วีระสิทธิ์ กัลยากฤต และเมทินี มาเวียง. 2008. ผลของสภาวะการเก็บรักษาข้าวหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. แหล่งข้อมูล : http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=4542. ค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2556.

Martin, M., and M.A. Fitzgerald. 2002. Proteins in Rice Grains Influence Cooking Properties. J. Cereal Sci. 36: 285-294.

Noomhorm, A., N. Kongseree, and M. Apintanapong. 1997. Effect of Aging on the Quality of Glutinous Rice Crackers. J. Cereal Chem. 74: 12-15.

Park, C.-E., Y.-S.Kim, K.-J.Park, and B.-K. Kim. 2012. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. J. Stored Prod Res. 48: 25-29.

Patindol, J., Y.-J.Wang, and J.-l. Jane. 2005. Structure-Functionality Changes in Starch Following Rough Rice Storage. Starch-Stärke. 57: 197-207.

Perez, C.M., and B.O. Juliano. 1981. TEXTURE CHANGES AND STORAGE OF RICE. Journal of Texture Studies. 12: 321-333.

Sirisoontaralak, P., and A. Noomhorm. 2007. Changes in physicochemical and sensory-properties of irradiated rice during storage. J. Stored Prod Res. 43: 282-289.

Soponronnarit, S., M. Chiawwet, S. Prachayawarakorn, P. Tungtrakul, and C. Taechapairoj. 2008. Comparative study of physicochemical properties of accelerated and naturally aged rice. J. Food Eng. 85: 268-276.

Sowbhagya, C.M., and K.R. Bhattacharya. 2001. Changes in Pasting Behaviour of Rice during Ageing. J. Cereal Sci. 34: 115-124.

Zhou, Z., K. Robards, S. Helliwell, and C. Blanchard.2002. Ageing of Stored Rice: Changes in Chemical and Physical Attributes. J. Cereal. Sci. 35: 65-78.

Zhou, Z., C. Blanchard, S. Helliwell, and K. Robards. 2003. Fatty Acid Composition of Three Rice Varieties Following Storage. Journal of Cereal Science. 37: 327-335.