การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

Quality changing of Khao Dawk Mali 105 variety by solar heat treatment

กิตติศักดิ์ วสันติวงศ์* **และคณะ**

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเปลี่ยนข้าวสารใหม่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณความชื้นไม่เกิน 14% เป็นข้าวสารเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบติดกับตัวผู้ ห้องอบอยู่ใต้แผงรับรังสี และถังบรรจุข้าวสารพร้อมฝาปิดสนิท ตัวถังบรรจุข้าวสารแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ขนาดช่องกว้าง 15 เซนติเมตร จำนวน 4 ช่อง และชุดที่ 2 ขนาดช่องกว้าง 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ช่อง ถังแต่ละใบถูกออกแบบให้ติดกันโดยมีระยะห่างระหว่างช่องขนาด 5 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่าเมื่อเก็บข้าวสารในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 14 วัน ข้าวสารมีสมบัติเปลี่ยนเป็นข้าวเก่ามากกว่าข้าวสารที่เก็บนาน 7 และ 5 วัน ตามลำดับ โดยมีค่าความคงตัวของแป้งสุก (Setback viscosity) ค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) และอุณหภูมิการสุกเพิ่มขึ้น (Pasting temperature) มีค่าเพิ่มขึ้น แต่มีค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสีแดงและสีเหลืองมีค่าเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ความมันของข้าวสารมีแนวโน้มค่าลดลง ดังนั้นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนสมบัติข้าวสารใหม่ให้เป็นข้าวสารเก่าได้ทุกสภาวะการทดลอง

คำสำคัญ : ข้าวสาร ข้าวเก่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

The aim of this research was to investigate milled rice aging of KhaoDawk Mali 105 (KDML105) which moisture content was not greater than 14% using solar heat dryer. The solar heat cabinet consisted of solar collector, heated cabinet and container with cover. The container was designed into two sets, four items with 15 centimeters thickness and three items with 20 centimeters thickness. All items were fixed together with 5 centimeters apart. The results showed that, the storage of milled rice at airtight containers in solar dryers for 14 days significantly changed in aged rice properties than those of milled rice storage for 7 and 5 days, respectively. This sample exhibited the setback viscosity, final viscosity and pasting temperature was increased whereas the peak viscosity was decreased. Furthermore, the results also found that a* and b* were increased but the transparency of milled rice tended to decrease.Therefore, the solar heat dryer had potential to change the properties of freshly milled rice to aged rice

---

* **ผู้ประสานงาน** (Corresponding Author)

e-mail: kittisak_was@dusit.ac.th

Keywords: Milled rice, Aged rice, Solar heat dryer

บทนำ

ข้าวเก่า (Aged rice) คือ ข้าวเปลือกหรือข้าวสารที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป หลังการเก็บเกี่ยวองค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวที่สำคัญ ได้แก่ สตาร์ช โปรตีน และไขมันเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยกรดไขมันอิสระจากเอนไซม์ลิเพส (Lipase) ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของแอมิ-โลสและออกซิเจนในอากาศ ทำให้อัตราการขยายตัวของเม็ดสตาร์ชระหว่างการหุงต้มลดลง และข้าวเกิดกลิ่นเหม็นหืน สำหรับโปรตีนเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้สารที่มีส่วนประกอบของพันธะไดซัลไฟด์ (Disulfide: -SS-) ส่งผลให้การพองตัวของเม็ดสตาร์ชในระหว่างการหุงต้มลดลง ข้าวสุกจึงมีความเหนียวลดลง (Perdon, Marks, Siebenmorgen& Reid, 1997) อย่างไรก็ตาม ข้าวเก่ามีมูลค่าและความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบสูงกว่าข้าวใหม่ จากข้อมูลของสมาคมโรงสีข้าวไทย (2553, ออนไลน์) พบว่าข้าวหอมมะลิเก่ามีมูลค่าสูงกว่าข้าวหอมมะลิใหม่เฉลี่ย 2.50 บาท/กิโลกรัม และข้าวขาวเก่ามีมูลค่าสูงกว่าข้าวขาวใหม่ถึง 9.90 บาท/กิโลกรัม วินิต ชินสุวรรณ และภูมิสิทธิ์ วรรณชารี (2551) พบว่าข้าวเก่าเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากกว่าข้าวใหม่ทั้งในรูปของข้าวสาร และการใช้วัตถุดิบข้าวเก่าเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร จึงส่งผลให้การใช้วัตถุดิบข้าวเก่ามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

การพัฒนาข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าส่วนใหญ่จะใช้ความร้อนชื้น (Moist heat) และลมร้อน (Hot air) ได้แก่ การทำข้าวนึ่งบางส่วน (Partial parboiled rice) การใช้ลมร้อนอุณหภูมิ 110^{o}C เพื่อเร่งความเก่าของข้าวเปลือก หรือการใช้เทคนิคฟลูอิไดซ์เบดด้วยการเป่าลมร้อนให้แก่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 150-250^{o}C นาน 5-10 นาที เป็นต้น (สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ อดิเทพ ทวีรัตนพาณิชย์ สมบูรณ์ เวชกามา งามชื่น คงเสรี และสุนันทา วงศ์ปิยชน, 2541) แต่เทคนิคเหล่านี้มีข้อจำกัดด้านต้นทุนการผลิตเนื่องจากสิ้นเปลืองพลังงาน Araullo, De Padua & Graham (1985) พบว่าในขั้นตอนการทำข้าวนึ่งประกอบด้วยการแช่ข้าว การนึ่งข้าว และการอบข้าวต้องใช้พลังงาน 360.0, 105.5 และ 574.0 เมกะจูลต่อข้าวเปลือก 1 ตัน ตามลำดับ หรือต้องใช้แกลบทั้งหมด 200 กิโลกรัม Kar, Jain &Srivastav (1999) พบว่าการอบข้าวจะใช้พลังงานน้อยกว่าข้าวนึ่งถึง 40% การนำพลังงานทางเลือก (Alternative source of energy) เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar energy) ซึ่งเป็นพลังงานที่มีอยู่มากมายในธรรมชาติ สะอาด ปราศจากมลพิษ และต้นทุนต่ำ (Basunia& Abe, 2001, pp. 295-301) มาใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือก ตลอดจนพัฒนาข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจ การวิจัยและพัฒนาการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือกเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติของข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าส่วนใหญ่ที่ให้ประสิทธิภาพดีจะเน้นที่สเกลขนาดเล็ก จำนวนข้าวเปลือกไม่เกิน 1 ตัน โดยอาศัยหลักการไหลของอากาศแบบธรรมชาติ (Wieneke, 1977, pp. 227-285) อย่างไรก็ตามการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อจำกัดตรงระดับอุณหภูมิของอากาศที่ใช้อบแห้งอาจเปลี่ยนตามความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ แต่ก็สามารถปรับปรุงได้โดยเสริมด้วยพลังงานในรูปแบบอื่น ซึ่งทำให้ระดับอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ (สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2540, หน้า 269-298)

จากเหตุผลดังกล่าว คณะวิจัยจึงศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานในการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวสารใหม่ให้เป็นข้าวสารเก่า ปริมาณความชื้นไม่เกิน 14% ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ลดการสูญเสียเวลา และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าว

ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เก็บรวบรวมจากสหกรณ์การเกษตรเพื่อการตลาดลูกค้า ธ.ก.ส. สุรินทร์ ปีการเพาะปลูก 2553/54 ปริมาณความชื้นเริ่มต้น 25% นำมาลดความชื้นด้วยการตากแดดจนข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือ 14% นำมาทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น เศษฟาง เมล็ดหญ้าและเมล็ดข้าวลีบด้วยเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงและแบบพัดลมดูด นำข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วมาบรรจุใส่กระสอบสานพลาสติก เก็บรักษาในที่แห้ง ปราศจากความชื้นจนกว่าจะนำมาทดลอง

2. การเตรียมตัวอย่างข้าวสาร

การเตรียมตัวอย่างข้าวสารทำได้โดยนำข้าวเปลือกมากะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยาง (Satake, Model SB) จำนวน 1 ครั้ง หลังจากนั้นนำไปขัดขาวด้วยเครื่องขัดขาวแบบลูกหิน (Satake, Model SKB) ตั้งเวลาการขัดขาว 1 นาที นำข้าวสารที่ได้ไปแยกข้าวเต็มเมล็ดออกจากข้าวหักโดยเครื่องคัดขนาดข้าวแบบตะแกรงกลม (Satake, Model TRG 05A) เบอร์ 5.2 ปรับมุมรางรองรับข้าวหักประมาณ 30^{o} นาน 1 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกและเก็บรักษาในที่แห้งจนกว่าจะนำไปทดลอง โดยตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้นั้นตัวอย่างข้าวสารเก่าตามธรรมชาติความชื้นไม่เกิน 14% จัดเป็น “Positive control” และตัวอย่างข้าวสารใหม่ความชื้นไม่เกิน 14% จัดเป็น “Negative control”

3. การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ทางคณะวิจัยได้ออกแบบเองโดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานและปัจจัยสำคัญในการผลิตข้าวเก่าจากเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิของพลังงานแสงอาทิตย์ ปริมาณความชื้นของข้าวสาร และระยะเวลาในการอบข้าว เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ คือ 1) แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ขนาด 0.90 x 1.88 เมตร ที่ปิดทับด้วยกระจกและมีตัวดูดรับรังสีแสงอาทิตย์ทำจากตะแกรงเหล็กแผ่นทาสีดำด้าน วางเอียง 14^{o}กับแนวราบ 2) ห้องอบทาสีดำด้านทั้งภายในและภายนอกอยู่ใต้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์กว้าง 0.90 เมตร ยาว 1.86 เมตร ความสูงด้านหน้า 0.80 เมตร และความสูงด้านหลัง 1.00 เมตร มีปริมาตรรวม 1.47 ลูกบาศก์เมตร และ 3) ภาชนะบรรจุข้าวสารพร้อมฝาปิด ลักษณะเป็นซองขนาดความกว้าง 0.20 เมตร จำนวน 3 ช่อง และขนาดกว้าง 0.15 เมตร จำนวน 4 ช่อง ทุกซองมีความยาว 0.73 เมตร สูง 0.60 เมตร ยึดติดกันเป็นชุดโดยมีช่องว่าง 0.50 เมตร ระหว่างซอง 0.05 เมตร ซองขนาด 0.15 เมตร บรรจุข้าวสารได้ 56.7 กิโลกรัม แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบชุดผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

4. การผลิตข้าวสารเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

นำข้าวสารใหม่ ปริมาณความชื้นเริ่มต้นไม่เกิน 14% มาบรรจุในซองจนเต็มและปิดฝาให้สนิท เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5, 7 และ 14 วัน ตามลำดับ ระหว่างการทดลองวัดและบันทึกอุณหภูมิภายในตู้อบ จำนวน 12 จุด วัดทุกนาทีและบันทึกค่าเฉลี่ยทุก 1 ชั่วโมง โดยใช้เทอร์โมคัพเปิ้ล (Thermocuple) Type K และ DELTA-T Logger (Delta-T devices Burwell-Cambridge, UK) ขณะเดียวกันก็มีการตรวจวัดและบันทึกสภาวะอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ วัดทุก 1 นาที และบันทึกค่าเฉลี่ยทุก 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำข้าวออกจากเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และพักไว้ที่อุณหภูมิบรรยากาศ 1 วัน จากนั้นจึงนำข้าวสารไปตรวจสอบคุณภาพ แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

5. การตรวจสอบคุณภาพข้าว

5.1 การวัดค่าความขาว ความมันของข้าวสาร

นำข้าวสารที่ได้จากการกะเทาะเปลือกมาวัดความขาวและความมันด้วยเครื่องวัดระดับการขัดสี (Satake, Model MMIC) ในขั้นแรกทำการเทียบมาตรฐาน (Calibration) เครื่องก่อนการวัด จากนั้นจึงนำข้าวสารใส่ถ้วยจนเต็ม ปิดฝา อ่านค่าที่ได้จากเครื่อง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5.2 การวัดค่าสีของเมล็ดข้าวสาร

การวัดสีของเมล็ดข้าวสารโดยใช้เครื่องวัดสี (Humter Lab, DP-9000) เลือกโปรแกรม Hunter Lab (L, a, b) illuminate เท่ากับ D65 และมุมสังเกต (Observe) เท่ากับ 10^{o}ปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบสีดำและขาวมาตรฐาน จากนั้นนำตัวอย่างเมล็ดข้าวสารไปวางในตำแหน่งที่วัดค่าสี ค่าที่อ่านได้เป็นค่าความสว่าง หรือ ค่า L (Lightness) ค่า a และค่า b โดยที่ค่า L มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า L เท่ากับ 0 เป็นสีที่

มืดที่สุด และค่า L เท่ากับ 100 เป็นสีที่สว่างที่สุด ขณะที่ค่า a เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงหรือสีเขียว ค่า a เป็นบวกแสดงความเป็นสีแดง และค่า a เป็นลบแสดงความเป็นสีเขียว สำหรับค่า b เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน ถ้าค่า b เป็นบวกแสดงความเป็นสีเหลือง และถ้าค่า b เป็นลบแสดงความเป็นสีน้ำเงิน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5.3 การวัดคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าว

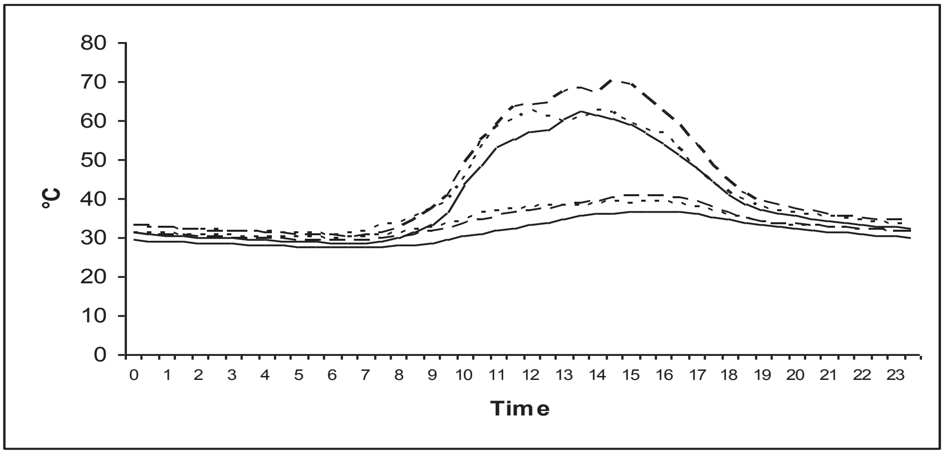
การวิเคราะห์ความหนืดของน้ำแป้งโดยใช้เครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็ว (Rapid Visco Analyzer; RVA) ตามวิธีของ AACC (2000) โดยเตรียมตัวอย่างน้ำแป้งเข้มข้น 1% (w/v) ในน้ำกลั่น ใส่ลงในกระบอก กำหนดสภาวะของเครื่องความหนืดอย่างรวดเร็วในการทดสอบ โดยใช้ใบพัดกวนแป้งที่หมุนด้วยความเร็วดังนี้ วินาทีที่ 0 – 10 หมุนด้วยความเร็ว 960 รอบต่อนาที หลังจากนั้นหมุนด้วยความเร็ว 160 รอบต่อนาที จนเสร็จสิ้นเวลาทดสอบและกำหนดอุณหภูมิในการทดสอบดังนี้ อุณหภูมิเริ่มต้น 50^{o}C คงที่นาน 1 นาที อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 50 – 95^{o}C ในเวลา 3.8 นาที อุณหภูมิคงที่ 95^{o}C นาน 2.4 นาที อุณหภูมิลดลงจาก 95 – 50^{o}C ในเวลา 3.8 นาที และอุณหภูมิสุดท้ายที่ 50^{o}C คงที่นาน 2 นาที

6. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Complete Block Design (CRD) เปรียบเทียบคุณภาพข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ คือ ข้าวสารเก่าที่มีอายุ 6 เดือน นับจากวันที่เก็บเกี่ยว ปริมาณความชื้น 14% เก็บรวบรวมจากสหกรณ์การเกษตรเพื่อการตลาดลูกค้า ธ.ก.ส. สุรินทร์ ปีการเพาะปลูก 2553/54 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในระหว่างการทดลองทั้ง 3 ครั้งในวันที่ 5, 7 และ 14 วันของการเก็บรักษา พบว่าอุณหภูมิในเครื่องอบแสงอาทิตย์แตกต่างกันระหว่างด้านบนและด้านล่าง โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยที่ประมาณ 60-70^{o}C ส่วนด้านล่างมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยที่ 40-45^{o}C ทำให้มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 40^{o}C โดยอุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เริ่มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00-18.00 น. จากนั้นลดต่ำลง โดยช่วงเวลา 11.00-15.00 น. มีอุณหภูมิสูงที่สุด แสดงดังภาพที่ 3 และได้ตรวจสอบคุณภาพข้าวสารที่สำคัญ ได้แก่ การแตกหักของข้าว ความขาวและความมันของข้าวสาร ค่าสี และสมบัติด้านความหนืดของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าเปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ



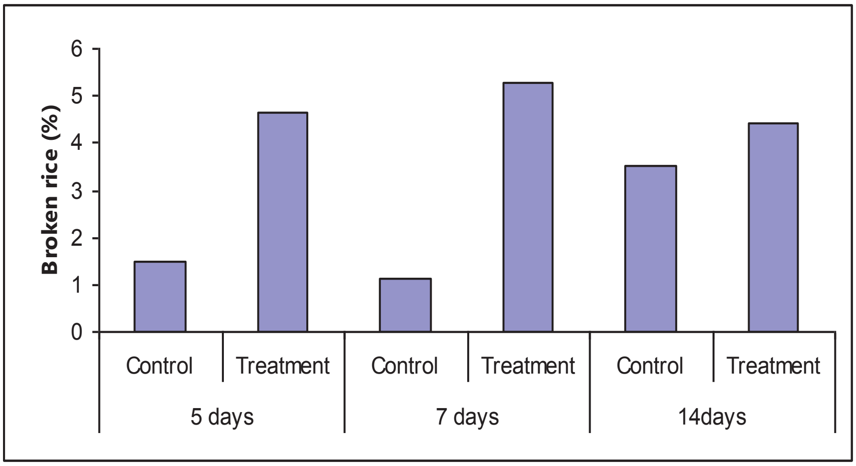
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตามระยะเวลา

1. การแตกหักของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าเปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ

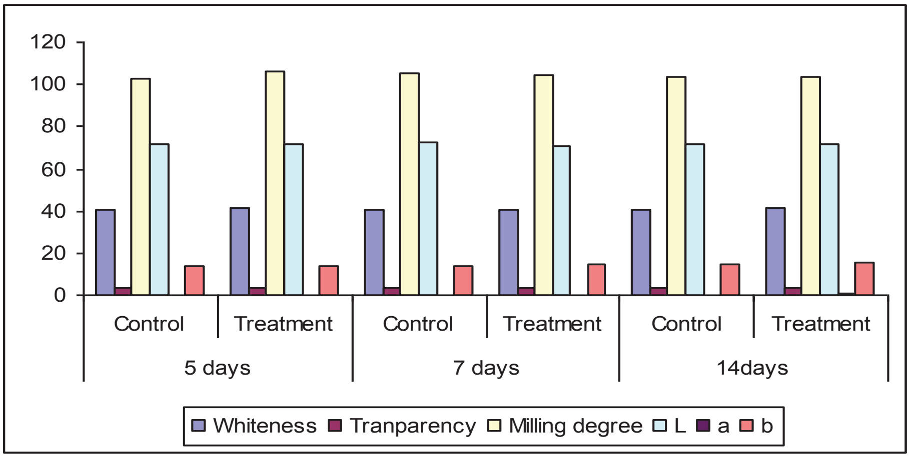
เมื่อตรวจวัดการแตกหักของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4 พบว่าข้าวสารที่ผ่านการเร่งความเก่ามีการแตกหักเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุม (Control) คือ ตัวอย่างข้าวสารเก่าตามธรรมชาติที่ไม่ผ่านการเร่งความเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยข้าวสารที่เก็บรักษาในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน แตกหักมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวอุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์สูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ อย่างไรก็ตามข้าวสารที่ผ่านการเก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ทุกตัวอย่างแตกหักไม่เกิน 5% แสดงว่าข้าวสารนี้ยังสามารถจัดเป็นข้าวสาร 100% ชั้น 1 ได้

2. ความขาวและความมันของข้าวสาร

ค่าความขาวและความมันของข้าวสารที่ผ่านการเร่งความเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 5 7 และ 14 วัน เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ แสดงดังภาพที่ 5 โดยพบว่าข้าวสารที่การเร่งความเก่าในสภาวะต่าง ๆ มีค่าความขาวไม่แตกต่างกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ (p>0.05) ในขณะที่ค่าความมันมีแนวโน้มลดลง ที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 40^{o}C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ไม่สูงมากพอที่ทำเกิดเป็นสารประกอบคีโตน (Ketone) ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลืองและส่งผลให้ค่าความขาวและความมันของเมล็ดลดลง โดยปกติช่วงอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอยู่ที่ประมาณ 70-80^{o}C (ภูมิสิทธิ์ วรรณชารี, 2545)



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบการแตกหักของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5, 7 และ 14 วัน เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ



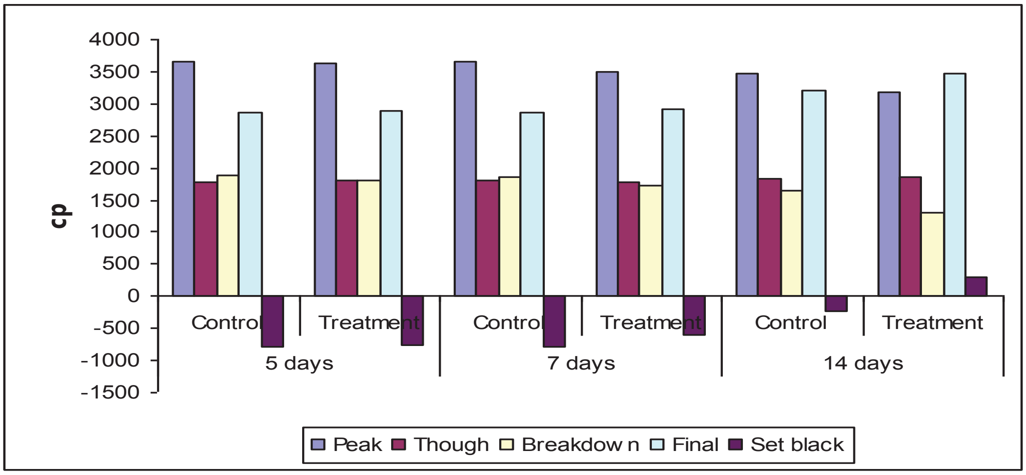
ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบค่าความขาว ความมัน และค่าสีของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5, 7 และ 14 วัน เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ

3. ค่าสี

การตรวจวัดค่าสี (L, a, b) ของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5, 7 และ 14 วัน เปรียบเทียบกับข้าวเก่าตามธรรมชาติ ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 5 พบว่าค่าสี L, a และ b ไม่แตกต่างกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ (p>0.05) ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 40^{o}C จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของข้าวสารที่ผ่านการเร่งความเก่า

4. สมบัติด้านความหนืดของข้าว

สมบัติด้านความหนืดของข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าระยะเวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 สมบัติด้านความหนืดของข้าวสารเก่าเมื่อผ่านการเร่งความเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 5, 7 และ 14 วัน เปรียบเทียบกับข้าวสารเก่าตามธรรมชาติ

จากภาพที่ 6 พบว่าข้าวสารเก่าที่ผ่านการเร่งความเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วันมีค่าความหนืดสูงสุด ค่าการแตกตัวของแป้งสุก (Breakdown viscosity) และค่าความหนืดหลังการทำเย็น (Trough viscosity) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าความหนืดสุดท้าย และค่าความคงตัวของแป้งสุกเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าข้าวสารใหม่ที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า เช่นเดียวกับที่ Sowbhagya& Bhattacharya (2001) ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 51 เดือน พบว่าข้าวมีค่าการแตกตัวของแป้งสุกลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ค่าความคงตัวของแป้งสุกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วน Perdon, Marks, Siebenmorgen& Reid (1997) พบว่าสมบัติด้านความหนืด และการหุงต้มของข้าวเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา และอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา

สรุปผลการวิจัย

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ออกแบบเฉพาะโดยทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์สูงถึง 70°C และเมื่อบรรจุข้าวสารในภาชนะปิดสนิทเก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5, 7 และ 14 วัน ที่มีความกว้าง 15 เซนติเมตร สามารถเร่งข้าวสารใหม่ให้เป็นข้าวสารเก่าได้ โดยมีสมบัติด้านความหนืดเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความคงตัวของแป้งสุก และค่าความหนืดสุดท้าย ดังนั้นการเร่งความเก่าของข้าวสารใหม่ที่มีปริมาณความชื้นไม่เกิน 14% ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตและทำให้ผู้ประกอบการมีความสามารถในการแข่งขันมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบเพื่อนำมาใช้ในการเร่งความเก่าของข้าวสารใหม่ ที่สามารถบรรจุข้าวสารได้ประมาณ 450 กิโลกรัม ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรทดลองเพิ่มขนาดซองบรรจุข้าวเพื่อให้สามารถผลิตข้าวสารเก่าได้ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ภูมิสิทธิ์ วรรณชารี. (2545). *การศึกษาการเร่งความเก่าของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาอบเป็นปัจจัยเร่ง.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วินิต ชินสุวรรณ และภูสิทธิ์ วรรณชารี. (2551). การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยการอบในภาชนะปิด.*Postharvest Newsletter, 29*(1-2), 1-8.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. (2540). *การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท.* พิมพ์ครั้งที่ 7. หนังสือในโครงการส่งเสริมการสร้างตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ อดิเทพ ทวีรัตนพาณิชย์ สมบูรณ์ เวชกามา งามชื่น คงเสรี และสุนันทา วงศ์ปิยชน. (2541). *ผลพลอยได้จากการอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชัน.* เอกสารประกอบคำบรรยายในการประชุมราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน. 24(2), 49-64.

สมาคมโรงสีข้าวไทย. (2553). *ราคาข้าว.* สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน, 2553, จาก http://www. thairicemiller.com/index.php?option=com.

AACC.(2000). *Determination of the pasting properties of rice with Rapid Visco Analyzer.*Approved Methods of the AACC 61-02.10ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, USA.

Araullo, E.V., De Padua, D.B., & Graham, M. (1985).*Rice: Postharvest technology*. IDRC-053e. International Development Research Centre: Ottawa, Canada. pp. 198-200.

Basunia, M.A., & Abe, T. (2001).Thin-layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection.*Journal of Food Engineering, 47,* 295-301.

Kar, N., Jain, R.K., &Srivastav, P.P. (1999).Parboiling of dehusked rice.*Journal of Food Engineering, 39,* 17-22.

Perdon, A.A., Marks, B.P., Siebenmorgen, T.J., & Reid, N.B. (1997). Effect of rough ricestorage conditions on the amylograph and cooking properties of medium grain rice cv. Bengal.*Cereal Chemistry, 74,* 864-867.

Sowbhagya, C.M. &Bhattachary, K.R. (2001).Changes in pasting behavior of rice during aging.*Journal of Cereal Science, 34,* 115-124

Wieneke, F. (1977).*Solar aeration drying of some tropical crops.* In: Proceedings of the international conference on rural development technology-an integrated approach (pp. 227-285). Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.

คณะผู้เขียน

อาจารย์กิตติศักดิ์ วสันติวงศ์

อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร โรงเรียนการเรือน /

ผู้จัดการโครงการโรงสีข้าว สำนักกิจการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

e-mail: kittisak_was@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ผดุงศักดิ์ วานิชชัง

อาจารย์ประจำหลักสูตรเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรบางพระ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

e-mail: pwanitchang@yahoo.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พิทักษ์ จันทร์เจริญ รองอธิการบดีฝ่ายกิจการพิเศษ สำนักกิจการพิเศษ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

e-mail: pitauk_cha@dusit.ac.th

อาจารย์อารีรัตน์ อิ่มศิลป์

อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร โรงเรียนการเรือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

e-mail: areerat_ims@dusit.ac.th,aimsil73@gmail.com

ผู้ช่วยศาสตราจารใจทิพย์ วานิชชัง อาจารย์ประจำหลักสูตรเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรบางพระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

e-mail: jaitip@yahoo.com

อาจารย์ศรีสกุล แก้วกระจ่าง

โครงการโรงสีข้าว สำนักกิจการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

e-mail: meena_jungka@hotmail.com