

ผลของอุณหภูมิในขั้นตอนการแช่และการอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิล

สุนัน ปานสาคร^{1*} และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์²

sunan.p@en.rmutt.ac.th^{1*} jaturong.l@en.rmutt.ac.th²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received: December 1, 2017
Revised: March 22, 2018
Accepted: August 20, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของอุณหภูมิ (30, 40 °C) ในขั้นตอนการแช่เมล็ดข้าวในน้ำและอุณหภูมิ (40, 80 °C) ในขั้นตอนการอบแห้ง ต่อคุณภาพข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิล ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) ค่าความชื้น ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน ผลการวิจัยพบว่า ค่าสี L^* , a^* , b^* ของเมล็ดข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างค่าสีของเมล็ดข้าวหอมนิลก่อนและหลังการผลิตข้าวหนึ่ง พบแนวโน้มการลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการแช่เมล็ดข้าวหอมนิลจาก 30 °C เป็น 40 °C ที่เวลา 4 hr และการอบแห้งข้าวหอมนิลหนึ่งด้วยอุณหภูมิ 40 °C และ 80 °C ทั้งนี้จากการลดความชื้นของเมล็ดข้าวหอมนิลหนึ่ง ให้ค่าปริมาณความชื้นระหว่าง 11.33-13.57%wb. และค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ระหว่าง 0.5-0.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแห้งเนื่องจากช่วยยืดอายุการเก็บรักษา นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบปริมาณสารแอนโทไซยานิน พบว่าข้าวหอมนิลก่อนผ่านกระบวนการหนึ่งมีค่า 5.11 mg/g dry weight และคงเหลือระหว่าง 3.03-4.33 mg/g dry weight เมื่อเมล็ดข้าวหอมนิลผ่านการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ร่วมกับการลดความชื้นด้วยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพข้าวและช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้นกว่าการเก็บในรูปของข้าวกล้องหอมนิล

คำสำคัญ: ข้าวหอมนิล ข้าวหนึ่ง การแช่ การอบแห้ง แอนโทไซยานิน

Effect of Temperature on Soaking and Drying on Quality of Parboiled Hom-nin Rice

Sunan Parnsakhorn^{1*} and Jaturong Langkapin²
sunan.p@en.rmutt.ac.th^{1*}, jaturong.l@en.rmutt.ac.th²

^{1,2}Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received: December 1, 2017
Revised: March 22, 2018
Accepted: August 20, 2018

Abstract

The objective of research was to investigate the effect of temperature (30, 40 °C) on the immersion process of rice in water and temperature (40, 80 °C) in the drying step to the quality of parboiled Hom-nin rice. Color values (L^* , a^* , b^*), total color difference (ΔE^*), moisture content and the amount of anthocyanin were investigated. The results showed that no statistically significant differences ($P > 0.05$) in color value (L^* , a^* , b^*) of the Hom-nin rice kernel before and after the production of parboiled rice. However, find out the total color difference reduction trend when increasing the temperature of the soaked rice seed from 30 °C to 40 °C at 4 hr and drying of parboiled Hom-nin rice with temperature 40 °C and 80 °C. By the dehumidification of parboiled Hom-nin rice kernel was show the moisture content value between 11.33-13.57%wb. and water activity (a_w) between 0.5-0.6. It is suitable for dry food products as it extends the shelf life. In addition, when detecting the amount of anthocyanin of Hom-nin rice was presented 5.11 mg/g dry weight. But, after rice is soaked in water and drying at higher temperatures from parboiling process found that the amount of anthocyanin just left between 3.03-4.33 mg/g dry weight. However, the production process of parboiled rice is to improve rice quality and it can be stored longer than the storage in the form of brown rice.

Keywords: Homnin rice, Parboiled rice, Soaking, Drying, Anthocyanin

1. บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยและอีกหลายชนชาติ เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานในราคาที่ไม่สูงมากนัก ประเทศไทยเป็นประเทศผู้นำในการส่งออกข้าวมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะข้าวหนึ่ง (Parboiled rice) ซึ่งเป็นการนำข้าวมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพข้าวหนึ่งๆ ทั้งในด้านกายภาพและเคมี กระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย การแช่น้ำ (Soaking) การให้ความร้อน (Steaming) และการลดความชื้น (Drying) [1,2,3] ส่งผลให้ข้าวหนึ่งมีสมบัติที่แตกต่างจากข้าวทั่วไป เช่น มีความแข็งเพิ่มมากขึ้น สีเหลืองกลืนและรสชาติเฉพาะหลังการหุงสุก และยังมีคุณประโยชน์ในแง่ของวิตามินเพิ่มมากขึ้น ปริมาณข้าวต้นสูงขึ้น และมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น [4,5,6] อย่างไรก็ตามคนไทยไม่นิยมบริโภคข้าวหนึ่งเนื่องด้วยกลิ่นเฉพาะตัวและเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแข็ง ใช้เวลาในการหุงนาน สิ้นเปลืองพลังงานตั้งแต่กระบวนการผลิตจนถึงกระบวนการหุงสุก ราคาสูงกว่าข้าวขาวทั่วไป ดังนั้นจึงมีความพยายามการปรับปรุงคุณภาพข้าวหนึ่งด้วยเทคนิคและวิธีการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

กระบวนการผลิตข้าวหนึ่งจะใช้วัตถุดิบเริ่มต้นเป็นข้าวเปลือกสายพันธุ์ต่างๆ มาผ่านขั้นตอนการแช่น้ำ การให้ความร้อน และการลดความชื้น ซึ่งเปลือกของข้าวเป็นปัจจัยที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพประการหนึ่ง เช่น การซึมของเมล็ดสีจากเปลือกเข้าไปในเมล็ด ในระหว่างกระบวนการแช่ ทำให้เมล็ดข้าวเหลืองและมีกลิ่น เปลือกเป็นตัวขัดขวางการถ่ายเทความร้อนและมวลสารทำให้เวลาของกระบวนการเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีงานวิจัยได้ศึกษาการใช้ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบเริ่มต้น เรียกว่า “ข้าวกล้องหนึ่ง (Parboiled brown rice)” ซึ่งพบว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพข้าวหนึ่ง

ในส่วนเมล็ดข้าวมีความขาวของเมล็ดเพิ่มขึ้น เมล็ดข้าวมีความนุ่มหลังการหุงสุก มีกลิ่นหอม และสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นเมื่อเทียบกับการเก็บข้าวกล้องโดยทั่วไป [4,7,8,9,10] ดังนั้นข้าวกล้องหนึ่ง จึงเป็นการพัฒนาคุณภาพของข้าวกล้องให้ดียิ่งขึ้น ประกอบกับในปัจจุบันข้าวกล้องเป็นที่นิยมของผู้บริโภคมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวกล้องหอมนิล เนื่องจากเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีโปรตีนมากกว่าข้าวหอมมะลิ 105 ถึง 2 เท่า และยังประกอบไปด้วยธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม โพแทสเซียม มีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) สารนี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคกระเพาะ สามารถช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ บรรเทาโรคเบาหวาน ช่วยบำรุงสายตา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นเวลาตอนกลางคืน [11] ซึ่งปัญหาที่สำคัญของข้าวกล้องหอมนิลคือมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น ประมาณ 3-6 เดือนและจะเกิดกลิ่นหืนได้เร็ว ดังนั้นกระบวนการหนึ่งจึงช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ ทั้งนี้ต้องกระทำให้ขั้นตอนและกระบวนการที่เหมาะสม เนื่องจากยังไม่มีรายงานวิจัยที่ทำการศึกษการผลิตข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในขั้นตอนการแช่และการอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิลเพื่อเป็นข้อมูลที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนา ควบคุมดูแลคุณภาพข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิลหรือเพื่อเป็นข้อมูลให้กับอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมข้าวพันธุ์หอมนิล

จัดซื้อข้าวเปลือกพันธุ์หอมนิลคุณภาพดี เมล็ดสมบูรณ์ สะอาด มีค่าความชื้นอยู่ที่ประมาณ 12-13%wb. จากนั้นนำตัวอย่างข้าวเปลือกมา

กะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะ (Model THU 35A, Japan) และแยกเมล็ดที่หักออกจากเมล็ดเต็มด้วยเครื่องแยก (Model TRG05B, Japan) ทำความสะอาดโดยการเป่าแยกฝุ่นละล่องก่อนที่จะนำไปทดสอบในขั้นตอนการทำข้าวหนึ่งต่อไป

2.2 การผลิตข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิล

- การแช่น้ำ : นำข้าวกล้องหอมนิลที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออกแล้ว แช่ในน้ำควบคุมอุณหภูมิแบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่ $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 4 hr ด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

- การให้ความร้อน : นำข้าวกล้องหอมนิลทั้งสองตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการแช่น้ำแล้ว มาให้ความร้อนในหม้อหนึ่งอุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 min

- การลดความชื้น : นำข้าวกล้องหอมนิลที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยการนึ่งมาลดความชื้นด้วยการอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C และ 80°C จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ประมาณ 13%wb. จากนั้นตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและเคมีดังแผนการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการทดลองการผลิตข้าวหนึ่งพันธุ์หอมนิล

ตัวอย่าง	การแช่น้ำ		การให้ความร้อน		การลดความชื้น
	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	เวลา (hr)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	เวลา (min)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 30-40)	30	4	100	15	40
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 30-80)	30	4	100	15	80
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 40-40)	40	4	100	15	40
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 40-80)	40	4	100	15	80

2.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

2.3.1 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a_w)

ชั่งน้ำหนักข้าวกล้องหอมนิลจำนวน 2 g อบแห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 16 hr อ้างอิงวิธีการทดสอบจากมาตรฐาน AOAC [12] และหาค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (Model Aqualab รุ่น 3 TE, สหรัฐอเมริกา)

2.3.2 ค่าสี

วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Model JC801, Tokyo, Japan) รายงานผลในรูปของ L^* , a^* , b^* ซึ่งค่าทั้ง 3 ค่าเป็นการแสดงการวัดค่าสีโดยที่ค่า L^* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าความสว่างมากเมื่อเข้าใกล้ 100 และมีความมืดเมื่อเข้าใกล้ 0 ค่า a^* คือค่าความเป็นสีเขียว (Greenness) เมื่อมีค่าเป็นลบและมีค่าความเป็นสีแดง (Redness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่า b^* คือค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) เมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าความเป็นสีน้ำเงิน (Blueness) เมื่อมีค่าเป็นลบ และวัดค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^* , Total color difference)

แสดงดังสมการที่ (1) [13] เปรียบเทียบระหว่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ ซึ่งก่อนทำการวัดค่าสี เครื่องวัดสีถูกปรับเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 98.11, -0.11 and -0.08 ตามลำดับ

$$\Delta E^* = ((L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2) \quad (1)$$

โดยที่

ΔE^* = ความแตกต่างของสี (Total color difference)

L_0^*, L^* = ค่าความสว่างของตัวอย่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ

a_0^*, a^* = ค่าความเป็นสีเขียวหรือสีแดงของตัวอย่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ

b_0^*, b^* = ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินของตัวอย่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ

2.3.3 ปริมาณแอนโทไซยานิน

วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Total Anthocyanin Content) [14,15] โดยเตรียมตัวอย่างผงข้าวหอมนิลจำนวน 1 g ด้วยการร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 125 μ m ใส่ลงในสารละลายเอทานอลิกไฮโดรคลอริก (เอทานอล 95% 85 ml ต่อ กรดไฮโดรคลอริก 1.5 นอร์มอล 15 ml) ปริมาตร 25 ml เขย่าให้เข้ากัน ปิดฝาด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 24 hr จากนั้นนำออกมารองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเอทานอลิกไฮโดรคลอริกให้มีปริมาตร 25 ml แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 nm โดยใช้สารละลายเอทานอลิกไฮโดรคลอริก เป็นตัวปรับศูนย์ (blank) คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดจากสมการที่ (2) และ (3) ดังนี้

$$\text{Total Absorbance} = (OD_{535} \times V \times 100)/W$$

$$\text{Total anthocyanin content (mg/g)} \quad (2)$$

$$= \text{Total absorbance} / 98.2 \quad (3)$$

โดยที่

V = ปริมาตรของสารละลายที่นำมาหาปริมาณแอนโทไซยานิน (ml)

W = น้ำหนักของข้าวหอมนิลที่นำมาหาปริมาณแอนโทไซยานิน (g)

OD = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองที่ระดับความแตกต่างทางสถิติ 95% (One-way analysis of variance (ANOVA)) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Duncan New's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาสมบัติด้านสีของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่ง ที่สภาวะต่างๆ

ข้าวหอมนิลมีเมล็ดสีม่วงดำ จากงานวิจัยในอดีต [16,17,18] เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสีของเมล็ดข้าวหอมนิล พบว่ามีสีเป็นลักษณะสีม่วงดำ ซึ่งประกอบไปด้วยสีม่วงเข้ม (Cyanidin) สีชมพูอ่อน (Peonidin) และสีน้ำตาล (Procyanidin) ดังนั้นจากงานวิจัยนี้เมื่อวัดค่าสีของข้าวหอมนิล (Control) พบว่ามีเมล็ดสีม่วงดำและให้ค่า L^* , a^* , b^* เท่ากับ 26.47 ± 0.58 , 1.63 ± 0.06 และ 4.83 ± 0.06 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 2 และเมื่อเมล็ดข้าวหอมนิลหลังผ่านกระบวนการผลิตข้าวหนึ่ง ด้วยขั้นตอนการแช่น้ำอุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C ตามด้วยการนึ่งอุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 15 min และขั้นตอนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C และ 80 °C พบว่าไม่มีความ

แตกต่างของค่าสี (L^* , a^* , b^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รวมถึงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหอมนิลที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการนี้ (Control) ให้ผลเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามหากสังเกตจะพบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขั้นตอน

การแช่และการอบแห้งส่งผลต่อการลดลงเล็กน้อยของค่าความสว่าง (L^*) ของเมล็ดข้าวหอมนิล ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

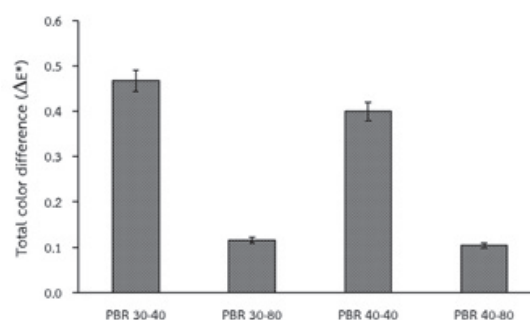
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบสมบัติด้านสีของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งที่สภาวะต่างๆ

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L^{*ns}	a^{*ns}	b^{*ns}
ข้าวหอมนิล (Control)	26.47±0.58	1.63±0.06	4.83±0.06
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 30-40)	26.93±0.06	1.57±0.06	4.77±0.06
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 30-80)	26.57±0.58	1.68±0.08	4.80±0.10
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 40-40)	26.87±0.06	1.63±0.06	4.83±0.06
ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 40-80)	26.50±0.30	1.70±0.10	4.90±0.06

^{ns} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT (mean± SD)

กระบวนการผลิตข้าวหนึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพข้าวด้วยขั้นตอนการแช่ การนึ่ง และการอบแห้ง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้อยู่บนพื้นฐานของความแตกต่างของปัจจัยต่างๆ โดยเฉพาะอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) ระหว่างค่าสีของเมล็ดข้าวหอมนิลก่อนและหลังการผลิตข้าวหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 1 พบแนวโน้มการลดลงของค่าความแตกต่างของสีโดยรวมเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการแช่เมล็ดข้าวหอมนิล 30 °C เป็น 40 °C ที่เวลา 4 hr เพื่อเพิ่มความชื้น และการอบแห้งข้าวหอมนิลหนึ่งจากอุณหภูมิ 40 °C เป็น 80 °C เพื่อลดความชื้นของเมล็ดข้าว จนกระทั่ง ความชื้นสุดท้ายมีค่าประมาณ 13%wb. การลดลงของค่าความแตกต่างของสีโดยรวมเนื่องมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) หรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning

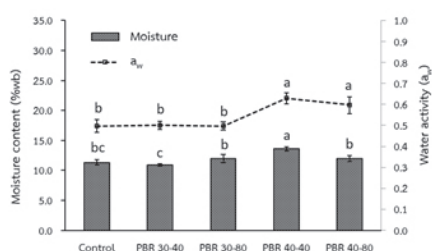
reaction) ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นระหว่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นสารประกอบหลายชนิดที่ให้สีน้ำตาลหรือทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีสีเข้มขึ้น [19,20]



รูปที่ 1 เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) ของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งที่สภาวะต่างๆ

3.2 ผลการศึกษาสมบัติด้านความชื้นและวอเตอร์แอกติวิตีของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งที่สภาวะต่างๆ

ความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์อาหารที่มีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงจะเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่าย เนื่องจากมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย อีกทั้งความชื้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนของอาหารด้านต่างๆ [21] ในส่วนการผลิตข้าวหนึ่งพบว่าหลังสิ้นสุดกระบวนการ ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาตัวอย่างข้าวหนึ่งให้ยาวนานก่อนการจำหน่ายถึงผู้บริโภคจะอยู่ในช่วงปริมาณความชื้นไม่เกิน 14%wb. [19, 22] ดังนั้นจากผลการอบแห้งข้าวหอมนิลหนึ่งด้วยอุณหภูมิ 40 °C และ 80 °C พบว่าให้ค่าปริมาณความชื้นระหว่าง 11.33 -13.57%wb. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแสดงดังรูปที่ 2 โดยสอดคล้องกับค่า วอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ที่อยู่ในช่วง 0.5-0.6 เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแห้งเนื่องจากช่วยยืดอายุการเก็บรักษา [23] และค่าวอเตอร์แอกติวิตียังเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในผลิตภัณฑ์อาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ



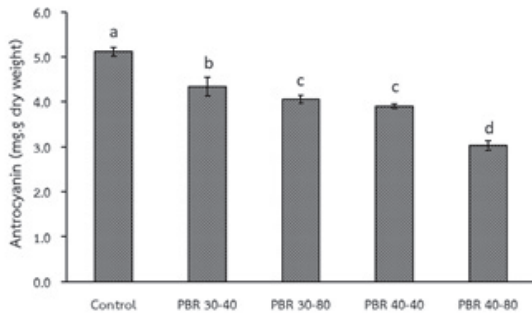
รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นและวอเตอร์แอกติวิตีของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งที่สภาวะต่างๆ

^{a,b} อักษรต่างกันในแต่ละตัวอย่างหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการวิเคราะห์แบบ DMRT ($P < 0.05$)

3.3 ผลการศึกษาสมบัติด้านแอนโทไซยานินของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งที่สภาวะต่างๆ

สีม่วงดำของเมล็ดข้าวหอมนิลเป็นสีที่มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) หรือที่เรียกว่าสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารแอนต้ออกซิแดนซ์ (Antioxidant) ทำหน้าที่จับกับอนุมูลอิสระ และช่วยทำให้กลไกการทำงานของร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าปกติ [16] ดังนั้นการที่ข้าวหอมนิลมีสารแอนโทไซยานินที่มีประโยชน์จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (Functional Foods) ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจอุดตันและมะเร็ง [11,17]

จากการทดสอบหาปริมาณแอนโทไซยานินก่อนนำไปผลิตเป็นข้าวหนึ่ง (Control) มีค่าเท่ากับ 5.11 mg/g dry weight จากนั้นเมื่อผ่านกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งพบว่าการแช่เมล็ดข้าวในน้ำที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจาก 30 °C เป็น 40 °C ที่เวลา 4 hr และการลดความชื้นด้วยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นจาก 40 °C เป็น 80 °C ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารแอนโทไซยานินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) มีค่าคงเหลือระหว่าง 3.03-4.33 mg/g dry weight ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติของแอนโทไซยานินที่ละลายได้ดีในน้ำ ไม่เสถียร สลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง เมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงสีจะเปลี่ยนไปด้วย [24] สังเกตได้จากลักษณะเมล็ดข้าวหอมนิลหนึ่งที่สภาวะต่างๆ ดังรูปที่ 4 อย่างไรก็ตามข้าวหนึ่งที่ผลิตจากข้าวหอมนิลยังคงมีปริมาณสารแอนโทไซยานินเหลืออยู่ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค และกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพข้าวช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้นกว่าการเก็บในรูปของข้าวกล้องที่พบว่าอายุการเก็บรักษาที่สั้นและจะเกิดกลิ่นหืนได้เร็ว ดังนั้นกระบวนการนี้จึงช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าแอนโทไซยานินของข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวนี้ที่สภาวะต่างๆ

^{a,b} อักษรต่างกันในแต่ละตัวอย่างหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการวิเคราะห์แบบ DMRT ($P < 0.05$)

4. สรุปผลการวิจัย

ข้าวหอมนิลเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะมีแอนโทไซยานินและเมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวหอมนิลหนึ่ง ด้วยขั้นตอนการแช่น้ำอุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C เป็นเวลา 4 hr ตามด้วยการนึ่งอุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 15 min และขั้นตอนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C และ 80 °C พบว่าค่าสี (L^* , a^* , b^*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับข้าวหอมนิลที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการ ประกอบกับหลังผ่านการลดความชื้นให้ค่าปริมาณความชื้นระหว่าง 11.33 -13.57%wb. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาและสอดคล้องกับค่าวอเตอร์-แอกติวิตี (a_w) ที่อยู่ในช่วง 0.5-0.6 เมื่อตรวจสอบปริมาณสารแอนโทไซยานินพบว่า การแช่เมล็ดข้าวในน้ำที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และการลดความชื้นด้วยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารแอนโทไซยานินเนื่องจากแอนโทไซยานินมีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ ไม่เสถียร สลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อนเมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงก็จะเปลี่ยนไปด้วย

ทั้งนี้กระบวนการผลิตข้าวนี้เป็นการปรับปรุงคุณภาพข้าวและช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้นกว่าการเก็บในรูปของข้าวกล้อง



(ก) CONTROL



(ข) PBR 30-40



(ค) PBR 30-80



(ง) PBR 40-40



(จ) PBR 40-80

รูปที่ 4 ตัวอย่างข้าวหอมนิลก่อนและหลังกระบวนการผลิตข้าวนี้ที่สภาวะต่างๆ

(ก) ข้าวหอมนิล

(ข) ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 30-40)

(ค) ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 30-80)

(ง) ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 40-40)

(จ) ข้าวหอมนิลหนึ่ง (PBR 40-80)

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ สถานที่ในการทำวิจัย และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Leethanapanich K, Mauromoustakos A, Y.J. Wang Y.J. Impacts of parboiling conditions on quality characteristics of parboiled commingled rice. *Journal of Cereal Science*. 2016; 69: 283–289.
- [2] Paiva F. F, Vanier N. L. V, Berrios J. J, Pinto V. Z, Wood D, Williams T. Elias M.C. Polishing and parboiling effect on the nutritional and technological properties of pigmented rice. *Food Chemistry*. 2016; 191: 105–112.
- [3] Sarangapani C, Thirumdas R, Devi Y, Trimukhe A, Deshmukh R. R, Annapure U.S. Effect of low-pressure plasma on physicochemical and functional properties of parboiled rice flour. *LWT - Food Science and Technology*. 2016; 69: 482–489.
- [4] Bhattacharya K. R. Parboiling of rice. In E. T. Champagne (Ed.), *Rice: Chemistry and technology*. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists; 2004. p. 289-348.
- [5] Delcour, J. A. Hosney R.C. Rice and oat processing. *Principles of Cereal Science and Technology*. St. Paul, MN, USA: AACC International; 2010. p. 149-160.
- [6] Buggenhout J, Brijs K, Celus I, Delcour J.A. The breakage susceptibility of raw and parboiled rice: a review. *Journal of Food Engineering*. 2013; 117: 304-315.
- [7] Kar N, Jain R.K, Srivastaya P.P. Parboiling of de husked rice. *Journal of Food Engineering*. 1999; 39(1): 17-22.
- [8] Soponronnarit S, Nathakarakule A, Jirajindalert A, Taechapairoj C. Parboiling brown rice using superheated steam fluidization technique. 2006; *Journal of Food Engineering*. 2006; 75(3): 423-432.
- [9] Parnsakhorn S, Noomhorm A. Changes in Physicochemical Properties of Parboiled Brown Rice during Heat Treatment. *Agricultural Engineering International: the CIGR E-journal*. Manuscript FP 08 009. Vol. X. 2008.
- [10] Buggenhout J, Brijs K, Oevelen J.V, Delcour J.A. Milling breakage susceptibility and mechanical properties of parboiled brown rice kernels. *Food Science and Technology*. 2014; 59(1): 369-375.

- [11] Laze M.C, Savio M, Pizzala R, Cazzalini O, Perucca P, Scovassi A.I, Stivala L.A, Bianchi L. Anthocyanins induce cell cycle perturbations and apoptosis in different human celllines. *Carcinogenesis*. 2004; 25(8): 1427-1433.
- [12] AOAC. Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. 1990.
- [13] Rhim R. V, Nunes V. A, Jones K, Swartzel R. Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *Journal of Food Science*. 1989; 54(3): 776-777.
- [14] Suwan N. Effect of coating materials on controlling of browning and weight loss in lychee fruit. Master of Science in Biology. Chiang Mai University. 2005. (in Thai)
- [15] Ranganna S. Plant pigment. In S. Ragana (ed.). *Manual of analysis of fruit and vegetable produce*. Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd, New Delhi; 1977. p. 72-93.
- [16] Sompong R, Siebenhandl-Ehn S, Linsberger-Martin G. Berhhofer E. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Srilanka. *Food Chemistry*. 2011; 124(1): 132-140.
- [17] Lee J.C, Kim J.D, Hsieh F.H, Eun J.B. Production of black rice cake using ground black rice and medium-grain brown rice. *International Journal of Food Science and Technology*. 2008; 43(6): 1078-1082.
- [18] Singhasurasak H, Rice berry. 2014 [cited 2014 May 25]. Available from: <http://riceberry-rice.blogspot.com/2013/12/blog-post.html>. (in Thai)
- [19] Pillaiyar P, Mohandas R. Hardness and color in parboiled rice produced at low and high temperature. *Journal of Food Science and Technology*. 1981; 18: 7-9.
- [20] Kimura T, Bhattacharya K.R, Ali S.Z. Discoloration characteristics of rice during parboiling (I): Effect of processing conditions on the color intensity of parboiled rice. *Journal of the Society of Agricultural Structures*. 1993; 24(2): 23-30.

- [21] Parnsakhorn S. Thermal process. 2nd ed. Bangkok: Triple Education Co., Ltd.; 2017. (in Thai)
- 22] Das A, Das S, Subudhi H, Mishra P, Sharma S. Extension of shelf life of brown rice with some traditionally available materials. Indian Journal of Traditional Knowledge. 2012; 11(3): 553-555.
- Parnsakhorn S. Thermal process. 2nd ed. Bangkok: Triple Education Co., Ltd.; 2017.
- [23] Rungsardthong V. Food processing technology. 5th ed. Bangkok: Text and Journal Publication Co., Ltd.; 2014. (in Thai)
- [24] Markakis P. Anthocyanins as food colors. New York : Academic Press. 1982.