

การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ในแป้งขนมขอม่วง

ปภากร ศรีสอน*, พัทธนี บุญธกานนท์ อนงค์นาฏ, โสภณางกูร และ ญาธิปกร อีระภัทรพลชัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตฉะเชิงเทรา ชลบุรี 20110

บทคัดย่อ

ขนมขอม่วงทำจากแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยาย่มและแป้งมันสำปะหลัง และแต่งสีม่วงธรรมชาติจากน้ำดอกอัญชัน ปัญหาของขนมชนิดนี้คือเนื้อแป้งกลับมีสัมผัสกระด้าง ไม่มีความนุ่มเมื่อตักทิ้งไว้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ เพื่อจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของแป้งขนมขอม่วง เนื่องจากแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ ประกอบด้วยรงควัตถุสีม่วง หรือแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidation) และกระบวนการพรีเจลาติไนซ์ยังช่วยให้แป้งมีคุณสมบัติคงลักษณะเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มหลังจากเย็นตัวลงได้อีกด้วย จากการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขอม่วงโดยการเปรียบเทียบคุณภาพของแป้งขนมจากทั้งหมด 5 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม สูตรแป้งข้าวเจ้า สูตรทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่าปริมาณแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แป้งขนมมีสีม่วงเข้มมากขึ้น มีค่าความสว่างที่ลดลง และค่าความเป็นสีแดง และสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น ด้านเนื้อสัมผัสของแป้งขนมพบว่าสูตรทดแทนแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 5, 10 และ 15 มีลักษณะอ่อนนุ่มเพิ่มมากขึ้น สังเกตได้จากค่าความแข็งที่ลดลงตามลำดับ และจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขอม่วงทั้ง 5 สูตรด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ พบว่าการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ส่งผลให้ความชอบด้านสีลดลง แต่ช่วยเพิ่มคะแนนความชอบด้านความนุ่ม และความยืดหยุ่นของแป้ง รวมไปถึงความชอบโดยรวมให้แก่ผลิตภัณฑ์อีกด้วย นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งขนมขอม่วงสูตรทดแทนแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 10 เปรียบเทียบก่อนและหลังนึ่ง พบว่าการนึ่งส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงโดย DPPH ของแป้งขนมลดลงหลังผ่านการนึ่งลดลงจาก 1.84 เหลือ 1.32 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อกรัม เช่นเดียวกันกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของแป้งลดลงจาก 2.63 เหลือ 1.40 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อกรัม

คำสำคัญ: การทดแทน แป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ และ ขนมขอม่วง

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: paphakorn_sr@rmutto.ac.th

Substitution of Rice Flour with Pregelatinized Hom Nin Rice Flour in Batter of Kanom Chomuang

Paphakorn Srisorn* Patchanee Boontaganon Anongnat Sopanangkul and
Yatipakorn Terapatponchai

*Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Siracha, Chonburi,
20110, Thailand*

Abstract

Kanom Chomuang made from flour mixed included rice flour, Thao Yai Mom flour and tapioca flour, as well as decorate purple color from butterfly pea flower. The texture of dough when leave it for a moment was a problem of this dessert. This research aims to study the substitution of rice flour with pregelatinized Hom Nin rice flour for improving the texture also increasing the nutritional value of the Kanom Chomuang as well. The Hom Nin rice flour has purple pigment are anthocyanin which had antioxidant activity and pre-gelatinization process exert to quality of batter, it also retains softness texture after cooling down. The development of Kanom Chomuang based on production and quality of batter from 5 formulas consisted of control, rice flour (RF), replacing the rice flour with 5, 10 and 15% of pregelatinized Hom Nin rice flour (5, 10 and 15%PHF) were investigated. Addition of pregelatinized Hom Nin rice flour affect dark purple color of batter was confirmed by the lightness was decreased while redness and yellow were increased. Kanom Chomuang was substituted by pregelatinized Hom Nin rice flour at 5, 10 and 15% had more softness texture, it observes by decreasing of hardness. Sensory evaluation of Kanom Chomuang was determined by 9-point hedonic scales. From the result, substitution of rice flour with pregelatinized Hom Nin rice flour was decreased the liking score of color. However, it increased to the liking score of texture and overall like. Moreover, antioxidant activity of uncooked and cooked Kanom Chomuang batter (10 % substitution of pregelatinized Hom Nin rice flour) was determined. The result indicated that the inhibition of DPPH was decreased by cooking from 1.84 to 1.32 mg ATE/g) also the inhibition of ABTS was decreased from 2.63 and 1.40 mg ATE/g.

Keywords: Substitution Pregelatinized Hom Nin rice flour and Kanom Chomuang

* Corresponding author: E-mail: paphakorn_sr@mutto.ac.th

บทนำ

ข้าวหอมนิล เป็นข้าวที่มีสีม่วงเข้ม มีกลิ่นหอม และยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนร้อยละ 12.5 และสามารถออกฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ DPPH ถึงร้อยละ 50 ที่ความเข้มข้น 293 ไมโครโมลต่อกรัม (Sumczynski, *et al.* 2016) เนื่องจากในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีม่วงดำนั้น ประกอบด้วยสารกลุ่มแอนโทไซยานินที่เป็นสีม่วงเข้ม (cyanidin) และสารสีชมพูอ่อน (peonidin) รวมถึงสารโปรแอนโทไซยานิน (Sutharut and Sudarat, 2012) ซึ่งแอนโทไซยานินและโปรแอนโทไซยานินที่พบในข้าวหอมนิลจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอี และมีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย โดยสารโปรแอนโทไซยานินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเซลล์มะเร็งได้ (Castaneda-Ovando *et al.*, 2009; Rui *et al.*, 2011) นอกจากการบริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์ข้าวแล้ว ยังได้มีศึกษาการใช้ข้าวสีนิลในรูปแบบผลิตภัณฑ์แปรรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมปัง คุกกี้ และมัทพีน (Rodmui and Jitwaropas, 2007; Phuphechr *et al.*, 2009; Sangkaeo and Chomkhuntod, 2015)

แป้งพรีเจลลาติไนซ์ เป็นแป้งที่ผ่านกระบวนการดัดแปรทางกายภาพ (physical modification) โดยการให้ความร้อนแก่น้ำแป้งจนผ่านขั้นตอนของการเกิดเจลลาติไนเซชัน (gelatinization) แล้วทำให้แห้งทันที เป็นการดัดแปรสมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้ง ทำให้แป้งมีความพร้อมในการทำปฏิกิริยาต่างๆ ได้ดีมากขึ้น (Srirod and Piyajomkhawn, 2000) แป้งพรีเจลลาติไนซ์มีความสามารถดูดน้ำกลับได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อได้รับความร้อนอีกครั้ง

จะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น จึงสามารถนำไปใช้เป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์อาหาร และปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ต่างๆ (Aphichachan and Jiamyangyuen, 2006; Narklaor *et al.*, 2011; Purintraphiban, 2020)

ขนมขอม่วงทำจากแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยายม่อมและแป้งมันสำปะหลัง แป้งที่ได้นำไปห่อหุ้มไส้ที่ประกอบด้วยเนื้อสัตว์เป็นหลัก มีการปรุงรสชาติให้เค็มนำ ตามด้วยรสหวาน และมีรสเผ็ดเล็กน้อยจากพริกไทย นอกจากนี้แป้งที่หุ้มจะมีการจับกลับคล้ายกลีบดอกไม้เพื่อความสวยงามแล้วจึงนำไปนึ่งให้สุก (Obtom, 2012) ในส่วนของแป้งขนมขอม่วงมีแป้งข้าวเจ้าเป็นองค์ประกอบหลักประมาณ ร้อยละ 80 โดยมีการผสมแป้งมันและแป้งท้าวยายม่อมร้อยละ 10 เพื่อให้แป้งมีความเหนียวสามารถปั้นเป็นรูปได้ง่าย เมื่อนำขนมขอม่วงที่ปั้นและขลิบเรียบร้อยแล้วไปนึ่งให้สุก เมื่อยกออกจากเตาใหม่ๆ เนื้อแป้งที่ได้จะมีลักษณะเนื้อเหนียวนุ่ม แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2-3 ชั่วโมง จะพบว่าตัวแป้งขนมแห้ง และมีเนื้อสัมผัสกระด้าง ไม่มีความนุ่มเหมือนตอนนึ่งเสร็จใหม่ๆ (Siripong, 2011)

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาแป้งขนมขอม่วง โดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้า ด้วยแป้งหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์ เพื่อให้แป้งขนมขอม่วงยังคงมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มน่ารับประทานหลังจากนึ่งและเย็นตัวลง รวมถึงผู้บริโภคยังได้รับคุณประโยชน์จากสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการใช้แป้งข้าวหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

(Ultra-centrifugal mill, Retsch ZM 200) นำแป้งที่ได้ ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานความละเอียดขนาด 100 เมช

1. การเตรียมแป้งหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์

นำเมล็ดข้าวหอมนิลที่ได้มาทำการโม่ด้วยเครื่องโม่ แป้งแบบแห้ง นำมาบดละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

Table 1 Formulation of Kanom Chom consist of control, 100% rice flour (RF), replacing the rice flour with 5, 10, and 15% of pregelatinized Hom Nin rice flour (PHF)

Ingredients	Control	RF	PHF:5	PHF:10	PHF:15
Rice flour (g)	30	32	33	31	30
Thao Yai Mom flour (g)	1	-	-	-	-
Tapioca flour (g)	1	-	-	-	-
Pregelatinized Hom Nin rice flour (g)	-	-	2	4	5
Water (g)	50	50	57	57	57
Coconut milk (g)	8	8	8	8	8
Butterfly pea flowers water (g)	10	10	-	-	-

จากนั้นนำแป้งที่ได้ไปผ่านกระบวนการพรีเจลลาติไนซ์ ตามวิธีของ Narklaor *et. al.* (2011) โดยผสมแป้ง หอมนิลต่อน้ำที่อัตราส่วน 50:100 กรัมต่อมิลลิลิตร แล้ว ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้อุณหภูมิที่ ผิวหน้าลูกกลิ้ง 130 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วรอบของ ลูกกลิ้งเป็น 12 รอบต่อนาที จากนั้นนำแผ่นแป้งที่ได้มา บดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานความละเอียด ขนาด 100 เมช ได้เป็นแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์

2. การเตรียมขนมขม่อม่วง

ทำการเตรียมแป้งขนมตามวิธีของ Obtom (2012) ทำการชั่งแป้ง และส่วนผสมตามสูตร (Table 1) ทั้งหมด 5 สูตร ได้แก่ ขนมขม่อม่วงสูตรควบคุม (Control) สูตร แป้งข้าวเจ้า (RF) สูตรทดแทนแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์ร้อยละ 5 (PHF:5) สูตรทดแทนแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์ร้อยละ 10 (PHF:10) และสูตรทดแทนแป้ง ข้าวหอมนิลพรีเจลลาติไนซ์ร้อยละ 15 (PHF:15) จากนั้น เติมน้ำทีละน้อยลงไปนวดกับแป้งเป็นเวลา 10 นาที จนแป้งเป็นก้อนและเนื้อเนียน เติมน้ำส่วนที่เหลือ ได้แก่

น้ำดอกอัญชัน และกะทิ คนให้เข้ากัน เทส่วนผสมลงในกระทะนำไปตั้งไฟอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กวนจนแป้งร้อนจากกระทะ นำมานวดด้วยมือให้เนื้อแป้งเนียน นำแป้งมาปั้นเป็นก้อนขนาด 8 กรัม แผ่แป้งเป็นแผ่นกลม ห่อไส้ขนมให้มิด ใช้แทนขนมขม่อม่วง จับจีบโดยรอบเป็นดอกกุหลาบ ตั้งลังถึงให้น้ำร้อนเดือด รอลงถึงด้วยใบตองฉีก นำขนมขม่อม่วงหนึ่งเป็นเวลา 5 นาที ยกออกจากเตา แผ่แป้งเป็นแผ่นกลม ห่อไส้ขนมให้มิด ใช้แทนขนมขม่อม่วงจับจีบโดยรอบเป็นดอกกุหลาบ

3. การวิเคราะห์ค่าสีของแป้งขนมขม่อม่วง

นำตัวอย่างแป้งขนมขม่อม่วงก่อนและหลังนึ่ง มาทำการวิเคราะห์ค่าสีในระบบ CIE ($L^* a^* b^*$) ด้วยเครื่องวิเคราะห์สี Spectrophotometer (ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CM-3500d)

4. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของแป้งขนมขม่อม่วง

ชั่งตัวอย่างแป้งขนมขม่อม่วงก่อนและหลังนึ่ง 8 กรัม นำมาปั้นให้เป็นก้อนกลม ทำการวิเคราะห์ค่า Texture Profile Analysis (TPA) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer (TA.XT. Plus) และหัววัดชนิด Cylinder probe (P/35) กดลงไปบนขนมขม่อม่วงร้อยละ 50 ของชิ้น โดยกำหนดอัตราเร็วก่อนวัด (Pre-Test Speed) 1.5 mm/s อัตราเร็วขณะวัด (Test Speed) 1.0 mm/s อัตราหลังวัด (Post-Test Speed) 10.0 mm/s ขนาด

5. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขม่อม่วง

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขม่อม่วงทั้ง 5 สูตรด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scaling (1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่มีต่อ

ขนมขม่อม่วงในคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ สี กลิ่นรส ความนุ่ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวม

6. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งขนมขม่อม่วง

นำตัวอย่างแป้งขนมขม่อม่วงก่อน และหลังนึ่งของสูตรแป้ง 10%PHF มาทำการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ โดยนำแป้งที่บดละเอียด 10 กรัม ผสมกับสารละลายผสม 250 มิลลิลิตร (95% Ethanol 70: 30 Distilled water) กวนเป็นเวลา 44 นาที จากนั้นนำไปกรองแยกกากด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 300 กรัม เป็นเวลา 15 นาที นำสารสกัดที่ได้ใส่ในขวดสีชาและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ก่อนใช้เจือจางเจือจางตัวอย่างสารสกัดจากแป้ง 20 เท่าจากตัวอย่างเข้มข้น โดยปิเปตน้ำกลั่นปราศจากไอออน 950 ไมโครลิตร ลงในหลอดไมโครเซนทริฟิวก์ และเติมสารสกัดจากแป้ง 50 ไมโครลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และ ABTS assay โดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Sutharut & Sudarat (2012) ดังนี้

วิเคราะห์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH assay) ของสารสกัดที่ได้จากแป้งขนมขม่อม่วง โดยเริ่มจากเตรียมสารละลาย 2,2-Diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 ไมโครโมลต่อลิตร ในสารละลายเอทานอล ปิเปตสารละลาย DPPH ปริมาตร 950 ไมโครลิตร ลงในหลอดไมโครเซนทริฟิวก์ เติมเอทานอล สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ (0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือตัวอย่างสารสกัดแป้งเจือจาง ปริมาตร 50 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากัน บ่มในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณร้อยละการยับยั้งดังสมการต่อไปนี้

$$\%Scavenging = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100$$

โดยที่ A1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารละลาย DPPH ผสมเอทานอล

A2 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารละลาย DPPH ผสมสารละลายกรดแอสคอร์บิก หรือ สารสกัดแบ่งเจือจาง

ทำการเปรียบเทียบระดับการยับยั้งของสารสกัดตัวอย่าง กับกราฟการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งเมื่อนำค่าดูดกลืนแสงไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานผลการยับยั้งที่ได้จะแสดงในหน่วย มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อกรัมของตัวอย่าง

วิเคราะห์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระ ABTS (ABTS assay) ของสารสกัดที่ได้จากแป้งขนมขม่อม โดยเริ่มจากเตรียมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลต่อลิตร ผสมกับโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (K2S2O8) ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลต่อลิตร ในสัดส่วน 2:3 เก็บไว้ที่มีดเป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้ทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 729 นาโนเมตร ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0.9-1.0 จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยเปิดสารทดสอบ ABTS ปริมาตร 950 ไมโครลิตร ลงในหลอดไมโครเซนทริฟิวก์ เติมน้ำกลั่นสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ (0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือตัวอย่างสารสกัดแบ่งเจือจาง ปริมาตร 50 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากัน บ่มในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 729 นาโนเมตร คำนวณร้อยละการยับยั้งดังสมการต่อไปนี้

$$\%Scavenging = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100$$

โดยที่ A1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารทดสอบ ABTS ผสมเอทานอล

A2 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารทดสอบ ABTS ผสมสารละลายกรดแอสคอร์บิก หรือ สารสกัดแบ่งเจือจาง

ทำการเปรียบเทียบระดับการยับยั้งของสารสกัดตัวอย่าง กับกราฟการยับยั้งสารอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งเมื่อนำค่าดูดกลืนแสงไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานผลการยับยั้งที่ได้จะแสดงในหน่วย มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อกรัมของตัวอย่าง

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณภาพกายภาพ และเคมี ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ส่วนการประเมินด้านประสาทสัมผัส ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD)

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Rank Test)

ผลการวิจัย

การศึกษาพัฒนาแป้งขนมขอม่วงโดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักแป้ง เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมและสูตรแป้งข้าวเจ้า ด้วยการเปรียบเทียบคุณภาพของแป้งขนมทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส

1. คุณภาพทางด้านสีของแป้งขนมขอม่วง

ส่วนผสมแป้งที่แตกต่างกัน ส่งผลให้สีแป้งของขนมขอม่วงที่ได้มีความแตกต่างกันตามสีของวัตถุดิบหลักที่มีหน้าที่ให้สีแก่ผลิตภัณฑ์ โดยที่ขนมขอม่วงสิ่งทดลองควบคุม Control จะมีสีน้ำตาลเงินที่มาจากน้ำตาลอัญชัน ส่วนสิ่งทดลอง RF มีสีขาวตามแป้งข้าวเจ้า และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์มีสีน้ำตาลแดงตามสีของแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาติไนซ์ (Fig. 1)

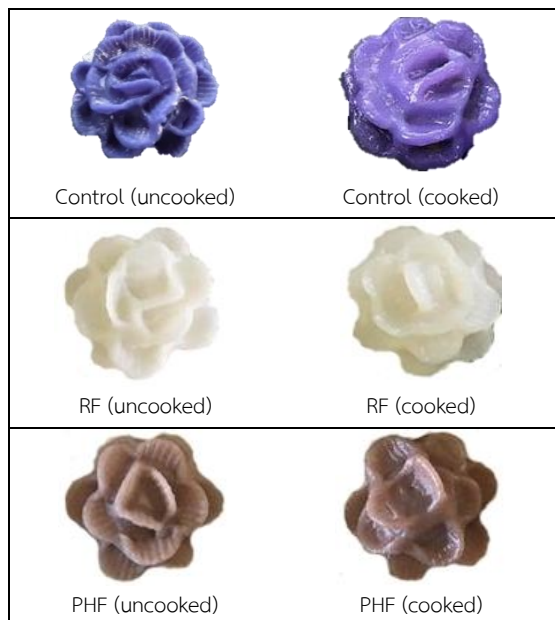


Fig.1 Kanom Chomuang with different mixed flour

โดยความร้อนจากการนึ่ง ส่งผลให้สีผิวแป้งขนมขอม่วงเปลี่ยนเป็นเจลใส และมันวาวมากขึ้น ต่างจากแป้งก่อนนึ่งที่มีลักษณะขุ่น และด้าน เนื่องจากแป้งที่ผสมกับน้ำเกิดทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัว และมีลักษณะขุ่นเมื่อสัมผัสกับไอน้ำขณะทำการนึ่งความร้อนจากไอน้ำทำให้เม็ดแป้งที่พองแตกเปลี่ยนเป็นเจลใส (Srirod and Pijajomkhawn, 2000) จากการวิเคราะห์ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (Lightness: 0-100) ค่าความเป็นสีเขียว – แดง (Redness: -a,+a) และค่าความเป็นสีน้ำตาลเงิน – เหลือง (Yellowness: -b,+b) ของแป้งขนมขอม่วงทั้งแบบก่อน และหลังนึ่ง 5 ตัวอย่าง (Table 2) พบว่าหลังการนึ่งทำให้แป้งขนมขอม่วงทั้ง 5 สูตรมีค่า Lightness ลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อ Redness และค่า Yellowness อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และจากส่วนผสมให้สีหลักที่แตกต่างกันส่งผลให้ขนมขอม่วง control ซึ่งมีสีฟ้า และตัวอย่าง RF ซึ่งมีสีขาว มีค่า Redness (-a) และค่า Yellowness (-b) ติดลบอยู่ในช่วงสีเขียว และน้ำเงิน ส่วนขนมขอม่วง PHF:5 PHF:10 และ PHF:15 ซึ่งมีสีน้ำตาลแดง มีค่า Redness (+a) และค่า Yellowness (+b) เป็นบวกอยู่ในช่วงสีแดง และเหลือง โดยเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน PHF ส่งผลให้ค่า Redness สูงขึ้นตามลำดับ

Table 2 Lightness, redness, and yellowness of uncooked and cooked Kanom Chomuang

Samples	Lightness	Redness	Yellowness
Uncooked			
Control	61.06±0.73 ^a	-5.22±0.19 ^e	-15.40±0.68 ^b
RF	59.59±0.53 ^{ab}	-4.50±0.05 ^d	-19.60±0.12 ^c
PHF:5	56.55±0.81 ^b	2.41±0.05 ^c	1.60±0.22 ^a
PHF:10	51.12±1.35 ^c	3.40±0.30 ^b	0.77±0.58 ^a
PHF:15	46.69±0.43 ^d	3.80±0.22 ^a	0.90±0.18 ^a
Cooked			
Control	58.19±1.01 ^A	-5.65±0.11 ^E	-16.41±0.32 ^B
RF	56.64±0.95 ^{AB}	-4.99±0.05 ^D	-20.03±0.33 ^C
PHF:5	54.59±0.10 ^B	2.34±0.04 ^C	0.84±0.11 ^A
PHF:10	47.83±2.24 ^C	3.40±0.48 ^B	0.79±0.53 ^A
PHF:15	44.46±0.56 ^D	4.00±0.37 ^A	1.11±0.30 ^A

Note: ^{a-e} Means difference in the same column of uncooked ($p < 0.05$)

^{A-E} Means difference in the same column of cooked ($p < 0.05$)

2. คุณภาพทางค่าเนื้อสัมผัสของแป้งขนมขอม่วง

การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสตัวอย่างแป้งขนมขอม่วงทั้งหมด 5 สูตร ทั้งแบบก่อนและหลังนึ่ง ด้วยการทดสอบ Texture profile analysis ได้ค่า ความแข็ง (Hardness) ค่าความเหนียวยึดติด (Adhesiveness) ค่าความเคี้ยว (Springiness) ค่าการเกาะตัว (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) และค่าการเคี้ยว (Chewiness) (Sirilert, 2007) การนึ่งส่งผลให้ค่าความแข็ง ค่าการเกาะตัว ค่าความเหนียวและค่าการเคี้ยวของแป้งผสมทั้ง 5 สูตรสูงขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากการนึ่งทำให้แป้งเกิดเจลลาตินเซชันและหลังจากแป้งเย็นตัวลง โมเลกุลของ

แป้งจะคืนตัวกลายเป็นเจล โดยองค์ประกอบทางเคมีของแป้งเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อลักษณะการเชื่อมต่อนของโครงข่าย และความแข็งแรงของเจล (Rattanapanon, 2014) แป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนประกอบหลักของขนมขอม่วงทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยตัวอย่าง Control เป็นแป้งผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งท้าวยาวม่อม RF เป็นแป้งข้าวเจ้าล้วนและ PHF:5 PHF:10 PHF:15 คือตัวอย่างแป้งขนมขอม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลฟรีเจลาติน 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่า ตัวอย่างแป้ง Control RF และ PHF:10 ในแป้งสุกหลังนึ่งแล้วมีค่าความแข็ง ค่าการเกาะตัว ค่าความเหนียว และค่าการเคี้ยวไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) โดยที่แป้งขนมขอม่วงที่มีค่าความแข็งน้อยที่สุดทั้งก่อน และหลังนึ่ง ซึ่งทำให้ค่าความเหนียว และค่าการเคี้ยวน้อยที่สุดเช่นกัน คือ PHF:15 แต่ตัวอย่างนี้ได้แสดงค่าค่าความเหนียวยึดติดมากที่สุด อาจกล่าวได้ว่าแป้งขนมขอม่วง PHF:15 หลังนึ่งจะมีเนื้อแป้งนุ่มที่สุด แต่อาจติดฟัน ขนระกัด หรือเคี้ยว ขณะที่ แป้ง แป้งขนมขอม่วง Control RF และ PHF:10 มีเนื้อที่แข็งต้องใช้แรงในการกัด หรือเคี้ยวมากกว่าตัวอย่างอื่นๆ

3. คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมขอม่วง

การศึกษาระดับการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลฟรีเจลาตินซีได้ทำประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อขนมขอม่วง 5 ตัวอย่าง ในคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ สี (color) กลิ่น รส (flavor) ความนุ่ม (Softness) ความยืดหยุ่น (Elastic) และความชอบรวม (Overall liking) (Table 4) พบว่าขนมขอม่วง Control และ RF ได้คะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด รองลงมาคือ PHF:10 และ PHF:15 ส่วนด้านกลิ่นรสทุกตัวอย่างมีคะแนนความชอบไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) ที่ระดับคะแนน 7.0 – 6.5

Table 4 Liking score of Kanom Chom with 5 formulas

Samples	Color	Flavor ^{ns}	Softness	Elastic	Overall liking
Control	7.07±1.05 ^{ab}	6.67±1.21	5.97±1.38 ^c	5.80±1.27 ^b	6.20±1.06 ^b
RF	7.34±0.84 ^a	7.03±1.00	6.40±1.04 ^b	6.30±1.09 ^a	6.87±1.04 ^a
PHF:5	6.10±1.35 ^c	6.53±0.97	6.70±1.06 ^a	6.53±1.17 ^a	6.73±0.98 ^a
PHF:10	6.63±1.16 ^b	6.90±1.21	6.77±0.68 ^a	6.60±0.90 ^a	6.90±0.96 ^a
PHF:15	6.67±0.98 ^b	6.60±1.35	6.93±0.98 ^a	6.77±1.01 ^a	6.80±1.06 ^a

Note: ^{a-c} Means difference in the same column (p<0.05)

^{ns} Means not difference in the same column (p<0.05)

และเมื่อทำการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลฟรีเจลาตินในแป้งขนมขอม่วง PHF:5 PHF:10 และ PHF:15 พบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีคะแนนความชอบสูงที่สุดในคุณลักษณะ ความนุ่ม และความยืดหยุ่นของแป้งรวมไปถึงความชอบโดยรวมไม่ต่างกัน (p>0.05)

4. ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และความสามารถต้านสารอนุมูลอิสระ

ถึงแม้ว่าขนมขอม่วง PHF:5 PHF:10 และ PHF:15 จะมีคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะไม่ต่างกัน แต่เนื่องด้วยแป้งขนมขอม่วง PHF:5 และ PHF:15 เวลาขึ้นรูป และจับจีบค่อนข้างทำได้ยากกว่าจาก PHF:10 จึงได้เลือกทำการทดสอบหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน และความสามารถต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS กับตัวอย่างแป้งขนมขอม่วง PHF:10 ทั้งแบบก่อน และหลังนึ่ง จากตารางที่ 5 พบว่าตัวอย่างแป้งขนมขอม่วงก่อนนึ่งมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงกว่าแป้งหลังนึ่ง 11.03 และ 8.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับสอดคล้องกับความสามารถต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ของแป้งขนมขอม่วงก่อนนึ่ง ซึ่งมี

ความสามารถต้านสารอนุมูลอิสระสูงกว่าแป้งหลังนึ่งเนื่องจากสารในกลุ่มแอนโทไซยานินที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบได้ในแป้งข้าวหอมนิล ถูกทำลายด้วยความร้อนสูงจากไอน้ำที่ใช้ในการนึ่งแป้งขนม (Patras *et al.*, 2010)

Table 5 Anthocyanidin content and antioxidant properties of uncooked and cooked Kanom Chomuang PHF:10.

Samples	Anthocyanidin (mg/ml)	DPPH (mg ATC/g)	ABTS (mg ATC/g)
Uncooked	11.03±3.45 ^a	1.84±0.03 ^a	2.63±0.26 ^a
Cooked	8.04±0.35 ^b	1.32±0.04 ^b	1.40±0.02 ^b

Note: ^{a-b} Means difference in the same column (p<0.05)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ขนมขอม่วงมีแป้งขนม และไส้ขนมเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งดำรับในการทำตัวแป้งมีการใช้แป้งหลายชนิดเพื่อให้ได้แป้งขนมที่มีสีสวยใส มีนวัตน์ารับประทาน รวมถึงยังคงเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มเมื่อตั่งทิ้งไว้ในโดยสัมผัสกับอากาศจากการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขอม่วงโดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งหอมนิลพรีเจลาตินไนซ์ พบว่าการใช้แป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาตินไนซ์เป็นส่วนผสมทดแทนแป้งข้าวเจ้าสามารถช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้แป้งขนมมีความอ่อนนุ่ม ไม่แห้งแข็ง โดยที่คะแนนความชอบรวมของแป้งขนมขอม่วงที่ทำการทดแทนด้วยแป้งหอมนิลพรีเจลาตินไนซ์ที่ร้อยละ 5 10 และ 15 ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความชอบเล็กน้อย และได้เลือกแป้งขนมขอม่วงที่ระดับการทดแทนร้อยละ 10 มาทำการศึกษา

ผลของการนี้ถึงความสามารถด้านสารอนุมูลอิสระ โดยพบว่าความร้อนส่งผลความสามารถด้านสารอนุมูลอิสระของแป้งลดลง อย่างไรก็ตาม การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งหอมนิลพรีเจลาตินไนซ์สามารถแก้ไขปัญหานี้เนื้อสัมผัสแห้งแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขอม่วง และช่วยลดปริมาณการใช้แป้งชนิดอื่นๆ อย่างเช่นแป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งท้าว ยายม่อม รวมทั้งเป็นการเพิ่มคุณค่าประโยชน์ทางอาหารอย่างสารแอนโทไซยานินที่มีความสามารถด้านอนุมูลอิสระอีกด้วย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับขนมขอม่วง เนื่องจากสารที่มีความสามารถด้านอนุมูลอิสระ มักจะมีความสามารถต่อต้าน หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การศึกษาการใช้แป้งหอมนิลพรีเจลาตินไนซ์ในขนมขอม่วงเพื่อติดตามปริมาณจุลินทรีย์ อาจเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหารโดยการทดแทนด้วยวัตถุดิบจากธรรมชาติเพื่อช่วยลดการใช้สารวัตถุเจือปนเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียในอาหารอีกทางหนึ่ง

References

- Aphichachan, U. and Jiamyangyuen, S. 2006. Production and utilization of pregelatinized rice flour and its application in reduced fat donut cake. University of The Thai Chamber of Commerce J. 26(3): 32 – 45.
- Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernandez, M., Paez-Hernandez, M. E., Rodriguez, J. A. and Galan-Vidal, C. A. 2009. Chemical studies of anthocyanins. A review. Food Chem. 113: 895-871.
- Narklaor, D., Sangnark, A., and Limroongreungrat, K. 2011 Improvement in quality of jackfruit seed flour by pregelatinization. Burapha Science J. 161: 12 – 21. (in Thai)
- Obtom, T. 2012. Kanom wan Thai. Ammarin printing and publishing: Bangkok. (in Thai)

- Phuphechr, P. Suwonsichon, S., and Limanond, B. 2009. Chemical and physical characteristics of sinin rice flour and qualities of sinin rice flour. In: The 47th Kasetsart University Annual Conference (pp. 20-27). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Purintraphiban, S. 2020. Improved properties of fresh Kanom-Jeen by using pregelatinized purple corn flour substitute rice flour. Prawarun Agr J. 17(1): 75-87. (in Thai)
- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell C., and Tiwari, B.K. 2010. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. Trend. Food. Sci. Tech. 21(1): 3 – 11.
- Rodmui, A., and Jitwaropas, O. 2007. Production of cookies using wheat flour partial substituted with Hom Nin rice flour. J. Food Tech. Siam University. 3(1): 37–43. (in Thai)
- Rui L., Wang, P., Guo, Q.Q. and Wang, Y.Z. 2011. Anthocyanin composition and content of the *Vaccinium uliginosum* berry. Food Chem. 125: 116–120.
- Rattanapanon, N. 2014. Food chem. Oadian store: Bangkok. (in Thai)
- Sangkaeo, W. and Chomkhuntod, J. 2015. Substitution wheat flour with black jasmine rice flour in healthy muffin products. Agri. Sci. J. 46(36): 705–708.
- Sirilert, T. 2007. J. Food texture analysis. Food Tech. Siam University. 3(1): 6–13. (in Thai)
- Siripong, K. 2011. Kanom Thai red rod. Ammarin printing and publishing: Bangkok. (In Thai)
- Srirod, K. and Piyajomkhawn, K. 2000. Technology of starch. Department of Biotechnology. Kasetsart University Printing House: Bangkok. (in Thai)
- Sumczynski, D., Kotásková, E., Družbiková, H. and Mlcek, J. 2016. Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and in vitro digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Food Chem. 211: 239-246.
- Sutharut, J. and Sudarat, J. 2012. Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. Inter. Food Res. J. 19(1): 215 - 221.