

ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันสำปะหลังชนิดหวาน (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) พันธุ์ห่านาที่ ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์
Effect of Wheat Flour Substitution with Sweet Cassava (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) (Hanatee variety) Flour on The Characteristics of Cracker

รุ่งทิพย์ วัฒนวรกิต,^{1*} จินตนา เจริญเนตรกุล¹ และน้ำฝน ชูพล¹
Rungtip Wuttanaworakit,^{1*} Jintana Chareaonnatkul¹ and Namfon Chupol¹

Received 19 April 2024, Revised 1 June 2024, Accepted 3 June 2024

ABSTRACT

This research was aimed at investigating the effect of wheat flour substitution with sweet cassava (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) (Hanatee variety) flour on the development of cassava crackers. The substitution of cassava flour at the levels of 0, 20, 40, 60, 80 and 100% by weight of wheat flour was carried out. The result was found that the basic formula of cracker was formula 3. The ingredients were included wheat flour (52.20%), water (1.20%), butter (27%), salt (0.60%) and icing sugar (19%) (Prachsanee *et al.*, 2565), which had the highest acceptance score in terms of appearance, color, odor, taste, texture and overall liking ($p \leq 0.05$). An increase in the amount of cassava flour resulted in a reduction in color values reflected by L^* , whereas the values of a^* and b^* significantly increased ($p \leq 0.05$). The moisture content and water activity (a_w) of cassava crackers tended to increase as the amount of cassava flour increased. The texture characteristic in terms of hardness was decreased, whereas the cassava increased ($p \leq 0.05$). Moreover, the sensory evaluation test found that the cracker using 60% cassava flour (by weight of wheat flour) had the highest acceptance score in terms of appearance, color, odor, taste, texture, and overall liking: 8.53, 8.63, 8.53, 8.57, 8.60 and 8.73, respectively. The nutritional value of cracker using 60% cassava had the ash, carbohydrate and dietary fiber higher than the control cracker (100% wheat flour) ($p \leq 0.05$).

Keywords: Sweet cassava flour, Cracker, Characteristic

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันสำปะหลัง ชนิดหวาน (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) (พันธุ์ห่านาที่) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มันสำปะหลัง โดยการหาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ และทดแทนฟลาวมันสำปะหลังในปริมาณร้อยละ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100% โดยน้ำหนักของแป้งสาลี พบว่า สูตรที่ 3 ซึ่งมีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลี 52.20% น้ำ 1.20% เนย 27% เกลือ 0.60% และน้ำตาลไอซิ่ง 19% (ปรัศนี และคณะ, 2565) ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ

^{1*} สาขาเกษตรศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

Department of Home Economics, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Bo Yang Sub-District, Muang District, Songkhla 90000, Thailand.

* Corresponding author: Tel. 08-1916-6452, E-mail address: rungtip.r@rmutsv.ac.th

โดยรวมสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ปริมาณฟลาวมันส์สำหรับที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสี ได้แก่ ค่า L^* ลดลง ในขณะที่ ค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ปริมาณความชื้น และค่า water activity (a_w) ของแครกเกอร์มันส์สำหรับ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่า hardness มีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณมันส์สำหรับเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าแครกเกอร์มันส์สำหรับ 60% โดยน้ำหนักของแป้งสาลี มีคะแนนการความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.53, 8.63, 8.53, 8.57, 8.60 และ 8.73 คะแนน ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของแครกเกอร์มันส์สำหรับ 60% มีปริมาณสารอาหาร ได้แก่ แคลอรี โปรตีน ไขมัน และใยอาหารสูงกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม (แป้งสาลี 100%) ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ฟลาวมันส์สำหรับชนิดหวาน แครกเกอร์ คุณลักษณะ

คำนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนมปังกรอบและแครกเกอร์มีการขยายตัวทางการตลาดเพิ่มมากขึ้น มีมูลค่าสูงกว่า 1 หมื่นล้านบาทต่อปี (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564) โดยแนวโน้มของผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่มีผลดีต่อสุขภาพ ทั้งนี้ แครกเกอร์มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แต่ด้านใยอาหารที่มีประโยชน์ค่อนข้างมีปริมาณน้อย (Puechkamut and Phewnim, 2011) อีกทั้งขาดจุดเน้นในเรื่องสุขภาพ จึงควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทั้งในด้านการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการใช้แป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลี

มันส์สำหรับเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศ เป็นพืชหัวชนิดหนึ่งที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ทั้งนี้ มันส์สำหรับพันธุ์ห่านาที เป็นมันส์สำหรับชนิดหวาน มีการปลูกเพื่อใช้รับประทาน ลักษณะเด่น เนื้อหาวรรณ เหมาะสำหรับการทำขนม เนื่องจากมีกรดไฮโดรไซยานิคในหัวค่อนข้างต่ำ ราคาถูก การใช้ประโยชน์เพื่อผลิตเป็นอาหารสำหรับมนุษย์มีค่อนข้างน้อย อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร ใช้เพื่อผลิตเป็นมันส์สำหรับเส้น มันส์สำหรับอัดเม็ด แป้งมันส์สำหรับ นอกจากนี้ มีการนำมันส์สำหรับมาเพิ่มมูลค่าในรูปแบบของฟลาวมันส์สำหรับ ซึ่งเป็นแป้งดิบที่ไม่ได้สกัดเยื่อใยออก

ทำให้มีปริมาณเส้นใยและโปรตีนสูงกว่าแป้งมันส์สำหรับ (สุทธิสา, 2022) ซึ่งปัจจุบันมีการนำฟลาวมันส์สำหรับมาใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ เช่น เค้กฟลาวมันส์สำหรับ (ธิดารัตน์, 2565) พายกรอบ (เบญจพร และคณะ, 2546) และบัตเตอร์เค้กลดพลังงาน (พัชรินทร์, 2547) เป็นต้น

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านเขากลอย ตำบลท่าข้าม อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสงขลา เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขนาดกลางที่ดำเนินกิจการกลุ่มในการผลิตมันส์สำหรับทอดปรุงรส ซึ่งใช้วัตถุดิบหลักในการผลิต คือ มันส์สำหรับชนิดหวาน พันธุ์ห่านาที ทั้งนี้ กระบวนการผลิตมีส่วนของเนื้อมันส์สำหรับที่มีขนาดเล็กและรูปร่างที่ไม่ได้ตามที่ต้องการ หรือส่วนเหลือจากกระบวนการตัดแต่ง ประมาณ 10% ของปริมาณวัตถุดิบมันส์สำหรับทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่นำไปใช้ประโยชน์ในรูปของการเป็นอาหารสัตว์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำฟลาวมันส์สำหรับที่เป็นการนำส่วนเหลือจากการผลิตมันส์สำหรับทอดกรอบ มาแปรรูปเป็นฟลาวมันส์สำหรับ และเพิ่มมูลค่าในรูปแบบของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มันส์สำหรับ รวมถึงเป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านเขากลอย โดยการหาสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ รวมถึงหาปริมาณฟลาวมันส์สำหรับที่เหมาะสม และวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี-กายภาพ รวมถึงการยอมรับทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การหาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์จาก 4 สูตร ซึ่งมีส่วนผสม แสดงดัง Table 1 และแต่ละสูตรมีกรรมวิธีการผลิต ได้แก่ สูตรที่ 1 ทำได้โดยการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจนจน แป้งเนียน ห่อแป้งด้วยพลาสติกแรปพักไว้ 10 นาที จากนั้นรีดแป้งความหนา 3 มม. แล้วใช้พิมพ์สี่เหลี่ยมกดเป็นชิ้น ขนาด 4x6 ซม. อบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 10 นาที (Klunklin and Savage, 2018) สำหรับสูตรที่ 2 ทำได้โดยการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจนจนแป้งเนียน จากนั้นคลึงให้เป็นแผ่นหนา 3 มม. แล้วใช้พิมพ์กดเป็นชิ้น ขนาด 4x6 ซม. อบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 20 นาที (ปริญญช, 2552) สูตรที่ 3 ทำได้โดยนำแป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง และเกลือมาผสมกับเนย แล้วนวดให้เข้ากัน พักไว้ 10 นาที จากนั้นนำแป้งไปคลึงเป็นแผ่นหนาประมาณ 3 มม. ใช้พิมพ์กดหรือตัด ขนาด 4x6 ซม. นำไปอบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 20 นาที (ปริญญช และคณะ, 2565) และสูตรที่ 4 ทำได้โดยการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจน พักแป้ง 20 นาที จากนั้นคลึงให้เป็นแผ่นหนา 3 มม. แล้วใช้พิมพ์กดเป็นชิ้น ขนาด 4x6 ซม.

อบที่อุณหภูมิ 145 °C เป็นเวลา 20 นาที (Ruechakul *et al.*, 2014) นำตัวอย่างแครกเกอร์ทั้ง 4 สูตรบรรจุใส่ซองพลาสติกใส (ขนาด 1 ชั้น/ซอง) ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก และเก็บรักษาในกล่องพลาสติกปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C)

2. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการสุ่มตัวอย่างแครกเกอร์เพื่อประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยคะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ผ่านการประเมิน และได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ภายใต้รหัสการรับรอง COE NO.RUTS-IRB.2566.092/21.08 จากนั้นคัดเลือกสูตรแครกเกอร์ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงที่สุด

Table 1 The ingredients of cracker for 4 formulas

Ingredients	Amount (%)			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Wheat flour	54.5	57.80	52.20	60.20
Water	26.1	15.90	1.20	-
Baker's yeast	0.6	0.40	-	-
Butter	13	23.30	27.00	18.00
Shortening	4.4	-	-	-
Milk	-	-	-	20.00
Salt	0.4	0.40	0.60	0.60
Icing sugar	-	-	19.00	-
Sugar	1	2.20	-	1.20

Note: Formula 1 (Klunklin and Savage, 2018), Formula 2 (Preyanuch, 2552), Formula 3 (Prachsanee *et al.*, 2565) and Formula 4 (Ruechakul *et al.*, 2014)

3. การเตรียมมันสำปะหลัง

นำมันสำปะหลังชนิดหวาน (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) พันธุ์ 5 นาที่ (sweet cassava, Hanatee variety) ล้างทำความสะอาด เอาเศษดินออก จากนั้นปอกเปลือกออก และล้างอีกครั้ง นำไปหั่นเป็นแว่นความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนน้ำที่แช่ทุก 30 นาที จากนั้นสะเด็ดน้ำ นำเข้าอบในตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้มีลักษณะเป็นแป้งเนื้อละเอียด (เบญจพร และคณะ, 2546)

4. การหาปริมาณมันสำปะหลังที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

จากสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์ที่คัดเลือกได้จากข้อ 2 ทำการศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันสำปะหลังที่ต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100% โดยน้ำหนักของแป้งสาลี จากนั้นประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 30 คน เป็นนักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทำการทดสอบตามขั้นที่ผ่านการประเมิน และได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ภายใต้รหัสการรับรอง COE NO. RUTS-IRB.2566.092/21.08

5. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

วิเคราะห์คุณลักษณะของแครกเกอร์ ได้แก่ ค่าสี โดยเครื่องวัดค่าสี (Color Flex EZ รุ่น Hunter Lab, USA) รายงานเป็นค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) และเนื้อสัมผัส โดยเครื่อง texture analyzer (model TA-XT plus, Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัดชนิด Knife edge blade with slotted insert (HDP/BS) รายงานค่าในรูปของค่า hardness มีหน่วยเป็นกิโลกรัมแรง (kg force) ค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่อง

water activity meter (Aqua Lab 4TE, USA) ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC (2019) องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl โดยใช้ conversion factor คือ 6.25 ไขมัน แก๊ว คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร (dietary fiber) ตามวิธี AOAC (2019) ทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับการประเมินลักษณะทางกายภาพ-เคมีของแครกเกอร์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล

1. การหาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์จำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (Klunklin and Savage, 2018) สูตรที่ 2 (ปริญญ, 2552) สูตรที่ 3 (ปรีศนีย์ และคณะ, 2565) และสูตรที่ 4 (Ruechakul *et al.*, 2014) โดยประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าแครกเกอร์สูตรที่ 3 (ปรีศนีย์ และคณะ, 2565) ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ย เท่ากับ 8.00, 8.10, 7.93, 8.53, 8.30 และ 8.70 ตามลำดับ แสดงดัง Table 2 ดังนั้นจึงคัดเลือกแครกเกอร์สูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาขั้นต่อไป

2. ผลของปริมาณฟลาวมันสำปะหลังชนิดหวานต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบมีต่อแครกเกอร์สูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันสำปะหลังระดับต่างๆ แสดงดัง Table 3 พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของแครกเกอร์ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันสำปะหลัง 60% มีคะแนนสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ย

เท่ากับ 8.53, 8.63, 8.53, 8.57, 8.60 และ 8.73 ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อปริมาณฟลาวมันส์สำหรับเพิ่ม (มากกว่า 60%) ส่งผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยมี

แนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นว่าการใช้ฟลาวมันส์สำหรับ 60% ในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ

Table 2 The sensory acceptance score of crackers in different formulas

Characteristics	Sensory acceptance score			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Appearance	7.27±1.44 ^{ab}	7.17±1.26 ^b	8.00±1.51 ^a	7.90±1.45 ^{ab}
Color	7.50±1.36 ^{ab}	7.07±1.31 ^b	8.10±1.18 ^a	7.67±1.49 ^{ab}
Odor	7.23±1.30 ^{ab}	7.20±1.24 ^{ab}	7.93±1.62 ^a	6.93±1.31 ^b
Taste	6.87±1.41 ^{bc}	7.33±1.15 ^b	8.53±1.17 ^a	6.50±1.36 ^c
Texture	7.60±1.41 ^b	7.20±1.00 ^b	8.30±1.51 ^a	6.37±1.45 ^c
Overall	7.43±1.17 ^b	7.43±1.01 ^b	8.70±0.53 ^a	6.77±1.28 ^c

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=3). Different letters in the same row indicated significant differences ($p \leq 0.05$).

Table 3 The sensory acceptance score of crackers substituted cassava at different level

Characteristics	Substitution of cassava (%)					
	0	20	40	60	80	100
Appearance	8.30±0.65 ^{ab}	8.30±0.75 ^{ab}	8.13±0.63 ^b	8.53±0.68 ^a	7.97±0.76 ^b	7.93±0.78 ^b
Color	7.90±0.71 ^{bc}	8.27±0.64 ^b	7.93±0.87 ^{bc}	8.63±0.56 ^a	7.57±0.73 ^c	7.83±0.75 ^c
Odor	7.27±1.05 ^d	7.43±0.97 ^{cd}	7.83±0.91 ^{bc}	8.53±0.57 ^a	7.97±0.81 ^b	8.10±0.80 ^{ab}
Taste	7.63±0.76 ^b	7.60±0.67 ^b	7.90±0.71 ^b	8.57±0.68 ^a	7.80±0.85 ^b	7.77±0.73 ^b
Texture	8.13±0.57 ^b	8.03±0.67 ^b	7.90±0.71 ^b	8.60±0.56 ^a	8.10±0.66 ^b	7.53±0.68 ^c
Overall	7.97±0.56 ^b	7.77±0.63 ^b	7.97±0.61 ^b	8.73±0.58 ^a	7.83±0.75 ^b	7.70±0.70 ^b

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=3). Different letters in the same row indicated significant differences ($p \leq 0.05$).

3. คุณลักษณะทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่มีปริมาณฟลาวมันส์สำหรับแตกต่างกัน แสดงดัง Table 4 พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของแครกเกอร์สูตรควบคุม (แป้งสาลี 100%) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 32.36 และมีค่า L^* ลดลง เมื่อปริมาณฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ปริมาณ

ฟลาวมันส์สำหรับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยแครกเกอร์ที่มีส่วนผสมของฟลาวมันส์สำหรับ 100% มีค่า a^* และ b^* สูงที่สุด เท่ากับ 5.27 และ 18.04 ตามลำดับ

ลักษณะแครกเกอร์ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันส์สำหรับที่ระดับต่างๆ แสดงให้เห็นว่าแครกเกอร์ที่มีส่วนผสมของฟลาวมันส์สำหรับ มีลักษณะสีเหลืองเข้มกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม Figure 1 ซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* , a^* และ b^* ดัง Table 4

Table 4 The color values (L^* , a^* and b^*) of crackers substituted cassava at different level

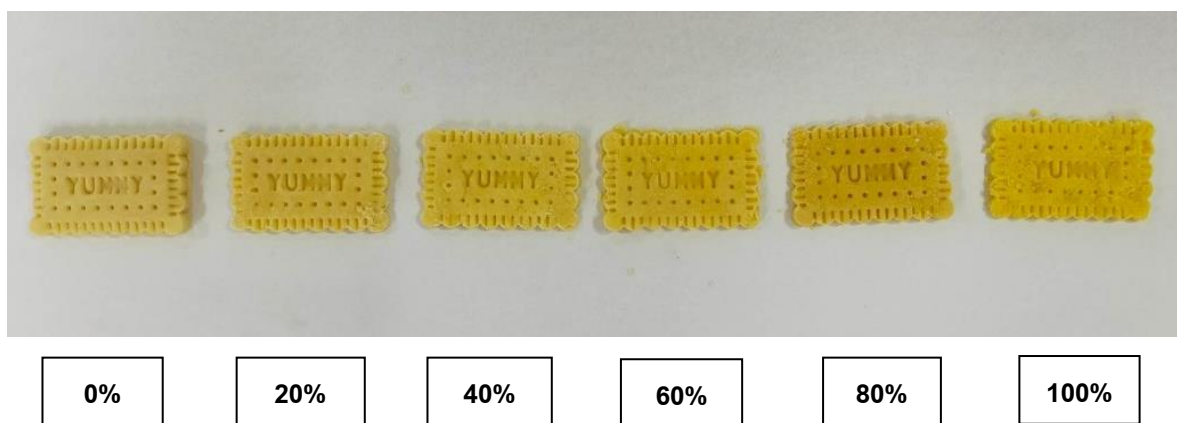
Color value	Substitution of cassava (%)					
	0	20	40	60	80	100
L^*	32.36±0.07 ^a	32.40±0.03 ^a	29.29±0.06 ^c	30.00±0.08 ^b	27.68±0.10 ^e	28.93±0.05 ^d
a^*	3.91±0.14 ^d	3.79±0.07 ^e	5.30±0.09 ^a	4.70±0.05 ^c	4.93±0.09 ^b	5.27±0.05 ^a
b^*	12.70±0.20 ^f	14.17±0.07 ^e	14.59±0.10 ^d	15.98±0.04 ^b	15.39±0.20 ^c	18.04±0.09 ^a

Each value was expressed as the mean $\pm$ standard deviation ($n=3$). Different letters in the same row indicated significant differences ($p \leq 0.05$).

Note : L^* = lightness (+ = lighter, - = darker)

a^* = red to green (+ = redder, - = greener)

b^* = yellow to blue (+ = yellower, - = bluer)

**Figure 1** The appearance of crackers substituted cassava at different level

ลักษณะเนื้อสัมผัส ในรูปของค่า hardness (ความแข็ง) ของแครกเกอร์ที่มีปริมาณของฟลาวมันส์ปะหลังแตกต่างกัน 6 ระดับ แสดงดัง Table 5 พบว่า ปริมาณมันส์ปะหลังมีผลต่อค่า hardness ของแครกเกอร์ โดยแครกเกอร์สูตรควบคุม (แป้งสาลี 100%) มีค่า hardness สูงที่สุด เท่ากับ 1.83 kg force ($p \leq 0.05$) ในขณะที่แครกเกอร์ปริมาณมันส์ปะหลังทั้ง 4 ระดับ (20, 40, 60 และ 60%) มีค่า hardness ต่ำกว่าสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ แครกเกอร์ที่มีฟลาวมันส์ปะหลัง 20 และ 40% มีค่า hardness สูงกว่าฟลาวมันส์ปะหลัง 60-100% ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟลาวมันส์ปะหลังที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า hardness ของแครกเกอร์มีแนวโน้มลดลง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น และค่า water activity (a_w) ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มันส์ปะหลัง 0, 20, 40, 60, 80 และ 100% แสดงดัง Table 5 พบว่า

ปริมาณความชื้นของแครกเกอร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันส์ปะหลังเพิ่มขึ้น โดยปริมาณความชื้นทุกชุดการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 3.15-4.98% เช่นเดียวกับกับ ค่า a_w โดยค่า a_w ของแครกเกอร์ทุกชุดการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.35-0.42 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันส์ปะหลังเพิ่มขึ้น

4. องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มันส์ปะหลัง 60% มีความแตกต่างกับแครกเกอร์สูตรควบคุม (แป้งสาลี 100%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนไขมัน ถั่ว คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารของแครกเกอร์มันส์ปะหลัง 60% มีปริมาณเท่ากับ 6.86, 23.88, 1.25, 69.16 และ 3.06% ตามลำดับ ในขณะที่แครกเกอร์สูตรควบคุม มีปริมาณเท่ากับ

2.29, 23.27, 1.81, 64.87 และ 3.43% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแครกเกอร์มันสำปะหลัง 60% มีปริมาณเถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารสูงกว่าแครกเกอร์ชุดควบคุม ในขณะที่มีปริมาณโปรตีน

และไขมัน ต่ำกว่าแครกเกอร์ชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากแครกเกอร์สูตรควบคุมมีส่วนผสมของแป้งสาลีสูงกว่าแครกเกอร์มันสำปะหลัง

Table 5 The hardness of crackers substituted cassava at different level

Substitution of cassava (%)	Hardness (kg force)
0	1.83±0.04 ^a
20	1.67±0.02 ^b
40	1.63±0.00 ^b
60	1.39±0.10 ^c
80	1.42±0.00 ^c
100	1.43±0.01 ^c

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=3). Different letters in the same column indicated significant differences ($p \leq 0.05$).

Table 6 The moisture content and water activity (a_w) of crackers substituted cassava at different level

Substitution of cassava (%)	Moisture content (%)	Water activity (a_w)
0	3.37±0.26 ^e	0.355±0.010 ^d
20	3.15±0.04 ^e	0.400±0.010 ^b
40	3.74±0.07 ^d	0.391±0.001 ^c
60	4.01±0.16 ^c	0.410±0.001 ^b
80	4.65±0.29 ^b	0.412±0.010 ^a
100	4.98±0.04 ^a	0.416±0.001 ^a

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=3). Different letters in the same column indicated significant differences ($p \leq 0.05$).⁶

วิจารณ์

แครกเกอร์สูตรที่ 3 (ปริศนีย์ และคณะ, 2565) ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาขั้นตอนถัดไป เนื่องจากมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้สูตรที่ 3 มีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลี 52.20% น้ำ 1.20% เนย 27% เกลือ 0.60% และน้ำตาลไอซิ่ง 19% และมีส่วนผสมที่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 2 คือ ไม่มีส่วนผสมของยีสต์ เนยขาว นม และน้ำตาลทราย ซึ่งอาจส่งผลต่อกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากกว่าสูตรอื่น โดยสูตรที่ 3 มีเนย และน้ำตาลในปริมาณ

สูงที่สุด ส่งผลให้กลิ่น และรสชาติของแครกเกอร์มีความหอม และรสหวานกว่าสูตรที่ 1, 2 และ 4 ส่วนยีสต์มีบทบาททำให้โดมีค่าพีเอชลดลง ซึ่งเกิดจากการผลิตกรดอินทรีย์ขึ้นในระหว่างการหมัก ทั้งนี้กรดสามารถย่อยพันธะของกลูเตน ทำให้โดมีค่าการยืดขยายมากขึ้น แต่ความคงทนต่อการยืดขยายลดลง สามารถอุ้มอากาศได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกง่าย (Pizzinatto and Hosene, 1989) ในขณะที่สูตรที่ 4 มีส่วนผสมที่แตกต่างจากสูตรที่ 3 คือ มีส่วนผสมของนม และน้ำตาลทราย ซึ่งส่งผลต่อลักษณะของแครกเกอร์ที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับน้อยที่สุด

ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟลาวมันสำหรับ 6 ระดับ พบว่า แครกเกอร์มันสำหรับ 60% มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) และเมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น (มากกว่า 60%) ส่งผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีที่ลดลง เมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟลาวมันสำหรับมีสีเหลืองอ่อน จึงส่งผลให้แครกเกอร์มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น

Table 7 The chemical compositions of cassava cracker and control cracker (wheat flour 100%)

Compositions	Content (g/100g)	
	Control	Cassava 60%
Protein*	6.86±0.06	2.29±0.00
Crude fat*	23.88±0.28	23.27±0.00
Ash*	1.25±0.02	1.81±0.00
Carbohydrate*	64.87±0.28	69.16±0.05
Dietary fiber*	3.06±0.00	3.43±0.00

Each value was expressed as the mean $\pm$ standard deviation (n=3). * means the value was significant differences at 95% ($p \leq 0.05$).

คุณลักษณะทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ในขณะที่ ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้สอดคล้องกับค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของฟลาวมันสำหรับ และแป้งสาลีที่วิเคราะห์ได้ โดยพบว่าฟลาวมันสำหรับ มีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 82.14, 2.41 และ 20.39 ตามลำดับ ส่วนแป้งสาลี มีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 90.67, 0.39 และ 3.92 ตามลำดับ นอกจากนี้สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของฟลาวมันสำหรับ ที่มีสีเหลืองอ่อน ในขณะที่แป้งสาลีมีสีขาว ส่งผลให้แครกเกอร์มันสำหรับมีสีเหลืองที่เข้มกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุมที่ไม่มีฟลาวมันสำหรับ

ลักษณะเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ หรือค่า hardness มีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งสาลีมีองค์ประกอบของกลูเตนที่ทำให้มีความเหนียว และทำให้แป้งมี

ซึ่งผลการประเมินสอดคล้องกับค่าสีของแครกเกอร์ โดยมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัทรินทร์ และคณะ (2547) รายงานว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟลาวมันสำหรับมีค่าความขาวน้อยกว่าแป้งสาลี

ความแข็ง ในขณะที่ฟลาวมันสำหรับไม่มีองค์ประกอบของกลูเตน ส่งผลให้ลักษณะแครกเกอร์มีความร่วน ซึ่งมีความร่วนเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า hardness มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้ พบว่าค่า hardness ที่ลดลง สอดคล้องกับปริมาณความชื้นในแครกเกอร์ โดยแครกเกอร์มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันสำหรับเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนชัย และคณะ (2564) รายงานว่า แครกเกอร์ข้าวกล้องงอกที่ทดแทนแป้งข้าวกล้องงอกด้วยสตาร์ชมันสำหรับแบบฟรีเจลาทีไนซ์ 20% ส่งผลให้ค่าความแข็งของแครกเกอร์ลดลง รวมถึงการพองตัวของแครกเกอร์จากแป้งข้าวกล้องงอกมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากโดอ์มน้ำได้มากขึ้น ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่ามากขึ้น ผิวนอกของผลิตภัณฑ์จึงไม่แห้งจนเกินไป ทำให้ความแข็งลดลง นอกจากนี้ การขยายตัวของโดสูงขึ้นระหว่างอบทำให้ชั้นผิวนอกของผลิตภัณฑ์บางลงแครกเกอร์จึงแตกได้ง่ายขึ้น

ความชื้น และค่า water activity (a_w) ที่เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มมีความชื้นสูงกว่าแป้งสาลี โดยฟลาวมันส์สำหรับมีความชื้น และค่า a_w เท่ากับ 13.45% และ 0.62 ในขณะที่แป้งสาลีมีความชื้นและค่า a_w เท่ากับ 11.06% และ 0.58 จึงส่งผลต่อปริมาณความชื้นในแครกเกอร์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ แครกเกอร์สำหรับเพิ่ม 0-60% มีปริมาณความชื้นสอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมปังกรอบ มผช. 523/2555 ที่กำหนดให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 4% ทั้งนี้ปริมาณความชื้น และค่า a_w สามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยอาหารที่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.60 จัดเป็นอาหารที่เน่าเสียยาก และส่งผลให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นานมากขึ้น

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าฟลาวมันส์สำหรับเพิ่ม นอกจากนี้ ฟลาวมันส์สำหรับมีส่วนของแป้ง และใยอาหารที่สูงกว่าแป้งสาลี จึงส่งผลให้แครกเกอร์สำหรับเพิ่มมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และใยอาหารสูงกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจพร และคณะ (2546) รายงานว่าฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มพันธุ์ห่านาที่ มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 0.46, 1.49, 1.52, 3.56 และ 85.92% ตามลำดับ ในขณะที่แป้งสาลีมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 1.93, 14.70, 0.70, 0.84 และ 72.73% ตามลำดับ (Ocheme and Adedeji, 2018) แสดงให้เห็นว่าฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มมีปริมาณเถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแป้งสาลี นอกจากนี้ ญาณิศา (2562) รายงานว่า แครกเกอร์ที่ใช้ฟักทองทดแทนแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์ท้องตลาด

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสามารถฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ได้บางส่วน โดยการทดแทนด้วยฟลาวมันส์สำหรับเพิ่ม 60% ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มี

คุณภาพที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม นอกจากนี้ สามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทอื่นที่ต้องการทดแทนปริมาณแป้งสาลี รวมถึงเพิ่มมูลค่าให้กับมันส์สำหรับเพิ่ม

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยงบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม งบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2566

เอกสารอ้างอิง

- เบญจพร มีเกาะ, หทัยรัตน์ ริมศิริ, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และสุนันรัตน์ ชื่นพุฒิ. (2546). การใช้ฟลาวมันส์สำหรับเพิ่มทดแทนแป้งสาลีในพายกรอบ การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (น. 230-235). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. (2564). *ส่งออกสินค้าเบเกอรี่ บิสกิต และเวเฟอร์ ของไทยเติบโตต่อเนื่อง*. เมื่อ 10 มกราคม 2566, จาก <https://www.dtn.go.th/th/content/category/detail/id/982/iid/3313>.
- ญาณิศา โพธิ์รัตนโส. (2562). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ฟักทองปลอดกลูเตน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม .
- ธนชัย จิระวรเกียรติ, ปัทมา ปานเจริญ, พรรณพภานาคะโว, มนชนก ตระกูลทา และอาภัสรา แสงนาค. (2564). ผลของสตาร์ชมันส์สำหรับเพิ่มแบบพรีเจลาทีไนซ์ และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสต่อคุณภาพของแครกเกอร์ที่ทำจากข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 6(1), 27-36.

- ธิดารัตน์ แสนพรม. (2565). ผลของปริมาณงาขี้ม่อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กฟลาวม้นสำหรับหลังวัยการใช้ไมโครเวฟในการอบ. วารสารมหาวิทยาลัยศรีเตียน, 28(4), 88-99.
- ปรีศนีย์ กองวงศ์, ศิริลักษณ์ พวงกล้ากุล, และอรทัย บุญทะวงศ์. (2565). การศึกษาคุณภาพของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นครราชสีมา, 71(1), น. 65-73.
- ปริญญ โดเจริญ. (2552). *Easy Cookies*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์.
- พัชรินทร์ เพชรมาก, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, วิชัย หฤทัยธนาสันต์, กล้าณรงค์ ศรีรอด และ ชื่นจิตต์ แจ่มเจนกิจ. (2547). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลดพลังงานจากฟลาวม้นสำหรับหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์-50. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (น. 582-589). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรินทร์ เพชรมาก. (2547). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลดพลังงานจากฟลาวม้นสำหรับหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์- 50. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริลดา ศรีกอก. (2564). การใช้แป้งพรีเจลลาตินซ์เมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.), 8(2), 22-42.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2555). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังกรอบ มพข 523/2555. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.
- สุทธิสา ดัชนี. (2022). ฟลาวม้นสำหรับ. การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).
- AOAC. 2019. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists: official methods of analysis of AOAC international*. (21 Ed), Washington DC : AOAC.
- klunklin, W., and Savage, G. (2018). "Biscuits: A substitution of wheat flour with purple rice flour. *International Journal of Food Science and Technology*. 2(3), 81-97. doi: 10.22606/afse.2018.23001.
- Ocheme, O.B., and Adediji, O.E. (2018). Proximate composition, functional, and pasting properties of wheat and groundnut protein concentrate flour blends. *Food Science and Nutrition*. 6(5), 1173-1178. doi: 10.1002/fsn3.670.
- Pizzinatto, A., and Hosene, A.C. (1980). Rheology change in cracker sponges during fermentation. *Cereal Chemistry*. 57(3), 185-188.
- Puechkamut, Y., and Phewnim, W. (2011). Quality improvement of sandwich bread substituted wheat flour with soy milk residue. *The Journal of KMUTNB*, 21(3), 607-616.
- Ruechakul, W., Punsawat, N., and Maneeroch, J. (2014). Effect of rice bran oil, baking temperature and time on the quality of salmon crackers from salmon trimming. *52nd Kasetsart University Annual Conference*. Bangkok: Kasetsart University.