

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวและแป้งกล้วย สินค้าโอท็อปอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย

### Development of Gluten-free Cracker from Rice and Banana Flour, OTOP of Mae Lao District Chiang Rai Province

นุกูล อินทกุล<sup>1\*</sup> วรลักษณ์ วรรณโล<sup>2</sup> พรหทัย พุทธรวัน<sup>1</sup> ธัญญา มุลตัน<sup>1</sup>  
สุรินทร์ บุญทราย<sup>1</sup> และ ชิชณพงษ์ บรรจง<sup>1</sup>

Nukul Intakul<sup>1\*</sup>, Woraluk Wannalo<sup>2</sup>, Pornhatai Puttawan<sup>1</sup>, Thanya Moonton<sup>1</sup>,  
Surin Boonsai<sup>1</sup> and Chisnupong Banjong<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งผสมและแป้งกล้วยที่เหมาะสมในแครกเกอร์ปราศจากกลูเตน โดยศึกษาปริมาณแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งกล้วย ในอัตราส่วนที่ต่างกัน 4 สูตร ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับแครกเกอร์ที่มีแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งกล้วยในอัตราส่วน 1:1:1 มากที่สุด ( $p < 0.05$ ) จึงคัดเลือกมาศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสม โดยใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งผสมร้อยละ 0 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด พบว่า แป้งกล้วยมีผลทำให้ปริมาณเถ้าทั้งหมดในแครกเกอร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคให้การยอมรับแครกเกอร์ที่ใช้แป้งกล้วยร้อยละ 10 มากที่สุด ( $p < 0.05$ ) และมีปริมาณโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร เท่ากับร้อยละ  $9.33 \pm 0.37$   $21.78 \pm 0.14$   $3.41 \pm 0.02$  และ  $11.71 \pm 0.39$  โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ  $145.73 \pm 3.79$  มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม แครกเกอร์ที่ได้จัดเป็นขนมอบเพื่อสุขภาพ ปราศจากกลูเตน มีโปรตีน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุสูง

**คำสำคัญ:** แครกเกอร์ปราศจากกลูเตน แป้งข้าว แป้งกล้วย

Received: 21 December 2020; Accepted: 8 May 2021

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000

<sup>1</sup> Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University. Maung District, Chiang Rai Province. 57000.

<sup>2</sup> สำนักวิชาบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000

<sup>2</sup> Faculty of Accounting, Chiang Rai Rajabhat University. Maung District, Chiang Rai Province. 57000.

\*Corresponding author: n.intakul@gmail.com

## Abstract

The objective of this research was to study the suitability of mixed flour ratio and banana flour in gluten-free crackers. Studying the ratio of mixed flour among 4 formulas. It was found that crackers made with rice flour, tapioca flour, and white bean flour at the ratio of 1:1:1 showed the highest sensory score ( $p < 0.05$ ). This mixed flour ratio was then used to further study an appropriate ratio in substituting banana flour at 0, 10, 20, and 30 (% of total flour weight). The results showed that the added banana flour significantly increased the amount of total ash ( $p < 0.05$ ). The crackers with 10% substitution of banana flour showed the highest sensory score ( $p < 0.05$ ). The banana flour crackers also contained protein, fat, minerals, dietary fiber and total phenolic compound at  $9.33 \pm 0.37$ ,  $21.78 \pm 0.14$ ,  $3.41 \pm 0.02$ ,  $11.71 \pm 0.39$  (% wet basis) and  $145.73 \pm 3.79$  (mg of GAE/100g) respectively. They are thus considered healthy, gluten-free, high protein, fiber and minerals crackers.

**Keywords:** Gluten-free Cracker, Rice Flour, Banana Flour

### บทนำ

ในปัจจุบัน อาหารปราศจากกลูเตน (Gluten-free) มีความต้องการเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคแพ้กลูเตน (Coeliac disease) ที่เกิดจากการได้รับกลูเตนจากอาหารที่มีข้าวสาลี ข้าวไรน์ และข้าวบาเลย์เป็นส่วนผสม เช่น ขนมอบแป้งสาลี พาสต้า ซีเรียล และอาหารที่มีแป้งผสมเพื่อให้มีความชื้นเหนียว การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวซึ่งปราศจากกลูเตนโดยธรรมชาติ จึงได้รับความสนใจมากขึ้น (วิภา, 2556) และจากข้อมูลทางการตลาดได้ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มบิสกิตเป็นที่นิยมและเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น เพื่อส่งเสริมและพัฒนาสินค้าไอทอปอ์คาอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย งานวิจัยนี้ จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบแครกเกอร์ปราศจากกลูเตน โดยใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิเป็นวัตถุดิบหลักเสริมด้วยแป้งกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดสินค้ากลุ่มไอทอปอ์ให้มีมูลค่าและสร้างโอกาสทางการตลาดมากขึ้น

จากผลการศึกษาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวในปัจจุบัน พบว่าส่วนประกอบแป้งที่เหมาะสมประกอบด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโอ๊ต ในอัตราส่วน

1.5:1:0.5 มีความเหมาะสมมากที่สุด (ธัญญา และปัญญาพร, 2562) อย่างไรก็ตาม ข้าวโอ๊ตไม่อยู่ในกลุ่มธัญพืชที่มีกลูเตน แต่มักจะเกิดการปนเปื้อนจากการเพาะปลูกและการแปรรูปได้ จึงควรปรับส่วนประกอบโดยเลือกใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นที่มีความเหมาะสมและดีต่อสุขภาพ ได้แก่ แป้งข้าว ซึ่งไม่มีโปรตีน เส้นใยอาหารสูง และมีสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะมัยเลส (จุฑารัตน์, 2557) นอกจากนี้ แป้งกล้วยดิบ ยังเป็นแหล่งของโปรตีน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร (da Mota et al., 2000) มีแป้งต้านการย่อย (Resistance starch) มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และเป็นพรีไบโอติกดีต่อระบบทางเดินอาหาร (Bezerra et al., 2013) และมีสารประกอบฟีนอลิกที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (กุหลาบ และขวัญชัย, 2556)

การวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งผสมของแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าว และแป้งกล้วยที่เหมาะสมในแครกเกอร์ปราศจากกลูเตน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

## วิธีการวิจัย

### ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วย

นำแป้งกล้วย สีนค้ำโอบทอป กลุ่มกล้วยตากแม้วลาว อำเภอมะแม้ว จังหวัดเชียงราย ซึ่งผลิตจากเนื้อกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช (Cavendish) ผลดิบแก่จัดเปลือกมีสีเขียวทั้งผล มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

### ศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสม

เตรียมแครกเกอร์โดยใช้แป้งผสม ซึ่งประกอบด้วย แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาวในสัดส่วนที่ต่างกัน 4 สูตร คือ 2:1:0 1.5:1:0.5 1:1:1 และ 0.5:1:1.5 โดยมีส่วนประกอบแครกเกอร์ คือ แป้งผสม น้ำ เนยสด นมผง น้ำตาล กลีนิวนิลาเกลือ และเบคกิ้งโซดา ในปริมาณร้อยละ 49.0 22.4 16.4 8.2 1.6 1.2 0.8 และ 0.4 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ นำส่วนผสมทั้งหมดมาวัดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเครื่องผสม (Kitchenaid รุ่น 5KSM150 PSEER) แล้วรีดเป็นแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พักให้เย็น บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ปิดสนิท นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

### ศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสม

เตรียมแครกเกอร์ตามขั้นตอนในการศึกษาอัตราส่วนแป้งผสมที่เหมาะสม โดยเตรียมสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากนั้นใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งผสมในปริมาณที่ต่างกัน 4 สูตร คือ ร้อยละ 0 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักแป้งผสมทั้งหมด แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

### การวิเคราะห์คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใย

อาหาร ตามวิธีการของ AOAC (2020) และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาคาร์โบไฮเดรต โดย % คาร์โบไฮเดรต = 100 - % ความชื้น - % เถ้า - % โปรตีน - % ไขมัน - % เส้นใยอาหาร และวิเคราะห์ค่าน้ำไออิสระ (Water activity,  $a_w$ ) ด้วยเครื่องวัดน้ำไออิสระ (Aqua Lab 4TE)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) และวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity ดัดแปลงวิธีของ Wanyo et al., (2014) และ Irakli et al., (2015) เตรียมสารสกัดตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างและสารละลายผสม (เมทานอลและน้ำ 70:30 โดยปริมาตร) ในอัตราส่วน 1:10 โดยน้ำหนัก สกัดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที แยกส่วนที่เป็นของเหลว นำมากรองด้วยกระดาษกรองได้เป็นสารสกัดตัวอย่าง

นำสารสกัดตัวอย่างมา 300 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Fo-lin Ciocalteu's reagent (ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 2.25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลายโซเดียมโบคาร์โบเนต (ร้อยละ 6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 2.25 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 90 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง

นำสารสกัดตัวอย่างที่ได้ 0.1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.9 มิลลิลิตร ผสมด้วยเครื่อง vortex mixer 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วคำนวณร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) เท่ากับ  $[(A_0 - A_e)/A_0] \times 100$  เมื่อ  $A_0$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของแบลนค์  $A_e$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

### การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยใช้

วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

#### ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

##### ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วย

แป้งกล้วย สีน้ข้าวโอทอปกลุ่มกล้วยตากแม่ลาว มีความชื้นร้อยละ  $7.09 \pm 0.01$  มีค่า  $a_w$   $0.33 \pm 0.00$  ซึ่งสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานแป้งกล้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2550) มีโปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยอาหาร เท่ากับร้อยละ  $4.75 \pm 0.40$   $0.24 \pm 0.04$   $3.16 \pm 0.10$  และ  $11.93 \pm 0.04$  ตามลำดับ ซึ่งมีค่า

ใกล้เคียงกับผลการศึกษาแป้งกล้วย 8 ชนิดในประเทศบราซิล ได้แก่ Ouro colatina Nanica Nanicao Prata ana Prata comum Mysore Maca และ Ouro da mata ที่พบว่าแป้งจากเนื้อกล้วยดิบมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยอาหารร้อยละ  $4.0 - 6.0$   $2.5 - 3.3$   $0.3 - 0.8$   $2.6 - 3.5$  และ  $6 - 15.5$  ตามลำดับ (da Mota et al., 2000) ในด้านการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด  $6.20 \pm 0.00$  มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม ซึ่งสูงกว่าแป้งจากกล้วยไข่ กล้วยหอมทอง กล้วยหักมุก และกล้วยน้ำว้าดิบ ที่มีรายงานพบในปริมาณ 2.10 2.01 1.68 และ 1.31 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (กุหลาบ และขวัญชัย, 2556) และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของแป้งกล้วย มีค่าเท่ากับร้อยละ  $15.86 \pm 0.75$  ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วย สีน้ข้าวโอทอป กลุ่มกล้วยตากแม่ลาว สามารถใช้เสริมคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารได้ โดยเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร แร่ธาตุ สารประกอบฟีนอลิก และแป้งด้านการย่อยที่มีรายงานพบในแป้งกล้วยหอมคาเวนดิช ผลดิบแก่จัด ในปริมาณร้อยละ  $40.14 \pm 0.34$  (Bezerra et al., 2013)

##### ผลการศึกษาสัดส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสม

องค์ประกอบทางเคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งผสมแตกต่างกัน 4 สูตร แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาวแตกต่างกัน

สูตร	$a_w$	ความชื้น (% by wt.)	โปรตีน (% by wt.)	ไขมัน (% by wt.)	เถ้า (% by wt.)	เส้นใย <sup>ns</sup> (% by wt.)
1	$0.26 \pm 0.00^a$	$2.89 \pm 0.07^a$	$7.92 \pm 0.28^a$	$19.64 \pm 0.15^a$	$3.05 \pm 0.00^a$	$11.96 \pm 0.07$
2	$0.33 \pm 0.00^c$	$4.27 \pm 0.03^d$	$8.82 \pm 0.11^b$	$19.47 \pm 0.12^a$	$3.17 \pm 0.00^a$	$11.91 \pm 0.14$
3	$0.27 \pm 0.00^b$	$3.22 \pm 0.03^b$	$10.05 \pm 0.21^c$	$20.90 \pm 0.57^b$	$3.38 \pm 0.07^b$	$12.20 \pm 0.03$
4	$0.34 \pm 0.00^d$	$3.92 \pm 0.04^c$	$11.89 \pm 0.26^d$	$21.94 \pm 0.27^c$	$3.86 \pm 0.33^c$	$12.87 \pm 0.56$

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราส่วนแป้งข้าว : แป้งมันสำปะหลัง : แป้งถั่วขาว เท่ากับ 2 : 1 : 0 1.5 : 1 : 0.5 1 : 1 : 1 และ 0.5 : 1 : 1.5 ตามลำดับ

จากตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณโปรตีนร้อยละ  $7.92 \pm 0.28$  -  $11.89 \pm 0.26$  ไขมันร้อยละ  $19.47 \pm 0.12$  -  $21.94 \pm 0.27$  เถ้าร้อยละ  $3.05 \pm 0.00$  -  $3.86 \pm 0.33$  และเส้นใยอาหารร้อยละ  $11.91 \pm 0.14$  -  $12.87 \pm 0.56$  มีความชื้นร้อยละ  $2.89 \pm 0.07$  -  $4.27 \pm 0.03$  และค่า  $a_w$   $0.26 \pm 0.00$  -  $0.34 \pm 0.00$  ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขนมปังกรอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) และจัดเป็นอาหารกลุ่มที่เสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ยาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีค่า  $a_w$  ต่ำกว่า 0.7 จึงทำให้อาหารประเภทนี้เสื่อมเสียได้ยาก

การเพิ่มสัดส่วนแป้งข้าวมีผลให้แครกเกอร์มีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น โดยสูตรที่ 4 ซึ่งมีแป้งข้าว

มากที่สุด มีโปรตีน ไขมัน และเถ้าสูงกว่าสูตรที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) นอกจากนั้น แป้งข้าวยังมีผลทำให้เส้นใยอาหาร มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากกว่าข้าวกล้อง โดยแป้งข้าวมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยอาหารร้อยละ 11.07 20.28 1.8 4.10 และ 31.73 ตามลำดับ (จุฑารัตน์, 2557) ส่วนแป้งข้าวกล้องมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยอาหารร้อยละ 6.70 8.25 2.53 1.19 และ 5.20 ตามลำดับ (สถาบันโภชนาการมหิดล, 2563)

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวแตกต่างกัน

สูตร	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น <sup>ns</sup>	รสชาติ <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
1	$7.25 \pm 0.55$	$7.95 \pm 1.05$	$7.25 \pm 0.85$	$7.10 \pm 1.07^a$	$7.25 \pm 0.91^a$
2	$7.60 \pm 0.88$	$7.65 \pm 0.81$	$7.35 \pm 0.59$	$7.25 \pm 0.85^{ab}$	$7.40 \pm 0.88^{ab}$
3	$7.65 \pm 0.74$	$7.50 \pm 0.83$	$7.30 \pm 1.17$	$8.00 \pm 0.80^c$	$8.50 \pm 0.69^c$
4	$7.45 \pm 0.89$	$7.45 \pm 0.83$	$7.55 \pm 1.15$	$7.60 \pm 0.75^{bc}$	$7.80 \pm 0.89^b$

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราส่วนแป้งข้าว : แป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าว เท่ากับ 2 : 1 : 0 1.5 : 1 : 0.5 1 : 1 : 1 และ 0.5 : 1 : 1.5 ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งผสมแตกต่างกัน 4 สูตร พบว่า สัดส่วนของแป้งผสมในแครกเกอร์ ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น และรสชาติ แต่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) การเพิ่มแป้งข้าวมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยสูตรที่ 3 ที่มีสัดส่วนของแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าว

เท่ากับ 1:1:1 มีค่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ  $8.00 \pm 0.80$  และ  $8.50 \pm 0.69$  ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก จึงคัดเลือกแครกเกอร์สูตรที่ 3 เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

#### ผลการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสม

องค์ประกอบทางเคมีและการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยในปริมาณแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ความชื้น	2.76±0.04 <sup>d</sup>	2.23±0.08 <sup>c</sup>	2.83±0.03 <sup>b</sup>	1.58±0.01 <sup>a</sup>
ค่าน้ำอิสระ (a <sub>w</sub> )	0.25±0.01 <sup>d</sup>	0.19±0.01 <sup>c</sup>	0.16±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.00 <sup>a</sup>
โปรตีน <sup>ns</sup>	9.84±0.42	9.33±0.37	9.17±0.06	9.33±0.12
ไขมัน <sup>ns</sup>	21.42±0.82	22.02±0.58	22.02±0.58	22.39±0.77
เถ้า	3.30±0.01 <sup>a</sup>	3.41±0.02 <sup>b</sup>	3.65±0.03 <sup>c</sup>	3.62±0.03 <sup>c</sup>
เส้นใยอาหาร <sup>ns</sup>	11.57±0.04	11.71±0.39	11.75±0.11	11.87±0.33
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	145.73±0.00 <sup>a</sup>	145.73±3.79 <sup>a</sup>	152.87±0.27 <sup>b</sup>	154.15±2.16 <sup>b</sup>
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	4.57±0.91 <sup>a</sup>	6.45±1.44 <sup>ab</sup>	9.25±0.05 <sup>bc</sup>	10.35±1.82 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวอนที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ตัวเลขในแนวอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรควบคุม สูตรที่ 2 3 และ 4 หมายถึง สูตรที่เติมแป้งกล้วยร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งผสมทั้งหมด สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด คำนวณเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คำนวณเป็นร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและเส้นใยอาหาร คำนวณเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

จากตารางที่ 3 พบว่า แครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 สูตร มีความชื้นและค่า a<sub>w</sub> อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขนมปังกรอบ และมีโปรตีน ไขมัน และเส้นใยอาหารร้อยละ 9.17±0.06 – 9.84±0.42 21.42±0.82 – 22.39±0.77 และ 11.57±0.04 – 11.87±0.33 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม แครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยร้อยละ 10 20 และ 30 มีเถ้าทั้งหมดสูงกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สอดคล้องกับผลการศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลี ในเส้นขนมปังอบแห้งมีผลทำให้ปริมาณเถ้าทั้งหมดสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ( $p < 0.05$ ) (Ritthiruangdej et al., 2011) นอกจากนี้ แครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยร้อยละ 20 และ 30 มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 152.87±0.27 และ 154.15±2.16 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับร้อยละ 9.25±0.05 และ 10.35±1.82 ซึ่งสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สอดคล้องกับผลการศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในขนมปังมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Arya and Poonia, 2019)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
1	8.20±1.40 <sup>b</sup>	7.80±0.95 <sup>a</sup>	6.25±1.48 <sup>a</sup>	5.70±1.52 <sup>a</sup>	6.80±1.32 <sup>a</sup>
2	7.65±1.23 <sup>b</sup>	7.35±1.04 <sup>ab</sup>	7.75±1.07 <sup>b</sup>	7.60±1.19 <sup>b</sup>	7.70±0.98 <sup>b</sup>
3	6.20±1.15 <sup>a</sup>	6.90±1.41 <sup>bc</sup>	6.50±1.61 <sup>a</sup>	6.95±1.00 <sup>bc</sup>	6.55±0.89 <sup>a</sup>
4	5.70±1.30 <sup>a</sup>	6.40±1.54 <sup>c</sup>	6.75±1.52 <sup>a</sup>	6.70±1.30 <sup>b</sup>	6.75±1.16 <sup>a</sup>

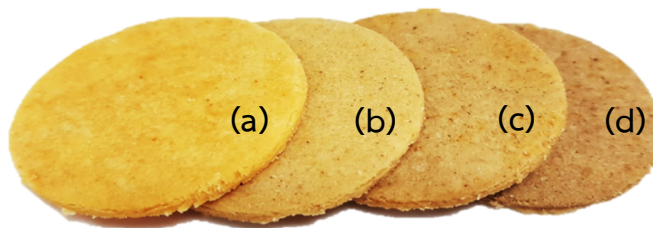
หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรควบคุมไม่เติมแป้งกล้วย

สูตรที่ 2 3 และ 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติมแป้งกล้วยในปริมาณร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งผสมทั้งหมด

จากตารางที่ 4 พบว่า การใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งผสมมีผลทำให้คะแนนความชอบในด้านสี และกลิ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แครกเกอร์มีสีคล้ำ ดังแสดงในภาพที่ 1 และมีกลิ่นหอมลดลง เนื่องจากแป้งกล้วยมีสีคล้ำที่เป็นผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกในระหว่างการแปรรูป (รสพร และคณะ, 2563) นอกจากนี้ กลิ่นแป้งกล้วยดิบมีผลทำให้แครกเกอร์มีกลิ่นหอมลดลง อย่างไรก็ตาม แครกเกอร์ที่เสริมแป้งกล้วยร้อยละ 10 20 และ 30 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากแป้งกล้วยมีแป้งต้านการย่อย เม็ดแป้ง (Starch granule) มีความหนาแน่นสูงจากการจัดเรียงตัวของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินเป็นผลึกในเม็ดแป้ง จึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสแครกเกอร์มีความแน่น กรอบ และแข็งมากขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าการใช้แป้งกล้วยในผลิตภัณฑ์ตุเลมิลทำให้เนื้อสัมผัสมีความแข็ง มีรูพรุนลดลง มีความเปราะมากขึ้น (รสพร และคณะ, 2563) โดย

แครกเกอร์ที่เติมแป้งกล้วยร้อยละ 10 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด ( $p < 0.05$ ) มีค่าคะแนนความชอบในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมมีค่าระหว่าง 7.60 -7.70 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก มีโปรตีน 6.6 และเส้นใยอาหาร เท่ากับร้อยละ  $9.33 \pm 0.37$   $3.41 \pm 0.02$  และ  $11.71 \pm 0.39$  ตามลำดับ และได้คัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยของกลุ่มโอท็อปอำเภอแม่ลาว และเมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์ในท้องตลาด และแครกเกอร์ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวโพดและแป้งมันฝรั่งที่มีโปรตีน 6.6 และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 4.61-8.37 1.21-1.97 และ 2.31 ตามลำดับ (ญานิศ และคณะ, 2562) และ (Kamel et al., 2020) ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วย ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ต้นแบบแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยจึงเป็นขนมอบเพื่อสุขภาพ ปราศจากกลูเตน มีโปรตีน แร่ธาตุ เส้นใยอาหารสูง และสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน



ภาพที่ 1 แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมแป้งกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช ในปริมาณร้อยละ 0 (a) 10 (b) 20 (c) และ 30 (d) โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด

### สรุปผลการวิจัย

แป้งกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช สีน้าโอท็อปกลุ่มกล้วยตากแม่ลาว เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร แร่ธาตุสารต้านอนุมูลอิสระและแป้งต้านการย่อย สามารถนำไปใช้เสริมคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ ส่วนประกอบแป้งที่เหมาะสมในการผลิตแครกเกอร์ปราศจากกลูเตนประกอบด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวไร้อัตราส่วน 1:1:1 แครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยร้อยละ 10 ของแป้งผสมทั้งหมด มี

คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และจัดเป็นขนมอบเพื่อสุขภาพ ปราศจากกลูเตน มีโปรตีน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุสูง

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัย จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปีงบประมาณ 2563

### เอกสารอ้างอิง

- กุหลาบ สิทธิสวนจิก และขวัญชัย ศรีรักษา. 2556. การศึกษาเปรียบเทียบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย. วิทยาศาสตร์เกษตร. 44(พิเศษ 2), 213-216.
- จุฑารัตน์ มั่นสวียางกูร. 2557. กิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาอะมัยเลสของสารสกัดจากถั่วขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ญาณิศา โพธิ์รัตนไธ, สุนันท์ บุตรศาสตร์และ พรพิชญธรรมปัทม. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ฟักทองปลอดกลูเตน. เกษตรพระวรรณ. 16(2), 221-227.
- ธัญญา มุลตัน และปัญญาพร ศิริแสน. 2562. การพัฒนาแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกผลกาแฟ. รายงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- รสพร เจียมจรรย์ธรรม, พรรณภัทร พรหมเพ็ญ และ บงกช บุญบุรพงศ์. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ตุลจากแป้งกล้วย. วิทยาศาสตร์บูรพา. 25(2), 464-481.
- วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2556. โรคแพ้กลูเตน และความสำคัญของอาหารปราศจากกลูเตน. อาหาร. 43(3), 16-21.
- สถาบันโภชนาการมหิดล. 2563. องค์ประกอบทางโภชนาการแป้งข้าวกล้อง. ค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://inmu2.mahidol.ac.th/thaifcd/home.php>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง แป้งกล้วย มผช. 1375/2550. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2555. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมปังกรอบ มผช. 523/2555. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC 17<sup>th</sup>(Ed.). Gaithersburg Maryland: AOAC International.
- Arya, P., and A. Poonia. 2019. Effect of banana flour on composition and shelf life of concentrated whey incorporated bread. The Pharma Innovation Journal. 8(1), 616-621.
- Bezerra, C.V., A.M. da C. Rodrigues, E.R. Amante, and L.H.M. da Silva. 2013. Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. Revista Brasileira De Fruticultura. 35(4), 1140-1146.
- da Mota, R.V., F.M. Lajolo, B.R. Cordenunsi, and C. Ciacco. 2000. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. Starch-Stärke. 52(2-3), 63-68.
- Irakli, M., D. Katsantonis, and F. Kleisaris. 2015. Evaluation of quality attributes, nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. Journal of Cereal Science. 65, 74-80.
- Kamel, M.A.-A., M.H.H. Aly, and M.H. Abd-El-Khalek. 2020. Preparation of Gluten-Free Corn Crackers Supplemented with Legume Flours. Journal of Advanced Research in Food Science and Nutrition. 3(1), 42-49.
- Ritthiruangdej, P., S. Parnbankled, S. Donchedee, and R. Wongsagonsup. 2011. Physical, chemical, textural and sensory properties of dried wheat noodles supplemented with unripe banana flour. Agriculture and Natural Resources. 45(3), 500-509.



Wanyo, P., N. Meeso, and S. Siriamornpun. 2014.  
Effects of different treatments on the  
antioxidant properties and phenolic

compounds of rice bran and rice husk.  
Food chemistry. 157, 457–463.