การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวและแป้งกล้วย สินค้าโอทอปอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย

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

นุกุล อินทกูล[1*] วรรลักษณ์ วรรณโล[2] พรหทัย พุทธวัน[1] ธัญญา มูลตัน[1]
สุรินทร์ บุญทราย[1] และ ชิษณุพงษ์ บรรจง[1]
Nukul Intakul[1*], Woraluk Wannalo[2], Pornhatai Puttawan[1], Thanya Moonton[1],
Surin Boonsai[1] and Chisnupong Banjong[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งผสมและแป้งกล้วยที่เหมาะสมในแครกเกอร์ปราศจากกลูเตน โดยศึกษาปริมาณแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาว ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 สูตร ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับแครกเกอร์ที่มีแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาวในอัตราส่วน 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±0.37 21.78±0.14 3.41±0.02 และ 11.71±0.39 โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 145.73±3.79 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม แครกเกอร์ที่ได้จัดเป็นขนมอบเพื่อสุขภาพ ปราศจากกลูเตน มีโปรตีน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุสูง

คำสำคัญ: แครกเกอร์ปราศจากกลูเตน แป้งข้าว แป้งกล้วย

Received: 21 December 2020; Accepted: 8 May 2021

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000
[1] Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University. Maung District, Chiang Rai Province. 57000.
[2] สำนักวิชาบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000
[2] 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 suitable 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 ± 0.37, 21.78 ± 0.14, 3.41 ± 0.02, 11.71 ± 0.39 (% wet basis) and 145.73 ± 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 และอาหารที่มีแป้งผสมเพื่อให้มีความข้นหนืด การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวซึ่งปราศจากกลูเตนโดยธรรมชาติจึงได้รับความสนใจมากขึ้น (วิภา, 2556) และจากข้อมูลทางการตลาดได้ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มบิสกิตเป็นที่นิยมและเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น เพื่อส่งเสริมและพัฒนาสินค้าโอทอปอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย งานวิจัยนี้ จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบแครกเกอร์ปราศจากกลูเตนโดยใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิเป็นวัตถุดิบหลักเสริมด้วยแป้งกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดสินค้ากลุ่มโอทอปให้มีมูลค่าและสร้างโอกาสทางการตลาดมากขึ้น

จากผลการศึกษาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวในปัจจุบัน พบว่าส่วนประกอบแป้งที่เหมาะสมประกอบด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโอ๊ต ในอัตราส่วน 1.5:1:0.5 มีความเหมาะสมมากที่สุด (ธัญญา และปัญญาพร, 2562) อย่างไรก็ตาม ข้าวโอ๊ตไม่อยู่ในกลุ่มธัญพืชที่มีกลูเตน แต่มักจะเกิดการปนเปื้อนจากการเพาะปลูกและการแปรรูปได้ จึงควรปรับส่วนประกอบโดยเลือกใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นที่มีความเหมาะสมและดีต่อสุขภาพ ได้แก่ แป้งถั่วขาว ซึ่งมีโปรตีน เส้นใยอาหารสูง และมีสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะมัยเลส (จุฑารัตน์, 2557) นอกจากนี้ แป้งกล้วยดิบ ยังเป็นแหล่งของโปรตีน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร (da Mota et al., 2000) มีแป้งต้านการย่อย (Resistance starch) มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และเป็นพรีไบโอติคดีต่อระบบทางเดินอาหาร (Bezerra et al., 2013) และมีสารประกอบฟีนอลิกที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (กุหลาบ และขวัญชัย, 2556)

การวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งผสมของแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งถั่วขาว และแป้งกล้วยที่เหมาะสมในแครกเกอร์ปราศจากกลูเตน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

วิธีการวิจัย

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วย

นำแป้งกล้วย สินค้าโอทอป กลุ่มกล้วยตากแม่ลาว อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ซึ่งผลิตจากเนื้อกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช (Cavendish) ผลดิบแก่จัดเปลือกมีสีเขียวทั้งผล มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสม

เตรียมแครกเกอร์โดยใช้แป้งผสม ซึ่งประกอบด้วย แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาวในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 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 กลิ่นวนิลา เกลือ และเบคกิ้งโซดา ในปริมาณร้อยละ 49.0 22.4 16.4 8.2 1.6 1.2 0.8 และ 0.4 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ นำส่วนผสมทั้งหมดมานวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเครื่องผสม (Kitchenaid รุ่น 5KSM150 PSEER) แล้วรีดเป็นแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พักให้เย็น บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ปิดสนิท นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปศึกษาในขั้นตอน ต่อไป

ศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสม

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

การวิเคราะห์คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยอาหาร ตามวิธีการของ AOAC (2020) และนำค่าที่ได้มาคำนวนหาคาร์โบไฮเดรต โดย % คาร์โบไฮเดรต = 100 - % ความชื้น - % เถ้า - % โปรตีน - % ไขมัน - % เส้นใยอาหาร และวิเคราะห์ค่าน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดน้ำอิสระ (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 สกัดที่อุณหภูมิห้องเป็น เวลา 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 เติมสารละลายโซเดียมไบคาร์โบเนต (ร้อยละ 6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 2.25 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 90 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร และคำนวนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง

นำสารสกัดตัวอย่างที่ได้ 0.1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1,1- diphenyl-2-picryhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.9 มิลลิลิตร ผสมด้วยเครื่อง vortex mixer 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วคำนวนร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) เท่ากับ $[(Ao - Ae)/Ao] \times 100$ เมื่อ Ao คือ ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์ Ae 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) สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 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 สินค้าโอทอปกลุ่มกล้วยตากแม่ลาว มีความชื้นร้อยละ 7.09 ± 0.01 มีค่า a_w 0.33 ± 0.00 ซึ่งสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานแป้งกล้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2550) มีโปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 4.75 ± 0.40 0.24 ± 0.04 3.16 ± 0.10 และ 11.93 ± 0.04 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาแป้งกล้วย 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 ± 0.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม ซึ่งสูงกว่าแป้งจากกล้วยไข่ กล้วยหอมทอง กล้วยหักมุข และกล้วยน้ำว้าดิบ ที่มีรายงานพบในปริมาณ 2.10 2.01 1.68 และ 1.31 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (กุหลาบ และขวัญชัย, 2556) และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของแป้งกล้วย มีค่าเท่ากับร้อยละ 15.86 ± 0.75 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วย สินค้าโอทอป กลุ่มกล้วยตากแม่ลาว สามารถใช้เสริมคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารได้ โดยเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร แร่ธาตุ สารประกอบฟีนอลิก และแป้งต้านการย่อยที่มีรายงานพบในแป้งกล้วยหอมคาเวนดิช ผลดิบแก่จัด ในปริมาณร้อยละ 40.14 ± 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[ns] (% by wt.)
1	0.26±0.00[a]	2.89±0.07[a]	7.92±0.28[a]	19.64±0.15[a]	3.05±0.00[a]	11.96±0.07
2	0.33±0.00[c]	4.27±0.03[d]	8.82±0.11[b]	19.47±0.12[a]	3.17±0.00[a]	11.91±0.14
3	0.27±0.00[b]	3.22±0.03[b]	10.05±0.21[c]	20.90±0.57[b]	3.38±0.07[b]	12.20±0.03
4	0.34±0.00[d]	3.92±0.04[c]	11.89±0.26[d]	21.94±0.27[c]	3.86±0.33[c]	12.87±0.56

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

[ns] หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

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±0.28 - 11.89±0.26 ไขมันร้อยละ 19.47±0.12 - 21.94±0.27 เถ้าร้อยละ 3.05±0.00 - 3.86±0.33 และเส้นใยอาหารร้อยละ 11.91±0.14 - 12.87±0.56 มีความชื้นร้อยละ 2.89±0.07-4.27±0.03 และค่า a_w 0.26±0.00 - 0.34±0.00 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขนมปังกรอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) และจัดเป็นอาหารกลุ่มที่เสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ยาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.7 จึงทำให้อาหารประเภทนี้เสื่อมเสียได้ยาก

การเพิ่มสัดส่วนแป้งถั่วขาวมีผลให้แครกเกอร์มีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น โดยสูตรที่ 4 ซึ่งมีแป้งถั่วขาวมากที่สุด มีโปรตีน ไขมัน และเถ้าสูงกว่าสูตรที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนั้น แป้งถั่วขาวยังมีผลทำให้เส้นใยอาหาร มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากถั่วขาวมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากกว่าข้าวกล้อง โดยแป้งถั่วขาวมีความชื้น 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 และแป้งถั่วขาวแตกต่างกัน

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

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

^{ns} หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

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 2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสามสัมผัสของแครกเกอร์ที่มีสัดส่วนแป้งผสมแตกต่างกัน 4 สูตร พบว่า สัดส่วนของแป้งผสมในแครกเกอร์ ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น และรสชาติ แต่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเพิ่มแป้งถั่วขาวมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสูตรที่ 3 ที่มีสัดส่วนของแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาวเท่ากับ 1:1:1 มีค่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.00±0.80 และ 8.50±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^{d}	2.23±0.08^{c}	2.83±0.03^{b}	1.58±0.01^{a}
ค่าน้ำอิสระ (a_w)	0.25±0.01^{d}	0.19±0.01^{c}	0.16±0.00^{b}	0.13±0.00^{a}
โปรตีน^{ns}	9.84±0.42	9.33±0.37	9.17±0.06	9.33±0.12
ไขมัน^{ns}	21.42±0.82	22.02±0.58	22.02±0.58	22.39±0.77
เถ้า	3.30±0.01^{a}	3.41±0.02^{b}	3.65±0.03^{c}	3.62±0.03^{c}
เส้นใยอาหาร^{ns}	11.57±0.04	11.71±0.39	11.75±0.11	11.87±0.33
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	145.73±0.00^{a}	145.73±3.79^{a}	152.87±0.27^{b}	154.15±2.16^{b}
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	4.57±0.91^{a}	6.45±1.44^{ab}	9.25±0.05^{bc}	10.35±1.82^{c}

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวนอนที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวเลขในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

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

จากตารางที่ 3 พบว่า แครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 สูตร มีความชื้นและค่า a_w 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 ในเส้นบะหมี่อบแห้งมีผลทำให้ปริมาณเถ้าทั้งหมดสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Ritthiruangdej et al., 2011) นอกจากนั้น 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 ($p<0.05$) สอดคล้องกับผลการศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในขนมปังมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Arya and Poonia, 2019)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน

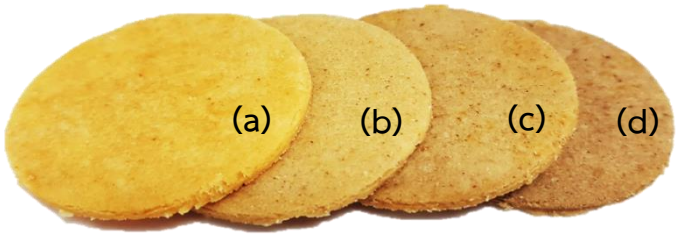
สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
1	8.20±1.40^{b}	7.80±0.95^{a}	6.25±1.48^{a}	5.70±1.52^{a}	6.80±1.32^{a}
2	7.65±1.23^{b}	7.35±1.04^{ab}	7.75±1.07^{b}	7.60±1.19^{b}	7.70±0.98^{b}
3	6.20±1.15^{a}	6.90±1.41^{bc}	6.50±1.61^{a}	6.95±1.00^{bc}	6.55±0.89^{a}
4	5.70±1.30^{a}	6.40±1.54^{c}	6.75±1.52^{a}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

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) นอกจากนั้น กลิ่นแป้งกล้วยดิบมีผลทำให้แครกเกอร์มีกลิ่นหอมลดลง อย่างไรก็ตาม แครกเกอร์ที่เสริมแป้งกล้วยร้อยละ 10 20 และ 30 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากแป้งกล้วยมีแป้งต้านการย่อย เม็ดแป้ง (Starch granule) มีความหนาแน่นสูงจากการจัดเรียงตัวของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินเป็นผลึกในเม็ดแป้ง จึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสแครกเกอร์มีความแน่น กรอบ และแข็งมากขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาการใช้แป้งกล้วยในผลิตภัณฑ์ตูเลมีผลทำให้เนื้อสัมผัสมีความแข็ง มีรูพรุนลดลง มีความเปราะมากขึ้น (รสพร และคณะ, 2563) โดยแครกเกอร์ที่เติมแป้งกล้วยร้อยละ 10 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ($p<0.05$) มีค่าคะแนนความชอบในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมมีค่าระหว่าง 7.60 -7.70 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก มีโปรตีน เถ้า และเส้นใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 9.33±0.37 3.41±0.02 และ 11.71±0.39 ตามลำดับ และได้คัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบแครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยของกลุ่มโอทอปอำเภอแม่ลาว และเมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์ในท้องตลาด และแครกเกอร์ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวโพดและแป้งมันฝรั่งที่มีโปรตีน เถ้า และเส้นใยอาหารร้อยละ 4.61-8.37 1.21-1.97 และ 2.31 ตามลำดับ (ญาณิศา 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 สินค้าโอทอปกลุ่มกล้วยตากแม่ลาว เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร แร่ธาตุสารต้านอนุมูลอิสระและแป้งต้านการย่อย สามารถนำไปใช้เสริมคุณค่าทางโชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ ส่วนประกอบแป้งที่เหมาะสมในการผลิตแครกเกอร์ปราศจากลูเตนประกอบด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วขาวในอัตราส่วน 1:1:1 แครกเกอร์ข้าวเสริมแป้งกล้วยร้อยละ 10 ของแป้งผสมทั้งหมด มีคะแนนความชอบในด้านสี 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 มนัสวิยางกูร. 2557. กิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่าอะมัยเลสของสารสกัดจากถั่วขาว.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ญาณิศา โพธิ์รัตน์โส, สุนันท์ บุตรศาสตร์และ พรพิษณุ ธรรมปัทม. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ฟักทองปลอดกลูเตน. เกษตรพระวรุณ. 16(2), 221-227.

ธัญญา มูลตัน และปัญญาพร ศิริแสน. 2562. การพัฒนาแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกผลกาแฟ. รายงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

รสพร เจียมจริยธรรม, พรรณภัทร พรหมเพ็ญ และ บงกช บุญบูรพงศ์. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ตูเลจากแป้งกล้วย. 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 17th(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. Kleisiaris. 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.