

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ Product Development of Jasmine Rice Crackers Fortified with Coffee Pulp Powder

นุกูล อินทกุล*, ธัญญา มุลตัน, ปัญญาพร ศิริแสน และ ชิชณพงค์ บรรจง

โปรแกรมวิชานวัตกรรมอาหารและการเกษตร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย

Nukul Intakul*, Thanya Moontan, Panyaporn Sirisan and Chitsanupong Banchong

Food Innovation and Agriculture Program,

Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai .

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกกาแฟ และศึกษาปริมาณผงเปลือกกาแฟที่เหมาะสมในแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิ ผลการศึกษา พบว่า ผงเปลือกกาแฟ มีความชื้น 8.16 (% by wt.) ค่า aw 0.48 มีปริมาณเส้นใยหยาบ โปรตีน ไขมัน เกลือทั้งหมด และไขมัน เท่ากับ 30.85, 13.67, 10.01 และ 2.75 (% by wt.) ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 12.54 (mg. GAE/g.) และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 74.14 (% DPPH inhibition) การใช้ผงเปลือกกาแฟทดแทนแป้งผสมทั้งหมดในปริมาณ 4, 6 และ 8 (% by wt.) ส่งผลให้ปริมาณความชื้น เส้นใยหยาบ เกลือทั้งหมด โปรตีน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในแครกเกอร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และค่าคะแนนความชอบสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ลดลงแตกต่างจากแครกเกอร์สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 6 (% by wt.) มีค่าคะแนนการยอมรับโดยรวม เท่ากับ 7.15 อยู่ในระดับชอบปานกลาง จึงคัดเลือกเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ โดยมีปริมาณความชื้น เส้นใยหยาบ เกลือทั้งหมด และโปรตีน เท่ากับ 2.82, 16.76, 3.28 และ 7.46 (% by wt.) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 1.73 (mg. GAE/g.) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 63.94 (% DPPH inhibition) ผงเปลือกกาแฟจึงเป็นส่วนประกอบที่ช่วยเพิ่มคุณค่าโภชนาการ และสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์อาหารได้

* Corresponding author : n.intakul@gmail.com

คำสำคัญ : แครกเกอร์ข้าว, ผงเปลือกกาแฟ, การพัฒนาผลิตภัณฑ์, อาหารปราศจากกลูเตน

Abstract

This research aims to analyze the chemical composition of coffee pulp powder and investigate the suitable amount of coffee pulp powder in Jasmine rice crackers. The result shows that coffee pulp powder has a moisture content of 8.6 (% by wt.), aw of 0.48, and fiber, protein, ash content, and fat at 30.85, 13.67, 10.01, and 2.75 (% by wt.) respectively. The total phenolics content is 12.54 (mg. GAE/g.) and the antioxidant activity of 74.14 (% DPPH inhibition). The use of coffee pulp powder as a flour alternative at 4, 6, and 8% resulted in a significant change ($p < 0.05$) in moisture, fiber, ash, protein, and total phenolic content as well as antioxidant activity. The consumer rating on color, smell, taste, and texture reduced significantly statistically ($p < 0.05$). Jasmine rice cracker with 6 (% by wt.) coffee pulp powder has an evaluation score in the medium range at 7.15. Therefore, the Jasmine rice cracker with 6 (% by wt.) coffee pulp powder was selected as the protocol product. The protocol product has moisture, fiber, ash, and protein content of .82, 16.76, 3.28, and 7.46 (% by wt.). The total phenolic content is 1.73 (mg. GAE/g.), and the antioxidant activity is 63.94 (% DPPH inhibition). It is concluded that coffee pulp powder can be used as a nutrient enrichment ingredient in food and phytochemicals that can increase antioxidant activity in food products.

Keywords : Rice cracker, Coffee pulp powder, Product Development, Gluten free

ที่มาและความสำคัญ

การผลิตเมล็ดกาแฟคั่ว โดยนำผลกาแฟ (Coffee Cherry) มาผ่านกระบวนการผลิต ได้ก่อให้เกิดวัสดุเศษเหลือและน้ำเสียจำนวนมาก จึงต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [1] จากการศึกษา พบว่า เปลือกผลกาแฟ (Coffee pulp) มีองค์ประกอบที่ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุในปริมาณสูง แต่มีปริมาณไขมันต่ำ มีสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) ในกลุ่มกรดคลอโรจีนิก และอิกวาเรซิน รวมถึงรงควัตถุในกลุ่มแอนโทไซยานิน ส่งผลให้สารสกัดจากเปลือกกาแฟมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง [1] เปลือกผลกาแฟจึงเป็นวัสดุเศษเหลือที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์อาหารได้ นอกจากนี้ แนวโน้มความต้องการอาหารปราศจากกลูเตน (Gluten-free) ที่มากขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ปราศจากกลูเตนตามธรรมชาติได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น [2] และจากข้อมูลทางการตลาดได้ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มบิสกิตและแครกเกอร์เป็นที่นิยมและเติบโตอย่างต่อเนื่อง การศึกษาวิจัยนี้ จึงมีเป้าหมายการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟให้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตน มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี และสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเมล็ดกาแฟคั่ว โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกกาแฟ และศึกษาปริมาณผงเปลือกกาแฟที่เหมาะสมในแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกกาแฟ

นำเปลือกผลกาแฟ (Coffee Cherry Pulp) พันธุ์อาราบิก้าตากแห้ง จากโครงการพัฒนาอยุ่ดง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดเชียงราย มาบดและร่อนผ่านตระแกรงร่อนแป้ง แล้วบรรจุในถุงพอยด์ปิดสนิท นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ศึกษาปริมาณผงเปลือกกาแฟที่เหมาะสมในแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิ

เตรียมส่วนผสมแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิ ซึ่งประกอบด้วย แป้งผสม (แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโอ๊ต ในสัดส่วน 1.5:1:0.5) น้ำ เนยสด นมผง น้ำตาล กลิ่นวนิลา แชนแทนกัม เกลือ และเบคกิ้งโซดา ในปริมาณ 48.4, 22.2, 16.1, 8.1, 1.6, 1.2, 1.2, 0.8 และ 0.4 (% by wt.) ตามลำดับ แล้วใช้ผงเปลือกกาแฟทดแทนแป้งผสมในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 สูตร คือ 0, 4, 6 และ 8 (% by wt.) นำส่วนผสมทั้งหมด มานวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเครื่องผสม (Kitchenaid รุ่น 5KSM150 PSEER) แล้วรีดเป็นแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พักให้เย็น บรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยด์ปิดสนิท นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยอาหาร ตามวิธีการของ AOAC (2020) และวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity, aw) ด้วยเครื่องวัดค่า วอเตอร์แอกติวิตี (Aqua Lab 4TE)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Fo-lin Ciocalteu's reagent เตรียมสารสกัด โดยใช้ผงเปลือกกาแฟและสารละลายผสม (เมทานอลและน้ำ 70 : 30 โดยปริมาตร) ในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก สกัดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชม. นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที แยกส่วนที่เป็นของเหลว นำมากรองด้วยกระดาษกรอง นำสารสกัดที่ได้ปริมาตร 300 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Fo-lin Ciocalteu's reagent (ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 2.25 มิลลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (ร้อยละ 6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 2.25 มิลลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 90 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง [3]

วิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging activity เตรียมสารสกัดด้วยวิธีการเดียวกับการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด นำสารสกัดที่ได้ 0.1 มิลลิตร เติมสารละลาย 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.9 มิลลิตร 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 ค่าการ

ดูดกลืนแสงของแบลงค์ Ae คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัด [4]

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผงเปลือกกาแฟ

ผงเปลือกกาแฟ พันธุ์อะราบิก้า จากโครงการพัฒนาถั่ว (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดเชียงราย มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 8.16 ± 0.32 (% by wt.) มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี เท่ากับ 0.48 ± 0.01 มีเส้นใยหยาบ เป็นองค์ประกอบมากที่สุด เท่ากับ 30.85 ± 0.13 (% by wt.) รองลงมา คือ โปรตีน เถ้า และไขมัน เท่ากับ 13.67 ± 0.13 , 10.01 ± 0.04 และ 2.75 ± 0.92 (% by wt.) ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของกาแฟและวัสดุเศษเหลือจากการผลิต พบว่า เปลือกกาแฟที่ได้จากกระบวนการผลิต มีปริมาณโปรตีน และไขมัน เท่ากับ 7.5 – 15.0 และ 2.0 – 7.0 (% by wt.) [5] นอกจากนี้ ผงเปลือกกาแฟ มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 12.54 ± 0.04 (mg of gallic/g) และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 74.14 ± 2.37 (% DPPH inhibition) สอดคล้องการศึกษาฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของผลกาแฟอาราบิก้า พบว่า เปลือกกาแฟ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 12.2 (mg of gallic/g) [6] จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผงเปลือกกาแฟ เป็นวัสดุเศษเหลือจากการผลิตเมล็ดกาแฟคั่วที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี เป็นแหล่งของเส้นใยหยาบ โปรตีน แร่ธาตุ สารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง

ผลการศึกษาปริมาณผงเปลือกกาแฟที่เหมาะสมในแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิ

การศึกษ ปริมาณผงเปลือกกาแฟที่เหมาะสมในแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิ ซึ่งได้ศึกษาตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

จากตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ พบว่า แครกเกอร์ข้าว

ตารางที่ 1: องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟในปริมาณที่แตกต่างกัน

ชนิดสีย้อม	aw	ความชื้น (% by wt.)	โปรตีน (% by wt.)	ไขมันNS (% by wt.)	เถ้า (% by wt.)	เส้นใย (% by wt.)
1	0.27±0.00 ^a	2.14±0.05 ^a	7.05±0.17 ^a	20.93±0.67	2.88±0.02 ^a	15.94±0.28 ^a
2	0.32±0.01 ^b	2.82±0.06 ^b	7.46±0.08 ^b	21.20±0.31	3.28±0.01 ^b	16.76±0.31 ^b
3	0.37±0.00 ^c	3.51±0.14 ^d	7.49±0.17 ^b	21.21±0.32	3.44±0.01 ^c	16.90±0.30 ^b
4	0.34±0.01 ^b	3.34±0.03 ^c	7.35±0.07 ^b	21.34±0.55	3.56±0.04 ^d	17.60±0.10 ^c

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) NS หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรควบคุมไม่เติมผงเปลือกกาแฟ สูตรที่ 2, 3 และ 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 4.0, 6.0 และ 8.0 (% by wt.)

หอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟทั้ง 4 สูตร มีโปรตีน 7.05 – 7.49 (% by wt.) เถ้าทั้งหมด 2.88 – 3.56 (% by wt.) เส้นใยอาหาร 15.94 – 17.60 (% by wt.) การเพิ่มปริมาณผงเปลือกกาแฟ ส่งผลให้ปริมาณโปรตีน เถ้าทั้งหมด และเส้นใยอาหารในแครกเกอร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแครกเกอร์สูตรที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณโปรตีน เถ้าทั้งหมด และเส้นใยอาหารสูงกว่าสูตรที่ 1 ซึ่งไม่มีผงเปลือกกาแฟเป็นส่วนประกอบอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้ เนื่องจากผงเปลือกกาแฟ มีโปรตีน เถ้าทั้งหมด และเส้นใยอาหารสูงมากกว่าแป้งข้าวงล้องซึ่งมีปริมาณโปรตีน เถ้าทั้งหมด และเส้นใยอาหาร เท่ากับ 8.25, 1.19 และ 5.20 (% by wt.) [7] แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิทั้ง 4 สูตร มีปริมาณไขมัน 20.93 – 21.34 (% by wt.) และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในด้านปริมาณความชื้น และค่า aw พบว่า แครกเกอร์ทั้ง 4 สูตรมีปริมาณความชื้น 2.14 – 3.51 (% by wt.) และค่า aw 0.27 – 0.37 ซึ่งไม่เกินข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังกรอบ (มผช. เลขที่ 523/2555) [8]

จากตารางที่ 2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ พบว่า การใช้ผงเปลือกกาแฟทดแทนแป้งผสม มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 4.0, 6.0 และ 8.0 (% by wt.) มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1.60, 1.73 และ 1.88 (mg of gallic acid/g) สูงกว่าแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และส่งผลให้แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 47.81, 50.65 และ 63.94 (% DPPH inhibition) ตามลำดับ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 2.4 – 3.2 เท่าของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิสูตรควบคุม ทั้งนี้ เนื่องจากผงเปลือกกาแฟมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 12.54 ± 0.04 (mg of gallic/g) สูงกว่าข้าวงล้องหอมมะลิที่พบสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.19 (mg GAE/g DW) [9] นอกจากนั้น สารประกอบ ฟีนอลิกที่พบในเปลือกกาแฟ อยู่ในกลุ่มกรดคลอโรจีนิก อีพิกาเธิซิน และรงควัตถุในกลุ่มแอนโทไซยานิน ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง [1] ดังนั้น การเสริมผงเปลือกกาแฟ จึงช่วยให้แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาการใช้ผงเปลือกกาแฟเป็นส่วนประกอบเชิงหน้าที่เพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารใน

ตารางที่ 2: ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ

สูตร	สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg of gallic acid/g)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH inhibition)
1	1.15±0.02 ^c	20.10±0.72 ^c
2	1.60±0.07 ^b	47.81±0.87 ^b
3	1.73±0.28 ^b	50.65±0.87 ^b
4	1.88±0.03 ^a	63.94±1.85 ^a

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรควบคุมไม่เติมผงเปลือกกาแฟ สูตรที่ 2, 3 และ 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 4.0, 6.0 และ 8.0 (% by wt.)

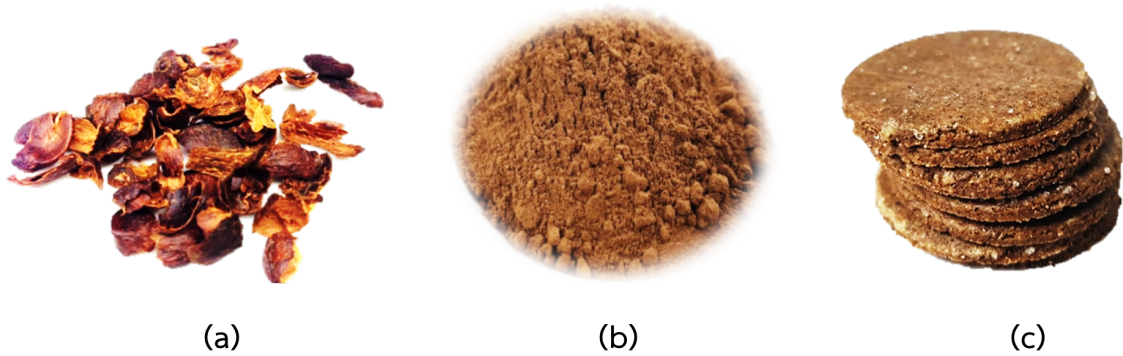
ตารางที่ 3: ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
1	7.85±1.30 ^a	6.85±1.30 ^a	6.93±1.81 ^a	7.55±1.50 ^a	8.30±0.98 ^a
2	6.75±1.61 ^a	6.45±1.53 ^{ab}	5.70±2.03 ^b	5.55±1.43 ^{bc}	6.75±1.25 ^b
3	5.30±1.92 ^b	5.95±1.70 ^b	5.63±1.75 ^b	6.00±1.58 ^b	7.15±1.13 ^b
4	5.35±2.34 ^b	5.50±1.90 ^b	4.83±2.40 ^b	4.70±1.89 ^c	5.00±1.55 ^c

หมายเหตุ : ตัวเลขในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรควบคุมไม่เติมผงเปลือกกาแฟ สูตรที่ 2, 3 และ 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติมผงเปลือกกาแฟ 4.0 6.0 และ 8.0 (% by wt.)

คุกกี้ พบว่า การเติมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 6 (% by wt.) มีผลทำให้คุกกี้ที่ได้มีปริมาณเถ้าทั้งหมด เส้นใยอาหาร และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยคุกกี้ที่เติมผงเปลือกกาแฟมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าสูตรควบคุม 6 เท่า [10] ผงเปลือกกาแฟจึงสามารถใช้เป็นส่วนประกอบที่ช่วยเพิ่มปริมาณสารอาหาร สารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์อาหารได้

จากตารางที่ 3 ระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟในปริมาณที่ต่างกัน พบว่า การเพิ่มปริมาณผงเปลือกกาแฟ ส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกด้านลดลง และแตกต่างจากแครกเกอร์ข้าวสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากผงเปลือกกาแฟ มีสีเข้ม มีกลิ่นเฉพาะ และรสขม จึงมีผลทำให้แครกเกอร์มีสีเข้มขึ้น มีรสขม และเนื้อสัมผัสแข็งมากขึ้น เนื่องจากผงเปลือกกาแฟมีปริมาณเส้นใยอาหารค่อนข้างสูงถึง 30.85 ± 0.13 (% by wt.) จึงส่งผลให้เนื้อแครกเกอร์มีความแน่นและแข็งขึ้นได้ โดยแครกเกอร์สูตรที่ 4 ซึ่งเติมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 8 (% by wt.) มีค่าคะแนนความ



ภาพที่ 1: (a) เปลือกผลกาแฟ (b) ผงเปลือกกาแฟ (c) แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ

ชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม มีค่าระหว่าง 4.70 – 5.50 ซึ่งอยู่ระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉยๆ

เมื่อพิจารณาแครกเกอร์ที่เติมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 4.0 และ 6.0 (% by wt.) พบว่า มีคะแนนความชอบในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีคะแนนการยอมรับโดยรวม เท่ากับ 6.75 ± 1.25 และ 7.15 ± 1.13 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง และมีค่าสูงกว่าแครกเกอร์ที่เติมผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 8 (% by wt.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแครกเกอร์สูตรที่ 3 ที่ใช้ผงเปลือกกาแฟในปริมาณ 6 (% by wt.) มีค่าคะแนนการยอมรับโดยรวมรองจากแครกเกอร์สูตรควบคุม มีความเหมาะสม และได้คัดเลือกเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ แครกเกอร์ดังกล่าว มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เถ้าทั้งหมด และเส้นใยอาหาร เท่ากับ 7.49 ± 0.17 , 21.21 ± 0.32 , 3.44 ± 0.01 และ 16.90 ± 0.30 (% by wt.) ตามลำดับ มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 1.73 ± 0.28 (mg of gallic acid/g)

สรุปผลการวิจัย

ผงเปลือกกาแฟ มีองค์ประกอบทางเคมีที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร โปรตีน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อเสริมคุณค่าโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารได้ การใช้ผงเปลือกกาแฟในปริมาณร้อยละ 6 ของน้ำหนักทั้งหมด มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟ โดยช่วยเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหาร โปรตีน แร่ธาตุ สารต้านอนุมูลอิสระ และมีระดับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลาง แครกเกอร์ข้าวหอมมะลิเสริมผงเปลือกกาแฟที่ได้ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ปราศจากกลูเตน มีคุณค่าทางโภชนาการ และสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งดีต่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดเชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเปลือกผลกาแฟตากแห้งเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Blinová, L., Sirotiak, M., Bartošová, A. & Soldán, M. (2017). Review: Utilization of Waste From Coffee Production. Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology, 25(40), 91-101. <https://doi.org/10.1515/rput-2017-0011>.
- [2] วิภา สุโรจนะเมธากุล. (2556). โรคแพ้กลูเตนและความสำคัญของอาหารปราศจากกลูเตน. อาหาร, 43 (3), 16-21.
- [3] Irakli, M., Katsantonis, D. & Kleisari, F. (2015). Evaluation of quality attributes, nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. J. of Cereal Science, (65), 74-84.
- [4] Wanyo, P., Meeso, N. & Siriamornpun, S. (2014). Effect of different treatment on the antioxidant properties and phenolic compounds of rice bran and rice husk. Food Chemistry, (157), 457-463.
- [5] Esquivel, P. and Jimenez, M. V. (2012). Functional properties of coffee and coffee by product. Food Research International, 46, 488-495.
- [6] ชุติมณัฏฐ์ พลอยประดับ, พุทธพร เจียมสุขภักดิ์ และ นิรมล ปัญญาบุศยกุล. (2553).ฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่น ของ ส่วนต่างๆ ของผลกาแฟอาราบิก้า และกากกาแฟ. ว.วิทย์. กษ., 41(3/1) (พิเศษ), 577-580.
- [7] สถาบันโภชนาการมหิดล. (2563, 25 พฤศจิกายน). องค์ประกอบทางโภชนาการแป้งข้าวกล้อง. <https://inmu2-mahidol.ac.th/thaifcd/home.php>.
- [8] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2555). มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ ชุมชน เรื่อง ขนมปังกรอบ มผช. 523/2555
- [9] สายใจ ปอสูงเนิน และ อีระ ธรรมวงศา. (2561). องค์ประกอบทางเคมีบางประการ และคุณสมบัติด้านอนุมูลอิสระของข้าวพื้นเมืองในจังหวัดนครราชสีมา. ว.วิทยาศาสตร์บูรพา, 23(2), 971-984.
- [10] Moreno, J., Cozzano, S., Perez, A. M., Arcial, P. and Curutchet, A. (2019). Coffee Pulp Waste as a Functional Ingredient: Effect on Salty Cookies Quality. J. of Food and Nutrition Research, 7(9), 632-638.