

ผลของการเสริมเห็ดแครงต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์
Effect of Enriching with Split-gill Mushroom (*Schizophyllum commune*)
on the Characteristics of Cracker Products

จินตนา เจริญเนตรกุล^{1*} รุ่งทิพย์ วัฒนวรกิต¹ ปิยาภรณ์ ฐระกิจจางัน² และ รัสมนต์ ยุระพันธ์³
Jintana Charoennetkul^{1*} Rungtip Wuttanaworakit¹ Piyaporn Thurakitjumng²
and Russamon Yuraphan³

¹สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประเทศไทย

²สาขาสถาปัตยกรรมและผังเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประเทศไทย

³สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประเทศไทย

¹Department of Home Economics, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thailand

²Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thailand

³Department of Information system, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thailand

*E-mail: jintana.c@rmutsv.ac.th Tel. (+66)894419540

(Received 11/08/2024, Revised 12/05/2025, Accepted 19/05/2025)

บทคัดย่อ

แครกเกอร์เป็นขนมอบที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก มีปริมาณน้ำตาลต่ำ ไขมันค่อนข้างสูง ลักษณะกรอบ แข็ง แยกเป็นชั้น ได้รับความนิยมเป็นอาหารว่างอย่างแพร่หลาย ขณะที่เห็ดแครงซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ กำลังได้รับความสนใจในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายรูปแบบ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแครกเกอร์เสริมเห็ดแครง โดยทำการทดลองหาแครกเกอร์สูตรพื้นฐาน มาเสริมเห็ดแครง 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ผลการทดลองพบว่า แครกเกอร์สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 4 ได้รับความชอบสูงสุด ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($p \leq 0.05$) การเสริมเห็ดแครง ร้อยละ 20 ได้รับความยอมรับในระดับชอบปานกลาง โดยมีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากแครกเกอร์สูตรพื้นฐาน ($p > 0.05$) การเสริมเห็ดแครงส่งผลให้สีของแครกเกอร์มีค่าความเข้มของสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเข้มของสีเหลือง (b^*) ลดลง ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อสัมผัสมีความแข็งไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน ($p > 0.05$) ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าทางโภชนาการ ต่อ 100 กรัม แครกเกอร์เสริมเห็ดแครง (ร้อยละ 20) มีพลังงานและไขมันลดลง แต่มีคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ใยอาหารเพิ่มขึ้น การพัฒนาแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและขยายโอกาสทางการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ แครกเกอร์ เห็ดแครง

Abstract

Crackers are baked snacks primarily made from wheat flour, characterized by low sugar content, relatively high fat and a crispy, firm, layered texture. They are widely popular as a snack. Meanwhile, Split-gill mushrooms (*Schizophyllum commune*), which are rich in beneficial nutrients, are gaining attention for their potential in various food product developments. This research aimed to develop crackers fortified with Split-gill mushroom by experimenting with a basic cracker recipe supplemented with five different levels of Split-gill mushroom: 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% based on wheat flour weight. The physical, chemical and sensory properties of

the crackers were analyzed. The results showed that the basic cracker formula (Formula 4) received the highest overall preference in terms of color, aroma, taste, texture and overall liking ($p \leq 0.05$). Crackers fortified with 20% Split-gill mushroom were moderately accepted, with no significant difference in acceptance compared to the basic formula ($p > 0.05$). Fortifying with Split-gill mushroom led to an increase in the redness value (a^*) of the crackers, while the lightness (L^*) and yellowness (b^*) values decreased, resulting in a darker brown product. The texture of the fortified crackers showed no significant difference in hardness compared to the basic formula ($p > 0.05$). Moisture content and water activity (a_w) slightly increased. When comparing the nutritional values per 100 grams, crackers fortified with 20% Split-gill mushroom showed reduced energy and fat content but increased carbohydrates, protein, ash and dietary fiber. The development of Split-gill mushroom fortified crackers demonstrated the potential to enhance nutritional value and effectively expand market opportunities.

Keywords: Characteristics, Product, Crackers, Split-gill Mushroom

1. บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบในกลุ่มขนมปังกรอบและแครกเกอร์มีการเติบโตทางการตลาดอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับปริมาณการขายขนมปังกรอบและแครกเกอร์ที่เพิ่มขึ้น ในปี 2567 (K-Research, 2024) และแครกเกอร์เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เป็นหนึ่งในอาหารว่างยอดนิยม ซึ่งในปัจจุบันคนไทยนิยมรับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มากขึ้น และใช้ในโอกาสต่าง ๆ ได้ ทำให้มูลค่าทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว (Kunna et al., 2019) แครกเกอร์มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก มีปริมาณน้ำตาลต่ำหรือไม่มีเลย มีไขมันค่อนข้างสูง ลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบ แข็งและแยกเป็นชั้น ลักษณะของแป้งที่ผสมได้ค่อนข้างเหนียว และสามารถรีดเป็นแผ่นได้ มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แต่ปริมาณใยอาหารที่มีประโยชน์ค่อนข้างน้อย ซึ่งแนวโน้มของผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่มีผลดีต่อสุขภาพ และมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้นปัจจุบันจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ โดยใช้แหล่งสารอาหารจากธัญพืชชนิดอื่น ๆ เพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ข้าวขัดสีน้อย ข้าวกล้องงอก ถั่วชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

เห็ดแครง หรือเห็ดตีนตุ๊กแก มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Schizophyllum commune* ชื่อสามัญว่า Split-gill เป็นเห็ดที่มีขนาดเล็กลักษณะดอกเหนียวและแข็ง สามารถเจริญเติบโตเองโดยธรรมชาติ และให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปีโดยเฉพาะฤดูฝน แต่ด้วยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจึงทำให้เห็ดแครงจากธรรมชาติหายากขึ้น ปัจจุบันจึงมีการส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะก้อนเชื้อเห็ดแครงเพื่อเพิ่มรายได้ และเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค และมีเห็ดแครงบริโภคได้ตลอดทั้งปี เห็ดแครงอุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญที่พบในเห็ดแครง ได้แก่ Schizophyllan, Phenyl benzoate และ Phenol นอกจากนี้พบสาร N-acetyl-D-galactosmine-specific lectins ในเห็ดแครงที่เพาะในประเทศไทย สารสำคัญดังกล่าวมีคุณสมบัติด้านการช่วยรักษาทางการแพทย์ได้หลากหลาย เช่น ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง และต้านจุลชีพ (Menakongka et al., 2019) จากรายงานการวิจัยการใช้ประโยชน์จากเห็ดแครงในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ เช่น น้ำพริกเห็ดแครงแห้ง คั่วกลิ้งเห็ดแครงแห้ง (Samdaeng et al., 2015) และไส้กรอกปราศจากเนื้อสัตว์ (Thoprassom & Boonsook, 2020) เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเห็ดแครง โดยการหาปริมาณที่เหมาะสมของเห็ดแครงที่ใช้เสริมลงในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงที่พัฒนาได้ เพื่อเป็นการสร้างความหลากหลายและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ สามารถเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเห็ดแครงได้มากขึ้น

2. วิธีการทดลอง

2.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์จาก 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (ดัดแปลงจาก Tojaroen, 2009) สูตรที่ 2 (ดัดแปลงจาก Chajjapo, 1999) สูตรที่ 3 (ดัดแปลงจาก Boonnun, 2019) และสูตรที่ 4 (ดัดแปลงจาก Kongwong et al., 2021) ซึ่งมีส่วนผสม แสดงดัง Table 1 นำส่วนผสมมาวัดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน พักก่อนแบ่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 20 นาที จากนั้นนำโดมารีดเป็นแผ่นหนาประมาณ 0.3 เซนติเมตร ใช้พิมพ์กด หรือตัด เรียงในถาด นำไปอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือจนกว่าแป้งจะสุกโดยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน นำแครกเกอร์ออกมาพักบนตะแกรงพักขนม รอจนเย็นแล้วบรรจุใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

Table 1 Ingredients for a basic cracker recipe

Ingredients	Amount of ingredients (%)			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
All-purpose flour	57.80	58.88	60.49	52.20
Butter	23.30	13.59	9.09	27.00
Yeast	0.40	0.36	1.13	-
Salt	0.40	-	0.5	0.60
Sugar	2.20	-	4.42	-
Icing sugar	-	-	-	19.00
Water	15.90	27.17	24.33	1.20

Note: Formula 1 (adapted from Tojaroen, 2009), Formula 2 (adapted from Chajjapo, 1999),

Formula 3 (adapted from Boonnun, 2019), Formula 4 (adapted from Kongwong et al., 2021)

2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการสุ่มตัวอย่างแครกเกอร์เพื่อประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) โดยคะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้รับการฝึกฝน (Untrained Panelist) จำนวน 40 คน เป็นนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี และไม่มีประวัติแพ้อาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง ทั้งนี้ แครกเกอร์สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด จะถูกคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2.3 การเตรียมหีตแครง

นำหีตแครงสด ล้างทำความสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ นำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 ± 5 องศาเซลเซียส เวลา 4-6 ชั่วโมง จนกว่าความชื้นสุดท้ายจะต่ำกว่าร้อยละ 3 หลังจากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดอาหาร และร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช เก็บใส่ภาชนะปิดสนิท เก็บตัวอย่างระหว่างการศึกษที่อุณหภูมิห้อง

2.4 การหาปริมาณหีตแครงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมหีตแครง

จากสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์ที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.1 ทำการเสริมปริมาณหีตแครงในแครกเกอร์ที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี จากนั้นประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 40 คน เป็นนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี และไม่มีประวัติแพ้อาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง จากนั้นคัดเลือกสูตรแครกเกอร์ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุด

2.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี ของแครกเกอร์เสริมเม็ดแครง

วิเคราะห์คุณลักษณะของแครกเกอร์เสริมเม็ดแครง 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 (1999) วิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า และใยอาหาร ตามวิธี AOAC (1993)

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วัดค่าซ้ำละ 5 ตัวอย่าง สำหรับการประเมินลักษณะทางกายภาพ-เคมีของแครกเกอร์เสริมเม็ดแครง และวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) สำหรับการ ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS for windows (version 17, Chicago, IL, USA) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์

ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแครกเกอร์ จำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (ดัดแปลงจาก Tojaroen, 2009) สูตรที่ 2 (ดัดแปลงจาก Chaijapo, 1999) สูตรที่ 3 (ดัดแปลงจาก Boonnun, 2019) และสูตรที่ 4 (ดัดแปลงจาก Kongwong et al., 2021) โดยการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (Table 2) พบว่า คะแนนความชอบของแครกเกอร์ทั้ง 4 สูตร ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแครกเกอร์สูตรที่ 4 มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด (ระดับความชอบมาก) เนื่องจากสูตรที่ 4 มีส่วนผสมของเนยสด เกลือ และน้ำตาลมากกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ส่งผลให้แครกเกอร์มีสีเหลือง มีกลิ่นหอมของเนยสด และรสชาติดีกว่า ทั้งนี้ พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแครกเกอร์สูตรที่ 4 มีสีสวย กลิ่นหอมและรสชาติหวานกำลังดี มีเนื้อสัมผัสที่กรอบร่วน จึงส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของแครกเกอร์สูตรที่ 4 มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก ดังนั้น จึงคัดเลือกแครกเกอร์สูตรที่ 4 เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาแครกเกอร์เสริมเม็ดแครงต่อไป

Table 2 Sensory preference scores of four basic cracker recipes

Formula	Sensory acceptance score \pm SD					
	Appearance	Color	Odor	Taste	Texture	Overall linking
1	6.83 \pm 1.26 ^b	6.60 \pm 1.10 ^c	7.16 \pm 1.17 ^b	6.70 \pm 1.18 ^b	6.85 \pm 1.03 ^b	7.10 \pm 1.15 ^b
2	6.65 \pm 1.05 ^b	6.60 \pm 1.10 ^c	6.23 \pm 1.31 ^c	5.48 \pm 1.48 ^c	5.50 \pm 1.60 ^c	6.15 \pm 1.21 ^c
3	7.00 \pm 1.15 ^b	7.23 \pm 1.29 ^b	6.53 \pm 1.18 ^c	6.33 \pm 1.42 ^b	5.90 \pm 1.61 ^c	6.23 \pm 1.25 ^{bc}
4	8.15 \pm 1.08 ^a	8.10 \pm 0.87 ^a	8.38 \pm 0.90 ^a	8.60 \pm 0.90 ^a	8.60 \pm 0.63 ^a	8.68 \pm 0.62 ^a

Note: Mean values in the same vertical column that are labeled with different letters show a statistically significant difference. ($p < 0.05$)

Formula 1 (adapted from Tojaroen, 2009), Formula 2 (adapted from Chaijapo, 1999),

Formula 3 (adapted from Boonnun, 2019), Formula 4 (adapted from Kongwong et al., 2021)

3.2 ผลของการเสริมปริมาณเห็ดแครงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาผลของการเสริมปริมาณเห็ดแครงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส โดยการเสริมเห็ดแครงในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี (Table 3) พบว่า คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม ของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่า ระดับการเสริมเห็ดแครงที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลกระทบต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม ในขณะที่เดียวกันพบว่าระดับการเสริมปริมาณเห็ดแครงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสพบว่าแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 15 มีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือ ร้อยละ 20, 5, 0 และ 10 ตามลำดับ และพบว่าคะแนนความชอบด้านรสชาติของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ทั้งนี้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงมีความสอดคล้องกับค่า Hardness (Table 4) โดยค่า Hardness ของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 0 (ชุดควบคุม) และร้อยละ 20 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยการเสริมปริมาณเห็ดแครงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

Table 3 Sensory preference scores of crackers supplemented with different amounts of Split-gill mushroom

Split-gill mushroom quantity (percentage by weight)	Sensory acceptance score \pm SD				
	Colors ^{ns}	Odor ^{ns}	Taste	Texture	Overall linking ^{ns}
0 (control)	7.58 \pm 1.24	7.10 \pm 1.26	7.60 \pm 0.95 ^b	7.75 \pm 1.15 ^a	7.53 \pm 1.20
5	7.65 \pm 0.92	7.43 \pm 1.23	7.80 \pm 0.72 ^{ab}	7.80 \pm 0.72 ^a	7.48 \pm 1.22
10	7.38 \pm 1.14	7.05 \pm 1.77	7.08 \pm 1.61 ^c	7.05 \pm 1.36 ^b	7.28 \pm 1.43
15	7.73 \pm 1.06	7.05 \pm 1.65	8.60 \pm 0.97 ^a	7.90 \pm 1.08 ^a	7.68 \pm 1.35
20	7.93 \pm 0.97	7.63 \pm 1.03	7.85 \pm 1.03 ^{ab}	7.85 \pm 1.03 ^a	7.78 \pm 1.26

Note: Mean values in the same vertical column that are labeled with different letters show a statistically significant difference ($p<0.05$).

ns means no statistically significant difference ($p>0.05$).

3.3 คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี และองค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครง

คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี และองค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 (Table 4) พบว่า คุณลักษณะด้านสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของแครกเกอร์สูตรควบคุม (เห็ดแครง ร้อยละ 0) มีค่าสูงสุด ($p<0.05$) โดยค่า L^* เท่ากับ 67.92 และค่า b^* เท่ากับ 29.73 นอกจากนี้พบว่า ค่า L^* และค่า b^* มีค่าลดลง เมื่อปริมาณเห็ดแครงเพิ่มขึ้น โดยแครกเกอร์ที่เสริมเห็ดแครงร้อยละ 20 มีค่า L^* และค่า b^* ต่ำที่สุด เท่ากับ 48.30 และ 25.90 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เมื่อเสริมปริมาณเห็ดแครงเพิ่มขึ้น แครกเกอร์ที่เสริมเห็ดแครง ร้อยละ 20 มีค่า a^* สูงที่สุด ($p<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดแครงมีสีน้ำตาล (Figure 1)



Figure 1 Characteristics of dried Split-gill mushroom powder

Table 4 Color values (L*, a*, and b*) and hardness values of crackers supplemented with different amounts of Split-gill mushroom in different concentrations

Split-gill mushroom quantity (percentage by weight)	Color values			Hardness values (kg Force)
	L*	a*	b*	
0 (control)	67.92 ±0.41 ^a	9.22±0.27 ^c	29.73±0.91 ^a	7627.57±240.90 ^a
5	57.28±0.49 ^b	10.84±0.30 ^a	29.00±0.41 ^a	5289.17±356.49 ^d
10	53.19±0.21 ^c	10.44±0.07 ^b	26.85±0.37 ^b	6523.86±204.63 ^c
15	50.10±1.19 ^d	10.67±0.15 ^{ab}	26.17±0.21 ^{bc}	6934.53±96.73 ^b
20	48.30±0.63 ^e	10.98±0.07 ^a	25.90±0.69 ^c	7454.18±203.48 ^a

Note: Mean values in the same vertical column that are labeled with different letters show a statistically significant difference ($p \leq 0.05$).

ลักษณะของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงปริมาณแตกต่างกัน 5 ระดับ (Figure 2) พบว่า แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงทั้ง 5 ระดับ มีลักษณะปรากฏด้านสีที่แตกต่างกัน คือ แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 0 (ชุดควบคุม) มีลักษณะสีเหลืองอ่อน สอดคล้องกับค่าสี (L*, a* และ b*) ของแครกเกอร์ที่วัดได้ สำหรับแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 0 มีค่า L* (ความสว่าง) และค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) สูงกว่าแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ในขณะที่แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 5 มีสีน้ำตาลอ่อน และมีแนวโน้มเป็นสีน้ำตาลเข้มมากขึ้น เมื่อระดับการเสริมเห็ดแครงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้แครกเกอร์ที่เสริมเห็ดแครงร้อยละ 20 มีสีน้ำตาลเข้มมากที่สุด สอดคล้องกับค่า L* และ b* ที่ต่ำที่สุด และค่า a* (ความเป็นสีแดง) สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ฟักทองปลอดกลูเตน (Poratso et al., 2019) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้อง (Maisont & Khucharoenpaisan, 2012) และเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

ลักษณะเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์หรือ ค่า Hardness ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อมีการเสริมปริมาณเห็ดแครงร้อยละ 5 (5289.17 kg Force) และเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมปริมาณเห็ดแครงมากขึ้น ร้อยละ 10, 15 และ 20 (6523.86, 6934.53 และ 7454.18 kg Force ตามลำดับ) โดยค่า Hardness สูงสุดอยู่ที่แครกเกอร์ชุดควบคุม (7627.57 kg Force) เนื่องจากแป้งสาลีมีองค์ประกอบของกลูเตนที่ทำให้มีความเหนียว และทำให้แป้งมีความแข็ง ในขณะที่เห็ดแครงไม่มีองค์ประกอบของกลูเตน แต่มีใยอาหาร เมื่อเสริมปริมาณเห็ดแครงลงไปทำให้แครกเกอร์มีความร่วนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า Hardness มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้พบว่า ค่า Hardness ที่ลดลงสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในแครกเกอร์ โดยแครกเกอร์มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณเห็ดแครงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jiwaworakead et al. (2021) ได้รายงานไว้ว่า แครกเกอร์ข้าวกล้องอกที่ทดแทนแป้งข้าวกล้องอกด้วยสตาร์ชมันสำปะหลังแบบพรีเจลาทรินซ์ 20% ส่งผลให้ค่าความแข็งของแครกเกอร์ลดลง และมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น

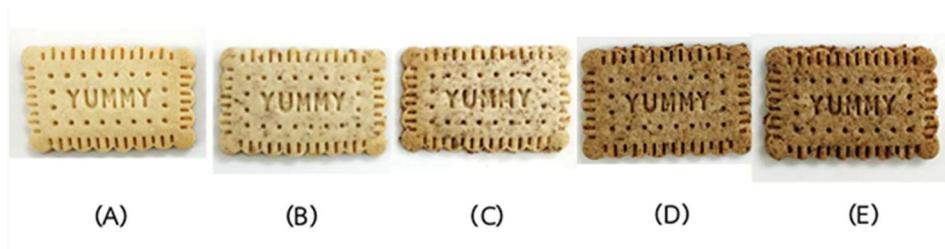


Figure 2 Characteristics of crackers with amounts of Split-gill mushroom in different concentrations as follows: (A) 0% (control), (B) 5%, (C) 10%, (D) 15%, and (E) 20%

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและค่า water activity (a_w) ของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครง ในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 (Table 5) พบว่าปริมาณความชื้นของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงไม่มีความแตกต่างกับแครกเกอร์ชุดควบคุม ($p>0.05$) ในขณะที่ค่า a_w มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) โดยค่า a_w ของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-0.24 เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อปริมาณเห็ดแครงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีค่า a_w สูงที่สุด (0.24) และความเข้มข้นร้อยละ 15 มีค่า a_w ลดลงต่ำที่สุด (0.12) จากผลการทดลอง พบว่า การเสริมปริมาณเห็ดแครงในแครกเกอร์มีผลทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้นเนื่องจากเห็ดส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) และโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี แต่เมื่อปริมาณเห็ดแครงเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 และร้อยละ 20 ค่า a_w กลับลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับร้อยละ 10 นอกจากนี้ แครกเกอร์เสริมเห็ดแครง ร้อยละ 0-20 มีปริมาณความชื้นสอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมปังกรอบ มพช. 523/2555 ที่กำหนดให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่เกินร้อยละ 4 ทั้งนี้ปริมาณความชื้น และค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ (Shelf Life) และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยอาหารที่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.60 จัดเป็นอาหารที่เน่าเสียยาก และส่งผลให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นานมากขึ้น (Thai Industrial Standards Institute, 2012)

Table 5 Moisture content and water activity (a_w) of cracker products supplemented with Split-gill mushrooms in different concentrations

Crackers with added Split-gill mushroom (percent)	Parameters	
	Moisture content (%) ^{ns}	Water activity (a_w)
0 (control)	1.89±0.38	0.10±0.10 ^a
5	1.87±0.25	0.14±0.01 ^c
10	2.39±0.46	0.24±0.01 ^a
15	1.92±0.44	0.12±0.01 ^d
20	2.27±0.18	0.17±0.01 ^b

Note: Mean values in the same vertical column that are labeled with different letters show a statistically significant difference ($p\leq 0.05$).

ns means no statistically significant difference ($p>0.05$).

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครง พบว่า เมื่อนำแครกเกอร์เสริมเห็ดแครง ร้อยละ 20 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับแครกเกอร์สูตรพื้นฐาน (Table 6) พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของแครกเกอร์เสริมเห็ดแครง ร้อยละ 20 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และใยอาหารสูงกว่าแครกเกอร์สูตรพื้นฐาน ทั้งนี้เป็นผลมาจากส่วนประกอบของเห็ดแครงที่เป็นแหล่งของโปรตีนและใยอาหารสูง ปริมาณความชื้น พบว่า แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงมีความชื้นต่ำกว่าแครกเกอร์สูตรพื้นฐานเล็กน้อย และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนมปังกรอบ (มอก.742-2538) โดยกำหนดค่าความชื้นของขนมปังกรอบไม่มีไส้ ต้องไม่เกิน ร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก (Food Institute, 1995)

Table 6 Chemical composition of the basic cracker recipe and crackers with 20% Split-gill mushroom supplement per 100 grams

Chemical composition	Quantity (100 g)	
	Basic cracker recipe	Crackers with added Split-gill mushroom (20%)
Total energy (Kcal)	499.81	486.64
Total fat (g)	24.45	21.58
Carbohydrate (g)	62.59	64.24
Protein (g)	7.35	8.82
Moisture (g)	3.88	3.30
Ash (g)	1.73	2.06
Fiber (g)	15.0	3.06

4. สรุป

ผลการเสริมเห็ดแครงในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่เหมาะสม พบว่า แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 0-20 โดยน้ำหนักของแป้งสาธิตีมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน ($p\leq 0.05$) แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 15 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสมากที่สุด ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 15 และ 20 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ลักษณะแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงที่ได้มีสีน้ำตาล ค่าสีในรูปของความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ต่ำกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม (เห็ดแครงร้อยละ 0) ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูงกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม และมีค่า Hardness ต่ำกว่าแครกเกอร์สูตรควบคุม โดยที่แครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 20 มีค่า Hardness ไม่แตกต่างจากแครกเกอร์สูตรควบคุม ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างจากแครกเกอร์เสริมเห็ดแครงร้อยละ 15 ($p\leq 0.05$) ดังนั้นการเสริมเห็ดแครงในแครกเกอร์ในปริมาณที่สูงขึ้น (ไม่เกินร้อยละ 20) ไม่ส่งผลกระทบต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสและคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสามารถเสริมปริมาณเห็ดแครงลงในแครกเกอร์ได้ โดยการเสริมปริมาณเห็ดแครงร้อยละ 20 ส่งผลให้แครกเกอร์มีคุณภาพที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม สามารถเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเห็ดแครง และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปี พ.ศ. 2566 ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยให้คณะผู้วิจัยภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตลอดจนคณาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิในหลักสูตรอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ สำหรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณนักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (1993). *Method of Analysis for Nutrition Labelling*. AOAC International.
- AOAC. (1999). *Moisture content Method*. AOAC International.
- Boonnun, W. 2019. *Development of gluten-free bread products from lotus seeds flour and rice berry rice flour*. (Ph.D. Thesis. Department of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi) Pathumtani. <http://www.repository.rmutt.ac.th/xmlui/handle/123456789/3737/> [in Thai]
- Chaijapo, W. (1999). *Development on processing of tuna cracker*. (Ph.D. Thesis. Department of Food Technology, Prince of Songkhla University) Songkhla. <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2553/2974/> [in Thai]
- Food Institute. (1995). *Industrial Product Standards for Crispy Bread (TIS 742-1995)*. Office of Industrial Standardization, Ministry of Industry. [in Thai]
- Jiwaworakad, T., Pancharoen, P., Nakawo, P., Tragoontra, M. & Sangnark, A. (2021). Effects of pregelatinized tapioca starch and carboxymethylcellulose on qualities of germinated brown rice crackers. *Journal of Science and Technology*, 6(1), 27-36. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/yrjst/article/view/242375/170533> [in Thai]
- K-Research. (2024). *Thai snack market trends: Industry analysis and outlook No. 12*. Kasikom Research Center. <https://www.kasikomresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/Snack-Industry-IAO112-Info-FB-23-12-24.aspx> [in Thai]
- Kongwong, P., Plaoklakul, S. & Bunthawong, O. (2021). Quality of crackers fortified with crude fiber from pineapple cores. *Science and Technology Research Journal Nakhon Ratchasima Rajabhat University*. 7(1), 65-73. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/sciencenrujournal/article/download/245152/167321/877530/> [in Thai]
- Kunna, N., Thongkom, S., Nonprasrt, P. & Phugsin, P. (2019). The substitution of margarine with tea seed oil in butter cookies products. *Vocational Education Innovation and Research Journal VE-IRJ*. 3(2), 47-54. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ve-irj/article/view/202038/159315/> [in Thai]
- Maisont, S. & Khucharoenpaisan, K. (2012). Development of cracker from Hom Mali brown rice and red rice (ankak). *Phranakhon Rajabhat Research Journal*. 7(2), 27-40. [in Thai]
- Menakongka, A., Ruaengsritanyakij, S., Sripayak, S. & Suthiphongchai, T. (2019). Anti-proliferation and anti-migration of *Schizophyllum commune* on Human Cholangiocarcinoma Cell Line. *Vajira Medical Journal: Journal of Urban Medicine*, 63(5), 325-336. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/VMED/article/view/216961/> [in Thai]
- Poratso, Y., Butsat, S. & Thammapat, P. (2019). Product development of gluten-free pumpkin cracker. *Prawarun agricultural journal*. 16(2), 221-227. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/issue/view/10.14456> [in Thai]
- Samdaeng, W., Maireng T., Pimpa, B. & Lekjing, S. (2015). Study on the shelf life of common split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) roast curry and chili paste products. *Burapha Science Journal*, 20(2), 33-47. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/article/view/251963/> [in Thai]
- Thai Industrial Standards Institute. (2012). *Community product standards for crispy bread, TISI 523/2012*. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute. <https://www.tisi.go.th/assets/website/pdf/tiss/96-2563.pdf> [in Thai]
- Thoprapassom, R. & Boonsook, R. (2020). *Characteristics of meatless sausages containing split gill mushrooms*. [Unpublished manuscript]. Agricultural product innovation and technology, Srinakharinwirot University. [in Thai].
- Tojaroen, P. (2009). *Easy Cookies*. Amarin Publishing, Bangkok. 120 p. [in Thai]