

การศึกษาคุณภาพของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด

Quality of Crackers Fortified with Crude Fiber from Pineapple Cores.

ปรศันย์ กองวงศ์^{1*} ศิริลักษณ์ พวกกล้ากุล¹ และอรัญญา บุญทะวงศ์¹
Pratsanee Kongwong^{1}, Sirilak Plaoklakul¹ and Orathai Bunthawong¹*

รับบทความ 21 กันยายน 2564/ ปรับแก้ไข 11 ตุลาคม 2564/ ตอรับบทความ 29 มีนาคม 2565

Received: September 21, 2021/ Revised: October 11, 2021/ Accepted: March 11, 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดโดยเตรียมผงแกนสับปะรดจากส่วนแกนเหลือทิ้งจากการบริโภคสด ด้วยวิธีการอบแห้งแบบลมร้อน จากนั้นนำมาศึกษาการระดับการใช้ผงแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณการเสริมผงแกนสับปะรดที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L *) และค่าความเข้มของสีแดง (a *) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าความเข้มของสีเหลือง (b *) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าความแข็ง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงแกนสับปะรดที่เติม และค่าความชื้นที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 30 มีปริมาณความชื้น และความแข็ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: แครกเกอร์ เส้นใยอาหาร สับปะรด

Abstract

This study aims to study the quality of cracker products by supplementing dietary fiber from pineapple core. Pineapple powder was prepared from the pineapple core residue by hot air-drying method. Then, the level of use of pineapple core powder as a substitute for wheat flour was studied at the levels of 0, 10, 20, and 30 %. As a result, when fortified with a high level of pineapple core powder, the brightness (L *) and the intensity of red (a *) tended to decrease, while the intensity of yellow (b *) tended to increase. In terms of texture quality, it was found that the hardness tended to increase with the amount of pineapple core powder added. and the moisture content tends to decrease. The quality of cracker after 35 days of storage was investigated, it was found that pineapple core powder supplemented cracker product at 30% level had a statistically significant increase in moisture content and hardness ($p \leq 0.05$).

Keywords: Cracker, Fiber, Pineapple

¹ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

¹Department of Agro-industry, Faculty of Science and Agricultural Technology,
Raja Mangala University of Technology Lanna Lampang 52000

*Corresponding author: enjoy44303413@hotmail.com

บทนำ

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ถือว่าเป็นหนึ่งในอาหารว่างยอดนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากคนไทยหันมาอมรับและนิยมรับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มากขึ้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ยังใช้ในโอกาสต่างๆ ทำให้มูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในประเทศไทยขยายตัวอย่างรวดเร็ว แครกเกอร์หรือคุกกี้ หมายถึง ขนมปังกรอบที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำหรือไม่มีเลย มีไขมันค่อนข้างสูงลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบ แข็ง และแยกเป็นชั้น ในประเทศสหรัฐอเมริกาเรียกว่า คุกกีหรือแครกเกอร์ ทำไปทำจากแป้งสาลีที่มีโปรตีนประมาณร้อยละ 8-12 โดยมีีสต์ในส่วนผสมพร้อมเบคกิ้งโซดาหรือผงฟู ลักษณะของแป้งผสมค่อนข้างเหนียว และสามารถรีดเป็นแผ่นได้ (นิภาพร กุลณา และคณะ, 2562)

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกเพื่อใช้ในการแปรรูป ซึ่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสามารถนำไปแปรรูปได้เกือบทั้งหมด และจัดเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพโดยสับปะรดอุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ซึ่งถือว่ามีประโยชน์ต่อร่างกายและยังมีสรรพคุณทางสมุนไพรที่ช่วยรักษาอาการต่างๆ สับปะรดมีผลใหญ่เนื้อฉ่ำแน่นนิยมนำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มน้ำสับปะรด ทำให้มีส่วนที่เหลือใช้ถูกกำจัดทิ้งจำนวนมาก เช่น แกนสับปะรด เปลือก และใบ โดยมีงานวิจัยได้ศึกษาการนำส่วนที่เหลือใช้ของสับปะรดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น การศึกษาน้ำส้มสายชูจากไวน์สับปะรด (วิลาวัลย์ บุญยศุภา และคณะ, 2560) การศึกษากระบวนการย่อยโปรตีนของสารสกัดหยาบซึ่งสกัดได้จากแต่ละส่วนของสับปะรด ได้แก่ แกน เปลือก เนื้อ ก้าน และจุก (อาภัสสร ศิริจริยวัตร และ กาญจนนาพร นนทะสุน, 2563) นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปเอนไซม์โบรมิเลนจากสับปะรดเพื่อพัฒนาผงหมักเนื้อปรุงรสและซอสหมักบาปคิวพร้อมใช้สำหรับเนื้อสัตว์ (เศรษฐศิลป์ อัมมวรรณ และคณะ, 2557) ทั้งนี้ ส่วนที่เหลือใช้จากการบริโภค เช่น ส่วนแกนสับปะรด เป็นวัตถุดิบที่มีเส้นใยอาหารสูง แกนสับปะรดที่ได้จากการคั้นน้ำ มีปริมาณเส้นใยหยาบร้อยละ 6.02 (ดวงกมล ตั้งสฤติพร และคณะ, 2558) จึงเป็น

วัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารได้

เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) คือส่วนของผนังเซลล์พืชที่ไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยส่วนประกอบบางส่วนของใยอาหารได้ มีบทบาทสำคัญต่อภาวะโภชนาการและสุขภาพของมนุษย์ เช่น ช่วยทำให้ระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ ควบคุมระดับและปริมาณของคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในกระแสเลือด ใยอาหารประกอบไปด้วยโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน กัม และมิวซิเลจส์ เป็นองค์ประกอบหลัก รวมถึงสารประกอบที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต เช่น ลิกนิน ใยอาหารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดตามความสามารถการละลายน้ำได้คือเส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำและเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ โดยผลรวมของใยอาหารทั้งสองชนิดเรียกว่าเส้นใยอาหารทั้งหมด (หยาดฝน ทนงการกิจ, 2557) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากสับปะรดอบแห้ง พบว่ามีเส้นใยอาหารเป็นองค์ประกอบในปริมาณร้อยละ 15.28 (ศิริพร ศิริอังคณากุล และคณะ, 2559) กุลชญา สิ่งหววน และคณะ (2560) ได้ศึกษาการไขเปลือกส้มโอผงเพื่อเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมปังอบกรอบ เปลือกส้มโอเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ เปลือกในส้มโอเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร เนื่องจากมีรายงานการวิจัย พบว่ามีเส้นใยอาหารทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 87.99 โดยเป็นเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำและเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 31.06 และ 56.93 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ การผลิตเป็นเปลือกส้มโอผงเพื่อเสริมในขนมปังอบกรอบเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้านเส้นใยอาหารให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังอบกรอบให้มีประโยชน์เพิ่มขึ้น ศิริพร ศิริอังคณากุล และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากสับปะรดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของบิสกิตในระหว่างการผลิต โดยนำวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปสับปะรดมาใช้ประโยชน์จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งจากสับปะรด เช่น เปลือกและแกนสับปะรด โดยในการศึกษาพบว่าเปลือกและแกนสับปะรดมี

ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในเปลือกสับปะรด คือ เบต้า-แคโรทีน วิตามินเอ วิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิก มีบทบาทสำคัญในการป้องกันหรือบรรเทาโรคต่างๆ เช่น ช่วยในการลดความอ้วน โรคกระเพาะอาหาร โรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคระบบทางเดินอาหาร Ahmed and Abozed (2015) ได้ศึกษาคุณภาพของแครกเกอร์ที่ใช้กากกระเจียบเพื่อเสริมเส้นใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระ โดยศึกษาปริมาณของกากกระเจียบที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างกัน (ร้อยละ 0, 1.25, 2.5, 3.75 และ 5) พบว่าเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.36 เป็นร้อยละ 8.17 โดยแครกเกอร์ที่มีปริมาณของกากกระเจียบร้อยละ 5 มีเส้นใยอาหารสูงสุด การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์มีการยอมรับสูงสุดที่มีการใช้กากกระเจียบร้อยละ 3.75 กากกระเจียบสามารถใช้ทดแทนแป้งได้ เนื่องจากกากกระเจียบมีเส้นใยอาหารสูงและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วิธีการเตรียมผงแกนสับปะรด

นำสับปะรดไปล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นแยกเนื้อ และแกนออก นำแกนสับปะรดมาหั่นเป็นลูกเต๋ารูปร่าง 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-20 ชั่วโมง จนกว่าความชื้นสุดท้ายจะต่ำกว่าร้อยละ 3 หลังจากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดอาหาร และร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผงแกนสับปะรด ได้แก่ ค่าสี (L^*, a^*, b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Colorimeter รุ่น Color Quest XE ยี่ห้อ Hunter Lab และปริมาณความชื้น ด้วยเครื่องวัดปริมาณความชื้นในอาหาร ยี่ห้อ SARTORIUS รุ่น MA-150

2. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่เสริมผงแกนสับปะรด

ศึกษาคุณภาพของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด สูตรพื้นฐานแสดงในตารางที่ 1 และแปรปริมาณผงแกนสับปะรดที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีที่ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 วิธีการเตรียมตัวอย่างทำได้โดย ร่อนส่วนผสมแห้งตามอัตราส่วนที่ใช้ (แป้งสาลี ผงแกนสับปะรด น้ำตาลไอซิ่ง และเกลือ) จากนั้นนำส่วนผสมที่ร่อนแล้วมาผสมกับเนย ใช้ส้อมสับเนย แล้วนวดให้เข้ากันระหว่างนวดให้เติมน้ำ 1 ช้อนโต๊ะ พักไว้ 10 นาที จากนั้นนำแป้งไปคลึงเป็นแผ่น หนาประมาณ 0.3 เซนติเมตร ใช้พิมพ์กด หรือตัด เรียงในถาดใช้ส้อมจิ้มให้เป็นรูนำไปอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หรือจนกว่าแป้งจะสุกโดยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน นำแครกเกอร์ออกมาพักบนตะแกรงพักขนม ร่อนเย็นแล้วแพ็คเกจใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพต่อไป โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพของแครกเกอร์ที่ได้ ดังนี้

2.1 ค่าสี (L^*, a^*, b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Colorimeter รุ่น Color Quest XE ยี่ห้อ Hunter Lab

2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) โดยใช้เครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT.Plus, U.S.A

2.3 ปริมาณความชื้น ด้วยเครื่องวัดปริมาณความชื้นในอาหาร ยี่ห้อ SARTORIUS รุ่น MA-150

2.4 ปริมาณเส้นใยอาหาร ด้วยเครื่องสกัดเส้นใยแบบอัตโนมัติ ยี่ห้อ Velpscientific รุ่น FIWE Raw Fiber Extrator

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดในระหว่างการเก็บรักษา

คัดเลือกแครกเกอร์สูตรที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดในระหว่างการเก็บรักษา โดยนำผลิตภัณฑ์แครกเกอร์บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์

หน้าใส เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 35 วัน และสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทุกๆ 7 วัน ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าสี (L^* a^* b^*) และความแข็ง ด้วยวิธีการตามที่

ได้กล่าวมาแล้วในการทดลองข้อ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด

ส่วนผสม (%)	ปริมาณผงแกนสับปะรด (%)			
	0	10	20	30
แป้งสาลี	52.2	47.0	41.8	36.6
ผงแกนสับปะรด	-	5.2	10.4	15.6
เนยสด	27.0	27.0	27.0	27.0
น้ำตาลไอซิ่ง	19.0	19.0	19.0	19.0
เกลือ	0.6	0.6	0.6	0.6
น้ำเปล่า	1.2	1.2	1.2	1.2

ผลการวิจัย

1. คุณภาพของผงแกนสับปะรด

ผงแกนสับปะรดที่ผ่านการบดและร่อนแล้วมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 1) โดยค่าสีของผงแกนสับปะรดที่วัดด้วยเครื่องวัดสี พบว่า แกนสับปะรดมีค่าความสว่าง (L^*) เฉลี่ย 66.11 ค่าความเข้มของสีแดง (a^*) เฉลี่ย 8.01 ค่าความเข้มของสีเหลือง (b^*) เฉลี่ย 32.56 และมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.59



ภาพที่ 1 ผงแกนสับปะรดอบแห้ง

2. คุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรด

2.1 ค่าสี (L^* a^* b^*)

ค่าความสว่างของสี (L^*) พบว่า แครกเกอร์ชุดควบคุมมีค่าความสว่างสูงสุด (68.82) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และแครกเกอร์ที่เสริมผงแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ที่มีค่าความสว่างเท่ากับ 62.82 61.04 และ 59.69 ตามลำดับ ค่าความเข้มของสีแดง (a^*) พบว่า แครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 30 มีค่าความเข้มของสีแดงสูงที่สุด (7.48) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับแครกเกอร์ที่เสริมผงแกนที่ระดับร้อยละ 0, 10 และ 20 ที่มีค่าความเข้มของสีแดงเท่ากับ 4.21, 6.89 และ 6.97 ตามลำดับ และค่าความเข้มของสีเหลือง (b^*) พบว่า ผงของแกนที่ระดับร้อยละ 20 มีค่าความเข้มของสีเหลืองสูงที่สุด (28.23) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับแครกเกอร์ที่เสริมผงแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 0, 10 และ 30 ที่มีค่าความเข้มของสีเหลืองเท่ากับ 24.24 26.57 และ 27.12 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

2.2 ความแข็ง (Hardness)

ความแข็ง พบว่า แครกเกอร์ที่เสริมผงแกนที่ระดับร้อยละ 30 มีค่าความแข็งสูงสุด (12.94 N) ($p \leq 0.05$) โดยแครกเกอร์ที่เสริมผงแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 0, 10 และ 20 มีค่าความแข็งเท่ากับ 3.75, 11.63 และ 12.72 N ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

2.3 ปริมาณความชื้น

พบว่า แครกเกอร์ชุดควบคุมมีปริมาณความชื้นสูงสุด (ร้อยละ 6.77) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแครกเกอร์ที่เสริมผงแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 10 20 และ 30 มีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 4.31 4.24 และ 4.32 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

2.4 ปริมาณเส้นใยอาหาร

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรด 4 ระดับ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดปริมาณร้อยละ 20 และ 30 ปริมาณเส้นใยอาหารสูงกว่าแครกเกอร์ที่ใช้แกนสับปะรดร้อยละ 0 และ 10 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด

สิ่งทดลอง	L*	a*	b*	ความแข็ง (N)
ชุดควบคุม	68.82 $\pm$ 2.19 ^a	4.21 $\pm$ 1.47 ^b	24.24 $\pm$ 1.72 ^c	3.75 $\pm$ 2.23 ^b
10%	63.47 $\pm$ 1.14 ^b	6.89 $\pm$ 0.76 ^a	26.34 $\pm$ 1.20 ^b	11.63 $\pm$ 3.86 ^a
20%	60.82 $\pm$ 1.72 ^c	6.95 $\pm$ 0.61 ^a	28.44 $\pm$ 1.42 ^a	12.72 $\pm$ 7.05 ^a
30%	59.53 $\pm$ 2.46 ^c	7.61 $\pm$ 0.99 ^a	27.12 $\pm$ 0.97 ^b	12.94 $\pm$ 5.40 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมีของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด

สิ่งทดลอง	ปริมาณความชื้น (%)	เส้นใยอาหาร (%)
ชุดควบคุม	6.77 $\pm$ 0.54 ^a	0.83 $\pm$ 0.14 ^b
10%	4.31 $\pm$ 0.61 ^b	1.27 $\pm$ 0.38 ^b
20%	4.24 $\pm$ 0.07 ^b	3.21 $\pm$ 0.05 ^a
30%	4.32 $\pm$ 1.08 ^b	3.78 $\pm$ 1.31 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดในระหว่างการเก็บรักษา

การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยแกนสับปะรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดที่อายุการเก็บรักษา 35 วัน มีปริมาณความชื้นสูงสุด คือ ร้อยละ 3.23 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.19, 2.15, 2.27, 2.53 และ 3.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดที่อายุการเก็บรักษา 35 วัน มีค่าความแข็งสูงสุด (55.84 N) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยมีค่าความแข็งเท่ากับ 20.92, 20.35, 31.39, 35.25 และ 35.35 N ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ค่าความสว่าง (L*) พบว่า ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดที่เก็บรักษา 0 วัน มีค่าความสว่างสูงสุด (65.31) ($p \leq 0.05$) แครกเกอร์ที่เสริมผงแกนสับปะรดที่มีอายุการเก็บรักษา 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน ที่มีค่าความสว่างเท่ากับ 63.68, 63.58, 64.68 62.45 และ 64.58 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในค่า

ความเข้มสีแดง และค่าความเข้มของสีเหลือง (b^*) ($p>0.05$)

(ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดที่อายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน

อายุการเก็บรักษา	ความชื้น (%)	ความแข็ง (N)	L^*	$a^{*(ns)}$	$b^{*(ns)}$
0 วัน	2.19 ± 0.17^b	20.92 ± 10.58^c	64.46 ± 1.75^a	6.93 ± 0.96	28.79 ± 3.46
7 วัน	2.15 ± 0.18^b	20.35 ± 8.79^c	63.97 ± 2.87^{ab}	6.69 ± 1.18	26.42 ± 2.62
14 วัน	2.27 ± 0.11^b	31.39 ± 15.71^{bc}	63.77 ± 2.21^{ab}	7.40 ± 1.02	28.33 ± 3.71
21 วัน	2.53 ± 0.10^b	35.25 ± 6.09^b	64.68 ± 1.14^a	7.33 ± 0.59	28.71 ± 1.81
28 วัน	2.40 ± 0.10^b	35.35 ± 12.08^b	62.45 ± 1.99^b	6.87 ± 1.22	27.07 ± 3.19
35 วัน	3.23 ± 0.42^a	55.84 ± 13.90^a	64.06 ± 2.02^a	6.99 ± 0.96	28.78 ± 2.67

หมายเหตุ: อักษรที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อปริมาณการเสริมผงแกนสับปะรดเพิ่มมากขึ้น พบว่า ค่า L^* และ a^* ลดลงในขณะที่ค่า b^* มีแนวโน้มสูงขึ้น (ตารางที่ 2) แสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามปริมาณผงแกนสับปะรดที่ผสมในแครกเกอร์ ผลการทดลองมีแนวโน้มเช่นเดียวกับงานวิจัยของ ผกาวิติ ภูจันทร์ และคณะ (2564) ศึกษา ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด พบว่า เมื่อเสริมกากสับปะรดในปริมาณร้อยละ 20 25 และ 30 ปริมาณกากสับปะรดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ L^* และ a^* มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่า b^* มีค่าสูงขึ้น อาจเป็นเพราะกากสับปะรดที่ใช้เสริมลงในผลิตภัณฑ์ มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง น้ำตาลอ่อน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสีน้ำตาลของกากสับปะรดที่เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบใช้และไม่ใช่เอนไซม์ โดยในสับปะรดมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดสีน้ำตาลแบบใช้เอนไซม์ การเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช่เอนไซม์ หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เกิดจากในสับปะรดมีน้ำตาลรีดิวซ์ เช่น ฟรุกโตส (Fructose) และ กลูโคส (Glucose) เมื่อทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจนโดยมีความร้อนในระหว่างการอบเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันได้เป็นอนุพันธ์ของฟูแรน (Furan) พอลิเมอร์ไฮดรอกซีอย่างรวดเร็วดังเป็นสารสีน้ำตาลที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น (นิธิยา, 2547) จากงานวิจัยของ

ประดิษฐ์ คาหนองไผ่ (2557) ค่าความสว่างของบัตเตอร์ชีฟฟอนเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากแกนสับปะรด เมื่อมีการใช้ใยอาหารจะทำให้ค่าความสว่างของบัตเตอร์ชีฟฟอนลดลง ($p < 0.05$) ทั้งนี้เพราะเส้นใยอาหารมีสีเทาเข้มเมื่อใส่ลงไปบนเบทเทอร์จะทำให้สีของเบทเทอร์มีความเข้มขึ้นจึงทำให้มีค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของบัตเตอร์ชีฟฟอนเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากแกนสับปะรด ให้ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$)

ค่าความแข็งของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด พบว่า ค่าความแข็งที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 มีค่าความแข็งมากกว่าร้อยละ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการทดลองมีแนวโน้มเช่นเดียวกับงานวิจัยของ ศิริพร ศิริอังกณากุล และคณะ (2560) ที่วัดค่าวัดค่าความแข็งของบิสกิตทดแทนแป้งสาลีด้วยกากสับปะรดที่ร้อยละ 30 ส่งผลให้บิสกิตมีค่าความแข็งสูงสุด ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโปรตีนกลูเตนที่พบมากในแป้งสาลีแต่ไม่พบในกากสับปะรด เมื่ออัตราส่วนของกากสับปะรดเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ปริมาณแป้งสาลิลดลงจะทำให้ได้มีปริมาณกลูเตนลดลงจึงทำให้บิสกิตที่ทดแทนด้วยกากสับปะรดมีความหนาแน่นมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็งอัดตัวกันแน่น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การอบแห้งใยอาหารให้มีความหนาแน่นของการยุบตัวของรูพรุน ทำให้ความหนาแน่นของใยอาหารสูงขึ้น (ผกาวิติ ภูจันทร์ และคณะ, 2564)

ปริมาณความชื้นของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรด พบว่า แครกเกอร์ชุดควบคุมมีค่าความชื้นสูงสุด ($p \leq 0.05$) และเมื่อใส่ผงแกนสับปะรดมากขึ้นผลของความชื้นจะลดลง (ตารางที่ 3) ผลการทดลองมีแนวโน้มเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Benjakul and Karnjanapratum (2018) ที่ศึกษาลักษณะและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบโฮลวีตเสริมด้วยผงแคลเซียมชีวภาพจากกระดูกปลาของตัวอย่างควบคุมมีปริมาณความชื้นสูงสุด ($p \leq 0.05$) ความชื้นและน้ำลดลงเมื่อเพิ่มผงแคลเซียมที่สกัดจากธรรมชาติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณเส้นใยของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด พบว่า ปริมาณเส้นใยที่ใช้แกนสับปะรดเสริมที่ระดับร้อยละ 20 และ 30 มีค่าเส้นใยอาหารสูงกว่าร้อยละ 0 และ 10 ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในแกนสับปะรดมีเส้นใยอาหารสูง ดังนั้นในการทดลองการเก็บรักษาจึงเลือกแครกเกอร์เสริมแกนสับปะรดที่ร้อยละ 30 ผลการทดลองมีแนวโน้มเช่นเดียวกับงานวิจัยของ ศิริพร ศิริธรรมากุล และคณะ (2560) ศึกษาหาปริมาณเส้นใยอาหารในบิสกิตทดแทนแป้งสาลีด้วยกากสับปะรดที่ระดับต่างๆ มีปริมาณเส้นใยสูงกว่าบิสกิตสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ปริมาณเส้นใยของบิสกิตทดแทนแป้งสาลีด้วยกากสับปะรดที่ร้อยละ 10 20 และ 30 มีค่าสูงกว่าบิสกิตสูตรควบคุม 9.97 11.72 และ 15.59 เท่า ตามลำดับ และจากงานวิจัยของ กุลพร พุทธิมี และศรายุทธ จิตรพัฒนานกุล (2560) พบว่า เมื่อเติมเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในข้าวเกรียบหอยนางรมเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณเส้นใยอาหารของข้าวเกรียบมีค่าเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ค่าความชื้นของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดที่เก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เป็นระยะเวลานานจะมีความชื้นเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากอากาศด้านนอกอาจซึมผ่านภาชนะบรรจุเข้าไปสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khatun et al. (2016) ศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของแครกเกอร์มะละกอ พบว่า ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วงอายุการเก็บรักษา 30 วัน และมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน ความแข็งของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดมีความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นระยะเวลานาน เมื่อเพิ่มแกนสับปะรดจึงส่งผลให้ค่าความแข็งของแครกเกอร์เพิ่มขึ้น ผลการทดลองมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวก่ำบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิด OPP และ PP พบว่า มีค่าความแข็งและปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากถั่วทั้ง 2 ชนิดนี้มีการซึมผ่านของไอน้ำได้นอกจากนี้ ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ไอน้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ได้มากขึ้นสอดคล้องกับค่าความชื้นของแครกเกอร์ข้าวก่ำที่เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาซึ่งทำให้ตัวอย่างสามารถดูดซับไอน้ำ และส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากขึ้น ทำให้ต้องใช้แรงในการกดให้แตกเพิ่มขึ้น (สุวลี พงอินทร์ และคณะ, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yilmaz and Karaman (2017) ได้รายงานว่ แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากเมล็ดส้ม ข้าวสาลี และเมล็ดส้มโอ มีค่าความแข็งของแครกเกอร์มากกว่าชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วัน ค่าสีของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดที่อายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน พบว่าเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน แครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* จากวันที่ 0 และ วันที่ 35 ไม่แตกต่างกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า a^* และค่า b^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่า การเก็บรักษาระยะเวลา 35 วัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรด

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพของแครกเกอร์เสริมเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 0 10 20 และ 30 พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) และ ค่าความเข้มของสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความเข้มของสีแดง (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของผงแกนสับปะรด ($p \leq 0.05$) ปริมาณความชื้นของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับปะรดมีค่าน้อยกว่าแครกเกอร์ชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) ปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงแกนสับปะรด

ที่ใช้ ($p \leq 0.05$) ลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณผงแกนเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แครกเกอร์เสริมผงแกนสับประด้อยละ 30 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน พบว่า ค่าความสว่าง L^* ของแครกเกอร์ในวันที่ 0 และ 35 ไม่มีความแตกต่างกัน ค่าความแข็ง และปริมาณความชื้นของแครกเกอร์เสริมผงแกนสับประดามีค่าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (คลินิกเทคโนโลยี) ประจำปีงบประมาณ 2563-2564 และขอขอบคุณสาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัย และทรัพยากรสนับสนุนงานวิจัยอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กุลขญา สิ่งหวน ผกาวิทย์ ภูจันทร์ อารชา คำเพ็ญ และ ภาณุเดช อินประถม. (2560). การใช้เปลือกส้มโอผงเพื่อเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมปังอบ. *PSRU Journal of Science and Technology*, 2(1), น.14-23.
- กุลพร พุทธิมี และศรายุทธ จิตรพัฒนากุล. (2560). การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบหอยนางรมด้วยเส้นใย อาหารจากเปลือกทุเรียน กลุ่มหอยนางรมครบวงจรคู่ กระเบน. *วารสารวิจัยไร่ไพพรรณี*, 11 (3), น. 13-22.
- นิภาพร กุลณา สุริย์ ทองกร พิมพ์ดา นนประสาท และ ปณิดา พิงศ์ศิลป์. (2562). การใช้น้ำมันเมล็ดชาทดแทนมาร์การีนในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสด. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม การอาชีวศึกษา*, 3 (2), น. 47-54.
- ประดิษฐ์ คาหนองไผ่. (2557). ผลของใยอาหารจากแกนสับประดต่อคุณภาพของซีฟฟอนเค้ก. ใน *การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร.ตะวันออก มรภ.กลุ่มศรีอยุธยาและราชนครินทร์วิชาการ*

และ การวิจัย (น. 22). ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ปิยนุสรณ์ น้อยดวง และสุภาสินี แก่นแก้ว. (2552). การเสริมเส้นใยอาหารในเฟรนช์ฟรายด์จากมันสำปะหลัง. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 4 (1), น. 42-49.

วิชมนิ ยืนยงพุทธกาล สันทัด วิเชียรโชติ วัชร บัญณอม และ สุรางค์ ทองสุวรรณ. (2561). ผลของของสภาวะการสกัดต่อคุณภาพของเส้นใยอาหารผงจากกากมะตูม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 20, น. 110-123.

วิลาวัลย์ บุญยสุภา กรรณิการ์ ทองดอนเปรียง, ธนพร ปลุกขาลี, ปณิดา ภูผาดวง, ณัฐกานต์ โคตรทิพย์ และนันทกานต์ แสนโสม. (2560). สมบัติทางเคมี สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากสับประรด 4 สายพันธุ์. *วารสารวิจัยราชมงคล กรุงเทพ*, 11 (2), น. 26-38.

ศิริพร ศิริอังคณากุล มนตรา ศรีชะแยม และเอกภพ จันทร์สุคนธ์. (2560). ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากสับประรดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของบิสกิตในระหว่างการเก็บรักษา. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 22 (3), น. 95-105.

เศรษฐศิลป์ อัมมวรรณ วรณา อัมมวรรณ และ ทนงศักดิ์ สัสดีแพง. (2557). การพัฒนาผงหมักเนื้อปรุงรสจากกากและแกนสับประรดและการพัฒนาซอสหมักบาปี้พร้อมใช้จากเนื้อและเปลือกสับประรด. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง, ลำปาง.

หยาดฝน ทนงการกิจ. (2557). การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้ เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นใยอาหารผง. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 9 (1), น. 31-38.

อาภัสสร ศิริจริยวัตร และ กาญจนาพร นนทะลุน. (2563). กิจกรรมการย่อยโปรตีนของสารสกัดหยาบจาก

ส่วนต่าง ๆ ของสับปะรด และมะละกอ. *แก้ว
เกษตร*, 48 (ฉบับพิเศษ 1), น. 1087-1092.

- Ahmed, Z. S., & Abozed, S. S. (2015). Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with Hibiscus sabdariffa by-product. *Journal of Advanced Research*, 6(1), 79-87.
- Benjakul, S., & Karnjanapratum, S. (2018). Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder. *Food Chemistry*, 259, 181-187.
- Khatun, H., Jahan, N., Hosain, M., Mardy, T., & Rahman, S. (2016). Effect of papaya and storage time on the quality of the newly developed papaya crackers. *Journal of Experimental Biology*, 4(2), 194-200.
- Lekjing, S., & Venkatachalam, K. (2019). Influences of storage time and temperature on sensory and measured quality of green gram savory crackers. *LWT*, 113, 108310.
- Mir, S. A., Bosco, S. J. D., Shah, M. A., Santhalakshmy, S., & Mir, M. M. (2017). Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice-based cracker. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(1), 25-32.
- Yilmaz, E., & Karaman, E. (2017). Functional crackers: incorporation of the dietary fibers extracted from citrus seeds. *Journal of food science and technology*, 54(10), 3208-3217.