การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดโดยการอบด้วยเตาถ่าน

DEVELOMENT OF COOKIES WITH FIBER SUPPLEMENTATION FROM PINEAPPLE RESIDUES OF BAKING BY A CHARCOAL STOVE

ผกาวดี ภู่จันทร์* *ปภาวรินท์ หนูฉิม นันท์ชพร สาดอ่ำ อารยา พรานเสือ*

***Pakawadee Phugan**, Phapawarin Nuchim, Nanchporn Satam, Arraya Pransua*

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Home Economics, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University.

**Corresponding author, e-mail: Pakawadee@psru.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของกากสับปะรดที่เหมาะสมต่อการผลิตคุกกี้เสริมใยอาหาร ศึกษาความชอบของผู้บริโภค คุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ศึกษาอุณหภูมิในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดโดยใช้เตาถ่านแทนเตาอบไฟฟ้า ด้วยการแปรระดับอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที จากการศึกษาปริมาณของกากสับปะรดที่เหมาะสมต่อการผลิตคุกกี้เสริมใยอาหาร การเสริมกากสับปะรด ร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด โดยศึกษาความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 - Points hedonic scale พบว่า คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง ได้รับความชอบมากที่สุด ($p \leq 0.05$) คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 48.03±0.02, 12.39±0.02 และ 26.19±0.04 ตามลำดับ เมื่อเสริมกากสับปะรดเพิ่มขึ้น ทำให้คุกกี้มีค่าความแข็งและค่าการแตกหักเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่ค่าการแผ่กระจายไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดร้อยละ 20 ใน 100 กรัม มีปริมาณเถ้า ร้อยละ 1.40 โปรตีน ร้อยละ 5.03 ไขมัน ร้อยละ 27.28 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 61.02 ความชื้น ร้อยละ 5.27 ใยอาหาร 4.52 กรัม และพลังงาน 509.72 กิโลแคลอรี่ และจากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดด้วยเตาถ่าน พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบ โดยใช้เวลา 10 นาที ซึ่งคุกกี้ที่ได้มีคุณลักษณะทางกายภาพเทียบเท่ากับคุกกี้ที่อบด้วยเตาอบไฟฟ้ามากที่สุด

คำสำคัญ: คุกกี้ ใยอาหาร สับปะรด เตาถ่าน เตาอบไฟฟ้า

Abstract

This study aims to study the suitable volume of pineapple pulp for dietary fiber cookies, study the consumer acceptance, physical quality and chemical components of dietary fiber cookies from pineapple pulp, study temperature and baking time for fiber cookies from pineapple pulp and baking by a

charcoal stove instead of an electric oven. This is done by varying temperature and baking time of 160, 170 and 180°C at 10 minutes respectively. From the study of suitable proportion of pineapple pulp for dietary fiber cookies of 20%, 25%, and 30% of flour weight with consumer acceptance study by 9 - Points hedonic scale, dietary fiber cookies from pineapple pulp of 20% is the most acceptable ($p \leq 0.05$). For the physical quality, L* a* b* are 48.03±0.02, 12.39±0.02 and 26.19±0.04 respectively. When increasing proportion of pineapple pulp, the hardness and fracturability increase as well ($p \leq 0.05$) while spread ratio is not different ($p > 0.05$). When analyzing chemical components, 100 g. of dietary fiber cookies with 20% of pineapple pulp contains 1.40% of ash, 5.03% of protein, 27.28% of fat, 61.02% of carbohydrate, 5.27% of moisture, 4.52 g of dietary fiber, and 509.72 kcal. From the study of temperature for dietary fiber cookies from pineapple pulp and baking by a charcoal stove, baking with 160 °C for 10 minutes is suitable because physical properties of cookies are the most similar to the baking by electric oven.

Keywords: Cookies, Dietary Fiber, Pineapple, Charcoal stove, Electric oven

บทนำ

คุกกี้ เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีขนาดชิ้นเล็กพอดีคำ กรอบ รสหวานมัน เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีจำหน่ายมากตามท้องตลาดและได้รับความนิยมในการบริโภค เนื่องจากเป็นขนมที่ทำง่าย รสชาติอร่อย มีหลายรูปแบบ สะดวกต่อการบริโภค และสามารถเก็บไว้ได้นาน [1] คุกกี้จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม และมีอัตราการขยายธุรกิจเพิ่มมากขึ้นทุกปี คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลีโปรตีนต่ำ มีเนยและน้ำตาลเป็นส่วนผสมที่สำคัญ โดยมีปริมาณมากน้อยตามประเภทของคุกกี้ มีการดัดแปลงเพื่อเพิ่มความอร่อยโดยตกแต่งด้วยผลไม้แห้ง ถั่วต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเรียกชื่อตามส่วนผสมนั้น ๆ [2] ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แต่ด้านใยอาหารที่มีประโยชน์ยังมีน้อย เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นแป้งสาลี เนยและน้ำตาล [3] จึงทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ยังมีคุณค่าทางโภชนาการน้อย ประกอบกับพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่ทำการเกษตรมาก โดยสับปะรด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดพิษณุโลก มีการปลูกมากที่อำเภอนครไทยและอำเภอชาติตระการ โดยพื้นที่การเพาะปลูกในอำเภอนครไทย ส่วนใหญ่อยู่ในตำบลหนองกะท้าว ตำบลห้วยเฮี้ย และตำบลบ้านแยง ผลผลิตสับปะรดของเกษตรกรส่งขายเข้าโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด ปัจจุบันการผลิตสับปะรดของเกษตรกรในอำเภอนครไทยประสบปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาผลผลิตตกต่ำ ปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของสับปะรดและปัญหาราคาถูก [4] ปัจจุบันจากปัญหาผลผลิตมีราคาถูกและขายไม่ได้ เกษตรจึงมีการนำสับปะรดที่มีขนาดเล็ก ขายไม่ได้ราคามาวางจำหน่ายเองทั้งรูปแบบผลสด และทำน้ำสับปะรดคั้นสดจำหน่าย หรือส่งให้ร้านขายผลไม้สด สับปะรดเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารมีใยอาหาร วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินบี 6 วิตามินซี กรดอินทรีย์ โพแทสเซียม แมงกานีส และอื่น ๆ นอกจากนี้สับปะรดหรือกากสับปะรดยังมีเอนไซม์ช่วยย่อยและดูดซึมโปรตีน จึงช่วยบรรเทาอาการอาหารไม่ย่อยและท้องผูก วิตามินบี 1 ช่วยกระตุ้นระบบเมแทบอลิซึม ขจัดความเหนื่อยล้า เพิ่มความอยากอาหาร แมงกานีสช่วยเสริมการดูดซึมแคลเซียม ป้องกันกระดูกพรุน [5] ใยอาหารช่วยในการดูดซึมน้ำ ไขมัน คอเลสเตอรอล หรือสารพิษ ช่วยเร่งให้อาหารผ่านลำไส้ให้ออกไปนอกร่างกายเร็วขึ้น ป้องโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ช่วยลดความอ้วนหรือน้ำหนักได้ ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ เนื่องจากโอกาสที่ลำไส้ใหญ่จะสัมผัสถูกกับสารก่อมะเร็งและเกลือของน้ำดีหรือสารพิษอื่น ๆ น้อยลง นอกจากนี้ยังป้องกันมะเร็งเต้านม มะเร็งรังไข่ และมะเร็งต่อมลูกหมาก โรคริดสีดวงทวาร

ป้องกันร่างกายจากสารเคมีและปนเปื้อนในอาหาร ลดแบคทีเรียในลำไส้ และยังลดการทำงานของไตได้ [3] จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและคุณประโยชน์ของกากสับปะรด จึงคิดนำกากสับปะรดมาเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งจากผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตขนมอบหรือคุกกี้ ต้องอาศัยกระบวนการทำให้สุกโดยการใช้เตาอบไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงาน แต่ในปัจจุบันประชาคมโลกรวมถึงประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาด้านพลังงานทดแทน และได้ตระหนักถึงปัญหาด้านพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคิดทดลองผลิต ผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการใช้วิธีอบด้วยเตาถ่าน แทนการอบด้วยเตาอบไฟฟ้า เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มโอกาสให้แม่บ้านเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจผลิตคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่ไม่มีเตาอบไฟฟ้าสามารถผลิตคุกกี้รับประทานเองได้ หรือผลิตจำหน่ายเพื่อเป็นการเสริมสร้างรายได้ในครัวเรือนเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณของกากสับปะรดที่เหมาะสมต่อการผลิตคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด
2. เพื่อศึกษาอุณหภูมิในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดโดยใช้อบเตาถ่านแทนเตาอบไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด
4. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาถ่านที่พัฒนาได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผงกากสับปะรด

เตรียมผงกากสับปะรด โดยนำกากสับปะรดจากตลาดผลไม้สดและร้านขายผลไม้คั้นสดในเขต อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยเลือกกากสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นที่ผ่านการสกัดเอาน้ำออกไม่เกิน 24 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7-10 องศาเซลเซียส นำกากสับปะรดที่ได้บีบเอาน้ำออกเกลี่ยใส่ถาดอบที่รองด้วยแผ่นรองอบเทฟลอน หนา 3 มิลลิเมตร อบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง [6] จนกากสับปะรดแห้งสนิทที่ระดับความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนักแห้ง [7] นำกากสับปะรดที่ผ่านการอบลมร้อนมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดสมุนไพร (GRINDER รุ่น 500,700, ประเทศไทย) จนละเอียด ได้ผงกากสับปะรด เก็บใส่ภาชนะบรรจุถุงชนิด Polypropylene (PP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการศึกษาขั้นตอนต่อไป

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

2.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์คุกกี้

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของคุกกี้ โดยการผลิตคุกกี้ต้นแบบ 3 สูตร ได้แก่ สูตร A [8] สูตร B [9] สูตร C [10] แสดงส่วนผสมดังตารางที่ 1 และแสดงวิธีการผลิตคุกกี้ดังภาพที่ 1 และทำการผลิตคุกกี้ตามวิธีการของผลิตต้นแบบดังกล่าว จากนั้นนำผลิตภัณฑ์คุกกี้ทั้ง 3 สูตร ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 - Points hedonic scale พิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์จาก ค่า 1 – 9 (1

= ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรพื้นฐาน		
	คุกกี้สูตร A (กรัม)	คุกกี้สูตร B (กรัม)	คุกกี้สูตร C (กรัม)
แป้งสาลีเอนกประสงค์	750	600	600
นมผง	80	7	-
เนยสดชนิดเค็ม	650	300	350
น้ำมันรำข้าว	-	-	100
มาร์การีน	-	150	-
น้ำตาลไอซิ่ง	320	-	250
น้ำตาลทรายป่น	-	250	-
ผงฟู	3	4	2
เบกกิ้งโซดา	-	-	2
เกลือป่น	-	3	2
ไข่ไก่	128	128	64
น้ำผึ้ง	-	-	35
นมข้นจืด	180	-	-
วนิลลาชนิดน้ำ	10	5	5

ที่มา : คุกกี้สูตร A ดัดแปลงจาก Maeban. (2011). *Basic bakery*. 1th. Bangkok: maeban.
คุกกี้สูตร B ดัดแปลงจาก Amarin (2018). *100 Homemade Bakery*. Bangkok: Amarin cusine Amarin Printing and Publishing.
คุกกี้สูตร C ดัดแปลงจาก Amarin (2017). *Homemade Cookies*. Bangkok: Amarin cusine Amarin Printing and Publishing.

ทำการผลิตคุกกี้โดย ร่อนแป้ง ผงฟู นมผง และเบกกิ้งโซดา เข้าด้วยกัน ตีเนยสดหรือมาร์การีน ด้วยหัวตีรูปใบไม้ ใช้ความเร็วปานกลาง นาน 2 นาที ใส่น้ำมันรำข้าว น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทราย และเกลือ ตีให้ขึ้นฟูนาน 5 นาที ใส่ไข่ไก่ นมข้นจืด น้ำผึ้ง ลดระดับความเร็วลงต่ำสุด ตีต่อ 1 นาที ใส่แป้ง กลิ่นวนิลลา และตีต่อให้ส่วนผสมเข้ากัน นำส่วนผสมที่ได้ปั้นเป็นก้อนกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร วางเรียงกันให้มีระยะห่างประมาณ 1 นิ้ว กดให้เป็นแผ่นบาง 3 มิลลิเมตร อบด้วยอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส อบนาน 10 นาที หรือจนกระทั่งสุก ตั้งพักไว้ให้เย็น เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทีลีน ปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

2.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของกากสับปะรดต่อคุณภาพของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

นำผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดจากข้อ 2.1 ทำการพัฒนาโดยเสริมกากสับปะรดปริมาณ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20 25 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการทดสอบคุณภาพดังนี้

2.2.1 การศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 - Points hedonic scale พิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน ให้คะแนนความชอบ 1–9 (1 = ไม่ชอบมาก ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่ได้รับความชอบสูงที่สุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

(1) วิเคราะห์ค่าสี L* a* b*

ทำการวิเคราะห์ค่าสีของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาอบไฟฟ้า นำตัวอย่างที่ไม่ผ่านการบด วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Color reader CR -10, Japan) รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นแดง-เขียว (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) โดยทำการวัด 6 ครั้งต่อตัวอย่าง

(2) วิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile)

ทำการวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัสของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาอบไฟฟ้า ได้แก่ ค่าการแตกหัก (Fracturability) ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความกรอบ (Crispness) โดยเตรียมคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำคุกกี้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ดังนี้คือ วัดความกว้าง (Width) วัดความหนา (Thickness) อัตราการแผ่กระจาย (Spread ratio) ของชิ้นคุกกี้ โดยวัดความกว้างของคุกกี้ที่วางเรียงชิดกัน 6 ชิ้น และวัดความหนาของคุกกี้ที่วางซ้อนทับกัน 6 ชิ้น คำนวณค่าอัตราการแผ่กระจาย เท่ากับอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาของคุกกี้ [11] วัดเค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile) โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยหัววัดทรงกระบอก (Cylinder probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm. ขนาดโหลดเซลล์ (Load cell) 10 kg. การทำงานของเครื่องใช้ความเร็วก่อน และความเร็วหลังทดสอบที่ 1mm/s. ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่ผ่านผลิตภัณฑ์ 10 mm. แรงกระทบเริ่มต้น 4 g. โดยทำการวัด 10 ครั้งต่อตัวอย่าง โดยค่า hardness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นบวกสูงที่สุด [12] ค่าการแตกหัก (Fracturability) และค่าความกรอบ (Crispness) ของชิ้นคุกกี้ [13]

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และพลังงาน ตามวิธีการของ AOAC (2016) [14]

3. การศึกษาอุณหภูมิในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดโดยใช้อบเตาถ่านแทนการใช้เตาอบไฟฟ้า

ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด จากผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้อ 2.2 โดยการอบด้วยเตาถ่าน ที่อุณหภูมิ 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แสดงดังภาพที่ 1 จากนั้นทำการทดลองดังนี้

3.1 วิเคราะห์ค่าสี L* a* b*

ทำการวิเคราะห์ค่าสีของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาถ่าน นำตัวอย่างที่ไม่ผ่านการบด วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Color reader CR -10, Japan) รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นแดง-เขียว (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) โดยทำการวัด 6 ครั้งต่อตัวอย่าง

3.2 วิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile)

ทำการวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัสของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาถ่าน ได้แก่ ค่าการแตกหัก (Fracturability) ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความกรอบ (Crispness) โดยเตรียมคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อบด้วยเตาถ่าน ที่อุณหภูมิ 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำคุกกี้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ดังนี้คือ วัดความกว้าง (Width) วัดความหนา (Thickness) อัตราการแผ่กระจาย (Spread ratio) ของชิ้นคุกกี้ โดยวัดความกว้างของคุกกี้ที่วางเรียงชิดกัน 6 ชิ้น และวัดความหนาของคุกกี้ที่วางซ้อนทับกัน 6 ชิ้น คำนวณค่าอัตราการแผ่กระจาย เท่ากับอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาของคุกกี้ [11] วัดเค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile) โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยหัววัดทรงกระบอก (Cylinder probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm. ขนาดโหลดเซลล์ (Load cell) 10 kg. การทำงานของเครื่องใช้ความเร็วก่อน และความเร็วหลังทดสอบที่ 1mm/s. ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่ผ่านผลิตภัณฑ์ 10 mm. แรงกระทบเริ่มต้น 4 g. โดยทำการวัด 10 ครั้งต่อตัวอย่าง โดยค่า hardness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นบวกสูงที่สุด [12] ค่าการแตกหัก (Fracturability) และค่าความกรอบ (Crispness) ของชิ้นคุกกี้ [13]

ภาพที่ 1 แสดงวิธีการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการอบเตาถ่านแทนการใช้เตาอบไฟฟ้า

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ(Statistical analysis)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) สำหรับทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและวางแผนการทดสอบแบบสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anolysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

1. ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์คุกกี้

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์คุกกี้ ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ 3 (C) ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะมากที่สุด เท่ากับ 8.79 โดยได้รับคะแนนความชอบในระดับชอบมาก ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ 1 (A) และสูตรที่ 2 (B) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรพื้นฐาน		
	คุกกี้สูตรที่ 1 (A)	คุกกี้สูตรที่ 2 (B)	คุกกี้สูตรที่ 3 (C)
ลักษณะที่ปรากฏ	7.54±0.99 ^{b}	6.94±1.06 ^{c}	8.52±0.58 ^{a}
สี	7.26±0.88 ^{b}	6.76±1.05 ^{c}	8.42±0.65 ^{a}
กลิ่น	7.20±0.93 ^{b}	6.62±0.92 ^{c}	8.26±0.77 ^{a}
รสชาติ	7.21±1.01 ^{b}	6.59±0.83 ^{c}	8.50±0.64 ^{a}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.35±0.88 ^{b}	6.59±0.87 ^{c}	8.28±0.77 ^{a}
ความชอบโดยรวม	7.41±0.82 ^{b}	6.69±0.81 ^{c}	8.79±0.43 ^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ 100 คน

ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณของกากสับปะรดที่เหมาะสมต่อคุณภาพของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

2.2.1 ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

จากการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการเสริมกากสับปะรดในปริมาณร้อยละ 20 25 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ 1 (เสริมกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง) ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกคุณลักษณะสูงมากที่สุด เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ 2 (ร้อยละ 25) และสูตรที่ 3 (ร้อยละ 30) เนื่องจากผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ 1 มีรสเปรี้ยวน้อยกว่า คุกกี้สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ อาจเป็นผลมาจากในสับปะรดมีกรดซิตริก (Citric acid) จึงทำให้กากสับปะรดมีรสเปรี้ยว [15] การเสริมกากสับปะรดในปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค จึงเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้รับความชอบมากที่สุด (สูตรที่ 1 เสริมกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง) เพื่อทำการศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด		
	คุกกี้สูตรที่ 1 (กากสับปะรด 20%)	คุกกี้สูตรที่ 2 (กากสับปะรด 25%)	คุกกี้สูตรที่ 3 (กากสับปะรด 30%)
ลักษณะที่ปรากฏ	8.30±0.72[a]	6.76±0.97[b]	6.68±0.95[b]
สี	8.22±0.75[a]	6.60±0.83[b]	6.61±1.01[b]
กลิ่น	8.16±0.84[a]	6.81±0.90[b]	6.61±1.02[b]
รสชาติ	8.34±0.71[a]	6.82±0.99[b]	6.59±0.96[b]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	8.20±0.75[a]	6.73±0.87[b]	6.66±0.89[b]
ความชอบโดยรวม	8.89±0.31[a]	6.89±0.75[b]	6.69±0.90[c]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ 100 คน

ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2.2.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

(1) ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* b*

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี 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 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร และคณะ [16] ที่รายงานว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากสับปะรดในบิสกิต ส่งผลให้ ค่า L* และ a* ลดลง ในขณะที่ ค่า b* มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยกากสับปะรดเพิ่มมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าสี L*a*b* ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดสูตรต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
สูตรต้นแบบ	55.92±0.03[a]	12.77±0.04[a]	25.91±0.04[d]
สูตรเสริมกากสับปะรด ร้อยละ 20	48.03±0.02[b]	12.39±0.02[b]	26.19±0.04[c]
สูตรเสริมกากสับปะรด ร้อยละ 25	46.98±0.04[c]	10.37±0.03[c]	27.16±0.03[b]
สูตรเสริมกากสับปะรด ร้อยละ 30	43.95±0.03[d]	8.38±0.02[d]	27.96±0.05[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ 6 ซ้ำ

ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

(2) ผลการวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile)

จากการวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัสของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า ปริมาณกากสับปะรดมีอิทธิพลต่อเค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile) ของคุกกี้ การเพิ่ม

ปริมาณกากสับปะรดที่สูงขึ้นส่งผลให้ ค่าการแตกหัก ค่าความแข็ง และค่าความกรอบ ของคุกกี้เพิ่มมากขึ้น การเสริมกากสับปะรดที่ร้อยละ 30 ส่งผลให้คุกกี้มีค่าการแตกหัก ค่าความแข็ง และค่าความกรอบสูงที่สุด (ตารางที่ 5) แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณกากสับปะรดสูงขึ้นส่งผลให้ ค่าการแผ่กระจายของคุกกี้ลดลง ทั้งนี้อาจอาจเป็นเพราะขั้นตอนการอบแห้งของกากสับปะรดส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของใยอาหาร เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะทำให้โครงสร้างของเซลล์พืชแตกและเกิดการสูญเสียความคงตัวของโพลีแซคคาไรด์ ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของใยอาหารลดลง [17] นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการบดแห้งใยอาหารให้มีขนาดเล็กส่งผลให้โครงสร้างของใยอาหารเกิดความเสียหาย เนื่องจากการบดจะทำให้เกิดการยุบตัวของรูพรุน ทำให้ความหนาแน่นของใยอาหารสูงขึ้น [18]

ตารางที่ 5 แสดงผลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด

คุณลักษณะทางกายภาพ	คุกกี้สูตรพื้นฐาน Control	คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด		
		ร้อยละ 20	ร้อยละ 25	ร้อยละ 30
Fracturability	534.33±0.64^{b}	883.15±0.98^{ab}	884.17±0.67^{ab}	1129.67±0.71^{a}
Hardness	865.83±0.93^{d}	1085.00±0.50^{c}	1128.33±0.63^{b}	1327.67±0.65^{a}
Crispness	4.98±0.81^{d}	5.19±0.71^{c}	5.21±0.7^{b}	5.28±0.86^{a}
Width	35.47±0.05^{a}	35.30±0.05^{b}	32.50±0.08^{c}	30.00±0.07^{d}
Thickness	4.40±0.05^{a}	4.40±0.04^{a}	4.35±0.07^{b}	4.28±0.10^{c}
Spread ratio	8.06±0.15^{a}	8.02±0.15^{b}	7.47±0.11^{c}	7.00±0.11^{d}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ 10 ซ้ำ

ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2.2.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า ในคุกกี้เสริมกากสับปะรด 100 กรัม มีเถ้า ร้อยละ 1.40 โปรตีน ร้อยละ 5.03 ไขมัน ร้อยละ 27.28 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 61.02 ความชื้น ร้อยละ 5.27 ใยอาหาร 4.52 กรัม และ พลังงาน 509.72 กิโลแคลอรี่

ตารางที่ 6 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง โดยการอบด้วยเตาอบไฟฟ้า ใน 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	คุกกี้สูตรพื้นฐาน	คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง
เถ้า (ร้อยละ) *	1.39	1.40
โปรตีน (ร้อยละ) ns	5.03	5.03
ไขมัน (ร้อยละ) ns	27.28	27.28
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) *	60.06	61.02
ความชื้น (ร้อยละ) *	6.24	5.27
ใยอาหาร (กรัม) *	0.50	4.52
พลังงาน (กิโลแคลอรี่) *	505.88	509.72

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลการศึกษาอุณหภูมิในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการอบด้วยเตาถ่านแทนการใช้เตาอบไฟฟ้า

3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* b*

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี (L*) ค่าความสว่าง (a*) ค่าความเป็นสีแดง (b*) ค่าความเป็นสีเหลือง ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดโดยใช้อบเตาถ่านแทนการใช้เตาอบไฟฟ้า พบว่าเมื่ออบด้วยเตาถ่านที่อุณหภูมิ 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในการอบที่สูงขึ้น ส่งผลให้ค่า L* ลดลงตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในกากสับปะรดมีน้ำตาลรีดิวซ์ และสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบการได้รับความร้อนในระหว่างการอบจึงเป็นตัวเหนี่ยวนำและเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) [19] ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดเกิดสีน้ำตาลขึ้นในระหว่างการอบ แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าสี L* a *b* ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการอบจากเตาถ่านแทนเตาอบไฟฟ้า

อุณหภูมิในการอบคุกกี้ด้วยเตาถ่าน	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
สูตรต้นแบบ (อบเตาไฟฟ้า 180 °C 10 นาที)	65.97 ± 0.11^{a}	13.96 ± 0.15^{b}	25.68 ± 0.07^{b}
อุณหภูมิ 160 °C 10 นาที	60.17 ± 0.02^{b}	14.50 ± 0.01^{ab}	29.49 ± 0.04^{a}
อุณหภูมิ 170 °C 10 นาที	63.08 ± 0.03^{c}	14.60 ± 0.03^{a}	29.56 ± 0.02^{a}
อุณหภูมิ 180 °C 10 นาที	57.05 ± 0.02^{d}	14.66 ± 0.02^{a}	28.88 ± 0.03^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ 6 ซ้ำ

ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3.2 ผลการวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile)

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดด้วยเตาถ่าน โดยแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการอบโดยใช้เตาถ่านแทนการใช้เตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 160 170 และ 180 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พบว่า การอบโดยใช้เตาถ่านที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส นานเวลา 10 นาที เป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบคุกกี้ เนื่องจากคุกกี้มีเค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile) ค่าการแตกหัก ค่าความแข็ง และค่าความกรอบ ไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการอบด้วยเตาถ่านแทนการใช้เตาอบไฟฟ้า

คุณลักษณะทางกายภาพ	อบเตาไฟฟ้า Control 180 °c 10 นาที	อบเตาถ่าน อุณหภูมิ 160 °c 10 นาที	อบเตาถ่าน อุณหภูมิ 170 °c 10 นาที	อบเตาถ่าน อุณหภูมิ 180 °c 10 นาที
Fracturability	883.15±0.98^{a}	884.17±0.78^{a}	868.67±0.74^{b}	867.52±0.85^{b}
Hardness	1085.00±0.50^{a}	1044.12±0.71^{a}	865.12±0.83^{b}	789.11±0.99^{c}
Crispness	5.19±0.71^{a}	4.98±0.23^{ab}	4.97±0.70^{ab}	4.12±0.86^{b}
Width	35.3±0.05^{a}	33.9±0.09^{b}	30.5±0.08^{c}	30.0±0.14^{d}
Thickness	4.4±0.04^{b}	4.6±0.10^{ab}	4.6±0.07^{ab}	4.7±0.11^{a}
Spread ratio	8.02±0.15^{a}	7.36±0.07^{b}	6.63±0.15^{d}	6.38±0.17^{c}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ 10 ซ้ำ

ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

การคัดเลือกสูตรต้นแบบของผลิตภัณฑ์คุกกี้จำนวน 3 สูตร พบว่า คุกกี้สูตรที่ 3 (C) ได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะมากที่สุด จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยการเสริมกากสับปะรดอัตราส่วน ร้อยละ 20 25 30 ของน้ำหนักแป้ง ทำการศึกษาความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดในปริมาณ ร้อยละ 20 มากที่สุด และจากการทดสอบค่าสี L* a* b* พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมกากสับปะรด มีค่าความสว่าง (L*) 46.98±0.04 ค่าสีแดง (a*) 10.37±0.03 และค่าสีเหลือง (b*) 26.19±0.04 และเมื่อเสริมกากสับปะรดเพิ่มขึ้น ทำให้คุกกี้มีค่าความแข็งและค่าการแตกหักเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่ค่าการแผ่กระจายไม่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับ ศิริพร ศิริอังคณากุล และคณะ [16] ได้รายงานว่า ปริมาณกากสับปะรดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็งของบิสกิตสูงขึ้น จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมกากสับปะรดร้อยละ 20 มีเถ้า ร้อยละ 1.40 โปรตีน ร้อยละ 5.03 ไขมัน ร้อยละ 27.28 คาร์โบไฮเดรต 61.02 ร้อยละ ความชื้น ร้อยละ 5.27 ใยอาหาร 4.52 กรัม พลังงาน 509.72 กิโลแคลอรี่ ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด มีใยอาหารสูง เท่ากับ 4.52 สอดคล้องกับรายงานของ ธีรนันท์ ประคองพันธ์ [20] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสกัดและใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากแกนสับปะรด จากการศึกษา พบว่า ใยอาหารและเซลลูโลสจากแกนสับปะรดมีปริมาณใยอาหารรวม 99.8 และ 95.2% ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการศึกษา พบว่า เปลือกและแกนสับปะรดมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในเปลือกสับปะรด คือ เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ วิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคต้อกระจกและข้ออักเสบจากโรครูมาตอยด์ เป็นต้น [21] จากการศึกษาผลของอุณหภูมิ

ที่เหมาะสมในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรด โดยแปรระดับอุณหภูมิในการอบโดยใช้เตาถ่านแทนการใช้เตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พบว่า ผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบคุกกี้เสริมใยอาหารจากกากสับปะรดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 10 นาที คุกกี้ที่ได้มีคุณภาพทางด้านกายภาพไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรพื้นฐาน

เอกสารอ้างอิง

[1] Tangthongchit, T. (2013). Bakery. Bangkok: Phetpraguy.

[2] Nokthuan, S. (2011). Development of rice flour cookie with reduced glycemic index using sugar substittutes and dietary fiber from pomelo albedo. Master thesis, Bachelor of Science degree Agricultural Industrial Product Development Program. Graduate School, Chiang Mai University.

[3] Puechkamut, Y. & Phewnim, W. (2011). Quality Improvement of Sandwich Bread Substituted Wheat Flour with Soy Milk Residue. *The Journal of KMUTNB*. 21(3): 607-616.

[4] Tonaboot, P., Seesang, S., & Saranrom, P. (n.d.). Pineapple Production Adhering to Quality Management System and Industrial Standardization by Farmers in Nakhon Thai District of Phitsanulok Province. *In The 8th STOU National Research Conference*.1969-1982.

[5] Nirotsamabut, S. (2018). *220 Magical Symptomatic Fruit Juices*. Bangkok: inspire.

[6] Kamnongphai, P. (2014). *Effect of pineapple core fiber on the quality of chiffon cake*. In Academic seminar Rajamangala University of Technology East.

[7] Thai Industrial Standards Institute. (2012). *Thai community product standard (Cookies)*. Retrieved, July 5, 2019, from http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0118_55.pdf

[8] Maeban. (2011). *Basic bakery*. 1th. Bangkok: maeban.

[9] Amarin. (2018). *100 Homemade Bakery*. Bangkok: Amarin cusine Amarin Printing and Publishing.

[10] Amarin. (2017). *Homemade Cookies*. Bangkok: Amarin cusine Amarin Printing and Publishing.

[11] A.A.C.C. (2000). *Approved Method of the American Association of Cereal Chemists*. 8th ed. The American Association of Chemists. St Paul, Minnesota

[12] Wongiam, W. (2009). *Fortification of rice flour cookies with extracted protein from black sesame meal. Master of Science (Agro-Industry Product Development)*. Chiang Mai: Chiang Mai University.

[13] Boonying, S., Suwonsichon, S., & Sompongse, W. (2007). *Chemical and physical properties of sagostarch and effects of wheat flour substitution with sago starch on cookie qualities*. In The 47th Kasetsart University Annual Conference. 61-67. Bangkok: Thammasat University, Rangsit Center.

[14] AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis*. (20th ed). Washington, D.C., U.S.A

[15] Changsuphan, A. (2009, May). Citric acid: Chemicals that should be known. Department of Science Service*, Ministry of Science and Technology*. 57(180): 7-10.

[16] Siriangkanakun, S., Srisayam, M., & Jansukon, E., (2017). Effects of wheat flour substitution with pineapple Residues on Quality Changes of Biscuits During Storage. *Burapha Science Journal*. 22(3): 95-105.

[17] Larrauri, J.A. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fiber powders from fruit by-products. Trends in Food Science and Technology. 10: 3-8.

[18] Tanongkankit, Y. (2014). Utilization of Vegetable and Fruit Residues for Production of Dietary Fiber Powder. Journal of Food Technology, Siam University. 9: 31-38.

[19] Pornchaloemphong, P. & Rattanapon, T. (2019). Maillard reaction. Retrieved December 15, 2019, from http://www.foodnetworksolution.com

[20] Phakongpan, T. (1998). *The Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores*. Master, science (Food and Nutrition for Development). Bangkok: Graduate School Mahidol University.

[21] Tienboon, P. (2010). The role of antioxidant on health. *Thai Journal of Clinical Nutrition*. 4(2): 69-76.