

การใช้แป้งข้าวสาลีแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ Using the RD 43 Rice Flour to Replace Wheat Flour in Cookies

น้ำฝน ชูพูล^{1*} รุ่งทิพย์ รัตนพล¹ และจินตนา เจริญเนตรกุล¹
Namfon Chupool^{1*} Rungtip Rattanapon¹ and Jintana Charoennatkul¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี กข. 43 ต่อคุณลักษณะและประสาทสัมผัสของคุกกี้ โดยการทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ในปริมาณร้อยละ 0 25 30 35 และ 40 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแป้งข้าวสาลี กข. 43 ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คุกกี้มีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ลดลง ขณะที่ค่าความแข็งลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของคุกกี้ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.42-0.43 และมีค่าความชื้นร้อยละ 2.37 แตกต่างจากสูตรควบคุมผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน พบว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ในการทำคุกกี้ ร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างคุกกี้ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ในอัตราส่วนอื่น อยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

คำสำคัญ: คุกกี้ แป้งข้าวสาลี กข. 43 ลักษณะทางกายภาพ ประสาทสัมผัส

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

* Corresponding author e-mail: namfon.ch@rmuts.ac.th

DOI: <https://doi.org/10.65217/wichchajinstru.2023.v42i2.257216>

Received: 20 December 2022, Revised: 23 March 2023, Accepted: 9 May 2023

Abstract

This research aimed to investigate the effect of wheat flour substitution with RD 43 rice on the characteristics and sensory properties of cookies. RD 43 rice flour was substituted in the cookie formula at the quantity levels of 0, 25, 30, 35 and 40% by weight of wheat flour. The results found that the increased content of RD 43 rice flour significantly increased lightness (L^*) whereas yellowness (a^*) and redness (b^*) decreased. Additionally, the hardness significantly decreased according to substitution levels of rice flour ($p < 0.05$). The water activity (a_w) of rice flour cookies substituted with RD 43 showed no significant differences ($p \geq 0.05$) with the values in the range of 0.42-0.43 and moisture content of 2.37% in contrast to the controlled formula. The sensory evaluation form based on 9-point hedonic scales done by 30 untrained panelists found that the substitution of wheat flour by 30% of RD 43 rice flour in making cookies had higher preferred scores for color, odor, taste, texture, and had the higher overall preferred score at a strongly preferred level than the cookies samples that substituted with RD 43 rice flour at other ratios.

Keywords: Cookies, RD 43 rice flour, Physical appearance, Sensory

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa*) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจัดอยู่ในวงศ์หญ้า (Gramineae) สามารถเติบโตทั้งในสภาพที่มีและไม่มีน้ำขัง ข้าวจัดเป็นธัญพืชหลักที่สำคัญของประชากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรในเอเชียที่ใช้บริโภคถึงร้อยละ 90 (อรอนงค์, 2547) นอกจากนั้นข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเป็นแหล่งอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย รูปแบบบริโภคข้าวมักบริโภคในรูปแบบข้าวสวยและผลิตภัณฑ์จากข้าว เช่น การนำแบ่งไปใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ขนมขบเคี้ยว และผลิตภัณฑ์ขนมไทย เป็นต้น ปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ตลาดอาหารและเครื่องดื่มสุขภาพของไทยในปี พ.ศ. 2565 ที่ผ่านมามีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่องเฉลี่ย 2.7 ต่อปี มีมูลค่าราว 213,099 ล้านบาท อย่างไรก็ตามปัจจัยสนับสนุนจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตด้วยความเร่งรีบ ใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคมีความเครียดมากขึ้น ไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย ขณะเดียวกันก็ตระหนักถึงการมีสุขภาพที่ดีทำให้ผู้บริโภคแสวงหาสินค้าเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี นอกจากนี้ภาครัฐก็ให้การส่งเสริมให้คนไทยหันมาดูแลสุขภาพและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมารับประทานอาหาร โดยการหลีกเลี่ยงหรือลดการบริโภคอาหารที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น น้ำตาลและไขมัน (ยงยุทธ, 2561) ส่งผลให้ผู้บริโภคใส่ใจในการบริโภคอาหารมากขึ้น มีการบริโภคข้าวในรูปแบบของข้าวกล้องหรือข้าวโภชนาการสูง (high nutritious rice) เนื่องจากข้าวโภชนาการสูงมีคุณค่าทางอาหารในปริมาณสูงกว่าข้าวทั่วไป มีสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอการเสื่อมของเซลล์

ลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี และวิตามิน (ปี 1 ปี 2 และ ปี 3) โอเมก้า (3 6 และ 9) และสารอะซิลเตสเตอรอล กลูโคไซด์ (acylated steryl glucosides) ช่วยการทำงานของอินซูลิน และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น (กรมการข้าว, 2564)

ข้าวสายพันธุ์ กข. 43 เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ต้านทานโรคไหม้ คุณภาพการสีดี สามารถนำมาทำเป็นข้าวขาวร้อยละ 100 ได้ เมื่อหุงต้มจะมีลักษณะนุ่ม มีกลิ่นหอม มีอายุการเก็บเกี่ยว 95 วัน ด้วยวิธีหว่านนาตามหรือ 105 วัน โดยวิธีปักดำ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 560 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งถือเป็นทางเลือกให้เกษตรกรสำหรับปลูกข้าวเพื่อเลี่ยงความเสี่ยงจากน้ำท่วม ข้าวสายพันธุ์ กข. 43 มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 57.5 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเจ้าและข้าวเหนียว พบว่าข้าวเจ้ามีค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 87 และข้าวเหนียวมีดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 98 นอกจากนี้ยังมีปริมาณอะไมโลส (amylose) (ร้อยละ 18.82) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ทำให้ข้าวสายพันธุ์ กข. 43 มีความอ่อนนุ่ม (กรมการข้าว, 2564) และเป็นข้าวโภชนาการสูงที่มีคุณค่าสารอาหารครบถ้วน เมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โดยการวิจัยของศุภมาต (2554) พบว่าความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ประกอบด้วยโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูงมาจากการบริโภคอาหารมากที่สุด รองลงมาคืออ้วนและออกกำลังกายน้อย ซึ่งข้าวสายพันธุ์ กข. 43 เป็นข้าวโภชนาการสูง จัดอยู่ในข้าวกลุ่มสตรีน มีน้ำตาลต่ำ เมื่อสุกเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ จุดเด่นของข้าวสายพันธุ์ กข. 43 คือ เป็นแป้งข้าวสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่กว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ และมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ทำให้เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วร่างกายจะย่อยแบ่งให้เป็นน้ำตาลได้ช้าลง ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและช่วยไม่ให้หิวง่าย จึงเหมาะกับผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวาน (ประเวศ, 2562) หรือผู้ที่ต้องการลดปริมาณน้ำตาล สอดคล้องกับปัจจุบันที่ประชาชนใส่ใจสุขภาพและตระหนักถึงปัญหาด้านสุขภาพ จึงส่งผลต่อการเลือกบริโภคอาหาร ขนมหหรือของว่างต่าง ๆ อย่างพิถีพิถันมากขึ้น ซึ่งคุณก็เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับ ความนิยมในการบริโภค มีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบร่วน รูปร่างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของคุณก็ และ ส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลี น้ำตาล เนย (จิตธนา และอรอนงค์, 2553) โดยแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนใหญ่จะใช้แป้งสาลี ซึ่งเป็นแป้งที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงเป็นส่วนประกอบ ซึ่งอาจก่อให้เกิดระดับน้ำตาลสูงสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่ม ดังนั้นการนำแป้งข้าวสายพันธุ์ กข. 43 มาทดแทน แป้งสาลีในคุณก็จึงเป็นการเพิ่มโอกาสในการใช้ประโยชน์จากข้าวของไทยที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและ ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจากคุณสมบัติของข้าวสายพันธุ์ กข. 43 ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจนำ ข้าวสายพันธุ์ กข. 43 มาทำเป็นผงแป้งข้าวสายพันธุ์ กข. 43 เพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุณก็ให้เป็นที่ยอมรับทั้งในด้านสุขภาพ และศึกษาคุณภาพทางกายภาพของคุณก็ที่ใช้แป้งข้าวสายพันธุ์ กข. 43 ทดแทนแป้งสาลี รวมถึงการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพและสามารถเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43

การเตรียมแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ดัดแปลงจากวิธีการของนรินทร์ (2561) โดยนำข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 มาบั่นให้ละเอียดที่ความเร็วระดับ 3 เป็นเวลา 2 นาที ด้วยเครื่องบั่นเนกประสงค์ยี่ห้อ Toshiba รุ่น BL-T60 ประเทศไทย และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 120 เมช (mesh) นำมาบรรจุในถุง high density polyethylene (HDPE) แล้วปิดผนึกถุงด้วยระบบสุญญากาศ

2. การหาปริมาณแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์คุกกี้

เตรียมคุกกี้จากสูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงจากวิภาวัน (2549) ซึ่งมีส่วนประกอบ ได้แก่ แป้งสาลีเนกประสงค์ (ร้อยละ 43.63) เนยสดชนิดจืดแช่เย็น (ร้อยละ 20.72) เนยขาว (ร้อยละ 8.72) น้ำตาลทรายขาว (ร้อยละ 20.72) เกลือป่น (ร้อยละ 2.18) ไข่ไก่เบอร์ 2 (ร้อยละ 3.27) และกลิ่นวานิลลา (ร้อยละ 0.26) ใช้แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ในปริมาณร้อยละ 0 25 30 35 และ 40 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี โดยเตรียมส่วนผสมจากการตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 3 นาที เติมเกลือป่นและผงฟู แล้วจึงตีให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหาร ยี่ห้อ Kitchen aid รุ่น 5K5SSWH ประเทศอังกฤษ เติมไข่ไก่และตีให้เข้ากัน เติมกลิ่นวานิลลาและเทแป้งผสมทั้งสองชนิด โดยใช้ความเร็วปานกลางจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำส่วนผสมคุกกี้มากดเป็นรูปร่างรูปทรงดาวแบบบิด กดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร หยอดในภาชนะที่ทำเนยขาว โดยแต่ละชั้นห่างกันประมาณ 1 นิ้ว นำเข้าอบ (เตาอบไฟฟ้า ยี่ห้อ Mallory รุ่น Nang Fang ประเทศจีน) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำออกจากเตา พักให้เย็น แล้วบรรจุในกระปุก polyethylene terephthalate (PET) ขนาด 6.5 x 8 เซนติเมตร พร้อมปิดฝาให้สนิท จากนั้นประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรคุกกี้ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุด

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะของคุกกี้

วิเคราะห์คุณลักษณะของคุกกี้ ได้แก่ ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (color flex EZ) รุ่น Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา และปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัด (aqua lab) รุ่น 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา ตามวิธีของ Helrich (1999) ค่าความชื้นตามวิธีของ Helrich (1999) วัดค่าความแข็งโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) รุ่น TA.XT plus ประเทศอังกฤษ ใช้หัววัดแบบ cylinder probe ขนาด 25 มิลลิเมตร แรงกด 5 กิโลกรัม ความเร็วในการกด 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดจากผิวคุกกี้ 5 มิลลิเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วัดค่าค่าเฉลี่ย 5 ตัวอย่าง รายงานค่าความแข็งดัดแปลงตามวิธีของดูลิจรา (2560)

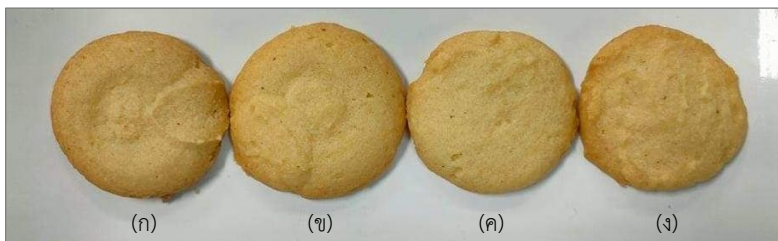
4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณลักษณะของคุกกี้ใช้แผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วัดค่าค่าเฉลี่ย 5 ตัวอย่าง คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ randomized complete block design (RCBD) ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS for windows (version 17, Chicago, IL, USA) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ในการผลิตคุกกี้ พบว่าค่าความสว่างของคุกกี้สูตรควบคุม (โดยใช้แป้งสาลีเนกประสงค์ ตราวัว ร้อยละ 100) มีค่าน้อยที่สุดและมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 เพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะปรากฏในด้านสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ในปริมาณต่างกัน ดังภาพที่ 1 นอกจากนี้ปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าลดลง ดังตารางที่ 1 เนื่องจากลักษณะของแป้งสาลีเนกประสงค์จะมีสีขาวครีม ในขณะที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 มีสีขาว จึงส่งผลให้คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 มีสีเข้มน้อยกว่าคุกกี้สูตรที่ไม่มีแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 และในขณะการอบคุกกี้จะเกิดสีน้ำตาลของคุกกี้ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์เป็นปฏิกิริยาของกรดอะมิโนและโปรตีนที่มีต่อน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีต่อหมู่คาร์บอนิลอิสระ ซึ่งในคุกกี้มีองค์ประกอบของสารทั้งสองชนิดอยู่ (อริสรา และอรอุมาส, 2550) ซึ่งในแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 มีโปรตีนที่มีต่อน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าแป้งสาลีจึงทำให้คุกกี้ที่ทำจากแป้งข้าวสาลีมีค่าความสว่างมากกว่า



ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่ใช้แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 25 (ก) 30 (ข) 35 (ค) และ 40 (ง) โดยน้ำหนักของแป้งสาลี

ตารางที่ 1 ผลของค่าสีคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43

อัตราส่วนการทดแทนแป้งสาลี : แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43	ค่าสี		
	ความสว่าง (L*)	ความเป็นสีแดง (a*)	ความเป็นสีเหลือง (b*)
100:00	62.41±1.00 ^c	7.56±0.63 ^a	30.65±0.87 ^a
75:25	63.33±0.15 ^c	7.52±0.13 ^a	29.47±0.22 ^b
70:30	65.97±0.18 ^b	7.04±0.28 ^b	28.72±0.70 ^c
65:35	66.92±0.21 ^b	6.68±0.12 ^c	28.37±0.63 ^c
60:40	68.51±0.25 ^a	6.42±0.19 ^c	28.33±1.21 ^c

- หมายเหตุ: - ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD)
 - ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาคุณสมบัติของคุกกี้ที่ใช้แป้งข้าวสาลี กข. 43 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คุกกี้ ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระของคุกกี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.43-0.46 เมื่อปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีปริมาณความชื้นลดลงและมีความแข็งลดลง เนื่องจากแป้งข้าวสาลี กข. 43 ที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อการลดลงของปริมาณกลูเตน (gluten) ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ส่งผลให้การสร้างโครงข่ายของแป้งที่สามารถกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์และสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bond) ลดลง (สมหวัง และคณะ, 2562) ซึ่งในแป้งสาลีประกอบด้วยโปรตีนกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดีน (gliadin) เมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวจะเกิดการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ จะได้กลูเตนที่มีลักษณะเหนียว ยืดหยุ่นได้ดีและไม่ละลายน้ำ มีลักษณะเป็นโครงข่ายเพื่อกักเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและคงตัว ซึ่งแป้งสาลีมีค่าอะไมโลสร้อยละ 28 (กล้าณรงค์, 2550) สูงกว่าแป้งข้าวสาลี กข. 43 ที่มีค่าอะไมโลสร้อยละ 18.82 จึงทำให้โครงร่างแหของแป้งสาลียืดเกาะกันแน่น ซึ่งการใช้แป้งข้าว กข. 43 ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความแข็งของคุกกี้ลดลงเนื่องจากแป้งข้าวสาลี กข. 43 ที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีจะมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้ร่วน เปราะ และแตกหักได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อริสรา และอรอุมา (2550) พบว่าค่าแรงกดของคุกกี้ข้าวหอมนิลที่ร้อยละการทดแทนที่ 0 มีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 ทั้งนี้เป็นผลมาจากแป้งสาลีมีค่าอะไมโลสสูงกว่าแป้งข้าวหอมนิล จึงมีผลทำให้โครงร่างแหของแป้งสาลียืดเกาะกันแน่น คุกกี้ที่ได้ในสูตรมาตรฐานจึงมีความแข็งสูงกว่าคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 เช่นเดียวกับรายงานของจากรูวรรณ และจันทร์เฉิดฉาย (2560) พบว่าเมื่อนำแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม เปรียบเทียบกับเค้กกล้วยหอมที่ไม่มีการทดแทน พบว่าค่าความยืดหยุ่น (springiness) การเกาะติด (cohesiveness) ความเคี้ยวได้ (chewiness) และความหยุ่น (resilience) มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวกล้องแสดงว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีทำให้การคืนตัว การเกาะรวมตัวกันลดลง ความยากในการเคี้ยว ความยืดหยุ่นลดลง เนื้อเค้กนุ่มมากขึ้น เนื่องจากการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิทำให้ปริมาณกลูเตนในส่วนผสมเค้กลดลง ทำให้ความสามารถในการกักเก็บอากาศและความคงตัวของอิมัลชันลดลง เนื้อเค้กมีลักษณะร่วนและมีเนื้อสัมผัสที่ไม่สม่ำเสมอ

ตารางที่ 2 ผลคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี กข. 43

อัตราส่วนการทดแทนแป้งสาลี : แป้งข้าวสาลี กข. 43	ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ^{ns}	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ความแข็ง (นิวตัน)
100:00	0.43±0.01	3.41±0.08 ^a	33.42±1.00 ^a
75:25	0.42±0.05	2.38±0.02 ^b	27.38±0.22 ^b
70:30	0.45±0.02	2.37±0.05 ^b	23.17±0.18 ^c
65:35	0.44±0.02	2.36±0.03 ^b	12.73±0.90 ^d
60:40	0.46±0.03	2.35±0.10 ^b	8.98±0.13 ^e

หมายเหตุ: - ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD)

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบมีต่อคุกกี้สูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี กข. 43 ระดับแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 3 ผลการศึกษา พบว่าคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะของคุกกี้ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ร้อยละ 30 มีคะแนนสูงสุด ($p < 0.05$) และเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 เพิ่มขึ้น (มากกว่าร้อยละ 30) จะส่งผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสีที่มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสีที่ลดลงเนื่องจากแป้งข้าวสาลี กข. 43 มีสีขาวกว่าแป้งสาลีเนกประสงค์ เมื่อนำมาทดแทนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจึงมีผลทำให้คุกกี้มีสีอ่อนลง ซึ่งผลการประเมินสอดคล้องกับค่าสีของคุกกี้ โดยมีค่าความสว่างลดลง เมื่อปริมาณแป้งข้าวสาลี กข. 43 เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าระดับการทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ในผลิตภัณฑ์คุกกี้มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส นอกจากนี้การทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ร้อยละ 30 เป็นปริมาณที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตร 3 ที่อัตราส่วนแป้งสาลี : แป้งข้าวสาลี กข. 43 เท่ากับ 70:30 ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย แป้งสาลีเนกประสงค์ เนยสดชนิดจืดแช่เย็น เนยขาว น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น ไข่ไก่ เบอร์ 2 และกลิ่นวานิลลา

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี กข. 43

อัตราส่วน แป้งสาลี : แป้งข้าว สาลี กข. 43	คุณลักษณะ					
	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ โดยรวม ^{ns}
100:00	7.62±0.82	7.58±0.11 ^b	7.80±0.10	7.70±0.19	7.59±1.14	7.95±1.03
75:25	7.93±0.85	7.80±0.81 ^{ab}	7.87±1.01	7.73±0.91	7.60±1.03	7.93±0.91
70:30	7.96±1.01	8.13±0.77 ^a	7.98±1.14	7.80±0.85	7.97±1.19	8.07±0.98
65:35	7.60±1.33	7.70±1.00 ^b	7.93±0.96	7.72±1.01	7.68±1.33	7.80±1.06
60:40	7.73±0.91	7.63±1.03 ^b	7.90±1.01	7.71±1.16	7.60±1.16	7.77±0.87

หมายเหตุ: - ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD)

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี กข. 43 ในการทำคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวสาลี กข. 43 ร้อยละ 0 25 30 35 และ 40 (โดยน้ำหนักของแป้งสาลี) พบว่าการให้ความร้อนในขณะอบคุกกี้จะทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์เป็นปฏิกิริยาของกรดอะมิโนและโปรตีนที่มีต่อรีดิวซ์ที่มีต่อหมู่คาร์บอนิลอิสระ ซึ่งในคุกกี้มีองค์ประกอบของสารทั้งสองชนิดอยู่จึงทำให้มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ (ดูลจิรา และคณะ, 2560) โดยการทดแทนแป้งข้าวสาลี กข. 43 ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น และโปรตีนกลูเตนในแป้งสาลีมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างของโด (dough) ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เมื่อใช้แป้งชนิดอื่นที่ไม่มีกลูเตนเป็นองค์ประกอบจะทำให้โดที่ได้มีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง เนื่องจากแป้งสาลีที่ลดลงทำให้กลูเตนซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไกลอะดินและกลูเตนินมีปริมาณลดลง จึงทำให้ความสามารถในการกักเก็บก๊าซต่ำลง (Dhaka and Khatkar, 2015) การใช้แป้งข้าวสาลี กข. 43 เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแข็งลดลง เนื้อสัมผัสร่วน เปราะและแตกหักได้ง่าย แต่ยังไม่ส่งผลกระทบต่อความชอบของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบคุกกี้ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี กข. 43 ร้อยละ 30 มากกว่าปริมาณอื่นเมื่อรับประทานยังคงยอมรับได้ในส่วนของเนื้อสัมผัสและคุณลักษณะด้านอื่น ๆ

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ต่อคุณลักษณะและประสาทสัมผัสของคุกกี้ พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ร้อยละ 30 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นปริมาณที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีได้มากในระดับที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ผลจากการวิจัยข้างต้น สามารถนำแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบอื่น ๆ ที่ต้องการทดแทนปริมาณแป้งสาลีรวมถึงเพิ่มมูลค่าให้แป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 และยังสามารถเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิในหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตสงขลา สำหรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณนักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

ในการเตรียมแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43 ควรมีรูปแบบการทำแป้งให้มีความละเอียดหรือใกล้เคียงแป้งเชิงพาณิชย์ การบิคุกกี้ควรมีขนาดเท่ากันและเพิ่มเติมการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้และคุณสมบัติของแป้งข้าวสาลีพันธุ์ กข. 43

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2564). *ข้าว กข. 43*. สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2564, จาก: <https://www.thairicedb.com/productintro-detail.php>.
- กล้านรงค์ ศรีวรรธ และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). *เทคโนโลยีของแป้ง*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จารุวรรณ นามวัฒน์ และจันทร์เจตติยา สังกะตกิจ. (2560). การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในเค้กกล้วยหอม. *การประชุมวิชาการระดับชาตินวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017 “วิจัยจากองค์ความรู้สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”*. สุรินทร์.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2553). *เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดุลจิรา สุขบุญญสถิตย์ บุษยา เรืองศักดิ์ วาติศย์ ศรีทอง และโสภิตา เชื้อชุดทด. (2560). ผลของการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้. *แก่นเกษตร*, 45(พิเศษ 1), 1060-1065.
- นรินทร์ เจริญพันธ์. (2561). การผลิตเค้กลูกชุบจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 27(5), 915-923.
- ประเวศ แสงเพชร. (2562). *ข้าวพันธุ์ กข 43 เหตุใดจึงเหมาะกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน*. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2565, จาก: https://www.technologychaoban.com/bullet-newstoday/article_93009.

- ยงยุทธ เสาวฤกษ์. (2561). แนวโน้มอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ. สืบค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2566, จาก: <https://www.prachachat.net/columns/news-268743>.
- วิภาวัน จุลยา. (2549). *คุกกี้ & ช็อกโกแลต*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เพชรประกาย.
- ศุภมาตร์ ปาลรังสี. (2554). การรับรู้โอกาสเสี่ยงและความรุนแรงของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดสำหรับบุคคลวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วิชา วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 30(1), 193-208.
- สมหวัง เล็กจริง ปารมี หนูนิ่ม สุจินดา บุตตะจิน และปัทมา จันทวงศ์. (2562). ผลของการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องง่สง่หยดต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว. *แก่นเกษตร*, 47(พิเศษ 1), 679-684.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). *ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อริสรา รอดมัย และอรอุมา จิตรวโรภาส. (2550). การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 3(1), 37-43.
- Helrich, K. (1995). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. (15th ed). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Dhaka, V., and Khatkar, B.S. (2015). Effect of gliadin/glutenin and HMS-GS/LMW-GS ration on dough rheological properties and bread-making potential of wheat varieties. *Journal of Food Quality*, 38(2), 71-82, doi: <https://doi.org/10.1111/jfq.12122>.