

ผลของแป้งข้าวสังข์หยดและมอลโตเดกซ์ทรินต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้

Effects of Sungyod Rice Flour and Maltodextrin on Quality of Cookies

สุธาสินี ทองนอก *

Sutasinee Thongnok *

Received: 2 February 2022, Revised: 4 October 2022, Accepted: 7 November 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยด (ร้อยละ 0, 40, 60 และ 80 โดยน้ำหนัก) และมอลโตเดกซ์ทรินทดแทนไขมัน (ร้อยละ 0, 30, 50 และ 70 โดยน้ำหนัก) ต่อคุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี และเนื้อสัมผัส) คุณภาพทางเคมี (ความชื้นและไขมัน) และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อค่า L^* และ b^* ลดลง แต่ค่า a^* และค่าความแข็งของคุกกี้เพิ่มขึ้น ส่วนค่าทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผู้บริโภคนั้นจะคะแนนความชอบรวมมากที่สุดที่ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 60 ส่วนการเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่า ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความชื้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และคุกกี้ทดแทนมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบทางด้าน รสชาติและความชอบโดยรวมสูงที่สุด (8.18)

คำสำคัญ: แป้งข้าวสังข์หยด, มอลโตเดกซ์ทริน, คุกกี้, แป้งสาลี, อาหารสุขภาพ

สาขาวิชาการจัดการอาหารและบริการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

Department of Food and Service Management, Faculty of Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai, Nakhon Sri Thammarat 80240, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): sutasinee.s@rmutsv.ac.th

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of wheat flour substitution with Sungyod rice flour (0, 40, 60, and 80 by weight) and maltodextrin (0, 30, 50, and 70 by weight) on physical qualities (color value and texture testing), chemical qualities (humidity and fat) and sensory testing of cookies. It was found that the increasing amount of Sangyod rice flour resulted in a decrease of L^* and b^* values, but an increase of a^* value and hardness of cookies. The sensory values in terms of color, flavor, taste, crispness, and overall liking had significantly improved ($p \leq 0.05$). Consumers showed the highest preference score at 60% of rice starch. Increasing maltodextrin content in cookie product did not significantly affect the color values (L^* , a^* and b^*) and the moisture values ($p > 0.05$). The hardness value will increase significantly ($p \leq 0.05$). The substitution of Maltodextrin at 30% in cookies received favorable score in taste and the highest overall preferences (8.18).

Key words: Sungyod rice flour, maltodextrin, cookies, wheat flour, healthy food

บทนำ

ลูกก็เป็นอาหารว่างพร้อมรับประทาน สะดวก และราคาไม่แพง ผลิตจากแป้งซึ่งถูกแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงเบา ย่อยง่าย และน่า รับประทานผ่านการใช้ความร้อน ซึ่งวัตถุดิบหลักใน การผลิตลูกก็ ได้แก่ แป้งสาลี ไขมัน น้ำตาล และน้ำ ส่วนประกอบอื่น ๆ คือ นม เกลือ สารให้กลิ่นและ สารเติมแต่ง (Kumaran and Maheshwari, 2022) วัตถุดิบส่วนใหญ่นั้นสามารถผลิตได้ภายในประเทศ ยกเว้นแป้งสาลีที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดย ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยการใช้แป้ง จากแหล่งอื่นเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนม อบเพื่อเป็นการลดการนำเข้าข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์ จากข้าวสาลีจากต่างประเทศ นอกจากนี้ ยังมี การศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวกล้อง สังข์หยด (Wangpankhajorn *et al.*, 2020) ในปัจจุบัน มีการศึกษาในเรื่องการนำข้าวพื้นเมืองของไทยไปใช้ ในผลิตภัณฑ์ลูกก็แต่ยังมีไม่มาก และพบว่าไม่มี ผลิตภัณฑ์ลูกก็เพื่อสุขภาพที่ผลิตจากข้าวพื้นเมืองของ ไทยวางจำหน่ายในท้องตลาด ถ้าหากสามารถนำแป้ง

ข้าวพื้นเมืองของไทยมาประยุกต์ใช้ในการผลิตลูกก็ หรือผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดต่าง ๆ ได้ จะเป็น ประโยชน์อย่างยิ่งต่อการส่งเสริมการปลูกข้าว พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและสามารถช่วย ลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศได้

วัตถุดิบหลักที่สำคัญในการทำลูกก็ คือ แป้ง สาลีซึ่งมีค่าดัชนีน้ำตาลสูงกว่าข้าวกล้องของไทย และ เนื่องจากประเทศไทยถือว่ามีการปลูกข้าวเพื่อ ส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก แต่มีผลิตภัณฑ์ ข้าวส่งออกค่อนข้างน้อย การพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก ข้าวไทยให้เป็นอาหารว่างที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มขึ้น จึงถือเป็นแนวทางที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าข้าวไทย ซึ่งข้าวสังข์หยดนั้นเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของจังหวัด พัทลุง มีลักษณะพิเศษ คือ ข้าวกล้องมีสีแดงเข้มเป็น ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ มีปริมาณ ไนอะซินสูง ช่วยในการทำงานของระบบประสาท และผิวหนัง มีวิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก มีสาร ต้านอนุมูลอิสระ มีใยอาหาร โปรตีน ธาตุเหล็ก และ ฟอสฟอรัส ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการขับถ่าย บำรุง

โลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคความจำเสื่อม จึงนับได้ว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหาร (Banchuen *et al.*, 2010) ปัจจุบันข้าวสังข์หยดได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นจึงได้มีการศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์อาหาร (Nooniam and Wongsudalak, 2016) จึงมีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ก็ยังมีส่วนประกอบของไขมันที่สูงโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยจึงไม่เหมาะกับผู้บริโภคที่ต้องการรักษาสุขภาพ จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการใช้แป้งจากข้าวชนิดต่าง ๆ และสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อที่จะให้เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุขภาพ สารทดแทนไขมัน (fat replacers) คือ สารที่มีโครงสร้างทางเคมีที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และทำหน้าที่คล้ายกับไขมัน แต่ให้พลังงานต่ำกว่าไขมัน สารทดแทนไขมันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารทดแทนไขมันที่มีโครงสร้างทางเคมีและลักษณะทางกายภาพคล้ายไขมัน แต่ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้จึงให้พลังงานต่ำหรือไม่ให้พลังงาน และสารทดแทนไขมันที่มีคุณสมบัติหรือทำหน้าที่คล้ายไขมัน ปกติสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้มักให้พลังงานต่ำกว่าไขมัน ชนิดของสารทดแทนไขมันที่นิยมใช้ คือ กลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น มอลโตเดกซ์ทริน (Maltodextrin) กัม (Gum) สตาร์ช (Starch) และใยอาหาร (Fiber) กลุ่มโปรตีน เช่น โปรตีนนม และโปรตีนไข่ และกลุ่ม ไขมัน เช่น โอเลสตรา (Olestra) และคาพรีนิน (CapreninTM) แม้ว่าสารทดแทนไขมันจะมีหน้าที่และลักษณะคุณภาพคล้ายไขมัน แต่การเลือกใช้สารทดแทนไขมันจะมีความเหมาะสมขึ้นกับชนิดผลิตภัณฑ์ (Judith, 2002; Seaman *et al.*, 1996) มอลโตเดกซ์ทรินเป็นสารที่มักใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ขนม

อบ เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี มีรสหวานเล็กน้อย และไม่มีกลิ่น นอกจากนี้ยังเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (prebiotic) ช่วยป้องกันอาหารจับตัวเป็นก้อน (Anticaking agent) ใช้ปรับปรุงเนื้อสัมผัสอาหาร (Bulking agent) เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี จากผลของกระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในลำไส้ใหญ่ (Miyazato *et al.*, 2010) และทำให้รู้สึกอิ่มหรืออยากบริโภค อาหารลดลง (Yeomans *et al.*, 1998) มอลโตเดกซ์ทรินเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายแป้ง (starch hydrolysis) ด้วยเอนไซม์แอลฟาแอมัยเลส (α -amylase) หรือกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) จึงทำให้มีความปลอดภัยในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (Gandia *et al.*, 2010; Crehan *et al.*, 2000) การใช้มอลโตเดกซ์ทรินสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมอบ (คุกกี้ บราวนี่และเค้ก) มีเนื้อสัมผัสแน่น ยืดหยุ่นและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ

ดังนั้นงานวิจัยจึงศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลีและมอลโตเดกซ์ทรินทดแทนไขมัน ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำข้าวเปลือกสังข์หยด (ศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดพัทลุง) ไปกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก บดด้วยเครื่องบดละเอียด คัดขนาดด้วยตะแกรงร่อน (mesh no.60; 250 μ m) ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ AOAC (2019) แล้วนำข้าวที่ผ่านการคัดขนาดแล้วเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ปิดสนิท

ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปดำเนินการศึกษาต่อไป

2. การผลิตลูกก๊ี้

นำส่วนผสม (ตารางที่ 1) แป้งสาลี (อเนกประสงค์) ไข่ไก่ (เบอร์ 0) เกลือป่น น้ำตาลทรายป่น กลิ่นวนิลา ผงฟู เนยขาว เนยสด ได้มาจากห้างสรรพสินค้าท้องถิ่นจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยหั่นเนยสดและเนยขาวเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วอุ่นให้เนยแข็งตัว ร่อนแป้งผงฟูเข้าด้วยกัน พักไว้ดีเนยสด เนยขาว น้ำตาลไอซิ่ง และเกลือป่น ด้วยความเร็ว

ปานกลางให้ขึ้นฟู ใส่ไข่ไก่ และวนิลา ตีด้วยเครื่อง KITCHENAID (รุ่น 5KSM150PSEER ประเทศไทย) ให้เข้ากัน ลดความเร็วต่ำสุดของเครื่อง ใส่ส่วนผสมที่เหลือดีให้เข้ากัน ตักใส่กระบอกลูกก๊ี้ (KUHN RIKON ประเทศ สวิตเซอร์แลนด์) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร กดลงบนถาดที่ทาไขมันให้ห่างกันประมาณ 3 เซนติเมตร อบด้วยตู้อบ (SGE model OV-E33) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 10-15 นาที หรือจนสุกเหลือง

ตารางที่ 1 สูตรมาตรฐานการผลิตลูกก๊ี้

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งสาลี (อเนกประสงค์)	200
ไข่ไก่ (เบอร์ 0)	50
เกลือป่น	0.75
น้ำตาลทรายป่น	120
กลิ่นวนิลา	10
ผงฟู	6
เนยขาว	50
เนยสด	100

3. การศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ลูกก๊ี้แป้งข้าวสังข์หยด

ในผลิตภัณฑ์ลูกก๊ี้เนยสูตรมาตรฐาน โดยใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลี 4 ระดับ คือ

ร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) 40, 60 และ 80 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แผนการศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ลูกก๊ี้แป้งข้าวสังข์หยด

แป้งสาลี : แป้งสังข์หยด	แป้งสาลี (กรัม)	แป้งสังข์หยด (กรัม)
Control (100:00)	200	0
1 (40:60)	80	120
2 (60:40)	120	80
3 (80:20)	160	40

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่องวัดสี ค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Textute analysis) และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และไขมัน (AOAC, 2000) วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-Hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติแบบ ANOVA (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS version 11.0, Chicago, IL, USA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range

4. การศึกษาปริมาณการทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ด้วยมอลโตเดกซ์ทรินในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแข็งขาวสังขยัด

จากการทดลองในข้อที่ 3 ทำให้ทราบปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังขยัดที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแข็งขาวสังขยัด จากนั้นนำมาศึกษาโดยทำการทดแทน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) 30, 50 และ 70 ตามลำดับ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่องวัดสี ค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analysis) และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และไขมัน (AOAC, 2000) วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-Hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติแบบ ANOVA (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS version 11.0, Chicago, IL, USA)

จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวสังขยัด

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวสังขยัดที่เตรียมได้ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกับองค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีและองค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์มีค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยและเถ้าที่แตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Wangpankhajorn *et al.* (2020); Sompong *et al.* (2011); Chooklin (2013) ซึ่งเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของโปรตีนจากแป้งข้าวสังขยัด (อัลบูมิน โกลบูลิน กลูเตลิน และโปรลามิน) (Wangpankhajorn *et al.*, 2020) และองค์ประกอบของโปรตีนจากแป้งสาลี (ไกลอะดินและกลูเตนิน) (Wangpankhajorn *et al.*, 2020) ซึ่งโปรตีนจากแป้งข้าวสังขยัดมีสมบัติที่แตกต่างจากโปรตีนจากแป้งสาลี กล่าวคือโปรตีนจากแป้งข้าวสามารถสร้างโครงข่ายโปรตีนได้น้อยกว่าและดูดซับความชื้นได้ต่ำกว่าซึ่งจะส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแห้งและร่วน (Wangpankhajorn *et al.*, 2020) ดังนั้น หากจะพิจารณานำแป้งข้าวสังขยัดมาทดแทนแป้งสาลีแล้วจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาทดแทนบางส่วนเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวสังขยัด โดยยังคงมีคุณลักษณะของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ปริมาณเส้นใยของแป้งข้าวสังขยัดจะมีปริมาณสูงกว่าซึ่งจะดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยองค์ประกอบที่สำคัญและมีอยู่สูง คือ คาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในรูปเม็ดสตาร์ชและมีปริมาณอะไมโลเพกติน 60 – 90% และอะไมโลส 10 – 30% จึงสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้ (Rodmui and Jitwaropas, 2007)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวสังข์หยด

แป้งข้าว	คุณภาพทางเคมี (%w/w)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า
สาลิ ^a	11.69±0.28	10.55±0.03	0.94±0.01	0.36±0.01	0.94±0.01
สังข์หยด ^b	10.50±0.15	8.52±0.07	1.88±0.23	1.25±0.10	1.80±0.52
สังข์หยด ^c	9.29±0.06	10.36±0.04	2.67±0.06	4.51±0.16	1.42±0.12
สังข์หยด ^d	10.54±0.10	10.12±0.16	2.62±0.04	4.25±0.01	1.43±0.21
สังข์หยด ^e	7.20±0.32	8.11±0.04	1.55±0.45	0.28±0.01	2.20±0.01

หมายเหตุ: ^aWangpankhajorn *et al.* (2020) ^bThis work ^cSompong *et al.* (2011) ^dChooklin (2013) ^e

2. ผลการศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลิด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยด

การศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลิด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งในอัตราส่วนแป้งข้าวสังข์หยด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (มาตรฐาน) 40, 60 และ 80 ตามลำดับ โดยทำการศึกษาคูสมบัติทาง

เคมีและกายภาพ จากนั้นนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลแบบ 9 ระดับคะแนน (Hedonic 9 scale) โดยทำการทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งจากแป้งข้าวสังข์หยด ซึ่งผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวสังข์หยด

แป้งข้าวสังข์หยด (ร้อยละ)	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ					
	L*	ค่าสี a*	b*	ค่าความแข็ง (นิวตัน)	ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)	ไขมัน ^{ns} (ร้อยละ)
0	65.05±0.50 ^a	9.60±0.62 ^d	20.98±0.51 ^a	14.84±0.53 ^d	4.31±0.13	26.85±1.28
40	62.55±1.13 ^a	15.40±0.55 ^c	19.46±0.39 ^b	17.23±0.13 ^c	4.30±0.13	25.91±0.35
60	58.35±1.78 ^b	17.10±0.33 ^b	15.96±0.99 ^c	19.11±0.53 ^b	4.33±0.10	25.66±0.39
80	56.27±0.29 ^b	23.94±0.50 ^a	12.65±0.75 ^d	22.15±0.15 ^a	4.32±0.40	25.09±0.12

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดังเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวสังข์หยด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 40, 60 และ 80 แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า เมื่อปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งลดลง ส่วนความ

เป็นสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากข้าวสังข์หยดพัทลุงมีสีเยื่อหุ้มเมล็ด เนื่องจากสารสีจำพวกแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุตามธรรมชาติที่มีอยู่แล้วในแป้งข้าวกล้องสังข์หยดเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดจึงส่งผลให้ลูกกึ่งมีค่า a* เพิ่มขึ้น (Lekjing *et al.*, 2019)

สอดคล้องกับการศึกษาของ Shukla *et al.* (2020) ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของลูกกึ่งจากแป้งข้าวและแป้งฝักโคมผสม พบว่า การเพิ่มระดับของแป้งฝักโคมจะลดค่า L^* และ b^* แต่จะเพิ่มค่า a^* ของลูกกึ่ง ค่าความแข็งของลูกกึ่งทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณข้าวสังข์หยดมากขึ้นร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน), 40, 60 และ 80 มีค่าความแข็งเท่ากับ 14.84 17.23 19.11 และ 22.15 นิวตัน ตามลำดับ เนื่องจากในข้าวสังข์หยดมีปริมาณเส้นใยจึงทำให้ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวสังข์หยดปริมาณที่สูงขึ้นมีค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น (Division of rice research and development, 2009) ค่าความชื้นและค่าไขมันของลูกกึ่งทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) โดยค่าความชื้นในข้าวสังข์หยดร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) 40, 60 และ 80 มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.31 2.30 2.33 และ 2.30 ตามลำดับ

ค่าไขมันมีค่าเท่ากับร้อยละ 26.85 25.91 25.66 และ 25.09 ตามลำดับ การศึกษาของ Wangpankhajorn *et al.* (2020) พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 ส่งผลต่อค่า L^* ลดลง แต่ค่า a^* , b^* และ hardness เพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เพิ่มขึ้น อธิบายได้ว่าผลของค่าสีเกิดจากการเลือกใช้แป้งและปริมาณของแป้งที่แตกต่างกันจะมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ ส่วนค่า hardness ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวสังข์หยดสูงขึ้นทำให้ได้มีปริมาณกลูเตนลดลง ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยดที่ได้จึงมีความหนาแน่นมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็งและอัดตัวกันแน่นและมีรูพรุนของฟองอากาศน้อย จึงส่งผลให้ลูกกึ่งมีความแข็งและแน่น (Somboonpanyakul *et al.*, 2012) และ จะส่งผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ความหนาของลูกกึ่งลดลง (Wangpankhajorn *et al.*, 2020)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวสังข์หยด

แป้งข้าว สังข์หยด (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความ กรอบ	ความ ชอบโดยรวม
0	8.20±0.80 ^a	8.23±1.00 ^a	7.75±0.50 ^a	7.00±0.647 ^b	6.53±0.62 ^c
40	7.23±1.00 ^b	7.50±0.85 ^b	7.60±0.64 ^a	7.13±0.50 ^a	6.53±0.62 ^c
60	7.21±0.62 ^b	7.67±0.68 ^b	7.83±0.69 ^a	8.17±0.79 ^a	8.62±0.66 ^a
80	6.07±1.20 ^c	7.47±0.74 ^b	6.90±0.84 ^b	5.93±0.86 ^c	6.97±0.89 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) 40, 60 และ 80 พบว่า คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 3

พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสังข์หยดมากขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสี มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดส่งผลให้มีลูกกึ่งมีสีเข้มขึ้นสอดคล้องกับคุณภาพทางกายภาพด้านค่าความสว่าง (L^*) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดทำ

ให้ค่าความสว่างลดลงจึงส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสีลดลง ด้านกลิ่น พบว่า ผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) ได้รับคะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด ในร้อยละ 40, 60 และ 80 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) เนื่องจากผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งมีกลิ่นหอมเนย มีลักษณะกลิ่นใกล้เคียงกับผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทำนายตามท้องตลาด พบว่า ที่ร้อยละ 60 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุดในการทดแทนแป้งข้าวสังข์หยด เท่ากับ 7.67 คะแนน ด้านรสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวมพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่ร้อยละ 60 การศึกษาของ Wangpankhajorn *et al.* (2020) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดถึงร้อยละ 75 จะทำให้คะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสลดลงในทุกด้านรวมทั้งยังส่งผลให้ร้อยละการยอมรับผลผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย เนื่องมาจากแป้งข้าวสังข์หยดที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อการลดลงของปริมาณกลูเตนในผลผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้การสร้างโครงข่ายของแป้งที่สามารถกักเก็บ คาร์บอนไดออกไซด์และสร้างพันธะไคซัลไฟด์ลดลง จึงทำให้ผลผลิตภัณฑ์มีความแข็งและความแตก่วนสูงขึ้น ส่งผลให้ความชอบต่อผลผลิตภัณฑ์

ลูกกึ่งลดลง ผู้ทดสอบให้ คะแนนความชอบผลผลิตภัณฑ์โดยรวมของลูกกึ่งสูตรที่ 2 (50:50) อยู่ในเกณฑ์ที่ดีเทียบเท่าการยอมรับ ผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งสูตรควบคุม (100:0)

ดังนั้นจึงคัดเลือกผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ทดแทนด้วยข้าวสังข์หยดร้อยละ 60 ไปศึกษา ปริมาณการทดแทนไขมัน (เนย) ด้วยมอลโตเดกซ์ทรินต่อไป

3. ผลการศึกษาปริมาณการทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ด้วยมอลโตเดกซ์ทรินในผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยด

จากการศึกษาปริมาณการทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ในผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยด ด้วยมอลโตเดกซ์ทริน 6 ระดับ คือ 0 (สูตรมาตรฐาน) 30, 50, และ 70 ตามลำดับ โดยทำการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ จากนั้นนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลแบบ 9 ระดับ คะแนน (Hedonic 9 scale) โดยทำการทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งจากแป้งข้าวสังข์หยด ซึ่งผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยดที่ทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ด้วยมอลโตเดกซ์ทริน

มอลโต เดกซ์ทริน (ร้อยละ)	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ					
	L ^{*ns}	ค่าสี a ^{*ns}	b ^{*ns}	ความแข็ง (นิวตัน)	ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	ไขมัน (ร้อยละ)
0	58.55±0.13	17.10±0.33	44.96±1.99	19.91±0.53 ^a	4.23±0.10	25.09±0.12 ^a
30	59.84±0.80	17.28±0.51	44.53±2.06	21.49±0.35 ^b	4.71±0.13	19.77±0.55 ^b
50	59.36±0.53	17.75±0.31	44.22±1.95	23.30±0.83 ^c	4.34±0.10	18.04±0.23 ^c
70	59.84±0.66	17.29±1.21	44.92±0.83	25.35±0.15 ^d	4.00±0.88	17.15±0.39 ^d

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยดที่ทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ด้วยมอลโตเดกซ์ทริน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 30, 50 และ 70 แสดงดังตารางที่ 6 พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) ด้านค่าความแข็ง เมื่อปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เนื่องจากเมื่อลดปริมาณไขมันและเพิ่มการใช้สารทดแทนไขมันในส่วนผสมจะทำให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นในช่วงการตีไขมันกับน้ำตาลลดลง อีกทั้งมอลโต

เดกซ์ทรินไม่สามารถสร้างฟิล์ม ห่อหุ้มฟองอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการตีส่วนผสม ทำให้ไม่สามารถกักเก็บก๊าซได้ในระหว่างการอบขนม (Psimouli and Oreopoulou, 2013; Syed *et al.*, 2011) ทำให้ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยด มีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้นตามปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sinchaipanit *et al.* (2017) ศึกษาผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพของบราวนี่ลดไขมันพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินทำให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีค่าความแน่นเพิ่มขึ้น ค่าไขมันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยดที่ทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ด้วยมอลโตเดกซ์ทริน

มอลโตเดกซ์ทริน (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
0	8.13±0.62	8.24±0.68 ^a	7.83±0.69 ^a	8.07±0.79 ^a	8.12±0.66 ^a
30	8.04±0.62	8.18±0.49 ^a	7.85±0.99 ^a	7.96±0.83 ^a	8.18±0.80 ^a
50	8.07±0.57	7.47±0.64 ^b	6.14±0.92 ^b	6.27±0.85 ^b	6.40±0.62 ^b
70	8.00±0.66	6.02±0.66 ^c	5.36±0.83 ^c	5.23±0.89 ^c	5.43±0.85 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งแป้งข้าวสังข์หยดที่ทดแทนไขมัน (เนยสดและเนยขาว) ด้วยมอลโตเดกซ์ทริน ร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) 30, 50 และ 70 ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมเมื่อพิจารณาในภาพรวมของการใช้มอลโตเดกซ์ทรินทดแทนไขมัน เนยในลูกกึ่ง แป้งแสดงดังตารางที่ 7 พบว่า ตัวอย่างลูกกึ่งทดแทนมอลโตเดกซ์ทริน ร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) ได้รับคะแนนความชอบด้าน กลิ่นและความกรอบสูง

ที่สุด เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินทำให้ลูกกึ่งมีความแข็งเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ลูกกึ่งที่ทดแทนมอลโตเดกซ์ทริน ร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบทางด้าน รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่าสูตร ร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) ส่วนคะแนนความชอบด้านสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) การศึกษาของ Sinchaipanit *et al.* (2017) พบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล (เตรียม เจลของ

มอลโทเดกซ์ทริน โดยชั่งมอลโทเดกซ์ทริน 1 ส่วน ละลายในน้ำกลั่น 1 ส่วน (น้ำหนัก/น้ำหนัก) คน ส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปเก็บรักษา ไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที ก่อนนำไปใช้) ทดแทนไขมันร้อยละ 75 ตัวอย่าง บรานนี้ที่ได้จะมีคะแนน ความชอบโดยรวมลดลง (3.6 ± 1.0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อ เปรียบเทียบกับบรานนี้ ไขมันเต็มส่วน (3.8 ± 0.8) ส่วนบรานนี้ลดไขมันที่ระดับร้อยละ 25 และ 50 และบรานนี้ไขมันเนยเต็มส่วน พบว่า มีคะแนน ความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p \geq 0.05$) แม้ว่าบรานนี้ ลดไขมันที่ระดับร้อยละ 25 จะได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ 4.0 ± 0.7 ส่วนประกอบของไขมันในขนมอบจะทำหน้าที่จับ อากาศในระหว่างการตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูทำให้ ขนมอบมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เป็นตัวหล่อลื่นและยับยั้ง การเกิดโครงสร้างโด (dough) ทำให้ขนมอบมีเนื้อ สัมผัส นุ่มนวล รวมทั้งเป็นตัวพากลิ่นรสที่ดี โดยเฉพาะไขมันเนย

ดังนั้นปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินผลิตภัณฑ์ ลูกก็แป้งข้าวสังข์หยดที่ทดแทนไขมัน (เนยสดและ เนยขาว) ด้วยมอลโทเดกซ์ทริน ปริมาณมอลโทเดกซ์ ทรินที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับร้อยละ 30 ซึ่งสามารถลด ไขมันจากลูกก็แป้งข้าวสังข์หยดสูตรมาตรฐาน (27.94% เป็น 19.77%) คิดเป็นร้อยละ 8.17

สรุป

แป้งข้าวสังข์หยดมีองค์ประกอบทางเคมีใน ส่วนของไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า แป้งข้าวสาลีเมื่อนำมาทดแทนแป้งสาลีในลูกก็จำทำ ให้ค่า L^* และ b^* ลดลง แต่ค่า a^* และ hardness จะ เพิ่มขึ้นตามปริมาณของแป้งข้าวสังข์หยดที่เพิ่มขึ้น โดยที่แป้งข้าวสังข์หยด 60% จะมีค่าคะแนน ความชอบรวมของลูกก็แป้งสูงสุดการใช้ maltodextrin

ทดแทนไขมันในลูกก็แป้งจะส่งผลต่อค่า hardness แต่ไม่ ส่งผลต่อค่าสี (L^* , a^* และ b^*) โดยที่การใช้ maltodextrin 30% จะมีคะแนนความชอบรวมของ ลูกก็แป้งสูงสุด ดังนั้นการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทน แป้งสาลีและ maltodextrin ทดแทนไขมันในลูกก็แป้ง จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2019. **Official Methods of Analysis, The Association of Official Analytical Chemists.** 21st ed. Gaithersburg, MD, USA.
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis, The Association of Official Analytical Chemists.** 17th ed. Gaithersburg, MD, USA.
- Banchuen, J., Thammarutwasik, P., Ooraikul, B., Wuttijumnong, P. and Sirivongpaisal, P. 2010. Increasing the bioactive compounds contents by optimizing the germination conditions of Southern Thai Brown Rice. **Songklanakarin Journal Science and Technology** 32: 207-326.
- Chooklin, S. 2013. Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Brown Rice and Their Antioxidant Activities. **Kasetsart Journal (Natural Science)** 47: 864-873.
- Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J. and Buckley, D.J. 2000. Effects of Fat Level and Maltodextrin on the Functional Properties of Frankfurters Formulated with 5, 12 and 30% Fat. **Meat Science** 55(4): 463-469.
- Division of rice research and development. 2009. **Use of Sung Yod Phatthalung rice.** Rice department Ministry of Agriculture and Cooperatives. Available Source: <https://>

- //WWW.ricethailand.go.th, August, 26, 2021.
(in Thai)
- Gandia, H.F., Jimenez, A.M., Cabanes, J., Garcia, C.F. and Escribano, J. 2010. Stabilization of the Bioactive Pigment of Opuntia Fruits through Maltodextrin Encapsulation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 58(19): 10646-10652.
- Judith, W.R. 2002. Fat Substitutes and Health. **Circulation** 105: 2800-2804.
- Kumaran, B.D. and Maheshwari, K.S. 2022. Development of Cookies Prepared from Red Rice Flour (*Oryza sativa*), Papaya Fruit, Brown Sugar and Proximate Analysis. **International Journal of Food and Nutritional Sciences** 11(4): 61-66.
- Lekjing, S., Noonim, P., Boottajean, S. and Chantawong, P. 2019. Effect of Substitution of Wheat Flour with Sangyod Brown Rice Flour on Physicochemical and Sensory Qualities in Snack Product. **Khon Kaen Agriculture Journal** 47: 679-684. (in Thai)
- Miyazato, S., Nakagawa, C., Kishimoto, Y., Tagami, H. and Hara, H. 2010. Promotive Effects of Resistant Maltodextrin on Apparent Absorption of Calcium, Magnesium, Iron and Zinc in Rats. **European Journal of Nutrition** 49(3): 165-171.
- Nooniam, T. and Wongsudalak, W. 2016. **Research Report on Utilization of Sang-Yod rice flour in Thai shortbread cookies**. Songkhla Rajabhat University. (in Thai)
- Psimouli, V. and Oreopoulou, V. 2013. The Effect of Fat Replacers on Batter and Cake Properties. **Journal of Food Science** 78(10): 1495-1502.
- Rodmui, A. and Jitwaropas, O. 2007. Production of Cookies using Flour Partial Substituted with Hom Nil Rice Flour. **Journal of Food Technology, Siam University** 3(1): 37-43. (in Thai)
- Seaman, C.E.A., Woods, M. and MacKenzie, D. 1996. Fat Content and Sponge Cake Quality. **British Food Journal** 98(1): 20-22.
- Shukla, U., Sehar, M., Tongbram, T., Yaseen, M. and Bora, J. 2020. Physical and Sensory Characteristics of Cookies from Rice and Amaranth Flour Blends. **European Food Science and Engineering** 1(1): 24-29.
- Sinchaipanit, P., Hemwadee, P., Disni, S. and Twichatwitayakul, R. 2017. Effect of Maltodextrin on Quality Attributes of Reduced Fat Brownies. **Journal of Food Health and Bioenvironmental Science** 10(3): 1-16.
- Somboonpanyakul, P., Hudthagosol, C., Meekhruerod, A., Lasukhang, W. and Chuaduangpuy, D. 2012. Development of Sinlek Brown Rice Cookie. **Agricultural Science Journal** 43(2): 565-568. (in Thai)
- Sompong, R., Siebenhandl-Ehn, S., LinsgergerMartin, G. and Berghofer, E. 2011. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. **Food Chemistry** 124: 132-140.
- Syed, H.M., Jadhav, B.A. and Salve, R.V. 2011. Studies on Preparation of Low Calorie Cake

using Pearl Millet (Bajra) Maltodextrin.

Journal of Food Processing Technology

2(5): 1-3.

Wangpankhajorn, P., Maneechot, S., Junsri, M.,

Jannu, T. and Samakradhamrongthai, S.R.

2020. Effect of substitution of wheat flour

with Sungyod rice flour on physical and

sensory qualities in cookies. **Journal of**

Science and Technology 9(2): 63-70. (in Thai)

Yeomans, M.R., Gray, R.W. and Conyers, T.H.B.

1998. Maltodextrin Preloads Reduce Food

Intake without Altering the Appetiser Effect.

Physiology Behavior 64(4): 501-506.