



การใช้ถั่วเหลืองอกในการพัฒนาขนมหม้อแกงลดไขมันจากกะทิ

Use of Germinated Soybean in Development of Reduced Coconut Milk Thai Custard

ลักษณา ไชยมงคล^{1*} สอลีชะห์ บังคม¹ และ เสวต ไชยมงคล²

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อ.เมือง จ.ปัตตานี 94000

²ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อ.เมือง จ.ปัตตานี 94000

Laksana Chaimongkol^{1*} Soleeha Bangkhom¹ and Saweit Chaimongkol²

¹Department of Food Science and Nutrition, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani, 94000 Thailand

²Department of Technology and Industrial, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani, 94000 Thailand

*Corresponding Author, E-mail: laksana.c@psu.ac.th

Received: 10 April 2020 | Revised: 25 August 2020 | Accepted: 14 September 2020

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับปริมาณกะทิที่ลดลงในสูตรขนมหม้อแกงถั่วเหลืองอก ให้ขนมยังคงมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมหม้อแกงถั่วเหลืองอกที่ลดปริมาณกะทิกับขนมหม้อแกงถั่วสูตรควบคุม วิธีวิจัย ใช้เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ มาเพาะให้งอกเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำถั่วเหลืองอกที่ได้ไปนึ่งให้สุก แล้วนำไปทดแทนปริมาณถั่วเขียวซึ่งทั้งหมดในสูตร เตรียมขนมหม้อแกงทั้งหมด 4 สูตร คือขนมหม้อแกงสูตรถั่วเหลืองอก 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ใช้กะทิลดลงจากสูตรควบคุม ร้อยละ 60 45 30 และสูตรที่ใช้ถั่วเขียว (สูตรควบคุม) ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมหม้อแกงทั้ง 4 สูตร ด้วยการประเมินความชอบ 7 ระดับคะแนน (7-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน วิเคราะห์องค์ประกอบหลักและกรดไขมัน ผลการศึกษพบว่า ขนมหม้อแกงสูตรถั่วเหลืองอกลดกะทिर้อยละ 60 มีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับขนมหม้อแกงสูตรควบคุม (5.3 ± 1.4 และ 5.3 ± 1.2 ตามลำดับ, $p > 0.05$) ปริมาณพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร ในขนมหม้อแกงถั่วเหลืองอกลดกะทिर้อยละ 60 เป็น 195.0 ± 14.8 กิโลแคลอรี 29.74 ± 3.42 กรัม 7.5 ± 0.2 กรัม 5.1 ± 0.2 กรัม และ 0.81 ± 0.04 กรัม ต่อ 100 กรัมตามลำดับ ในขณะที่ในสูตรควบคุม มี 210.2 ± 6.6 กิโลแคลอรี 32.15 ± 1.6 กรัม 6.3 ± 0.2 กรัม 6.5 ± 0.3 กรัม และ 0.2 ± 0.06 กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ สรุปผลการศึกษา ถั่วเหลืองอกสามารถทดแทนถั่วเขียวซึ่งในสูตรขนมหม้อแกงถั่วได้ทั้งหมดและยังสามารถลดปริมาณกะทิในสูตรลงได้ร้อยละ 60 โดยคะแนนความชอบไม่แตกต่างทางสถิติจากสูตรควบคุม มีโปรตีนและใยอาหารสูงกว่าในขณะที่มีกรดไขมันอิ่มตัวน้อยกว่า

ABSTRACT

This study aimed to determine the appropriate percent reduction of coconut milk used in the formulation of Thai custard in which mung bean was totally replaced by germinated soybean; and to compare the nutritional values of germinated soybean Thai custard in which coconut milk was reduced in the formula with mung bean Thai custard (control recipe). The soybeans (Chiang Mai 60) from Chiang Mai Field Crops Research Center were germinated for 24 hours and then steamed. Cooked germinated soybean was used to totally replace mung bean in the formula. Four Thai custard recipes were prepared, namely germinated soybean Thai custard with 60, 45, or 30% reduced levels of coconut milk and mung bean Thai custard (control recipe). Seven-point hedonic scale was applied in the sensory evaluation by 50 panelists. Proximate compositions and fatty acids profiles were determined. The results showed that germinated soybean Thai custard with 60% coconut milk reduction had comparable overall preference scores to the mung bean Thai custard (5.3 ± 1.4 and 5.3 ± 1.2 , respectively; $p > 0.05$). Energy, carbohydrate, protein, fat, and dietary fiber contents in germinated soybean Thai custard (60% coconut milk reduction) were 195.0 ± 14.8 Kcal, 29.74 ± 3.42 g, 7.5 ± 0.2 g, 5.1 ± 0.2 g and 0.81 ± 0.04 g per 100 g, respectively, while mung bean Thai custard had the contents of 210.2 ± 6.6 Kcal, 32.15 ± 1.6 g, 6.3 ± 0.2 g, 6.5 ± 0.3 g, and 0.2 ± 0.06 g per 100 g, in the same order. In conclusion, germinated soybean can totally replace mung bean in making mung bean Thai custard. A sixty percent reduction in coconut milk is acceptable in the germinated soybean Thai custard. Overall preferences had no statistically significant difference from those of the control recipe ($p > 0.05$). The novel formulation has increased protein and dietary fiber contents but lower saturated fatty acids content than the conventional recipe.

คำสำคัญ: ถั่วเหลืองงอก ขนมหอมแกง อาหารลดไขมัน

Keywords: Germinated soybean, Mung bean Thai custard, Reduced fat diet

บทนำ

ถั่วเหลือง (Soybean) เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดถั่วเมล็ดแห้ง เป็นกลุ่มพืชน้ำมันที่อุดมด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ปริมาณสารอาหารในถั่วเหลืองดิบ 100 กรัม ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 26.7 กรัม โปรตีน 34 กรัม และไขมัน 18.7 กรัม (กองโภชนาการ, 2535) นอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังมีสารที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกาย อาทิเช่น เลซิทีน (Lecithin) ซึ่งมีสารที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของสารสื่อประสาท (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2560) และยังพบว่าถั่วเหลืองมีคุณสมบัติช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ ไอโซฟลาโวน (Isoflavone) เป็นสารที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่พบในถั่วเหลือง เป็นสารที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางและกระตุ้นการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ตัวเมีย ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นหลังจากการหมดประจำเดือน ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเต้านม ป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดรวมถึงโรคกระดูกพรุน (Tsang, 2011)

จากงานวิจัย รายงานว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองที่ผ่านการออกมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 44.0 กรัม เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการออกที่มีโปรตีน 41.5 กรัม มีปริมาณไขมันลดลงเป็น 10.5 กรัม เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการออก 13.8 กรัม และค่าไกลซีมิกอินเด็กซ์ (Estimate glycemic index, GI) เป็น 12 ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการออกที่มีค่า 18.8 และการงอกของถั่วเหลืองยังช่วยลดปริมาณสารยับยั้งทริปซิน (Trypsin inhibitor) ได้ (Maetens et al., 2017) นอกจากนี้กระบวนการงอกของธัญพืชยังมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณสารกาบา (Gamma-amino butyrate; GABA) (พัชรี, 2550) กาบาเป็นสารที่ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาทส่วนกลาง ช่วยกระตุ้นต่อมไทรอยด์ที่ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมน ช่วยในการเจริญเติบโตและเกิดการสร้างเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ยังช่วยลดความดันโลหิตสูง ลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย ช่วยลดไขมันชนิดแอลดีแอล (LDL) และยังช่วยลดอาการอัลไซเมอร์ ทางารแพทย์ได้นำกาบามาใช้

ในการรักษาโรค เช่น โรคนอนไม่หลับ โรควิตกกังวล และโรคซึมเศร้า นอกจากนี้การช่วยยับยั้งการสร้างเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวด้วย (จันทร์พร, 2558)

ขนมหม้อแกงเป็นขนมไทยโบราณ ในอดีตมีชื่อเรียกว่า “ขนมกุมภมาศ” หรือ “ขนมหม้อทอง” ขนมหม้อแกงทำจากกะทิ น้ำตาลโตนด ไข่เป็ด หัวหอมแดง น้ำมัน ซึ่งเรียกว่า “ขนมหม้อแกงไข่” ถ้ามีส่วนผสมของลูกบัวหนึ่งสูกบดละเอียดเรียก “ขนมหม้อแกงลูกบัว” ถ้าใส่ถั่วเขียวเลาะเปลือกหนึ่งสูกบดเรียก “ขนมหม้อแกงถั่ว” การทำขนมหม้อแกงเริ่มต้นด้วยการนำมะพร้าวขูดคั้นเป็นกะทิขึ้น ๆ ใส่น้ำตาลโตนด ต่อยไข่ใส่ลงไป แล้วใช้ใบตองสดฉีกฝอยย่ำส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าเป็นขนมหม้อแกงลูกบัว ขนมหม้อแกงถั่ว ก็ใส่ลูกบัวหรือถั่วลงไป หลังจากขยำไข่ น้ำตาล และกะทิจนเข้ากันดีแล้ว จากนั้นเทขนมลงในกระทะทองเหลือง ยกขึ้นตั้งไฟ กวนไฟอ่อนจนกระทั่งขนมสุกตักขึ้นเทใส่ถาดขนมหม้อแกง นำไปผึ่งโดยใช้ความร้อนระดับปานกลางไม่อ่อนหรือแรงจนเกินไปจะทำให้ขนมไหม้ก่อนสุก เมื่อขนมสุกดีแล้วจึงโรยด้วยหอมเจียวให้ทั่ว เมื่อจะรับประทานตัดเป็นชิ้น ๆ ตามต้องการ (อรรถชัย, 2563) ลักษณะที่ดีของขนมหม้อแกง คือหน้าขนมต้องเรียบเสมอกัน มีกลิ่นหอมของน้ำตาลโตนด ไม่มีกลิ่นคาว เนื้อเนียนเรียบ มีสีน้ำตาลปานกลางไม่อ่อนหรือเข้มเกินไป เมื่อตัดขนมต้องไม่เห็นเนื้อขนมเป็นชั้น (เจตนิพัทธ์, 2552)

หม้อแกงเป็นขนมที่คนส่วนใหญ่รู้จักดี สามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย จากข้อมูลการสำรวจของกองตรวจและประเมินผล สำนักงานปลัดกระทรวงวัฒนธรรม พบว่า ขนมที่คนไทยนิยมรับประทาน 3 อันดับแรก คือ ขนมหม้อแกงที่เป็นที่นิยมมากที่สุด รองลงมาคือ ขนมบัวลอยและขนมหวานจากกะทิ (ภูริชา และชุติมาวดี, 2559)

เป็นที่ทราบกันดีว่าการรับประทานอาหารหวาน มัน เค็มเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง และเนื่องจากขนมหม้อแกงมีส่วนประกอบสำคัญคือน้ำตาล และกะทิ จัดว่าเป็นอาหารที่มีไขมัน น้ำตาลและพลังงานสูง จึงได้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมหม้อแกงในหลายลักษณะ ได้แก่ การลดปริมาณน้ำตาลโดยใช้ซูคราโลส (สุคนธา, 2559) การลดพลังงานและปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยซูคราโลสและกะทิธัญพืช (วรารัตน์ และคณะ, 2552) การใช้แก่นตะวันผงในส่วนผสมขนมหม้อแกงเพื่อเพิ่มใยอาหาร

(จิรายุทธ, 2559) รวมถึงการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมหม้อแกงเพื่อเพิ่มสารไฟโตเคมีคอล (สุคนธา, 2559) ในการศึกษาที่น่าสนใจการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมหม้อแกง เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคให้การยอมรับในแง่คุณประโยชน์ต่อสุขภาพ เป็นแหล่งของโปรตีนและสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีการนำถั่วเหลืองมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่หลากหลาย จากการศึกษาคุณค่าของถั่วเหลืองยังพบว่า ถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นไขมันประเภทกรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะคู่หลายตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acids; PUFA) และด้วยคุณค่าที่เพิ่มขึ้นของถั่วเหลืองเมื่อทำให้งอก จึงได้ทำการทดลองศึกษาเบื้องต้น (Preliminary study) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำถั่วเหลืองงอกมาใช้ในขนมหม้อแกง พบว่าการใช้ถั่วเหลืองงอกทดแทนถั่วเขียวทั้งหมดในสูตร มีแนวโน้มที่สามารถลดกะทิในสูตรขนมหม้อแกงลงได้โดยขนมยังคงมีลักษณะทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับขนมหม้อแกงสูตรถั่วเขียว ดังนั้นในการศึกษารั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับปริมาณกะทิที่ลดลงในสูตรขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอก ให้ขนมยังคงมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมหม้อแกงสูตรถั่วเหลืองงอกลดกะทิที่ได้รับการยอมรับกับสูตรหม้อแกงถั่วสูตรควบคุม

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1: การเตรียมถั่วเหลืองงอก

ใช้เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่) ล้างทำความสะอาด แล้วแช่เมล็ดถั่วเหลืองในน้ำสะอาดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปลอຍให้สะเด็ดน้ำและทำการบ่มถั่วเหลืองให้งอก โดยวางถั่วเหลืองบนกระดาษทิชชูที่เปียกน้ำ ทำการบ่มไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง รดน้ำเป็นระยะเพื่อรักษาความชื้นและปิดภาชนะที่บ่มด้วยผ้าขาวบาง เก็บไว้ในบริเวณที่บ่มแสงที่อุณหภูมิห้อง (ดัดแปลงจาก Maetens et al., 2017) นำถั่วเหลืองที่งอกมาล้างด้วยน้ำสะอาด 1 รอบ และนึ่งให้สุก ใช้เวลาในการนึ่ง 30 นาที รอให้เย็นแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นในสภาพแช่แข็ง (อุณหภูมิ -10 ถึง -18 องศาเซลเซียส) จนกว่าจะนำไปทำขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอก ทั้งนี้จะเก็บถั่วเหลืองงอกที่สุกแล้วไว้ในตู้เย็นไม่เกิน 1 เดือน

ขั้นตอนที่ 2: การเตรียมขนมหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิ

นำสูตรขนมหม้อแก้วเหลืองงอกของผู้นิพนธ์
ขนมไทยรายหนึ่งในจังหวัดปัตตานีมาใช้เป็นสูตรควบคุม และได้
ทำการผลิตขนมหม้อแก้วเหลืองงอกสูตรลดกะทิ 3 ระดับ โดย

ในสูตรนี้จะใช้ถั่วเหลืองงอกทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก
ทั้งหมดในสูตร ปริมาณกะทิที่ใช้ในแต่ละสูตร รวมทั้ง
ส่วนประกอบอื่น ๆ ในสูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของขนมหม้อแก้วเหลืองงอกสูตรควบคุม และขนมหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิ 3 ระดับ

วัตถุดิบ	ขนมหม้อแก้ว สูตรควบคุม	ขนมหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิ		
		ลดกะทิ ร้อยละ 60	ลดกะทิ ร้อยละ 45	ลดกะทิ ร้อยละ 30
ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกนึ่งสุก (กรัม)	125	-	-	-
ถั่วเหลืองงอกนึ่งสุก (กรัม)	-	125	125	125
น้ำตาลปีบ (กรัม)	140	140	140	140
กะทิ (กรัม)	225	90	124	158
แป้งข้าวเจ้า (กรัม)	28	28	28	28
ไข่ไก่ เบอร์ 3 (กรัม)	150	150	150	150
เกลือเสริมไอโอดีน (กรัม)	1.5	1.5	1.5	1.5
น้ำ (กรัม)	-	135	101	67

วิธีการทำขนมหม้อแก้ว มีขั้นตอนดังนี้

1. นึ่งถั่วให้สุก ใช้เวลา 30 นาที พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
2. ตอกไข่ใส่ชามผสม ตีให้ขึ้นฟูด้วยตะกร้อมือ ใช้เวลา 3 นาที
3. ใส่กะทิ น้ำตาลปีบ คนให้น้ำตาลละลาย และค่อยๆ เติมแป้งทีละน้อยจนหมด ใส่เกลือ คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน
4. ปั่นถั่วที่สุกแล้วให้ละเอียดเนียนด้วยเครื่องปั่นของเหลวยี่ห้อฟิลิปส์ ความเร็วรอบในการปั่น 35,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที แล้วเติมน้ำตาลปีบทั้งหมดที่ได้ผสมไว้แล้วในข้อ 3 ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. วางถาดอะลูมิเนียมสำหรับนึ่งขนมในลังถึง ร่อนถาดร่อน เทส่วนผสมผ่านกระชอน ลงในถาดอะลูมิเนียม
6. นึ่งขนมให้สุกโดยใช้ไฟกลาง นาน 30 นาที
7. นำถาดขนมไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 108 องศาเซลเซียส ใช้ไฟบนและไฟล่าง 45 นาที และเพิ่มสีของหน้าขนมโดยเพิ่มอุณหภูมิไฟบน เป็น 190 องศาเซลเซียส อบต่ออีก 15 นาที
8. พักขนมให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้อง ตัดขนมเป็นชิ้น

ขั้นตอนที่ 3: การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางเคมี

3.1 การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส นำขนมหม้อแก้วทั้ง 4 สูตร คือ 1) สูตรหม้อแก้วเหลืองงอกสูตรควบคุม 2) สูตรหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิร้อยละ 60 3) สูตรหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิร้อยละ 45 และ 4) สูตรหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิร้อยละ 30 มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 7 – Point hedonic scale คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ คะแนน 7 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ สำหรับตัวอย่างขนมหม้อแก้วจะตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร บรรจุลงถ้วยพลาสติกใส ปิดฝา ตีตรหัสหมายเลข 3 ตัว ที่ได้จากการสุ่ม ในระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่างมีการกลั้วปากด้วยน้ำสะอาด คุณลักษณะที่ทำการทดสอบการยอมรับได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นถั่ว ความมัน เนื้อสัมผัสเนียนนุ่มและฉ่ำน้ำ และความชอบโดยรวม

3.2 การศึกษาคุณภาพทางเคมี วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของตัวอย่างขนมหม้อแก้วสูตรควบคุม และ ขนมหม้อแก้วเหลืองงอกลดกะทิสูตรที่มีคะแนนการยอมรับใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานมากที่สุด โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จำนวน 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD ดังนี้

3.2.1 ปริมาณความชื้น โดยวิธี Drying (AOAC, 2000)

3.2.2 ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl nitrogen analysis (AOAC, 2000)

3.2.3 ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet extraction (AOAC, 2000)

3.2.4 ปริมาณเถ้า โดยวิธี Dry ashing (AOAC, 2000)

3.2.5 ปริมาณ คาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ By different

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 - ปริมาณโปรตีน - ปริมาณไขมัน
- ปริมาณเถ้า - ปริมาณน้ำ

3.2.6 ปริมาณพลังงานโดยการคำนวณ โดยใช้ At Water factor

พลังงาน (กิโลแคลอรี) = (โปรตีน × 4) + (คาร์โบไฮเดรต × 4)
+ (ไขมัน × 9)

3.2.7 ปริมาณกรดไขมัน (Fatty acid profile) ดัดแปลงมาจากวิธี (AOAC, 2012) 963.22, 969.33

3.2.8 ปริมาณใยอาหาร โดยวิธี Total dietary fiber (AOAC, 2009)

3.3 คำนวณต้นทุนวัตถุดิบในการผลิต โดยการคำนวณจากราคาวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในส่วนผสม ต่อขนมหม้อแกง 1 หน่วยบริโภค คือ 100 กรัม

3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน

ด้วย One – Way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD (Least Significant Difference) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

เมื่อนำถั่วเหลืองพันธุ์เขียวใหม่ 60 มาเพาะบ่มเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ถั่วเหลืองงอกที่มีหน่อยาวประมาณ 0.2 - 0.5 เซนติเมตร สีของเมล็ดถั่วเหลืองงอกใกล้เคียงกับถั่วเหลืองปกติ ดังแสดงในรูปที่ 1 นำถั่วเหลืองงอกที่ได้ไปผลิตขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกลดกะทิร้อยละ 60 45 และ 30 ได้ขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอก ดังแสดงในรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่า ขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกลดกะทิทั้ง 3 ระดับ มีความเรียบเนียนของเนื้อสัมผัสน้อยกว่าขนมหม้อแกงถั่วเขียวสูตรควบคุม เนื่องจากถั่วเหลืองงอกที่ใช้ในส่วนผสมยังมีส่วนที่เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดของถั่วเหลืองอยู่ด้วย ในขณะที่ถั่วเขียวซีกที่ใช้ในสูตรควบคุมเป็นถั่วเขียวที่เลาะเปลือกออกแล้ว ทำให้เนื้อถั่วที่บดของถั่วเขียวซีกจึงมีความเนียนมากกว่าเนื้อถั่วเหลืองงอกบด สีและปริมาตรของขนมใกล้เคียงกัน



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 ถั่วเหลืองปกติ (ก) และถั่วเหลืองงอก (ข)



รูปที่ 2 ขนมหอมแกงถั่วเขียวสูตรควบคุมและสูตรถั่วเหลืองลดกะทิ 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมหอมแกง

นำขนมหอมแกงสูตรถั่วเหลืองลดกะทิร้อยละ 60 45 และ 30 และขนมหอมแกงถั่วเขียวสูตรควบคุม มาศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นถั่ว ความมัน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบชิมแบบให้คะแนนความชอบ 7 ระดับ ได้ผลดังตารางที่ 2

คุณค่าทางโภชนาการ

นำขนมหอมแกงถั่วเหลืองลดกะทิร้อยละ 60 ที่ได้รับความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด และมีความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมหอมแกงถั่วเหลืองลดกะทิเปรียบเทียบกับขนมหอมแกงถั่วเขียวสูตรควบคุม ดังตารางที่ 3 และ ปริมาณกรดไขมัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของขนมหอมแกงสูตรควบคุมและสูตรถั่วเหลืองลดกะทิ 3 ระดับ

คุณลักษณะ	ขนมหอมแกงถั่ว	ขนมหอมแกงถั่วเหลือง			
	สูตรควบคุม	สูตรลดกะทิร้อยละ 60	สูตรลดกะทิร้อยละ 45	สูตรลดกะทิร้อยละ 30	
ลักษณะปรากฏ	5.8 ± 1.2 ^a	5.7 ± 1.2 ^a	5.1 ± 1.3 ^{ab}	4.6 ± 1.7 ^b	
กลิ่นถั่ว	5.6 ± 1.3 ^a	4.8 ± 1.6 ^b	4.9 ± 1.5 ^b	4.9 ± 1.5 ^b	
ความมัน	5.1 ± 1.6 ^a	4.9 ± 1.3 ^b	4.8 ± 1.4 ^b	4.9 ± 1.2 ^b	
เนื้อสัมผัส	4.8 ± 1.6 ^{ab}	5.3 ± 1.2 ^a	4.9 ± 1.6 ^{ab}	4.6 ± 1.3 ^b	
ความชอบโดยรวม	5.3 ± 1.4 ^a	5.3 ± 1.2 ^a	5.2 ± 1.1 ^a	5.0 ± 1.2 ^b	

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05)

ต้นทุนการผลิต

จากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตขนมหอมแกงถั่วเขียวสูตรควบคุม และขนมหอมแกงถั่วเหลืองลดกะทิร้อยละ 60 พบว่าต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ คิดเป็น 2.13 และ 2.95 บาทต่อ 1 หน่วยบริโภค (ปริมาณ 100 กรัม) ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม

ตามในการผลิตขนมหอมแกงจากถั่วเหลืองลดกะทิ จะมีต้นทุนการผลิตเพิ่มเติมในกระบวนการเพาะถั่วเหลือง ซึ่งจะเป็นต้นทุนในเรื่องของแรงงาน เวลาที่ใช้ ส่วนอุปกรณ์สามารถใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วได้ ดังนั้นโดยภาพรวมแล้วต้นทุนการผลิตขนมหอมแกงถั่วเหลืองลดกะทิไม่ได้เพิ่มเติมจากขนมหอมแกงสูตรดั้งเดิมมากนัก

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของขนมหอมแกงสูตรควบคุมและสูตรลดกะทิร้อยละ 60 ต่อน้ำหนัก 100 กรัม (wet basis)

คุณค่าทางโภชนาการ	ขนมหอมแกงสูตรควบคุม	สูตรลดกะทิร้อยละ 60	ร้อยละที่เพิ่ม (+)/ลด (-)
ความชื้น (กรัม)	56.8±0.9	54.7±0.44	- 3.68
โปรตีน (กรัม)	3.5±0.5	3.7±1.5	+ 6.31
ไขมัน (กรัม)	5.2±0.5	5.5±0.2	+ 4.80
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	33.6±0.8	35.2±1.0	+ 4.64
ใยอาหาร (กรัม)	0.2±0.06	0.8±0.04	+ 300.0
เถ้า (กรัม)	0.9±0.04	1.0±0.02	+ 6.05
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	195.5±5.2	204.7±2.3	+ 4.80

ตารางที่ 4 ร้อยละของกรดไขมันที่พบในขนมหม้อแกว้ข้าวสุตรควบคุม และขนมหม้อแกว้เหลืองอกลดกะทิร้อยละ 60 ต่อน้ำหนัก 100 กรัม (wet basis)

ชนิดกรดไขมัน	จำนวนคาร์บอน	สูตรควบคุม	สูตรลดกะทิร้อยละ 60
ไขมันทั้งหมด (กรัม)		7.42	5.77
กรดคาปริลิก (Caprylic acid) (%)	C8:0	4.04	2.64
กรดคาปริก (Capric acid) (%)	C10:0	3.87	2.76
กรดลอริก (Lauric acid) (%)	C12:0	31.45	20.17
กรดไมริสติก (Myristic acid) (%)	C14:0	11.86	7.76
กรดปาล์มิติก (Palmitic acid) (%)	C16:0	17.98	24.84
กรดสเตียริก (Stearic acid) (%)	C18:0	4.78	6.51
ไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (%)		73.98	64.68
กรดปาล์มิโทเลอิก (Palmitoleic acid) (%)	C10:1	0.98	0.57
กรดโอเลอิก (Oleic acid) (%)	C18:1	21.29	31.02
กรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง (MUFA) (%)		22.27	31.59
กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) (%)	C18:2, n-6	3.62	3.74
กรดโดโคซะไดอีนอิก (Docosadienoic acid) (%)	C22:2, n-6	0.13	0.00
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) (%)	-	3.75	3.74

วิจารณ์ผลการวิจัย

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (ตารางที่ 2) พบว่าขนมหม้อแกว้เหลืองอกลดกะทิร้อยละ 60 มีค่าคะแนนการยอมรับแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรควบคุม ค่าคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (ตารางที่ 2) พบว่าขนมหม้อแกว้เหลืองอกลดกะทิร้อยละ 60 45 และ 30 มีระดับคะแนนความชอบต่ำกว่าขนมหม้อแกว้ข้าวสุตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าการใช้ถั่วเหลืองแทนถั่วเขียวในขนมหม้อแกว้ ส่งผลให้ผู้บริโภคให้การยอมรับด้านกลิ่นถั่วของขนมลดลง จากระดับชอบถึงชอบเล็กน้อย มาเป็นระดับเฉยๆ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นเฉพาะตัวที่แตกต่างจากกลิ่นของถั่วเขียว ที่เรียกกลิ่นของถั่วเหลืองว่ามีลักษณะ “เหม็นเขียว (Beany flavor)” ซึ่งกลิ่นถั่วเกิดจากปฏิกิริยาของ lipoxygenase isozymes ประกอบด้วย 3 รูปแบบ ได้แก่ Lx1, Lx2 และ Lx3 ซึ่ง isozymes ดังกล่าวพบในทุกส่วนของต้นถั่วเหลือง แต่ในเมล็ดจะมีระดับกิจกรรมของ lipoxygenase มากกว่าส่วนอื่น ๆ จากการศึกษาของ Maetens et al. (2017) พบว่า การเพาะถั่วเหลืองอกทำให้ระดับกิจกรรม

ของ lipoxygenase ในเมล็ดถั่วเหลืองลดลง โดยระยะเวลาการงอกที่นานขึ้นทำให้ระดับกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวลดลงมากขึ้น กล่าวคือ ถั่วเหลืองอกที่ระยะเวลา 5 วัน มีการลดลงของการเกิดกิจกรรมของ lipoxygenase-1 (Lx1) และ lipoxygenase-3 (Lx3) เป็น ร้อยละ 17.2 และ 26.1 ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วเหลืองงอกระยะเวลา 1 วัน มีการลดลงของกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวเพียง ร้อยละ 2.8 และ 16.1 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ถั่วเหลืองอกที่มีระยะเวลาการงอก 1 วันในขนมหม้อแกว้ในการศึกษานี้ ยังมีกลิ่นถั่วที่ส่งผลให้ผู้บริโภคยอมรับขนมหม้อแกว้ลดลง แสดงว่า ระยะเวลาการงอกเพียง 1 วัน ไม่เพียงพอที่จะลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ของถั่วสำหรับการทำขนมหม้อแกว้ได้ ดังนั้นอาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ถั่วเหลืองอกที่มีระยะเวลาการงอกมากกว่านี้ ต่อการยอมรับกลิ่นถั่วในขนมหม้อแกว้

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความมัน (ตารางที่ 2) พบว่าขนมหม้อแกว้เหลืองอกลดกะทิร้อยละ 60 45 และ 30 มีระดับคะแนนความชอบต่ำกว่าขนมหม้อแกว้ข้าวสุตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนสูตรถั่วเหลืองอกมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉย ๆ ความมันของขนมมาจากกะทิและถั่วที่ใช้ในส่วนผสม การลดปริมาณกะทิในสูตรขนมหม้อแกว้เหลืองอก ทำให้ความมันในขนมลดลง แต่อย่างไรก็ตาม

เนื่องจาก ถั่วเหลืองเป็นกลุ่มพืชน้ำมัน ในถั่วเหลืองดิบ 100 กรัม มีไขมัน 18.7 กรัม ซึ่งไขมันในถั่วเหลืองจะช่วยลดไขมันปริมาณไขมันที่ลดลง จากการลดปริมาณกะทิในสูตรได้ แม้ในสูตรถั่วเหลืองงอกจะมีปริมาณกะทิลดลงร้อยละ 60 45 และ 30 แต่ผู้ทดสอบยังคงรับรู้ถึงความมันได้ ทำให้ค่าคะแนนการประเมินความมันของขนมหม้อแกงลดกะทิทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกัน

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (ความเนียนนุ่มและฉ่ำน้ำ) (ตารางที่ 2) พบว่าขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกลดกะทิลดร้อยละ 60 มีระดับคะแนนสูงกว่าสูตรควบคุม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะเป็นเพราะว่าในถั่วเหลืองมีเลซิทีนที่มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) เพิ่มความสามารถในการอมน้ำมันของแป้งถั่วเหลือง (Jideani, 2011) จึงช่วยให้เกิดความเนียนนุ่มของเนื้อขนม และยังพบว่า เมื่อลดปริมาณกะทิในสูตรลงมากขึ้น คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงเห็นได้ว่า การใช้ถั่วเหลืองงอกเป็นส่วนผสมในขนมหม้อแกง และปรับลดปริมาณกะทิลดร้อยละ 60 ยังให้ขนมหม้อแกงที่มีเนื้อสัมผัสเนียนนุ่ม ฉ่ำน้ำ ได้เทียบเคียงกับขนมหม้อแกงถั่วเขียวที่ใช้กะทิเต็มสูตร

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม (ตารางที่ 2) พบว่าขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกสูตรลดกะทิลดร้อยละ 60 และ ร้อยละ 45 และสูตรควบคุม มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ คะแนนระดับความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ถั่วเหลืองงอกทดแทนถั่วเขียวทั้งหมดในขนมหม้อแกง และปรับลดกะทิลดที่ร้อยละ 45 และ 60 จากสูตรควบคุม ยังเป็นที่ยอมรับจากผู้ทดสอบชิมเทียบเคียงได้กับสูตรถั่วเขียวกะทิเต็มสูตร ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงคัดเลือกขนมหม้อแกงสูตรลดกะทิลดร้อยละ 60 เป็นสูตรที่จะนำไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

คุณค่าทางโภชนาการ

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการขนมหม้อแกงสูตรถั่วเหลืองงอกลดกะทิลดร้อยละ 60 และสูตรควบคุม (ตารางที่ 3) พบว่าขนมหม้อแกงสูตรถั่วเหลืองงอกลดกะทิลดร้อยละ 60 มีความชื้นลดร้อยละ 3.98 ในขณะที่ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โยอาอาหาร เถ้า และพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.31 4.80 4.64 3.00 6.05 และ 4.80 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม จะเห็นได้ว่าการใช้ถั่วเหลืองงอกทดแทนถั่วเขียวในขนมหม้อแกงถั่ว ทำให้ขนมหม้อแกงที่ได้มีไขมันและพลังงานเพิ่มขึ้น

แต่เป็นปริมาณเพียงเล็กน้อย ในขณะที่มีโยอาอาหารเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโยอาอาหารที่เพิ่มขึ้นมีเพียง 0.6 กรัม เท่านั้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารดังกล่าว นับเป็นปริมาณที่ไม่มากพอที่จะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อสุขภาพ

จากผลการวิเคราะห์กรดไขมัน (ตารางที่ 4) พบประเด็นด้านสุขภาพที่จะส่งผลต่อผู้บริโภคคือ ขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกลดกะทิลดร้อยละ 60 สามารถลดสัดส่วนกรดไขมันอิ่มตัวลงได้ประมาณร้อยละ 13 ในขณะที่มีสัดส่วนกรดไขมันที่ดี คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) เพิ่มขึ้นร้อยละ 41 ซึ่งส่งผลดีต่อร่างกาย เนื่องจากกรดไขมันอิ่มตัวจะไปกระตุ้นให้ร่างกายผลิตคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (Low Density Lipoprotein; LDL) ซึ่งนับว่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้หลอดเลือดแข็งตัวและมีการตีบแคบของเส้นเลือด ส่งผลให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง ในขณะที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีผลลด LDL นับเป็นปัจจัยลดความเสี่ยงต่อการโรคหลอดเลือดหัวใจ (Figueiredo et al, 2017)

ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวที่ลดลง ในขณะที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้นในขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอก เนื่องมาจากการลดปริมาณกะทิที่ใช้ในสูตร รวมทั้งปริมาณกรดไขมันที่อิ่มตัวในถั่วเหลืองมีน้อยกว่าที่มีในถั่วเขียว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวในถั่วเหลืองก็มีมากกว่าในถั่วเขียวด้วย ดังเห็นได้จากการศึกษาของ Megat Rusydi et al. (2011) ที่แสดงให้เห็นว่า ในถั่วเหลืองงอกมีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่าถั่วเขียวถึง 2.4 เท่า ในขณะที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งสูงกว่าถึง 1.2 เท่า

ดังนั้นการใช้ถั่วเหลืองงอกมาผลิตขนมหม้อแกงแทนถั่วเขียว จะช่วยเพิ่มปริมาณสารอาหารอย่างเห็นได้ชัด เช่น เพิ่มโปรตีน ที่สำคัญเพิ่มโยอาอาหารสูงกว่าถั่วเขียวหลายเท่า แม้ปริมาณสารอาหารบางชนิดที่เพิ่มขึ้นหรือลดจะมีปริมาณที่ไม่มาก แต่จากการศึกษาทำให้เห็นถึงประโยชน์ของถั่วเหลืองงอก สามารถลดปริมาณกะทิในสูตรลงได้ถึงร้อยละ 60 ในขณะที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสที่สูงกว่าขนมหม้อแกงถั่วเขียว และความชอบรวมใกล้เคียงกับขนมหม้อแกงถั่วเขียว อีกทั้งถั่วเหลืองงอกยังช่วยเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิต การใช้ถั่วเหลืองงอกจะมีต้นทุนวัตถุดิบในการการผลิตสูงกว่าสูตรหม้อแกงถั่วปกติ 82 สตางค์ต่อ 1 หน่วยบริโภค (100 กรัม) หากผู้ผลิตอาหารได้นำประเด็นจากการศึกษาวิจัยนี้มาประยุกต์ใช้ โดยนำถั่วเหลืองงอก

มาพัฒนาขนมหม้อแกงรวมถึงขนมไทยและขนมเบเกอรี่อื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและมีประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

ถั่วเหลืองงอกสามารถใช้ทดแทนถั่วเขียวในส่วนผสมของขนมหม้อแกงได้ ทั้งยังสามารถลดปริมาณกะทิที่ใช้ในสูตรลงได้ถึงร้อยละ 60 จากสูตรปกติ โดยที่การยอมรับทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับขนมหม้อแกงถั่วสูตรปกติ ขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกลดกะทิมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่าสูตรปกติ คือ มีใยอาหาร โปรตีน และกรดไขมันไม่อิ่มตัวในสัดส่วนที่มากกว่า ในขณะที่มีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตขนมหม้อแกงถั่วเหลืองงอกสูงกว่าสูตรปกติเล็กน้อย ประมาณ 0.82 บาท ต่อ 1 หน่วยบริโภค (100 กรัม)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.สุณีย์ บุญกำหนด ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือทางเทคนิคในการทำขนม และขอขอบคุณผู้ทดสอบชิมที่เสียสละเวลาในการเข้าร่วมการทดสอบทางประสาทสัมผัส งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนประเภท TDA Soybean Study Award จากสมาคมกำหนดอาหารแห่งประเทศไทย ประจำปี 2561

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ กรมอนามัย. (2535). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 17.
- จันทร์พร ทองเอกแก้ว. (2558). คุณสมบัติของสารกาบาที่มีต่อสุขภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์ 43(2): 205-211.
- จิรายุทธ จุมพลกล้า. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงก้นตะวันผงเพื่อสุขภาพ. วิทยานิพนธ์การศึกษาระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ: 124 หน้า.
- เจตนิพัทธ์ บุญยศศักดิ์. (2552). ศิลปะการจัดตกแต่งขนมไทย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนพานนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2561). กรดไขมัน. แหล่งข้อมูล: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0800/fatty-acid>. ค้นเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2560.
- พัชรี้ ตั้งตระกูล. (2550). GABA ในคัพเค้กข้าวและข้าวกล้องงอก. วารสารอาหาร 37(4): 291-296.

- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพานนท์. (2560). กรดไขมันที่จำเป็นในไข่. แหล่งข้อมูล: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1146/egg>. ค้นเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2560.
- ภูริชา กรพัฒน์นัท และ ชุตินาถ ทองจีน. (2559). พฤติกรรมการบริโภคขนมไทยของคนที่ย้ายอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 8(2): 81-95.
- วรรัตน์ สานนท์ ทศนีย์ ลิ้มสุวรรณ และ ลีลี อังศรีสว่าง. (2552). การพัฒนาขนมหม้อแกงไส้ลดพลังงานและปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยซูคราโลสและกะทิธัญพืช. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 16-24.
- สุนธรา สุนธธรรมา. (2559). การพัฒนาขนมหม้อแกงเสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่ออกสูตรลดน้ำตาล. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 32(2): 195-209.
- อรรถชัย ไก่ดีทอง. (2563). เว็บคุกกี้ทำขนม (WEBKOOJACK): ขนมหม้อแกง. แหล่งข้อมูล: <https://sites.google.com/site/webkoojack/home>. ค้นเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2563.
- AOAC. (2000). Office Method of Analysis. Virginia: The Association of Official Analytical Chemistry.
- AOCC. (2012). American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC (10th ed.) The Association. Saint Paul, MN.
- Figueiredo, P. S., Inada, A. C., Marcelino, G., Lopes Cardozo, C. M., Freitas, K., Guimaraes, R., Castro, A. P., Nascimento, V. A. and Haiane, P. A. (2017). Fatty acids consumption: The role metabolic aspects involved in obesity and its associated disorders. Nutrients 9(10): 1158.
- Jideani, V. A. (2011). Functional properties of soybean food ingredients in food systems. แหล่งข้อมูล: https://cdn.intechopen.com/pdfs/15717/InTech-Functional_properties_of_soybean_food_ingredients_in_food_systems.pdf. ค้นเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2563.
- Maetens, E., Hettiarachchy, N., Dewettinck, K., Horax, R., Moens, K., and Moseley, D. O., (2017). Physicochemical and nutritional properties of a healthy snack chip developed from germinated soybeans. Food Science and Technology 84: 505-510.
- Megat Rusydi, M. R., Noraliza, C. W., Azrina, A. and Zulkhairi, A. (2011). Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties. International Food Science Journal 18(2): 705-713.
- Tsang, G. (2011). Benefits of soy on heart, menopause and cancer Prevention. แหล่งข้อมูล: <https://www.healthcastle.com/benefits-of-soy-on-heart-menopause-and-cancerprevention>. ค้นเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2560.