

การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจากแป้งข้าวกล้อง

Development of Fresh Pasta from Brown Rice Flour

หทัยชนก ศรีประไพ*, จัตรชนก บุญไชย และยศสินี ห้วดง

สาขาโภชนาการและการประกอบอาหาร โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ถนนสีรินธร แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700

Hataichanok Sriprapai*, Chutchanok Boonchai and Yotsinee Huadong

Department of Nutrition and Culinary, School of Culinary Art, Suan Dusit University,

Sirindhorn Road, Bang Phlat, Bangkok 10700

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดจากแป้งข้าวกล้อง โดยมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ระดับร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้ง ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ พบว่าในด้านค่าสี เมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น พาสต้าที่ได้มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนด้านเนื้อสัมผัส เมื่อมีการทดแทนด้วยปริมาณแป้งข้าวกล้องที่เพิ่มขึ้น ค่าการยืดเกาะลดลง และจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม พบว่าผลิตภัณฑ์พาสต้าสดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 20 ให้คะแนนความชอบมากที่สุดในด้านความเหนียวนุ่มและความชอบโดยรวม เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจากแป้งข้าวกล้อง มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 31.11, 10.10, 4.72, 0.87, 6.72 และ 46.48 ตามลำดับ และเมื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay และ FRAP assay พบว่าพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าพาสต้าตัวอย่างควบคุม ทั้งวิธี DPPH radical scavenging assay และ FRAP assay (0.81 ± 0.03 mg TEAC/g DW, 0.67 ± 0.03 mg Fe(II)/g DW ตามลำดับ) และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1.05 ± 0.01 mg GAE/g DW ดังนั้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องน่าจะมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากสารประกอบฟีนอลิกในแป้งข้าวกล้อง

คำสำคัญ : แป้งข้าวกล้อง; แป้งข้าวสาลี; พาสต้า

Abstract

This research has developed fresh pasta from brown rice flour. Wheat flour was substituted with brown rice flour which varied at 0 (control), 10, 20, 30 and 40 % (by wheat flour weight). The color measurement of fresh pasta revealed that the a^* value was increased with increasing brown rice

flour while the L^* and b^* value were decreased ($p < 0.05$). The texture parameter analysis of fresh pasta showed that the substitution of brown rice flour led to decrease the adhesiveness. The sensory acceptance of fresh pasta, i. e. appearance, color, taste, springiness and overall was tested. These showed that the substitution of 20 % brown rice flour had the highest acceptable score of springiness and overall liking. This fresh pasta was also determined on chemical properties. The moisture, protein, lipid, ash, fiber, and carbohydrate contents of the pasta were 31.11, 10.10, 4.72, 0.87, 6.72 and 46.48 %, respectively. The antioxidant activity was determined using the DPPH radical scavenging assay and FRAP assay. The substitution of fresh pasta with brown rice flour showed the higher scavenging activity in the DPPH radical scavenging assay and FRAP assay than those of the control (0.81 ± 0.03 mg TEAC/g DW, 0.67 ± 0.03 mg Fe(II)/g DW, respectively). The total phenolic content of fresh pasta substituted with 20 % brown rice flour was 1.05 ± 0.01 mg GAE/g DW. Overall data suggested that the substitution of wheat flour with brown rice flour in fresh pasta should be benefit to the consumers because it had increased antioxidant activity. The antioxidant activity might be due to some phenolic compound in brown rice flour.

Keywords: brown rice flour; wheat flour; fresh pasta

1. คำนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก และยังเป็นอาหารหลักของประชากรสองในสามของประชากรโลก (Roy *et al.*, 2011) โดยเฉพาะประเทศในแถบภูมิภาคเอเชีย นอกจากนี้ข้าวยังจัดเป็นอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) สูง เนื่องจากมีแป้งเป็นองค์ประกอบอยู่ถึงร้อยละ 90 จึงเป็นแหล่งของอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย และยังมีโปรตีนอยู่ร้อยละ 9 ไขมันร้อยละ 1.5 รวมไปถึงวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิดอีกร้อยละ 1.5 ซึ่งข้าวกล้องเป็นข้าวชนิดหนึ่งที่ได้ผ่านการขัดสีน้อย ข้าวที่ได้ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเหลืออยู่มาก จึงอุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุมากกว่าข้าวขาว (Lamberts *et al.*, 2007) ดังนั้นจึงมีประโยชน์ต่อร่างกายของมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบของแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบมากในบริเวณเยื่อหุ้มเมล็ด จะให้สีแดงไปจนถึง

ม่วงดำ (พจมาลย์ และอรนุช, 2547) ซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโคเลสเตอรอล ลดอัตราการเกิดการเกิดโรคหัวใจและโรคมะเร็ง (Lazze *et al.*, 2003) จึงมีการนำข้าวกล้องไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ในงานวิจัยของวดีนิ และอรนุช (วดีนิ และอรนุช, 2547) ได้ศึกษาการพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากข้าวกล้อง โดยศึกษาผลของอัตราส่วนข้าวกล้องต่อเครื่องปรุงรส (พริกแกงเขียวหวาน) พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 90:10 ได้คะแนนความชอบโดยรวม 7.73 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลาง นอกจากนี้ยังมีการวิจัยที่นำข้าวกล้องมาใช้ประโยชน์อีกหลายด้าน เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยดเสริมไข่ขาว (ถาวร, 2556) การผลิตคุกกี้จากแป้งข้าวกล้อง (อริสรา และอรอุมา, 2550)

ผลิตภัณฑ์พาสต้าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่รับประทานเป็นอาหารหลักมาแต่โบราณของชาว

ยุโรป และในปัจจุบันพาสต่ายังเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลายประเทศบริโภคเป็นอาหารมื้อหลัก และได้รับความนิยมทั้งในแถบเอเชียและยุโรปอีกด้วย โดยพาสต่านั้นทำมาจากแป้งเซโมลินา (semolina) ซึ่งไม่ด้วยวิธีพิเศษจากแป้งสาลีชนิดนุ่ม นำมาผสมกับน้ำนวดให้เข้ากัน แล้วนำเข้าเครื่องเอ็กทราเดอร์ออกมาเป็นเส้นรูปต่าง ๆ กัน จะเห็นได้ว่าแป้งสาลีเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตพาสต้าทำให้พาสต่ายังคงมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างน้อย นอกจากนี้แป้งสาลีผลิตจากข้าวสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นไปด้วย ดังนั้นหากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นโดยการนำข้าวกล้องมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์พาสต้า นอกจากจะเป็นการเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์แล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตพาสต้าได้อีกด้วย นอกจากนี้ แป้งข้าวกล้องยังมีองค์ประกอบของสารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดภาวะเครียดที่เกิดจากออกซิเดชัน (Chen *et al.*, 2012) และมีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวขาว (Zhou *et al.*, 2014) เมื่อนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดจากแป้งข้าวกล้อง

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด จากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากสำนักพิมพ์แม่บ้าน (2553) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากสำนักพิมพ์แสงแดด (2554) และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Food Travel (2559) โดยนำสูตรทั้ง 3 สูตร มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ hedonic-9-point scales ในคุณลักษณะทางด้าน สี กลิ่น ความเหนียว นุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสวนดุสิต แสดงส่วนประกอบของการผลิตพาสต้าดังตารางที่ 1 โดยมีกรรมวิธีการผลิต คือ ขั้นตอนแรกผสมแป้งสาลีและเกลือป่นให้เข้ากัน แล้วใส่ไข่แดง ไข่ไก่และน้ำมันมะกอกลงไป นวดผสมให้เข้ากันจน

ตารางที่ 1 สูตรการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งสาลี	350	47.95	500	66.67	300	63.03
แป้งเซโมลินา	150	20.55	-	-	-	-
น้ำมันมะกอก	25	3.42	6	0.80	25	5.25
ไข่ไก่	75	10.27	100	13.33	150	31.51
ไข่แดง	125	17.12	34	4.53	-	-
เกลือ	5	0.68	-	-	1	0.21
น้ำเย็น	-	-	110	14.67	-	-

แบ่งจับตัวเป็นก้อนเนียนและไม่ติดมือ หลังจากนั้นพักโดแป้งพาสต้าไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำโดแป้งพาสต้ามาแผ่แล้วรีดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ประมาณ 1 มิลลิเมตร และนำพิมพ์วงกลมมากดแผ่นแป้งให้ขาดออกจากกันเพื่อทำเป็นราวิโอลี

2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้อง

นำสูตรที่ได้จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานมาศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำพาสต้าชนิดราวิโอลีแบบสดที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้ง โดยจัดการทดลองแบบ CRD ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ไม่มีการใส่แป้งข้าวกล้อง (สูตรควบคุม) และตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.2.1 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าสี L^* , a^* และ b^* โดยใช้เครื่อง colorimeter (HPG2132)

- วัดค่าการยืดเกาะ โดยใช้เครื่อง texture analyzer (TA-XT2i, Stable Microsystems, UK.)

- วัดค่า a_w โดยใช้เครื่องวัดค่า water activity (Sprint TH-500)

2.2.2 ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี

- วิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น ตามวิธี AOAC (AOAC, 2005) และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1990) จากสูตร ดังนี้ คาร์โบไฮเดรต (%) = $100 - (\% \text{ ความชื้น} + \% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ เถ้า} + \% \text{ เส้นใย})$

2.2.3 ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic-9-point scales (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 40 คน ประเมินคุณภาพดังนี้ คือ ด้านสี กลิ่น ความ

เหนียวนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม

2.3 ศึกษาศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของพาสต้าชนิดราวิโอลีแบบสดจากแป้งข้าวกล้อง

2.3.1 การเตรียมสารสกัดตัวอย่าง

นำตัวอย่าง 5 กรัมผสมกับสารละลายเมทานอล 80 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman® filter paper เบอร์ 1 นำส่วนที่กรองได้เก็บไว้ในขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท

2.3.2 การศึกษาศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ

ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยการทดสอบ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) และ FRAP (ferric reducing antioxidant power)

(1) การทดสอบด้วยวิธี DPPH scavenging assay โดยการตรวจสอบฤทธิ์การต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Fukumoto และ Mazza (2002) โดยปิเปตสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 22 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH (DPPH ละลายในเมทานอลร้อยละ 80) ความเข้มข้น 150 ไมโครโมล ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วนำสารผสมที่ได้เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox ที่ความเข้มข้น 0.08-1.28 มิลลิโมล รายงานผลเป็นมิลลิกรัมของ Trolox ในตัวอย่างน้ำหนักแห้ง 1 กรัม (mg TEAC/g DW)

(2) การทดสอบด้วยวิธี FRAP โดยตรวจศักยภาพการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP

ดัดแปลงจากวิธีของ Benzie และ Strain (1996) โดยเตรียมสารละลาย FRAP reagent ด้วยการผสม โซเดียมอะซีเตต บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 300 มิลลิโมล ที่มีค่าพีเอช 3.6 สารละลายที่ฟิทีแซด (TPTZ, 2,4,6-tripyridyl-s-triazine) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมล กับสารละลายไอออน (II) คลอไรด์ ความเข้มข้น 20 มิลลิโมล ในอัตราส่วน 10:1:1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ตามลำดับ จากนั้นนำสารผสมที่ได้ ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เติมลงในสารสกัดตัวอย่าง ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างมาคำนวณหาค่า FRAP โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลาย $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 62.5-1000 ไมโครโมล ปริมาณที่ได้แสดงในหน่วยมิลลิกรัมของ Fe(II) ต่อน้ำหนักตัวอย่างแห้ง ปริมาณ 1 กรัม (mg Fe(II)/g DW)

2.3.3 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การตรวจสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ดัดแปลงจากวิธี Faller และ Fialho (2009) โดยนำสารสกัดตัวอย่าง ปริมาตร 30 ไมโครลิตร กับสารละลายฟอลิโนซิโอเคาทูรีเอเจนต์ซึ่งเจือจางด้วยน้ำกลั่น (อัตราส่วน ฟอลิโนต่อน้ำ คือ 50:50) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 75 ไมโครลิตร แล้วตั้งสารละลายไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที ก่อนจะนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายกรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดหาได้จากการนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ปริมาณที่

ได้แสดงในหน่วยมิลลิกรัมของกรดแกลลิกในน้ำหนักตัวอย่างแห้งปริมาณ 1 กรัม (mg GAE/g DW)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตรวจวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) และการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized completed block design) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด จากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ hedonic-9-point scales ในคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความเหนียวนุ่ม และความชอบโดยรวม พบว่าพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ สูตรที่ 2 และแตกต่างกันพาสต้าสูตรที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 2

3.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้อง

นำสูตรที่ 2 ที่คัดเลือกได้มาศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยนำหนักแป้ง พบว่าพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดมีสีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีม่วงเข้ม ลักษณะของเส้นเรียบเนียน มีความเหนียวนุ่ม คล้าย

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด

สูตร	คุณลักษณะ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความยืดหยุ่น	ความชอบรวม
1	5.92±1.34 ^b	5.75±1.39 ^{ab}	5.77±1.14 ^b	5.87±1.47 ^b	5.38±1.58 ^b
2	6.95±1.46 ^a	6.20±1.13 ^a	6.17±1.53 ^a	6.35±1.91 ^a	6.50±1.24 ^a
3	5.15±1.61 ^b	5.57±1.46 ^b	5.17±1.33 ^b	4.60±1.82 ^b	5.12±1.52 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ($n = 40$, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด)

ตารางที่ 3 ค่าสีของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้ง

ปริมาณแป้งข้าวกล้อง (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
0	44.67±1.86 ^a	0.53±1.45 ^c	16.67±0.55 ^a
10	33.20±2.21 ^b	1.87±0.81 ^b	8.77±2.25 ^b
20	29.27±3.15 ^b	2.57±0.47 ^{ab}	6.80±3.82 ^c
30	29.07±2.58 ^b	3.27±0.80 ^{ab}	6.13±1.04 ^c
40	29.50±0.72 ^b	4.13±1.32 ^a	5.00±0.15 ^d

หมายเหตุ : ค่า L^* คือ ความสว่าง; ค่า a^* คือ ค่าความเป็นสีแดง; ค่า b^* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง; ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

กับงานวิจัยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งถั่วแดง หลงในพาสต้าของ จิรนาถ และสุภัทธร (2552) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วแดงมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น และนำพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังนี้

3.2.1 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยผลการวัดค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับต่าง ๆ พบว่าสูตรควบคุมและสูตรที่มีการใส่ปริมาณแป้งข้าวกล้องที่ระดับต่าง ๆ

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวกล้องมากขึ้น ส่งผลให้ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง (แสดงดังตารางที่ 3) เนื่องจากข้าวกล้องมีรงควัตถุชนิดแอนโทไซยานิน (Min *et al.*, 2012; Shao และคณะ *et al.*, 2014) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงน้ำเงิน หรือม่วง ดังนั้น การใส่ปริมาณแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีมากขึ้น จึงส่งผลให้พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจส่งผลทำให้ค่าสีเหลืองและค่าความสว่างมีค่าลดลง สอดคล้องกับการศึกษาสมบัติด้านฟังก์ชันของพาสต้าเสริมรำข้าวของ Kaur และคณะ (2012) พบว่าพาสต้าที่มีการ

เสริมรำข้าวมีสีเข้มกว่าสูตรที่ใส่แป้งเซโมลินา (สูตรควบคุม) และมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีเหลืองลดลง และสอดคล้องกับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนของ Mau และคณะ (2017) พบว่าเมื่อมีปริมาณแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น ซีฟฟอนจะมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง

ส่วนผลการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าการยืดเกาะ แสดงดังตารางที่ 4 โดยการวัดปริมาณน้ำอิสระของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรควบคุม ซึ่งปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร (Troller, 1978) โดยปริมาณน้ำอิสระของพาสต้าสูตรควบคุมและสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวกล้อง มีปริมาณน้ำอิสระในอาหารอยู่ระหว่าง 0.97-0.98 เนื่องจากเป็นพาสต้าแบบสด จึงยังคงมีองค์ประกอบของน้ำในอาหารค่อนข้างมาก จึงบ่งชี้ได้ว่าทั้งพาสต้าสูตรควบคุมและสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้อง เสี่ยงต่อการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย และมีอายุการเก็บรักษาสั้น

ตารางที่ 4 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าการยืดเกาะของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดจากแป้งข้าวกล้อง

ปริมาณแป้งข้าวกล้อง (ร้อยละ)	ค่า a_w^{ns}	ค่าการยืดเกาะ (กรัม)
0	0.97±0.00	36.71±0.21 ^a
10	0.97±0.00	25.05±0.74 ^b
20	0.98±0.00	22.00±0.14 ^b
30	0.98±0.00	16.33±2.17 ^c
40	0.97±0.00	14.52±1.14 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$); ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องระดับต่าง ๆ

ปริมาณแป้งข้าวกล้อง (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความยืดหยุ่น	ความชอบรวม
0	6.68 ±1.02 ^a	6.25±1.25 ^{ab}	6.10±1.86 ^a	6.21±1.54 ^a	6.42±1.76 ^a
10	6.05±1.69 ^{bc}	6.35±1.48 ^a	5.80±1.60 ^b	5.53±1.84 ^{bc}	6.18±1.58 ^{bc}
20	6.35±1.55 ^a	6.30±1.83 ^a	5.78±1.76 ^b	6.05±1.52 ^a	6.38±1.58 ^{ab}
30	5.95±1.75 ^c	6.13±1.54 ^b	5.88±1.34 ^b	5.48±1.45 ^{bc}	6.23±1.56 ^{bc}
40	5.68±1.56 ^d	5.90±1.60 ^b	5.63±1.60 ^b	5.13±1.59 ^c	5.63±1.35 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) (n = 40, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด)

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสด ยังมีผลต่อการยืดเกาะ โดยพาสต้าสูตรควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้อง และซึ่งพาสต้าสูตรควบคุมมีค่าการยืดเกาะมากกว่าสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับต่าง ๆ เนื่องจากพาสต้าสูตรควบคุมทำจากแป้งสาลีที่มีโปรตีนชนิดกลูเตน ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของไกลอะดินและกลูเตนิน เมื่อรวมตัวกันเป็นกลูเตนทำให้โดที่มึลักษณะเหมาะสม มีโครงสร้างแข็งแรง และยืดหยุ่น (อรอนงค์, 2540; Herbert, 2007) ดังนั้นเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องมากขึ้น จึงทำให้มีค่าการยืดเกาะลดลง เนื่องจากมีปริมาณแป้งสาลีลดลง ทำให้ปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้นลดลง จึงมีผลต่อโครงสร้าง และค่าการยืดเกาะของพาสต้าสอดคล้องกับการศึกษาของ Mirhosseini และคณะ (2015) พบว่าการทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งจากเมล็ดทุเรียนและแป้งฟักทองในพาสต้าปราศจากกลูเตน มีผลทำให้ค่าการยืดเกาะของพาสต้าลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

3.2.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบความชอบ (hedonic scale 9 point) พบว่า พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางด้านความยืดหยุ่นและความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 5 โดยพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 40 มีความแตกต่างกันทั้งที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องปริมาณร้อยละ 20 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบ

โดยรวมสูงกว่าที่ระดับร้อยละ 10, 30 และ 40 โดยอยู่ในระดับชอบปานกลาง และเป็นระดับการทดแทนที่มากที่สุดที่มีคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ดังนั้นจึงเลือกพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องปริมาณร้อยละ 20 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและศึกษาศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่อไป

3.2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 20 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 20 มีปริมาณไขมัน ถั่ว เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม เนื่องจากแป้งข้าวกล้องมีองค์ประกอบของโปรตีนต่ำกว่า และมีองค์ประกอบของไขมัน ถั่ว และเส้นใยสูงกว่าแป้งข้าวสาลี (Islam *et al.*, 2012) นอกจากนี้ ปริมาณถั่วและเส้นใยที่เพิ่มขึ้นนั้น เนื่องจากแป้งข้าวกล้องมีปริมาณเส้นใยและแร่ธาตุสูง เช่น เหล็กแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม (Rosniyana *et al.*, 2011) จึงทำให้พาสต้าสูตรที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องมีปริมาณถั่วและเส้นใยมากกว่าสูตรควบคุม สอดคล้องกับการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บิสกิตของ Islam และคณะ (2012) พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์บิสกิตมีผลทำให้ปริมาณไขมัน ถั่ว และเส้นใยเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวกล้องมีปริมาณไขมัน ถั่ว และเส้นใยสูงกว่าแป้งสาลี ในขณะที่ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวกล้องมีน้อยกว่าแป้งสาลีในการทำบิสกิต จึงทำให้เมื่อมีทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตจึงลดลง

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของพาสต้าสูตรควบคุมและสูตรที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องที่ระดับร้อยละ 20

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (g/100 g)	
	สูตรควบคุม	สูตรแป้งข้าวกล้องที่ร้อยละ 20
ความชื้น	31.51±0.61	31.11±0.45
โปรตีน	10.80±0.36	10.10±0.77
ไขมัน	3.48±1.21	4.72±0.92
เถ้า	0.57±1.38	0.87±1.56
เส้นใย	1.75±0.42	6.72±0.85
คาร์โบไฮเดรต	51.89±1.87	46.48±0.96

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3)

3.3 ผลการศึกษาศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดจากแป้งข้าวกล้อง

การศึกษาศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay และ FRAP assay พบว่าสารสกัดจากพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องร้อยละ 20 มีศักยภาพต้านอนุมูลอิสระดีกว่าพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดสูตรควบคุม ทั้งวิธี DPPH radical scavenging assay และ FRAP assay (0.81±0.03 mg TEAC/g DW, 0.67±0.03 mg Fe(II)/g DW ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบทั้งวิธี DPPH radical scavenging assay และ FRAP assay จะพบว่ามีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดจะมีศักยภาพต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากแป้งข้าวกล้องมีสีของรงควัตถุชนิดแอนโทไซยานิน และโปรแอนโทไซยานิดิน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดภาวะเครียดที่เกิดจากออกซิเดชัน (Chen *et al.*, 2012) และมีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง (อริสา และอรอุมา,

2550; Zhou *et al.*, 2014) จึงมีความสามารถในการเข้าจับกับอนุมูลอิสระได้ดีกว่า ทำให้พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสูตรควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของ Mau และคณะ (2017) พบว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องมากขึ้น จะมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น

ส่วนการศึกษ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าสารสกัดจากพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องร้อยละ 20 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าพาสต้าสูตรควบคุม มีปริมาณเท่ากับ 1.24±0.05 และ 1.05±0.01 mg GAE/ g DW ตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 7) เนื่องจากรงควัตถุชนิดแอนโทไซยานินซึ่งพบได้ในข้าวกล้องนั้น จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Merken *et al.*, 2000) ซึ่งเป็นสารโพลีฟีนอลชนิดหนึ่ง เป็นผลให้พาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องจึงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าพาสต้าสูตรควบคุม

ตารางที่ 7ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากพาสต้าสูตรควบคุมและสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องร้อยละ 20

พาสต้า	DPPH assay	FRAP assay	Total phenolic content
	TEAC*	FRAP** value	GAE***
สูตรควบคุม	0.34±0.02	0.38±0.01	1.05±0.01
สูตรที่ทดแทนร้อยละ 20	0.81±0.03	0.67±0.03	1.24±0.05

*TEAC = Trolox equivalent antioxidant capacity (mg TEAC/g dry weight); **FRAP values The FRAP values of the extracts were determined using the standard curve (mg Fe(II)/g dry weight); ***GAE = The gallic acid equivalent of the extracts were determined using the standard curve (mg gallic acid/g dry weight)

4. สรุป

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์พาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดมีผลต่อค่าสีและค่าการยืดเกาะ โดยพบว่าเมื่อทดแทนแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าการยืดเกาะลดลง ขณะที่ศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของพาสต้าชนิดราวีโอลีแบบสดเมื่อทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องแล้วพบว่า มีศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระดีกว่า และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าสูตรควบคุม ดังนั้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

6. รายการอ้างอิง

จิรนาถ ทิพย์รักษา และสุภัทษร นุดวงแก้ว, 2552, พาสต้าเสริมใยจากแป้งถั่วแดงหลวง, ว.เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 4(1)

: 16-22.

ถาวร จันทโชติ, 2556, การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยดเสริมไข่ขาว, รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ, พัทลุง, 56 น.

พจมาลย์ วันเที่ยง และอรนุช โพธิ์อ่อง, 2547, การแปรรูปขนมขบเคี้ยวจากพืชหัวโดยใช้แป้งข้าวกล้องเป็นส่วนประกอบ, คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

วศินี จงจิตวิมล และอรนุช สอนน้อย, 2547, การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวกล้อง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

สำนักพิมพ์แม่บ้าน, 2553, Pasta, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ, 135 น.

สำนักพิมพ์แสงแดด, 2554, โฮมเมดอิตาเลียน, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัทพิมพ์ดี จำกัด, กรุงเทพฯ, 179 น.

อริสรา รอดมัย และอรอุมา จิตรวโรภาส, 2550, การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน, ว.เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 3(1): 37-43.

- อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540, ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- AOAC, 2005, Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Asimah, V.K., Kpodo, F.M., Adizinyo, O.A. and Dzah, C.S., 2016, Utilization of brown rice flour and peanut paste in cake production, Am. J. Food Sci. Technol. 4(5): 129-134.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J., 1996, The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power" the FRAP assay, Anal. Biochem. 239: 70-76.
- Chen, X.Q., Nagao, N., Itani, T. and Irifune, K., 2012, Anti-oxidative analysis, and identification and quantification of anthocyanin pigments in different coloured rice, Food Chem. 135: 2783-2788.
- Faller, A.L.K. and Fialho, E., 2009, The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking, Food Res. Int. 42: 210-215.
- Food Travel, 2559, แป้งพาสต้าไข่สูตรโฮมเมด, แหล่งที่มา : <http://www.foodtravel.tv/recipe.aspx?viewed=2444>, 3 มีนาคม 2559.
- Fukumoto, L.R. and Mazza, G., 2002, Assessing antioxidant and pro-oxidant activities of phenolic compounds, J. Agric. Food Chem. 48: 3579-3604.
- Herbert, W., 2007, Chemistry of gluten proteins, Food Microbiol. 24: 115-119.
- Islam, M.Z., Taneya, M.L.J., Shams-Ud-Din, M., Syduzzaman, M. and Hoque, M.M., 2012, Physicochemical and functional properties of brown rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) flour and quality of composite biscuit made thereof, Agriculturists 10(2): 20-28.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H.P.S. and Dar, B.N., 2012, Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans, J. Food Sci. Technol. 49: 467-474.
- Lazze, M.C., Pizzala, R., Savio, M., Stivala, L.A., Prosperi, E. and Bianchi, L., 2003, Anthocyanins protect against DNA damage induced by tert-butyl-hydroperoxide in rat smooth and hepatoma cells, Mutat. Res. 1: 101-115.
- Lamberts, L., de Bie, E., Vandeputte, G.E., Veraverbeke, W.S., Derycke, V., de Man, W. and Delcour, J.A., 2007, Effect of milling on colour and nutritional properties of rice, Food Chem. 100: 1496-1503.
- Mau, J.L., Lee, C.C., Chen, Y.P. and Lin, S.D., 2017, Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake prepared with black rice as replacement for wheat flour, Food Sci. Technol. 75: 434-439.
- Merken, H.M. and Beecher, G.R., 2000, Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: A review, J. Agric. Food Chem. 48: 577-599.
- Min, B., Gu, L., McClung, A.M., Bergman, C.J., and Chen, M., 2012, Free and bound total phenolic concentrations: Antioxidant capacities and profiles of proanthocyanidins and

- anthocyanins in whole grain rice (*Oryza sativa* L.) of different bran colours, Food Chem. 133: 715-722.
- Mirhosseini, H., Farhana, N., Rashid, A., Amid, T.B., Cheong, K.W., Kazemi, M. and Zulkurnain, M., 2015, Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties and sensory attributes of gluten free pasta, Food Sci. Technol. 63: 184-190.
- Rosniyana, A., Sarmin, S. and Shariffah, N., 2011, Quality evaluation of brown rice flour made from Malaysian rice variety, The 12th Asean Food Conference, BITEC Bangna, Bangkok, 782 p.
- Roy, P., Orikasa, T., Okadome, H., Nakamura, N. and Shiina, T., 2011, Processing conditions, rice properties, health and environment, Int. J. Environ. Res. Publ. Health, 8, 1957-1976.
- Shao, Y., Xu, F., Sun, X., Bao, J., and Beta, T., 2014, Identification and quantification of phenolic acids and anthocyanins as antioxidants in bran, embryo and endosperm of white, red and black rice kernels (*Oryza sativa* L.), J. Cereal Sci. 59: 211-218.
- Troller, J.A., 1978, Water Activity and Food, Academic Press, Inc., New York.
- Zhou, Z., Chen, X., Zhang, M. and Blanchard, C., 2014, Phenolics, flavonoids, proanthocyanidin and antioxidant activity of brown rice with different pericarp colors following storage, J. Stored Products Res. 59: 120-125.