



การศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่

Study of Partial Substitution Levels of Wheat Flour with Purple Sweet Potato Puree on Qualities of Brownies

นภาพร หงษ์พันธุ์^{1*}, กัญญารัตน์ ไชยณรงค์¹ และ สุนทรียา กาลวงค์²

Nawaporn Hongpan^{1*}, Kanyarat Chainarong¹ and Soontreeya Kalawong²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

²สาขาวิชาเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

²Department of Agriculture and Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Received : 31 January 2021

Revised : 23 March 2021

Accepted : 9 April 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า สูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 มีค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงกว่าสูตรอื่น โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลีเนกประสงค์ (ร้อยละ 18.96) ผงโกโก้ (ร้อยละ 7.58) น้ำตาลทราย (ร้อยละ 37.92) เนยจืด (ร้อยละ 16.25) ไข่ไก่ (ร้อยละ 18.42) กลิ่นวนิลา (ร้อยละ 0.22) ผงฟู (ร้อยละ 0.43) และเกลือ (ร้อยละ 0.22) จากนั้นจึงคัดเลือกสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 ไปศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในบราวนี่ ผลการทดลองพบว่าระดับการทดแทนที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 50 ส่งผลให้บราวนี่มีสีที่ผิวหน้าและเนื้อบราวนี่อยู่ในโทนสีน้ำตาลปนม่วงเข้ม มีค่าความแข็ง (2232.9 g) การเกาะกัน (0.35) ความยืดหยุ่น (0.55 mm) ความเหนียว (1105.9 g) การยึดติด (-33.12 g.sec) การเคี้ยวได้ (656.26 g.mm) การคืนตัว (0.09) ปริมาณน้ำอิสระ (0.70) ปริมาณความชื้น (ร้อยละ 14.91) ปริมาตรจำเพาะ (1.19 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม) และปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ 4.03) โดยผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.63 คะแนน

คำสำคัญ : การทดแทนแป้งสาลี ; มันเทศสีม่วง ; พิวรีมันเทศสีม่วง ; บราวนี่



Abstract

The objective of this research was to study the suitable basic formula of brownie products by evaluating the sensory characteristics using a 9-points hedonic scale. The results showed that the basic formula2 had higher liking scores of all sensory characteristics than other formulas. The main ingredients of the optimum basic formulation of brownie products contained wheat flour, sugar, unsalted butter, cocoa powder, eggs, vanilla extract, baking powder and salt. Therefore, the basic formula2 was selected to study the optimum level of wheat flour replacement with the purple sweet potato puree. The results showed that the optimum replacement level for wheat flour with 50% purple sweet potato puree gave the crust and crumb color of brownies in dark brown and purple tones. The result found that hardness (2232.9 g), cohesiveness (0.35), springiness (0.55 mm), adhesiveness (-33.12 g.sec.), gumminess (1105.9 g), chewiness (656.26 g.mm), water content 0.70, moisture content 14.91%, specific volume (1.19 cm³/g.) and dietary fiber (4.03%). The brownies with 50% purple sweet potato puree had the highest overall preference score at 7.63.

Keywords : wheat flour substitution, purple sweet potato, purple sweet potato puree, brownies

*Corresponding author. E-mail : nawaporn.ho@bsru.ac.th

บทนำ

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่มีส่วนผสมหลักประกอบด้วย แป้งสาลี ไขมันและน้ำตาลในปริมาณสูง แต่มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย และแป้งสาลีมีโปรตีนกลูเตนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งผู้บริโภคบางกลุ่มมีอาการแพ้กลูเตน ไม่สามารถรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีกลูเตนได้ (Kunyanee and Sungin, 2019) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ถูกจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ควรบริโภคแต่น้อย ดังนั้นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้ผลิต คือการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ปราศจากกลูเตน โดยเลือกใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น เช่น ข้าว ถั่ว หรือพืชหัวชนิดต่าง ๆ ได้แก่ มันเทศ ซึ่งมีความน่าสนใจและเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มันเทศสีม่วง (*Ipomoea batatas*) เป็นพืชหัวที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ และใยอาหาร จึงมักมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งการบริโภคและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ โดยส่วนเปลือกและเนื้อด้านในของมันเทศสีม่วงจะมีสีแดงอมม่วง มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน ฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง (Li *et al*, 2019) และมีรายงานว่าปริมาณสารแอนโทไซยานินในมันเทศเนื้อสีม่วงสูงกว่ามันเทศเนื้อสีเหลือง สีขาวและสีส้มอย่างมีนัยสำคัญ (Leepathamakul and Khumkhom, 2019) ซึ่งคล้ายคลึงกับพืชที่เป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานินสูง เช่น บลูเบอร์รี่ แบล็คเบอร์รี่ แครนเบอร์รี่และองุ่น (Enicole *et al*, 2010) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยก่อนหน้านี้มุ่งเน้นที่การใช้มันเทศสีม่วงในรูปแบบของแป้งเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น คุกกี้ (Charoenphun *et al*, 2017), มัฟฟิน (Jantathai *et al*, 2017), ขนมปัง (Wanuwat *et al*, 2015), วาฟเฟิล (Kunyanee and Sungin, 2019), แอแคลร์ (Leepathamakul and Khumkhom, 2019) และหมั่นโถว (Chainarong *et al*, 2014; Khumkhom, 2020) เป็นต้น บราวน์เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่นิยมบริโภคทั้งเด็กและผู้ใหญ่ มีลักษณะแบนเป็นก้อนสีเหลืองและเนื้อสัมผัสคล้ายเค้ก ใช้วัตถุดิบพื้นฐานในการผลิต ได้แก่ แป้งสาลี ไข่ เนย ช็อกโกแลตและน้ำตาล ในปัจจุบันผู้ผลิตมีการพัฒนาบราวน์ให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้นโดยใช้ส่วนผสมที่มีคุณค่าทางโภชนาการหลายชนิดในการทดแทนสัดส่วนของไขมันและแป้งสาลี เช่น บราวน์ที่ทดแทนช็อคโกแลตหนึ่งด้วยพิวรีถั่วดำที่ระดับร้อยละ 30, 60 และ 90 (Fleischer, 2013) และบราวน์ที่ทดแทนไขมันด้วยพิวรีถั่ว cannellini ที่ระดับร้อยละ 25, 50 และ 75 (Szafranski *et al.*, 2005) ซึ่งบราวน์ที่มีปริมาณแคลอรีและไขมันรวมลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการและทางประสาทสัมผัสที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามบราวน์ที่มีความเข้มข้นของพิวรีถั่วสูง ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมต่ำที่สุด (Szafranski *et al.*, 2005; Fleischer, 2013) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำมันเทศสีม่วงมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวน์โดยใช้ในรูปแบบของพิวรี (Puree) เพื่อทดแทนแป้งสาลีและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวน์ปราศจากกลูเตนที่ยังคงลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บราวน์

ทำการผลิตบราวน์ตามสูตรที่คัดเลือกมาในเบื้องต้นจากเอกสารงานวิจัยและตำราอาหาร 3 สูตร ดังตารางที่ 1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตบราวน์ จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ชอบ



รับประทานบราวนี่และมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จำนวน 30 คน ประเมินความชอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point hedonic scale (คะแนนเท่ากับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดไปใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วงในขั้นต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์บราวนี่

ส่วนผสม (ร้อยละ)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีเนกประสงค์	16.64	18.96	7.68
ผงโกโก้	4.16	7.58	2.82
น้ำตาลทราย	20.80	37.92	25.40
น้ำตาลทรายแดง	-	-	11.29
เนยจืด	37.43	16.25	12.98
ดาร์กช็อกโกแลต	-	-	22.58
ไข่ไก่	20.80	18.42	16.93
กลิ่นวานิลลา	-	0.22	0.23
ผงฟู	0.11	0.43	-
เกลือ	0.07	0.22	0.09

หมายเหตุ : สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก Amarin Cuisine (2018), สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Dangsungwal *et al.* (2011) และ สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Selvakumaran *et al.* (2019)

2. การเตรียมพิวรีนแทนเทศสีม่วง

เตรียมพิวรีนแทนเทศสีม่วง โดยดัดแปลงวิธีการจาก Selvakumaran *et al.* (2019) ชื่อมันเทศสีม่วงสายพันธุ์โอกินาว่า น้ำหนักต่อหัว ประมาณ 130-140 กรัม จากซูเปอร์มาเก็ตในจังหวัดสมุทรสาคร มาล้างทั้งเปลือกด้วยน้ำประปาให้สะอาด จากนั้นปอกเปลือกด้วยมือและหั่นให้มีความหนา ประมาณ 10 มิลลิเมตร นำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ เป็นเวลา 20 นาที แล้วบดให้ละเอียดจะได้พิวรีนแทนเทศสีม่วงเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3. การศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วงที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่

ทำการศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design, CRD) กำหนดระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วง

ในการผลิตบราวนี่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 50, 75, และ 100 ดังตารางที่ 3.2 และกำหนดให้สูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 1. เป็นสูตรควบคุมที่ไม่มีการทดแทน (ร้อยละ 0) ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดระดับการทดแทนด้วยพิวรีนีนเทศจากการทดลองผลิตบราวนี่เบื้องต้นในการศึกษาก่อนหน้านี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต และทำการผลิตบราวนี่ ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Selvakumaran *et al.* (2019) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 สมบัติทางเคมีกายภาพ

1) ค่าสีของบราวนี่

นำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ค่าสี ตามวิธีการของ Selvakumaran *et al.* (2019) โดยใช้เครื่อง Colorimeter (Konica Minolta CR-10 Plus, Inc., Osaka, Japan) วางหัววัดไว้ที่กึ่งกลางของบราวนี่แต่ละชิ้น ขนาด 3x3x3 เซนติเมตร ทำการวัด 3 จุด ได้แก่ ผิวหน้าด้านบน เนื้อบราวนี่ และผิวด้านล่าง ทำการวัด 3 ซ้ำ จำนวน 5 ชิ้น แล้วรายงานค่าสีที่ได้จากการวัดด้วยระบบ CIE $L^* a^* b^*$ บันทึกผลค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ L^* = lightness (0 = black 100 = white) a^* ($-a^*$ = greenness $+a^*$ = redness) และ b^* ($-b^*$ = blueness $+b^*$ = yellowness)

2) ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, a_w) ของบราวนี่

วัดปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (รุ่น Series 3 ยี่ห้อ AQUALAB, USA) และควบคุมอุณหภูมิการวัดที่ 25 องศาเซลเซียส โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3) ปริมาณความชื้นของบราวนี่

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC 934.01 (AOAC, 2000)

4) ปริมาตรจำเพาะของบราวนี่

วัดปริมาตรจำเพาะของบราวนี่ใช้วิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Sinchaipanit *et al.* (2017) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ เตรียมพิมพ์สี่เหลี่ยมขนาด 7x7x2 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) จากนั้นให้เทเมล็ดงาลงจนเต็มพิมพ์ แล้วปาดผิวหน้าให้เรียบ เทเมล็ดงาออกจากพิมพ์แล้วนำไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง (A) นำตัวอย่างบราวนี่ที่ต้องการวัดปริมาตรวางลงในพิมพ์เทเมล็ดงาลงในพิมพ์จนพูนแล้วปาดผิวหน้าให้เรียบ และวัดปริมาตรของเมล็ดงาส่วนที่เหลือ (B) ตามสูตร ปริมาตรจำเพาะบราวนี่ เท่ากับ ปริมาตร A – ปริมาตร B (มิลลิลิตร)

5) ลักษณะเนื้อสัมผัสของบราวนี่

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ด้านความแข็ง (Hardness) การเกาะกัน (Cohesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness) ความเหนียว (Gumminess) การยึดติด (Adhesiveness) ความเคี้ยวได้ (Chewiness) และการคืนตัว (Resilience) ของบราวนี่ ตัดตัวอย่างบราวนี่เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมให้ขนาดความสูงประมาณ 2 เซนติเมตร และทำการวัดเนื้อสัมผัสของบราวนี่แต่ละสูตรด้วยวิธีการกดตัวอย่าง 2 ครั้ง (Compression) โดยใช้หัววัดแบบทรงกระบอก (Cylinder probe, P/50) กดลงไปเนื้อบราวนี่เป็นระยะทางครึ่งหนึ่งของความสูงของตัวอย่างด้วยความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนวัด (Pre-test speed) เท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ขณะวัด (Test speed) เท่ากับ 1.0 มิลลิเมตร



ต่อวินาที และหลังวัด (Post-test speed) เท่ากับ 10.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และหาค่าเฉลี่ยของค่าเนื้อสัมผัสจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ซีน (Sinchaipanit et al., 2017)

3.2 จำนวนทางจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยใช้วิธีการเพาะเชื้อโดยใช้เทคนิค spread plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก BAM (2001) และหาปริมาณยีสต์และรา โดยใช้วิธีการ spread plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose count agar (PDA) ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก BAM (2001) คำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราที่พบในตัวอย่างในหน่วยโคโลนีต่อกรัม (CFU/g) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.3 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

นำบราวนี่แต่ละสูตรที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงในส่วนผสมมาประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ทำการประเมินความชอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (คะแนนเท่ากับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด)

3.4 ปริมาณใยอาหารของบราวนี่

นำผลิตภัณฑ์บราวนี่จากข้อ 3.3 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดจากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสไปวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารด้วยวิธี Enzymatic gravimetric method (AOAC, 2016) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 2 สูตรของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 0, 50, 75 และ 100

ส่วนผสม (ร้อยละ)	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง (ร้อยละ)			
	0	50	75	100
แป้งสาลีเอนกประสงค์	19	9.5	4.75	0
พิวรีมันเทศสีม่วง	0	9.5	14.25	19
ผงโกโก้	7.6	7.6	7.6	7.6
น้ำตาลทราย	38	38	38	38
เนยสด	16.2	16.2	16.2	16.2
ไข่ไก่	18.4	18.4	18.4	18.4
ผงฟู	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.4	0.4	0.4	0.4
กลิ่นวนิลา	0.2	0.2	0.2	0.2



4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการวิเคราะห์ข้อมูลของสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บราวนี่

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้งหมด 3 สูตร โดยใช้วิธีการทดสอบผู้บริโภครายที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในทุก ๆ ด้านของผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.33-7.77 คะแนน อยู่ในระดับ “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” อย่างไรก็ตาม คะแนนความชอบของสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 ยกเว้นด้านรสชาติ ซึ่งบราวนี่สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.63 คะแนน อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังนั้นหากพิจารณาถึงความเหมาะสม ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 มีคุณลักษณะที่โดดเด่นกว่าสูตรอื่น ๆ โดยเฉพาะเรื่องรสชาติ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม เนื้อสัมผัสที่แน่นและหนึบ และมีลักษณะเป็นบราวนี่แบบเนื้อฟัดจ์ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเพื่อนำไปศึกษาในระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนเทคสีม่วงในผลิตภัณฑ์บราวนี่ในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน 3 สูตร



คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.83±1.85 ^a	7.30±1.55 ^a	5.43±1.90 ^b
สี	7.20±1.49 ^a	7.70±1.14 ^a	5.67±1.49 ^b
กลิ่นโดยรวม	7.40±1.67 ^a	7.37±1.37 ^a	5.37±1.27 ^b
รสชาติ	6.83±1.96 ^b	7.70±1.26 ^a	5.17±1.02 ^c
ความนุ่ม	7.10±1.90 ^a	6.63±1.67 ^a	4.97±1.03 ^b
ความชอบโดยรวม	6.90±1.72 ^a	7.63±1.15 ^a	4.73±1.41 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ที่มีตัวอักษรที่ต่างกันในแนวแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก Amarin Cuisine (2018) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Dangsungwal *et al.* (2011) และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Selvakumaran *et al.* (2019)

2. ผลการศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่

ผลการศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง ในผลิตภัณฑ์บราวนี่ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 50, 75 และ 100 ดังตารางที่ 4 พบว่า ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรควบคุมมีสีที่ผิวหน้าและเนื้อข้างในสม่ำเสมอในโทนน้ำตาลแดง ชื่นฟู เนื้อสัมผัสแน่นแต่ไม่หนึบ สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีสีโทนน้ำตาลปนม่วง ชื่นฟูเล็กน้อย เนื้อสัมผัสแน่นและหนึบ ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีสีโทนน้ำตาลปนม่วงเข้ม ชื่นฟู เนื้อสัมผัสแน่น แต่มีความนุ่ม และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีสีโทนน้ำตาลเข้มปนม่วงเข้ม เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่หนึบ ชื่นฟูน้อย แต่เคี้ยวได้ง่าย

ตารางที่ 4 ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง

ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วย พิวรีมันเทศสีม่วง (ร้อยละ)	ภาพผลิตภัณฑ์	ลักษณะปรากฏ
0		มีสีโทนน้ำตาลแดง ชื่นฟู เนื้อแน่น แต่ไม่หนึบ
50		มีสีโทนน้ำตาลปนม่วง ชื่นฟูเล็กน้อย เนื้อแน่น มีความหนึบ
75		มีสีโทนน้ำตาลปนม่วงเข้ม ชื่นฟู เนื้อแน่น แต่มีความนุ่ม
100		มีสีโทนน้ำตาลเข้ม ปนม่วงเข้ม เนื้อสัมผัสนุ่ม ชื่นฟูเล็กน้อย แต่ไม่หนึบ

ผลการวัดค่าสีจากตารางที่ 5 พบว่า การใช้พิวรีมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้ง 4 ระดับ ส่งผลให้สีที่ผิวหน้าของบราวนี่มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า L^* ที่ผิวหน้าของบราวนี่สูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 29.62 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่า L^* เท่ากับ 26.08 ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 (24.36) และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 (24.78)



มีค่า L^* ต่ำที่สุด สำหรับค่า a^* ที่ผิวหน้าของสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 8.66 ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 6.34 ซึ่งสูงกว่าสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (5.34) และสูตรควบคุม (5.06) ซึ่งมีค่า a^* ต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ ในขณะที่ค่า b^* พบว่าบราวน์สูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 8.32 รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่า b^* เท่ากับ 5.16 ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่า b^* เท่ากับ 4.18 และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่า b^* เท่ากับ 4.00 ซึ่งต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ

ค่าสีของเนือบราวน์ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า L^* ของบราวน์สูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 15.68 รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (14.22) และ 75 (14.06) ซึ่งมีค่า L^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่า L^* ต่ำที่สุดเท่ากับ 12.94 ส่วนค่า a^* ของสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.96 รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่าเท่ากับ 4.30 ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (2.34) และสูตรควบคุม (1.78) มีค่า L^* ต่ำที่สุด ในขณะที่ ค่า b^* ของสูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.44 รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่า b^* เท่ากับ 3.60 และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 (1.90) ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 (1.52) มีค่า b^* ต่ำที่สุด

ค่าสีของผิวด้านล่างผลิตภัณฑ์บราวน์ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า L^* ของสูตรควบคุม (17.24) และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (16.66) มีค่าสูงที่สุด ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 (15.66) และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 (15.94) มีค่าต่ำที่สุด ส่วนค่า a^* ของ มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 4.82 รองลงมา คือสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่าเท่ากับ 3.34 สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ 2.36 และสูตรควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 1.60 ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ ค่า b^* ของสูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 4.00 รองลงมา คือสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ 2.46 สูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่าเท่ากับ 1.80 และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่า b^* เท่ากับ 1.36 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด

ตารางที่ 5 ค่าสีของผลิตภัณฑ์บราวน์ที่ทดแทนด้วยพืชมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 0, 50, 75 และ 100

บริเวณที่วัดสี	ค่าสี	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพืชมันเทศสีม่วง (ร้อยละ)			
		0	50	75	100
ผิวหน้าด้านบน	L^*	29.62±0.60 ^a	26.08±0.42 ^b	24.36±0.35 ^c	24.78±0.25 ^c
	a^*	5.06±0.32 ^c	5.34±0.44 ^c	6.34±0.18 ^b	8.66±0.64 ^a
	b^*	8.32±1.01 ^a	5.16±0.15 ^b	4.18±0.40 ^c	4.00±0.40 ^c
เนือบราวน์	L^*	15.68±1.32 ^a	14.22±0.32 ^b	14.06±0.24 ^b	12.94±0.66 ^c
	a^*	1.78±0.31 ^c	2.34±0.50 ^c	4.30±0.55 ^b	5.96±0.63 ^a
	b^*	5.44±0.61 ^a	3.60±0.44 ^b	1.90±0.34 ^c	0.52±0.40 ^c
ผิวด้านล่าง	L^*	17.24±0.48 ^a	16.66±0.49 ^a	15.66±0.51 ^b	15.94±0.39 ^b
	a^*	1.60±0.15 ^d	2.36±0.25 ^c	3.34±0.23 ^b	4.82±0.36 ^a
	b^*	4.00±0.45 ^a	2.46±0.36 ^b	1.80±0.22 ^c	1.36±0.15 ^d

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น และปริมาตรจำเพาะของพิวรีมันเทศสีม่วงและผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง แสดงดังตารางที่ 6 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระของพิวรีมันเทศสีม่วง มีค่าเท่ากับ 0.979 สำหรับผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (0.70) และ 75 (0.72) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ทดแทนร้อยละ 1 มีค่าปริมาณน้ำอิสระสูงสุดเท่ากับ 0.80 และสูตรควบคุมมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด เท่ากับ 0.63

ปริมาณความชื้นของพิวรีมันเทศสีม่วง และผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง พบว่า ผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงทุกสูตรมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับพิวรีมันเทศสีม่วงมีปริมาณความชื้นร้อยละ 72.28 ส่วนบรวานี้สูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 21.45 สูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 16.31 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (ร้อยละ 14.91) และสูตรควบคุม (ร้อยละ 11.33)

ปริมาตรจำเพาะ พบว่า ผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่มีการทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงทุกสูตรมีค่าปริมาตรจำเพาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงทุกสูตรมีปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีปริมาตรจำเพาะจำเพาะสูงที่สุด เท่ากับ 1.59 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ส่วนสูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 1.38 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีปริมาตรจำเพาะ เท่ากับ 1.18 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และสูตรสูตรควบคุมมีปริมาตรจำเพาะต่ำที่สุดเท่ากับ 0.98 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น และปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 0, 50, 75 และ 100

สมบัติทางเคมีกายภาพ	พิวรีมันเทศสีม่วง	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วง (ร้อยละ)			
		0	50	75	100
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.979±0.0005	0.63±0.01 ^c	0.70±0.02 ^b	0.72±0.01 ^b	0.80±0.007 ^a
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	72.28±0.81	11.33±0.31 ^d	14.91±1.23 ^c	16.31±0.31 ^b	21.45±0.18 ^a
ปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม)	-	0.98±0.01 ^d	1.18±0.005 ^c	1.38±0.01 ^b	1.59±0.04 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์บรวานี้ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงแต่ละสูตรมีค่าเนื้อสัมผัสทุก ๆ ลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นค่าคืนตัวไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ผลแสดงดังตารางที่ 7 โดยสูตรควบคุมมีค่าความแข็ง การยึดติด ความเหนียว และความเคี้ยวได้สูงที่สุดเท่ากับ 4556.3 g รองลงมา คือสูตรที่ทดแทน



ร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ 2232.9 g สูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่าเท่ากับ 1314.5 g และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 709.46 g ในทำนองเดียวกัน ด้านการยึดติด พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ -1.47 g.sec สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ 33.12 g.sec สูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่าเท่ากับ -60.32 g.sec และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 128.7 g.sec สำหรับค่าความยืดหยุ่น พบว่าสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วงร้อยละ 100 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.92 mm ซึ่งสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (0.56 mm) และ 75 (0.55 mm) มีค่าไม่แตกต่างกัน และสูตรควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.38 mm ด้านการเกาะกัน พบว่าสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วงร้อยละ 75 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.41 สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ 0.35 และสูตรควบคุมมีค่าเท่ากับ 0.32 ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าเท่ากับ 0.31 ส่วนค่าความเหนียว พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1445 g ซึ่งสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วงร้อยละ 50 (1105.9 g) กับ 75 (1075.4 g) มีค่าไม่แตกต่างกัน และสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วงร้อยละ 100 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 853.71 g ค่าความเคี้ยวได้ พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 906.80 g.mm สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ 656.26 g.mm สูตรที่ทดแทนร้อยละ 75 มีค่าเท่ากับ 598.37 g.mm และสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 449.60 g.mm และค่าการคืนตัวของสูตรควบคุม(0.10 g) กับสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 (0.09 g), 75 (0.10 g) และ 100 (0.09 g) มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความแข็ง การยึดติด การเกาะกัน ความเหนียว และการเคี้ยวได้ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วงที่ระดับสูงกว่าร้อยละ 50

ตารางที่ 7 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วง

เนื้อสัมผัส	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วง (ร้อยละ)			
	0	50	75	100
Hardness (g)	4556.3±82.16 ^a	2232.9±79.99 ^b	1314.5±133.34 ^c	709.46±28.93 ^d
Cohesiveness	0.32±0.002 ^c	0.35±0.01 ^b	0.41±0.008 ^a	0.31±0.007 ^c
Springiness (mm)	0.38±0.10 ^c	0.55±0.14 ^b	0.56±0.05 ^b	0.92±0.10 ^a
Gumminess (g)	1455±26.69 ^a	1105.9±23.43 ^b	1075.4±24.46 ^b	853.71±30.60 ^c
Adhesiveness (g.sec)	-1.47±0.40 ^a	-33.12±2.02 ^b	-60.32±4.64 ^c	-128.7±7.85 ^d
Chewiness (g.mm)	906.80±45.05 ^a	656.26±33.17 ^b	598.37±35.24 ^c	449.60±16.83 ^d
Resilience ^{ns}	0.10±0.001	0.09±0.005	0.10±0.01	0.09±0.004

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสึ่ม่วงทั้ง 4 สูตร (ระดับการทดแทนร้อยละ 0, 50, 75 และ 100) หลังจากผลิตเสร็จ พบว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่



ทุกสูตรตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และตรวจไม่พบยีสต์และรา ซึ่งสมบัติทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บราวนี่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเค้ก (มผช.459/2555; Community Product Standards Division, 2012) ที่กำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วงทุกสูตรที่ผลิตได้มีความปลอดภัยและสามารถนำไปผู้ทดสอบประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในขั้นต่อไปได้

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วง

จำนวนจุลินทรีย์	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วง (เปอร์เซ็นต์)			
	0	50	75	100
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	$<1.0 \times 10^6$	$<1.0 \times 10^6$	$<1.0 \times 10^6$	$<1.0 \times 10^6$
ยีสต์และรา (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วง ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประเมินความชอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ผลแสดงดังตารางที่ 9 พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วงทุกสูตรมีค่าคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 และ 75 มีค่าคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 6.17-7.77 คะแนน อยู่ในระดับ “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” โดยมีค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ และความนุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นคะแนนด้านความชอบโดยรวม ซึ่งบราวนี่สูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าคะแนนความชอบทุกด้านสูงกว่าสูตรอื่น โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.63 คะแนน อยู่ในระดับ “ชอบมาก” สำหรับสูตรควบคุมและสูตรที่ทดแทนร้อยละ 100 มีค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะของบราวนี่ทุกด้านอยู่ในช่วง 5.07-6.17 คะแนน อยู่ในระดับ “เฉย ๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย” ซึ่งคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วงร้อยละ 100 มีค่าคะแนนความชอบด้านความนุ่มและความชอบโดยรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 5.20 คะแนน อยู่ในระดับ “เฉย ๆ” ดังนั้นจึงคัดเลือกบราวนี่สูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วงร้อยละ 50 ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดไปวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ผลพบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเศษสีม่วงที่ระดับร้อยละ 50 ส่งผลให้บราวนี่มีปริมาณใยอาหารเท่ากับร้อยละ 4.03

ตารางที่ 9 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วง (ร้อยละ)			
	0	50	75	100
ลักษณะปรากฏ	5.50±1.67 ^b	7.77±0.93 ^a	7.47±1.19 ^a	5.07±1.55 ^b
สี	6.03±1.29 ^b	7.73±0.98 ^a	7.33±1.24 ^a	6.13±1.81 ^b
กลิ่นโดยรวม	6.17±1.70 ^b	7.23±1.38 ^a	7.33±0.99 ^a	6.03±1.93 ^b
รสชาติ	6.03±1.99 ^{bc}	7.67±1.49 ^a	6.90±1.42 ^{ab}	5.60±1.96 ^b
ความนุ่ม	5.63±1.56 ^b	7.07±1.61 ^a	6.63±1.60 ^a	5.20±1.60 ^b
ความชอบโดยรวม	6.07±1.28 ^{bc}	7.63±1.29 ^a	6.77±1.30 ^b	5.37±1.95 ^c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วงต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์บราวนี่ จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณพิวรีนแทนเทศสีม่วงในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้สีของบราวนี่เข้มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเทศสีม่วงจะมีสีอยู่ในโทนน้ำตาลเข้มปนม่วงเข้ม ทั้งนี้สีม่วงเป็นผลมาจากรงควัตถุสีม่วง-แดง จากสารแอนโทไซยานินที่พบในมันเทศสีม่วง (KhumKhom, 2020) ซึ่งรงควัตถุสีที่พบในมันเทศแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน จากงานวิจัยของ Charoenphun (2017) รายงานว่าแป้งจากมันเทศเนื้อสีม่วงเข้มมีองค์ประกอบของรงควัตถุสีม่วง-แดงของสารแอนโทไซยานิน ส่วนแป้งจากมันเทศเนื้อสีเหลืองและสีส้มจะมีรงควัตถุสีเหลืองของสารเบต้า-แคโรทีน ส่งผลทำให้ค่า L^* , a^* และ b^* มีค่าแตกต่างกันเนื่องจากมีรงควัตถุสีที่แตกต่างกันโดยมีผลต่อค่า L^* และ b^* ที่ลดลง แต่ค่า a^* เพิ่มขึ้น ซึ่งค่า a^* ที่เพิ่มขึ้นในแป้งมันเทศสีม่วงมีความสัมพันธ์กับสารแอนโทไซยานินที่มีอยู่ปริมาณที่สูงในเนื้อมันเทศสีม่วง สอดคล้องกับ Leepathamakul and Khumkhom (2019) พบว่าค่าสีที่เปลือกแป้งแอมิลเลอร์ที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลงจาก 66.28 เป็น 35.05 และค่า b^* ลดลงจาก 34.09 เป็น 3.83 ในขณะที่ค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2.44 เป็น 7.40 เมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันเทศสีม่วงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0-50 ของส่วนผสม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนมีผลทำให้เปลือกแป้งแอมิลเลอร์มีสีม่วงเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากรงควัตถุสีม่วง-แดงของสารแอนโทไซยานินในแป้งมันเทศสีม่วงที่มีอยู่ในปริมาณที่สูง โดยส่วนใหญ่เป็นสารแอนโทไซยานินกลุ่ม peonidin และ cyaniding 3 sophoroside-5-glucoside นอกจากนี้ การที่ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีสีเข้มขึ้นโดยสังเกตจากค่า L^* และ b^* ที่ลดลง และค่า a^* ที่เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลจากสีของผงโกโก้และน้ำตาลทรายที่เติมในส่วนผสม และการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Non-enzymatic browning reaction) ทั้งปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) และคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) ในระหว่างการอบบราวนี่ด้วยความร้อน (Dangsungwal et al., 2011) สำหรับปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์บราวนี่ทุกสูตรมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงในปริมาณที่สูงขึ้น โดยปริมาณน้ำอิสระของบรวนี่ในงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-0.8 ซึ่งจัดว่าบรวนี่เป็นอาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture food) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการทดแทนพิวรีมันเทศสีม่วงในผลิตภัณฑ์บรวนี่ที่ระดับสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์บรวนี่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะพิวรีจากมันเทศสีม่วงมีวิธีการเตรียมโดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำจนสุก ซึ่งทำให้พิวรีมันเทศสีม่วงมีการอุ้มน้ำ ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์บรวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงมีความชื้นสูงขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Selvakumaran *et al.* (2019) พบว่าบรวนี่ที่เสริมด้วยพิวรีมันเทศสีส้มร้อยละ 75 มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จากสูตรควบคุม ทั้งนี้ในการการทดแทนแป้งสาลีด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงในระดับที่สูงขึ้นยังมีผลต่อค่าปริมาตรจำเพาะของบรวนี่ที่เพิ่มขึ้นด้วย อาจเป็นผลมาจากความชื้นและเส้นใยอาหารที่เพิ่มขึ้นจากการเติมพิวรีมันเทศสีส้ม ซึ่งผลจากงานวิจัยของ Baixauli *et al.* (2008) พบว่าเมื่อทำการเติมเส้นใยอาหารลงในมัฟฟินส่งผลให้ปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของเส้นใยอาหารสามารถอุ้มน้ำได้ดี ทั้งนี้ค่าปริมาตรจำเพาะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติที่ดีของบรวนี่ ซึ่งตรงกันข้ามกับเค้ก โดยบรวนี่ต้องการปริมาตรจำเพาะที่สูง แต่เค้กต้องการค่าปริมาตรจำเพาะที่ต่ำ ดังนั้นการทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงจึงทำให้บรวนี่มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์บรวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีส้มร้อยละ 50 มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 5.13 ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์บรวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 50 ในงานวิจัยนี้ที่มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 4.03 ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าใยอาหารในมันเทศที่ใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นมีปริมาณแตกต่างกัน รวมถึงส่วนผสมในสูตรของผลิตภัณฑ์บรวนี่มีความแตกต่างกัน จึงส่งผลต่อปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์บรวนี่ขั้นสุดท้าย งานวิจัยของ Sirikesorn (2017) รายงานว่าหัวมันเทศญี่ปุ่นเนื้อสีม่วงเข้มมีปริมาณใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 1.96 ซึ่งสูงกว่าหัวมันเทศสายพันธุ์อีกา (พันธุ์ไข่เนื้อสีส้ม) พันธุ์ปากช่องเนื้อสีขาว พันธุ์เนื้อสีม่วง (มันกะปิ) มันเทศเวียดนามเนื้อสีม่วงเข้ม และมันเทศญี่ปุ่นเนื้อสีเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าความแข็งของบรวนี่ลดลงเมื่อทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงในระดับที่สูงขึ้น แต่ค่าความยืดหยุ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณความชื้นที่สูงในผลิตภัณฑ์บรวนี่เมื่อทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส เนื่องจากพิวรีมันเทศนั้นผ่านการแปรรูปด้วยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำ เมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์บรวนี่ทดแทนแป้งสาลีจึงทำให้โครงสร้างแป้งมีความสามารถในการกักเก็บก๊าซที่ทำให้ขึ้นฟูไว้ได้น้อยลง เนื่องจากกลูเตนที่อยู่ในแป้งสาลีมีปริมาณลดลง มีผลทำให้บรวนี่จึงไม่ขึ้นฟู มีเนื้อสัมผัสนุ่มลงไม่แน่น และมีความฉ่ำน้ำมากกว่าสูตรควบคุม ทั้งนี้หากพิจารณาถึงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บรวนี่ พบว่าผู้ทดสอบให้ค่าคะแนนความชอบด้านความนุ่มต่อสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 50 และ 75 สูงกว่าทุกสูตร ส่วนสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 100 มีคะแนนความชอบค่อนข้างต่ำ มีค่าคะแนนความชอบด้านความนุ่มและความชอบโดยรวมต่ำที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์บรวนี่ที่มีการทดแทนแป้งสาลีเพียงบางส่วนด้วยพิวรีมันเทศสีม่วงมีคุณลักษณะในภาพรวมที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากกว่าการทดแทนแป้งสาลีทั้งหมด



สรุปผลการวิจัย

จากคัดเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐานที่เหมาะสม ผู้ทดสอบให้ค่าคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 สูงที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.63 คะแนน ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น ปริมาตรจำเพาะ และการวัดลักษณะสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์บราวนี่มีแนวโน้มลดลง เมื่อมีการทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสซีน ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์บราวนี่มีสีที่เข้มขึ้นจะมีสีอยู่ในโทนน้ำตาลเข้มปนม่วงเข้ม สำหรับปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น และปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสซีนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสซีนในปริมาณที่สูงขึ้น ส่วนค่าความยืดหยุ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากปริมาณความชื้นที่เพิ่มสูงขึ้น และค่าการคืนตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสซีนร้อยละ 50 มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 4.03 และตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราในผลิตภัณฑ์บราวนี่ทุกสูตร ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเค้ก (มพช.459/2555 Community Product Standards Division, 2012) ที่กำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และผลจากการประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บราวนี่ทุกสูตรมีค่าคะแนนความชอบทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ทดแทนด้วยพิวรีนแทนเคสซีนร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบทุกลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ดังนั้นพิวรีนจากมันเทศสีม่วงจึงสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เพื่อทดแทนแป้งสาลีและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการได้ โดยผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยและอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Amarin Cuisine. (2018). *100 Homemade Bakery*, 1sted. Amarin Printing & Publishing Public Company Limited.

Bangkok. 234 p. (in Thai)

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17thed. AOAC International, Gaithersburg, MD.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 20thed. AOAC International, Gaithersburg, MD.



- Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2001). Aerobic Plate Count [Online]. U.S. Food and Drug Administration. Retrieved May 22, 2020, from: <http://www.cfsan.fcla.gov/ebam/bam-3.html>.
- Baixauli, R., Sanz, T., Salvador, A., & Fiszman, S.M. (2008). Muffins with resistant starch: baking performance in relation to the rheological properties of the batter. *Journal of Cereal Science*, 47, 502-509.
- Chainarong, Y., Limroongreungrat, K. & Suksomboon, A. (2014). Effect of purple sweet potato flour content on the quality of Mantou. *Agricultural Science Journal*, 45(2) (Suppl.), 97-100. (in Thai)
- Charoenphun, N. (2017). Development of Cookie Products from Sweet Potato. *Journal of Food Technology, Siam University*, 13(1), 32-43. (in Thai).
- Community Product Standards Division. (2012). Thai Community Product Standards; Cake (TCPS459/2012). Retrieved April 25, 2020, from <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>.
- Dangsungwal, N., Siriwong, N. & Riebroy, S. (2011). Use of banana flour substituted for wheat flour in brownie. In *Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics* (pp. 66-73). Bangkok (Thailand): The Thailand Research Fund, Bangkok (Thailand). (in Thai)
- Fleischer, A.M., (2013). Acceptability of brownies supplemented with black bean puree by college students at Indiana State University. Master Thesis, Department of Applied Health Sciences, Indiana State University.
- Jantathai, S., Toontom, S. Klintach, P. & Poking, C. (2017). Effects of wheat flour replacement with taro, yam and purple sweet potato flours incorporated with black glutinous rice on qualities of muffin and consumer acceptance. In *Proceedings of the 13th Mahasarakham University Research Conference* (pp. 650-656). Mahasarakham (Thailand). (in Thai)
- KhumKhom, S. (2020). Effect of partial replacement of wheat flour with purple sweet potato flour on physicochemical properties and antioxidant activities of steamed bun (Mantou). *Burapa Science Journal (May-August)*, 25(2), 664-679. (in Thai)



- Kunyane, K. & Sungin, P. (2019). The Effect of guar gum on the qualities of gluten free crispy waffle from sweet purple potato flour. *Dusit Thani College Journal (January – April)*. 13(1), 315-329. (in Thai)
- Leepathamakul, H. & Khumkhom, S. (2019). Effect of partial replacement of wheat flour with purple sweet potato flour on physical, nutritional, and sensory characteristics of éclair. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 14(3), 72-85. (in Thai)
- Li, A., Xiao, R., He, S., An, X., He, Y., Wang, C., Yin, S., Wang, B., Shi, X. & He, J. (2019). Research Advances of purple sweet potato anthocyanins: extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation. *Molecules*, 24, 3816; doi:10.3390/molecules24213816.
- Selvakumaran. L., Shukri. R., Ramli. N. S., Pak Dek M. S., & Wan Ibadullah, W. Z. (2019). Orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) puree improved physicochemical properties and sensory acceptance of brownies. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18, 332–336.
- Sinchaipanit, P., Budpong, K., Disnil, S. & Twichatwitayakul, R. (2017). Influences of rice berry flour as a wheat flour substitute in brownie: textural and quality attributes. *SDU Research Journal Science and Technology*, 10(2), 69-80. (in Thai)
- Sirikesorn, L., Boonlernirun, S. & Lioatrakoon, V. (2017). Comparison of growth and yield in six sweet potato varieties. *RMUTSV Research Journal*, 10(3), 411-423. (in Thai)
- Szafranski, M., Whittington, J.A., & Bessinger, C., 2005. Pureed cannellini beans can be substituted for shortening in brownies. *J. Am. Diet. Assoc.* 105, 1295–1298.
- Wanuwat, W., Kongnonkok, N. & Suksomboon, A. (2013). Effect of utilization of purple sweet potato flour as wheat flour replacement on the properties of bread. *Agricultural Science. Journal*, 44(2) (Suppl.), 421-424. (in Thai)