http://journal.rmutp.ac.th/

การใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบ

ธีรนุช ฉายศิริโชติ* และ ณัจยา เมฆราวี

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700

รับบทความ 5 กันยายน 2560; ตอบรับบทความ 21 พฤศจิกายน 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบไส้ถั่วกวนที่มีต่อคุณภาพด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค โดยศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในระดับ 0:100 (สูตรควบคุม), 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 พบว่า ระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวสีนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้ส่วนผสมมีสีม่วงคล้ำมากขึ้น มีการเกาะตัวลดลง และรีดเป็นแผ่นเพื่อห่อไส้ยากขึ้น ขนมเปี๊ยะกุหลาบที่ได้มีขนาดและปริมาตรจำเพาะลดลง ค่าสีของส่วนเปลือกและส่วนไส้มีความสว่าง (L*) ลดลง เนื้อสัมผัสมีความแข็ง ความสามารถในการคืนตัว ความสามารถในการเกาะตัวลดลง ส่วนพลังงานในการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับกับผู้ทดสอบ 55 คน พบว่า ขนมเปี๊ยะที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 20:80 ได้คะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างอื่นอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ขนมเปี๊ยะกุหลาบนี้ 100 กรัม มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารเท่ากับ 16.37, 7.09, 26.30, 0.62, 49.62 และ 2.27 กรัม ตามลำดับ พลังงานทั้งหมด 463.54 กิโลแคลอรี และมีปริมาณแอนโธไซยานิน 6.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ด้านการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 120 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทุกด้านในเกณฑ์ชอบมาก มีความสนใจร้อยละ 98.0 และมีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 96.7

คำสำคัญ: ขนมเปี๊ยะ; ขนมอบ; แป้งข้าวสีนิล; แป้งสาลี

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 9489 0821, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: tchysirichote@gmail.com*

http://journal.rmutp.ac.th/

The Use of Sinin Rice Flour Substituted Wheat Flour in the Crust of Flaky Chinese Pastry (Kha-Nom Pia Kularb)

Teeranuch Chysirichote* and Natjaya Mekrawee

School of Culinary Arts, Suan Dusit University
228-228/1-3, Sirindhorn Road, Bang Phlat, Bangkok, 10700

Received 5 September 2017; Accepted 21 November 2017

Abstract

The objectives of this research were to study the effect of the substitution of Sinin rice flour to wheat flour in the crust of the flaky Chinese pastry (Kha-Nom Pia Kularb) on the physical quality, the chemical composition and the consumer acceptance of the developed product. The ratios of Sinin rice flour substituted for wheat flour (w/w) at 0:100 (control), 10:90, 20:80, 30:70 and 40:60 were studied. The results showed that increasing substitution levels caused darker purple, lower cohesiveness and more difficult for shaping. Additional, the higher level of substitution, the more decreased of product's size, specific volume, and lightness (L*) of crust and filling. According to the texture profile analysis, when the ratio of Sinin rice flour in the product increased, the hardness, springiness and cohesiveness of the product decreased while the chewiness increased. Sensory quality evaluated with 9-point hedonic scale by 55 panelists. The crust of product which was formulated using a ratio of Sinin rice flour: wheat flour at 20:80 had liking score higher than the others with moderate liking score. Analysis of chemical compositions (100 g product) showed that the contents of moisture, protein, fat, ash, carbohydrate and dietary fiber as 16.37, 7.09, 26.30, 0.62, 49.62 and 2.27 g, respectively. The total calorie was calculated as 463.54 Kcal/100 g. Furthermore, this product provided anthocyanin 6.5 mg/100 g (dry basis). Moreover, consumer acceptance test with 120 consumers revealed that the overall liking of this product was like highly and 98.0% of consumers accept it, besides, 96.7% of them decided to buy it.

Keywords: Flaky Chinese Pastry; Baked Goods; Sinin Rice Flour; Wheat Flour

** Corresponding Author. Tel.: +668 9489 0821, E-mail Address: tchysirichote@gmail.com*

1. บทนำ

ข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรหลักของไทย ที่อุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ได้มีการค้นคว้าข้อมูลเพื่อปรับปรุงพัฒนาสายพันธุ์ข้าวให้มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มมากขึ้น ข้าวสีนิล (Sinin rice) เป็นอีกหนึ่งพันธุ์ข้าวที่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ขึ้นมาจากข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวหอมนิล ประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์หลายชนิดทั้งธาตุเหล็ก วิตามินอี วิตามินบี และรงควัตถุที่ทำให้ข้าวมีสีม่วงเข้ม แตกต่างจากข้าวเจ้าทั่วไป คือแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) และโปรแอนโธไซยานิดิน (Proantocyanidin) อยู่ในส่วนของรำ (Pericarp) รงควัตถุทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีส่วนช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เกิดจากสารอนุมูลอิสระได้ เช่น โรคที่เกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ การมองเห็น ระบบหลอดเลือด ระบบประสาท และสมอง เป็นต้น [1] นอกจากการบริโภคข้าวสีนิลในรูปของเมล็ดแล้วยังมีการนำข้าวนี้มาผลิตและจำหน่ายในรูปของแป้ง ทำให้รูปแบบการบริโภคมีความหลากหลายยิ่งขึ้น มีการทดลองนำแป้งข้าวสีนิลมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์กลุ่มต่าง ๆ รวมถึงกลุ่มขนมอบด้วย จากรายงานวิจัยของ P. Phuphechr et. al. [2] พบว่าสามารถใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีในขนมปังได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ส่วน U. Tongtangwong and S. Suwansichon [3] พบว่าแป้งข้าวสีนิลสามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีในบัตเตอร์เค้กได้ถึงร้อยละ 70 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ขนมเปี๊ยะเป็นขนมอบชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ใช้เป็นสัญลักษณ์แห่งความเป็นสิริมงคลของชาวจีน และยังมีการจำหน่ายและรับประทานเป็นขนมหรืออาหารว่างด้วย โดยขนมเปี๊ยะจะทำด้วยแป้งมีเปลือกเป็นชั้น ๆ มีไส้บรรจุภายใน มีขนาดต่างกัน ส่วนที่เป็นเปลือกประกอบด้วยแป้งสาลี ไขมันหรือน้ำมัน น้ำ น้ำตาล เกลือ อาจมีไข่ผสมอยู่ด้วย มีไส้ทั้งคาวและหวาน ทำให้สุกด้วยการอบหรือปิ้ง [4] ขนมเปี๊ยะกุหลาบเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม มีชั้นแป้งซ้อนกันคล้ายกลีบกุหลาบ [5]

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำแป้งข้าวสีนิลมาเป็นส่วนหนึ่งของส่วนเปลือกขนมเปี๊ยะกุหลาบซึ่งใช้ไส้เป็นถั่วกวน โดยศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลที่ระดับต่าง ๆ ในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบทั้งด้านกายภาพ และทางประสาทสัมผัส องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งการวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มความหลากหลายของการใช้แป้งข้าวสีนิล เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มรูปแบบให้กับผลิตภัณฑ์ขนมเปี๊ยะ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภคอีกด้วย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

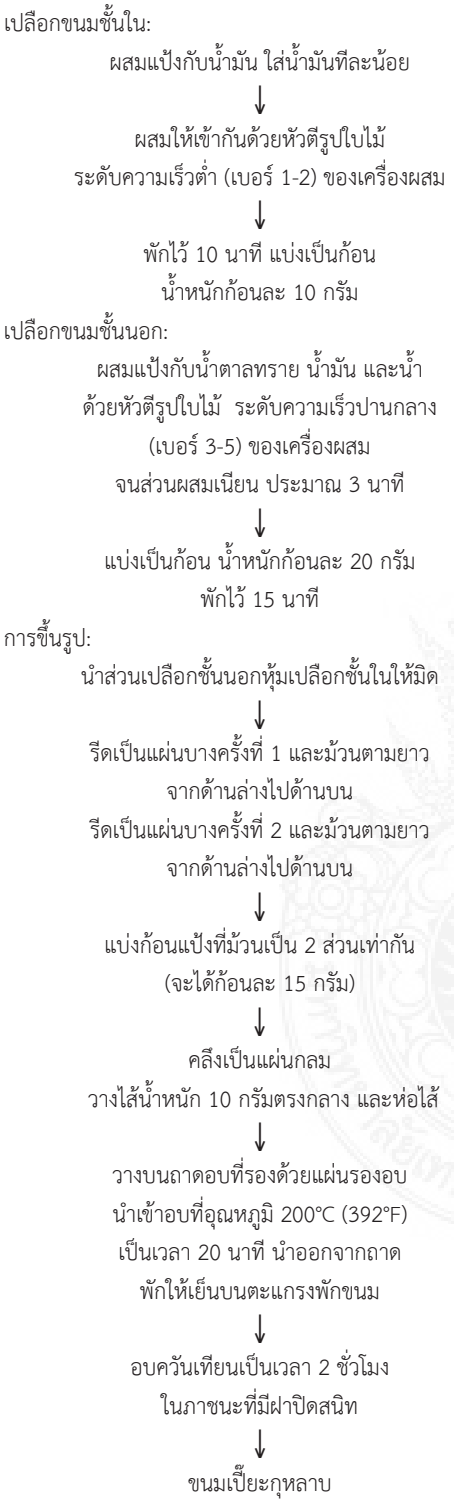
2.1 วิธีการผลิตส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

การวิจัยนี้ได้นำสูตรส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบไส้ถั่วกวนของ Wandee Thai Cooking School [6] เป็นสูตรพื้นฐานมาศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในระดับ 0:100 (สูตรควบคุม), 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้ ได้ใช้แป้งข้าวสีนิล (ตรา B Natural) ทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้ก (ตราบัวแดง) ในส่วนเปลือกชั้นใน และทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ (ตราว่าว) ในส่วนเปลือกชั้นนอก ซึ่งแป้งสาลีสำหรับทำเค้กมีผลให้เปลือกนุ่ม ส่วนแป้งสาลีอเนกประสงค์ช่วยให้โครงสร้างของเปลือกไม่แตกหักง่าย ทำการผสมส่วนเปลือกด้วยเครื่องผสมยี่ห้อ Kitchen Aid รุ่น K 5SS โดยใช้หัวตีรูปใบไม้ จากนั้นห่อเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นใน อัตราส่วนของเปลือกชั้นนอกต่อเปลือกชั้นใน 20 กรัม ต่อ 10 กรัม รีดเป็นแผ่นและม้วนตามยาวจากด้านล่างไปด้านบน ทำ 2 ครั้ง แบ่งก้อนแป้งที่ม้วนเป็น 2 ส่วน คลึงเป็นแผ่นกลม ห่อไส้ถั่วกวนก้อนละ 10 กรัม นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พักให้เย็น นำไปอบ

ควันเทียนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในภาชนะปิดสนิท [7] แสดงขั้นตอนดังรูปที่ 1 และในการทดลองใช้ไส้ถั่วกวนของ T. Chysirichote et al. [8] ประกอบด้วยถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 55.60 น้ำมันรำข้าวร้อยละ 25.00 และน้ำตาลทรายร้อยละ 19.40 ของน้ำหนักทั้งหมด โดยแช่ถั่วเขียวเลาะเปลือกในน้ำ 2 ชั่วโมงจนนิ่ม ล้างน้ำแล้วนำไปนึ่งในลังถึงจนสุกด้วยไฟกลางเป็นเวลา 20 นาที บดละเอียดผ่านกระชอน นำมาผสมกับน้ำตาลทรายและน้ำมันพืช กวนที่ 80+5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำขึ้น พักให้เย็น จากนั้นทำการประเมินลักษณะส่วนผสมของเปลือก และลักษณะของขนมเปี๊ยะกุหลาบที่อบสุก

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ระดับต่าง ๆ ในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบ

วัตถุดิบ	อัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก)									
	0:100		10:90		20:80		30:70		40:60	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
<u>เปลือกชั้นใน</u>										
แป้งสาลีสำหรับทำเค้ก	150	19.60	135	17.64	120	15.68	105	13.72	90	11.76
แป้งข้าวสีนิล	-	-	15	1.96	30	3.92	45	5.88	60	7.84
น้ำมันรำข้าว	75	9.80	75	9.80	75	9.80	75	9.80	75	9.80
<u>เปลือกชั้นนอก</u>										
แป้งสาลีอเนกประสงค์	300	39.2	270	35.28	240	31.36	210	27.44	180	23.52
แป้งข้าวสีนิล	-	-	30	3.92	60	7.84	90	11.76	120	15.68
น้ำมันรำข้าว	120	15.70	120	15.70	120	15.70	120	15.70	120	15.70
น้ำ	120	15.70	120	15.70	120	15.70	120	15.70	120	15.70
รวม	765	100	765	100	765	100	765	100	765	100



รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตขนมเปี๊ยะกุหลาบ [7]

2.2 การวิเคราะห์ทางคุณภาพ

2.2.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

(1) ขนาดของขนมเปี๊ยะ ด้วย Vernier Caliper โดยวัดความกว้างและความสูงของชิ้นขนม

(2) ปริมาตรจำเพาะของขนมเปี๊ยะ โดยการแทนที่ด้วยงา [9]

(3) ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Nippon Denshoku NR-3000, Japan) ค่าที่วัด ได้แก่ ค่า L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ และ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) ค่า a* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง และ-หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) และค่า b* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลือง และ-หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) โดยวัดค่าสีของส่วนเปลือกและส่วนไส้ ซึ่งการวัดสีของส่วนเปลือก ทำโดยนำตัวอย่างวางบนแผ่นพลาสติก และวัดค่าสีที่จุดกึ่งกลางด้านบนขนมและด้านข้างทั้ง 2 ข้าง ส่วนการวัดสีของส่วนไส้ทำโดยใช้มีดแบ่งกึ่งกลางด้านแนวนอนของชิ้นขนมเปี๊ยะ หงายส่วนด้านไส้ขึ้น วัดค่าสีที่จุดกึ่งกลางของไส้ทั้ง 2 ส่วน

(4) เนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable micro system TA-XT2i, England) วัดจากกึ่งกลางของชิ้นขนมเปี๊ยะ ทำการกด 2 ครั้ง ด้วยหัววัดแรงกด (Compression) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร (P/100) ความเร็วในการทดสอบ (Test Speed) เท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะทางที่กดร้อยละ 50 Strain ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการคืนตัว (Springiness) ค่าความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness)

2.2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความเป็นชั้น สีของเปลือก สีของไส้ กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 55 คน คัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนสูงสุดจากผู้ทดสอบเพื่อการศึกษาต่อไป

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

นำขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลที่ผ่านการคัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate Analysis) โดยวิเคราะห์ขนมเปี๊ยะทั้งส่วนเปลือกและไส้รวมกัน เปรียบเทียบกับขนมเปี๊ยะกุหลาบสูตรควบคุม ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน กากใย และคาร์โบไฮเดรต [10] และปริมาณแอนโธไซยานิน โดยวิธี pH-differential method [11]

2.4 การวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

นำขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลที่ผ่านการคัดเลือกมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Central Location Test (CLT) โดยสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ ความเป็นชั้น สีของเปลือก สีของไส้ กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม และข้อมูลทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 120 คน ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

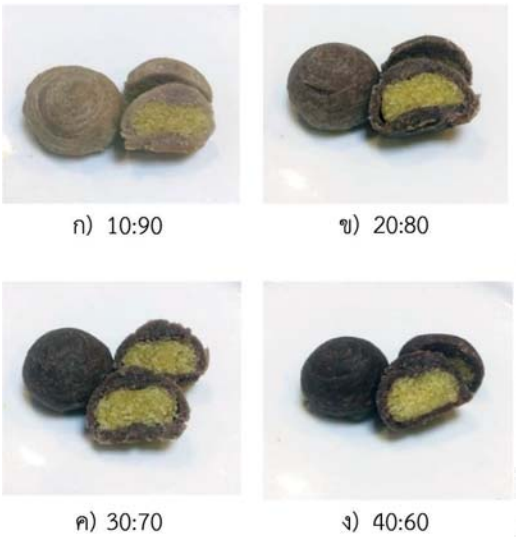
2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized Design) ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ RCBD (Randomized Complete Block Design) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการผลิตส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

จากการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือก 5 ระดับ คือ 0:100 (สูตรควบคุม), 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 เมื่อเปรียบเทียบกัน ดังรูปที่ 2 พบว่า ปริมาณแป้งข้าวสีนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้ส่วนผสมมีสีดำอมม่วงเข้มขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้อยู่ในกลุ่มพายชั้น (Puff Pastry) ที่ขึ้นรูปจากการรีดแผ่นของก้อนโดทั้งส่วนเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นใน การขึ้นฟูนี้มาจากการเดือดของน้ำในส่วนผสมและการแยกชั้นจากน้ำมันในส่วนเปลือกชั้นใน [7] การเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลจะทำให้ส่วนผสมมีการเกาะตัวลดลง และรีดเป็นแผ่นเพื่อห่อไส้ยากขึ้น ส่วนลักษณะขนมเปี๊ยะกุหลาบที่อบสุกนั้น พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสีนิลมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความร่วนเพิ่มขึ้น การเกิดชั้นลดลง และผลิตภัณฑ์มีสีม่วงคล้ำมากขึ้น



รูปที่ 2 ขนมเปี๊ยะกุหลาบที่ส่วนเปลือกมีอัตราส่วนแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในระดับต่าง ๆ

3.2 ผลการวิเคราะห์ทางคุณภาพ

3.2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาขนาด ปริมาตรจำเพาะ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water Activity, a_w) ค่าสี (L* a* b*) และเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 2

ด้านขนาดและปริมาตรจำเพาะ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีจะทำให้ขนาดและปริมาตรของขนมเปี๊ยะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็นเพราะแป้งข้าวสีนิลมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าแป้งสาลีและไม่มีปริมาณกลูเตนที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่น การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลจึงเป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตน ขนมเปี๊ยะที่มีการผสมแป้งข้าวสีนิลจึงมีแนวโน้มที่จะขยายตัวได้น้อยสอดคล้องกับงานวิจัยของ P. Phuphechr et. al. [2] ที่พบว่าการเพิ่มสัดส่วนของแป้งข้าวสีนิลจะทำให้ขนมปังมีปริมาตรต่ำ

ค่าสีของเปลือกขนมเปี๊ยะกุหลาบแต่ละตัวอย่าง พบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีน้ำเงิน-สีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสีเขียว-สีแดง (a*) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยขนมเปี๊ยะกุหลาบที่มีปริมาณแป้งข้าวสีนิลเพิ่มขึ้นจะมีค่า L* ลดลงหรือมีสีคล้ำ ส่วนค่า a* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยหรือสีค่อนไปทางสีเขียว และค่า b* มีแนวโน้มลดลงหรือสีค่อนไปทางสีน้ำเงิน เป็นเพราะแป้งข้าวสีนิลในส่วนผสมมีสารให้สีในกลุ่มฟลาโวนอยด์ คือแอนโธไซยานินที่ให้สีม่วง รวมถึงในขั้นตอนการอบมีการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ทำให้น้ำตาลในส่วนผสมเกิดกระบวนการคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) ซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ [12] ส่วนค่าสีของไส้ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ลดลงและค่าสีเขียว-สีแดง (a*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสีน้ำเงิน-สีเหลือง (b*) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ถึงแม้ไส้ของขนมเปี๊ยะกุหลาบทุกสูตรคือไส้ถั่วกวนสูตรเดียวกัน ทั้งนี้การเพิ่มระดับของแป้งข้าวสีนิลมีผลให้การขยายตัวของขนมเปี๊ยะลดลง ทำให้ทั้งส่วนเปลือกและส่วนไส้มีเนื้อแน่นซึ่งมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ด้วย ค่าเนื้อสัมผัส พบว่า การเพิ่มระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวสีนิลในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบมีผลให้ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการคืนตัว (Springiness) และค่าความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) จะเพิ่มขึ้นอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้แป้งสาลีมีปริมาณไกลอะดิน (Gliadin) และกลูเตนิน (Glutenin) ที่สามารถรวมตัวกันเป็นร่างแหเรียกว่ากลูเตน (Gluten) ซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการใช้แป้งข้าวสีนิลจึงมีผลให้ส่วนผสมมีปริมาณกลูเตนลดลง ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงลดลง มีความสามารถในการเกาะตัวลดลงหรือมีความร่วนเพิ่มขึ้น และไม่เกิดชั้นที่ชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ T. Premprasopchok et al. [13] ที่ศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลในเค้กแครอทงาดำ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้ง

ข้าวกล้องสีนิลจะทำให้ค่าการคืนตัวและค่าการเกาะตัวกันมีแนวโน้มลดลง และงานวิจัยของ U. Tongtangwong and S. Suwansichon [3] ที่พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลในบัตเตอร์เค้กมีผลให้ค่าความแน่นเนื้อลดลง ส่วนค่าพลังงานในการเคี้ยวจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของขนมเปี๊ยะกุหลาบที่ส่วนเปลือกมีอัตราส่วนแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในระดับต่าง ๆ

คุณภาพ	อัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือก				
	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60
ขนาด (cm)					
ความกว้าง	4.06^{a}±0.57	3.86^{ab}±0.15	3.63^{bc}±0.06	3.56^{c}±0.05	3.24^{d}±0.15
ความสูง	3.40^{a}±0.20	3.26^{b}±0.20	3.06^{c}±0.11	2.86^{cd}±0.15	2.75^{d}±0.10
ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g)	1.35^{a}±0.02	1.36^{a}±0.10	1.15^{b}±0.04	1.11^{b}±0.02	0.86^{c}±0.06
ค่าสีของส่วนเปลือก					
L*	63.56^{a}±0.46	60.76^{b}±0.66	52.93^{c}±0.49	51.33^{c}±0.45	46.20^{d}±0.81
a* ^{ns}	4.77±0.15	4.73±0.43	4.76±0.21	4.20±0.41	3.80±0.31
b*	20.30^{a}±0.27	12.10^{b}+0.21	12.70^{b}±0.14	11.16^{bc}±0.83	10.13^{c}±0.59
ค่าสีของส่วนไส้					
L*	58.20^{a}±0.22	58.15^{a}±0.56	58.25^{a}±0.07	56.13^{b}±0.43	55.21^{b}±0.13
a*	9.91^{a}±0.13	9.25^{b}±0.23	9.10^{b}±0.71	8.95^{b}±0.25	8.90^{b}±0.40
b* ^{ns}	44.71±0.33	44.20±0.10	43.20±0.98	42.45±0.54	42.10±0.23
เนื้อสัมผัส					
Hardness (g)	2004.77^{a}±4.59	1872.08^{b}±3.10	$17.33.81^{c}$±3.67	1535.81^{d}±2.38	1475.66^{e}±3.74
Springiness (mm)	0.287^{a}±0.016	0.270^{a}±0.061	0.220^{ab}±0.085	0.167^{b}±0.032	0.173^{b}±0.023
Cohesiveness	0.033^{a}±0.003	0.027^{b}±0.002	0.023^{c}±0.002	0.019^{d}±0.002	0.016^{d}±0.002
Chewiness (g)	69.67^{e}±1.16	71.73^{d}±1.16	77.23^{c}±0.93	84.73^{b}±0.93	89.01^{a}±0.97

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบต่อขนมเปี๊ยะกุหลาบที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ความเป็นชั้นของเปลือก สีของเปลือก กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมของขนมเปี๊ยะที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 20:80 สูงกว่าตัวอย่างอื่นอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ส่วนสีของไส้นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง

จากผลการศึกษาผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกขนมเปี๊ยะกุหลาบที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 20:80 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค โดยมีส่วนผสม ได้แก่ ส่วนเปลือกชั้นในประกอบด้วย แป้งสาลีสำหรับทำเค้กร้อยละ 15.68 แป้งข้าวสีนิลร้อยละ 3.92 และน้ำมันรำข้าวร้อยละ 9.80 ส่วนเปลือกชั้นนอกประกอบด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ร้อยละ 31.36 แป้งข้าวสีนิลร้อยละ 7.84 น้ำมันรำข้าวร้อยละ 15.70 และน้ำร้อยละ 15.70 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้บริโภค 55 คนที่มีต่อขนมเปี๊ยะกุหลาบที่ส่วนเปลือกมีอัตราส่วนแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะ	อัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือก			
	10:90	20:80	30:70	40:60
ลักษณะปรากฏ	6.69^{b}±0.61	7.62^{a}±0.39	7.05^{b}±0.38	6.64^{b}±0.41
ความเป็นชั้น	7.05^{ab}±0.53	7.35^{a}±0. 47	6.82^{ab}±0.52	6.51^{c}±0.51
สีของเปลือก	6.89^{b}±0.40	7.31^{a}±0.36	7.15^{a}±0.37	6.47^{b}±0.43
สีของไส้^{ns}	7.15±0.37	7.15±0.38	7.05±0.38	7.00±0.39
กลิ่น	7.27^{a}±0.18	7.35^{a}±0.19	7.16^{ab}±0.19	6.91^{b}±0.22
ความนุ่ม	6.80^{b}±0.46	7.40^{a}±0.51	6.67^{b}±0.46	6.36^{b}±0.47
รสชาติ	6.87^{b}±0.45	7.35^{a}±0.52	6.80^{b}±0.48	6.60^{b}±0.48
ความชอบโดยรวม	7.29^{ab}±0.51	7.60^{a}±0.49	6.93^{ab}±0.51	6.65^{c}±0.52

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
± S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

นำขนมเปี๊ยะกุหลาบที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 20:80 ที่ผ่านการคัดเลือก มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) โดยวิเคราะห์ขนมเปี๊ยะทั้งส่วนเปลือกและไส้รวมกัน พบว่า ขนมเปี๊ยะกุหลาบนี้ 100 กรัม มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารเท่ากับ 16.37, 7.09, 26.30, 0.62, 49.62 และ 2.27 กรัม ตามลำดับ พลังงานทั้งหมด 463.54 กิโลแคลอรี และมีปริมาณแอนโธไซยานิน 6.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) และเมื่อเปรียบเทียบกับขนมเปี๊ยะกุหลาบสูตรควบคุมดังตารางที่ 4 พบว่า ขนมเปี๊ยะทั้ง 2 ตัวอย่าง มีปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลที่ผ่านการคัดเลือกมีปริมาณความชื้นและโปรตีนน้อยกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แสดงว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลมีผลต่อการลดลงของปริมาณโปรตีนและปริมาณน้ำในโครงสร้างของส่วนผสม ทั้งนี้มีคำแนะนำสำหรับคนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป คิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี (Thai Recommended Daily Intakes หรือ Thai RDI) ควรบริโภคโปรตีน 50 กรัม ไขมัน 66.67 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 300 กรัมต่อวัน [14] นอกจากนี้ยังพบว่าขนมเปี๊ยะกุหลาบที่ผ่านการคัดเลือกมีปริมาณเถ้า ใยอาหาร และแอนโธไซยานินเพิ่มขึ้นจากขนมเปี๊ยะกุหลาบสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ซึ่งปริมาณแอนโธไซยานินนั้นมีการลดลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพราะสารให้สีในกลุ่มนี้ไม่ทนต่อปฏิกิริยาและความร้อนที่ได้รับขณะอบ [15], [16] และจากงานวิจัยของ Sui et al. [17] พบว่า ปริมาณแอนโธไซยานินและสารต้านอนุมูลอิสระในขนมปังจะลดลงหลังจากอบ โดยบริเวณส่วนเปลือกจะมีปริมาณแอนโธ-ไซยานินสูงกว่าส่วนเนื้อขนมปัง

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลที่ผ่านการคัดเลือกเปรียบเทียบกับขนมเปี๊ยะกุหลาบสูตรควบคุม

องค์ประกอบทางเคมี	อัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือก	
	0:100 (สูตรควบคุม)	20:80
ความชื้น (%)	$17.00^{a}\pm0.07$	$16.37^{b}\pm0.01$
โปรตีน (%)	$7.27^{a}\pm1.01$	$7.09^{b}\pm0.01$
ไขมัน^{ns} (%)	26.10 ± 0.21	26.30 ± 0.01
เถ้า (%)	$0.50^{b}\pm0.07$	$0.62^{a}\pm0.01$
คาร์โบไฮเดรต^{ns} (%)	49.13 ± 0.23	49.62 ± 0.00
ใยอาหาร (%)	$1.39^{b}\pm0.01$	$2.27^{a}\pm0.007$
แอนโธไซยานิน (mg/g dry basis)	$0.0035^{b}\pm0.001$	$0.0065^{a}\pm0.001$
พลังงานทั้งหมด^{ns} (Kcal)	460.50 ± 1.06	463.54 ± 0.07

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
± S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4 ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมเปี๊ยะกุหลาบที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 20:80 ซึ่งได้รับการคัดเลือก โดยทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 120 คน ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความชอบทั้งด้านลักษณะปรากฏ ความเป็นชั้น สีของเปลือก สีของไส้ กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก ดังตารางที่ 5 และผู้บริโภคมีความสนใจคิดเป็นร้อยละ 98.0 และมีการตัดสินใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 96.7

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบเฉลี่ยที่มีต่อขนมเปี๊ยะกุหลาบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล

N=120

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความชอบ
ลักษณะปรากฏ	8.1±1.02	ชอบมาก
ความเป็นชั้น	8.0±0.90	ชอบมาก
สีของเปลือก	8.0±1.01	ชอบมาก
สีของไส้	8.0±0.88	ชอบมาก
กลิ่น	8.1±0.97	ชอบมาก
ความนุ่ม	8.0±0.98	ชอบมาก
รสชาติ	8.1±1.06	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	8.2±1.01	ชอบมาก

4. สรุป

การศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบ พบว่า ระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวสีนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้ส่วนผสมมีสีม่วงคล้ำมากขึ้น มีการเกาะตัวลดลง และรีดเป็นแผ่นเพื่อห่อไส้ยากขึ้น ขนมเปี๊ยะกุหลาบที่อบสุกเกิดชั้นลดลง ขนาดชิ้นและปริมาตรจำเพาะลดลง ค่าสีของส่วนเปลือกมีความสว่างลดลงหรือมีสีคล้ำ สีของไส้มีค่าความสว่างและค่าสีเขียว-สีแดงแตกต่างกัน เนื้อสัมผัสมีความแข็ง ความสามารถในการคืนตัว ความสามารถในการเกาะตัวลดลง ส่วนพลังงานในการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทั้งด้านลักษณะปรากฏความเป็นชั้น สีของเปลือก สีของไส้ กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมของขนมเปี๊ยะที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวสีนิลต่อแป้งสาลี (โดยน้ำหนัก) ในส่วนเปลือกที่ระดับ 20:80 ได้คะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างอื่นอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ขนมเปี๊ยะกุหลาบนี้ 100 กรัม มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารเท่ากับ 16.37, 7.09, 26.30, 0.62, 49.62 และ 2.27 กรัม ตามลำดับ พลังงานทั้งหมด 463.54 กิโลแคลอรี และยังมีปริมาณแอนโธไซยานิน 6.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ด้านการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 120 คนที่มีต่อขนมเปี๊ยะกุหลาบที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิล พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความชอบทุกด้านในเกณฑ์ชอบมาก ผู้บริโภคมีความสนใจร้อยละ 98.0 และมีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 96.7

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยได้รับความอนุเคราะห์คำปรึกษาและความรู้จากคณาจารย์ของมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Sininrice. (2015, July 10). Sinin Rice. [Online]. Available: http://www.sininrice.com/about/html

[2] P. Phuphechr, S. Suwonsichon and B. Limanond, “Chemical and Physical

Characteristics of Sinin Rice Flour Substituted Bread Dough," in *Proceedings of the 47th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry*, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 2009, pp. 20-27.

[3] U. Tongtangwong and S. Suwansichon, "Effects of Wheat Flour Substitution with Sinin Rice Flour on Qualities of Butter Cake," in *Proceedings of the 48th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry*, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 2010, pp. 195-202.

[4] Thailand Industrial Standards Institute. (2012, December 22). Standard of Community Product-Chinese Cake (Kha Nom Pia), 115/2555. [Online]. Available: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0115_55.pdf

[5] Eubaan. (2014, August 30). Chinese Puff & Pastry-White Roses. [Online]. Available: http://eubaan.blogspot.com/2013/05/Chinese-puff-pastry-white-roses.html?m=1

[6] Wandee Thai Cooking School, undated. *Training Document for Thai Cooking Course*. Bangkok: Wandee Thai Cooking School, Undated.

[7] N. Aiumpituk, *Chinese Cake and Moon Cake*. Bangkok: Maebann, Inc., Undated.

[8] T. Chysirichote, A. Utaipatanacheep, and W. Varanyanond, "Caloric Reduction in Mungbean Conserve Filling of Flaky Chinese Pastry," *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)*, vol. 45, no. 6, pp. 1127-1137, Nov.-Dec. 2011.

[9] C. C. Lee, R. C. Hoseney, and E. Varriano-Marston, "Development of a Laboratory Scale Single Stage Cake Mix," *Cereal Chemistry*, vol. 59, no. 2, pp. 389-392, 1982.

[10] Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists, 2000.

[11] R. E. Wrolstad, Anthocyanins, In *Natural Food Colorants*, F. J. Francis and G. J. Lauro, Eds. New York: Marcel Dekker, 2000, pp. 237-252.

[12] W. Gisslen, *Professional Baking*. 6th ed. U.S.A.: John Willey & Sons, 2013.

[13] T. Premprasopchok, P. Kingvi, P. Cheunjit, "Effects of Wheat Flour Substitution with Sinin Brown Rice Flour on Physical and Sensory Qualities of Black Sesame Carrot Cake," in *Proceedings of the 52nd Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry*, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 2014, pp. 311-318.

[14] Nutrition Division, *Dietary Reference Intake for Thais*, 4th ed. Bangkok: Ministry of Public Health, 2003.

[15] O. Wongthong and K. Poonpholkul, Principle of Cooking, 6th ed. Bangkok: Kasetsart University, 2011.

[16] S. Žilić, T. Kocadağlı, J. Vančetović and V. Gökmen, "Effects of Baking Conditions and Dough Formulations on Phenolic

Compound Stability, Antioxidant Capacity and Color of Cookies Made from Anthocyanin-Rich Corn Flour," *LWT-Food Science and Technology Journal*, vol. 65, pp. 597-603, Jan. 2016.

[17] X. Sui, P. Y. Yap, and W. Zhou, "Anthocyanins During Baking: Their Degradation Kinetics and Impacts on Color and Antioxidant Capacity of Bread," *Food Bioprocess Technology Journal*, vol. 8, no. 5, pp. 983-994, May 2015.