

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

### Development of Kanom Ar-lua Products from Riceberry Flour

นวพร หงส์พันธุ์, กิรติ เงินสมบัติ และ อินทุพร รัตนพิบูลย์

Nawaporn Hongpan<sup>\*</sup>, Kirati Ngensombat and Intuporn Rattanaphiboon

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Food science and technology Department, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Received : 29 January 2019

Revised : 9 April 2019

Accepted : 7 May 2019

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวพื้นฐาน ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ประกอบด้วย แป้งสาลี ร้อยละ 5.51 แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 0.2 แป้งถั่วเขียว ร้อยละ 2 น้ำตาลทราย ร้อยละ 40 และกะทิ ร้อยละ 52.29 ศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งและพีรีเจลาทีนซ์ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 และ 50 ตามลำดับ โดยการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีรีเจลาทีนซ์มีค่าความแข็งสูงกว่าสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ผลการศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นหอมของข้าว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.40 คะแนน ( $p \leq 0.05$ ) จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน พบว่าผู้บริโภคทั้งหมด (ร้อยละ 100) ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 เท่ากับ 7.06 คะแนน ( $p \leq 0.05$ )

**คำสำคัญ :** ขนมอาลัว, แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีรีเจลาทีนซ์, แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้ง

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

### Abstract

This research aims to develop Kanom Ar-Lua products from riceberry flour. Main ingredients of the selected formulation of Kanom Ar-Lua products from riceberry flour contained 5.51% of wheat flour, 0.2% of tapioca flour, 2% of mung bean flour, 40% of sugar and 52.29% of coconut milk. Study the effect of wheat flour substitution with dry-milled and pre-gelatinized riceberry flour at the level of 25% and 50%, respectively by evaluating physical properties and sensory acceptance of Kanom Ar-Lua products. The appearance of each Kanom Ar-Lua product was found to be a pear-shaped peak, dried sugar crust and brittle, sticky crumb, aroma of rice and naturally color of riceberry rice. The results of texture analysis showed that Kanom Ar-Lua with pre-gelatinized riceberry flour substitution was significantly higher hardness than Kanom Ar-Lua with dry-milled riceberry flour ( $p \leq 0.05$ ). The sensory evaluation showed that the panelist liking scores of appearance, aroma of rice, taste, texture and overall liking on Kanom Ar-Lua products from riceberry flour were in the range of “like slightly” to “like moderately”. The overall liking scores of Kanom Ar-Lua with 50% of dry-milled and 25% of pre-gelatinized riceberry flour substitution had higher than other formulas ( $p \leq 0.05$ ). For consumer acceptability test using 100 consumers revealed that all of them (100%) accepted Kanom Ar-Lua products from riceberry flour. The overall liking score of Kanom Ar-Lua with 50% of dry-milled riceberry flour was 7.06 scores ( $p \leq 0.05$ ).

**Keywords :** Kanom Ar-lua, dry-milled riceberry flour, pre-gelatinized riceberry flour

### บทนำ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (rice berry) เป็นข้าวมีสีสายพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการพัฒนาพันธุ์ข้าวพิเศษ โดยศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวได้รับความร่วมมือระหว่างคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้ทำการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวหอมสีนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้ได้ข้าวที่มีลักษณะรูปร่างเมล็ดเรียวยาว มีรวงควัดดูที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลแดงหรือม่วงที่ผิวเมล็ดข้าว ที่เรียกว่า สารแอนโทไซยานิน และมีกลิ่นหอม สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แชนนิน สังกะสี โฟเลตสูงและมีดัชนีน้ำตาลต่ำถึงปานกลาง อีกทั้งรำข้าวและน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Agriculture Editorial Department, 2014) ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดีเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารเชิงบำบัดจากคุณสมบัติดังกล่าว ข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เช่น บราวน์ไรซ์เบอร์รี่ (Sinhaipant *et al*, 2017) ชาลาเปาไรซ์เบอร์รี่ (Boontun *et al*, 2015) ขนมจีนอบแห้งผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Bainak *et al*, 2015) และไอศกรีมไรซ์เบอร์รี่ไขมันต่ำ (Chuaykarn *et al*, 2013) อีกทั้งยังมีการนำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาไม่แป้งเพื่อใช้ทดแทนในส่วนผสมของขนม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “ขนมไทย” ซึ่งได้รับความนิยมมากในงานมงคล ขนมไทยเป็นภูมิปัญญาของคนไทย มีส่วนประกอบหลัก 3 อย่าง คือ แป้งข้าว น้ำตาลและมะพร้าว (Dejkunchorn, 2006; Kee-ariyo *et al*, 2012) นำมาดัดแปลงทำขนมได้หลายรูปแบบ เช่น ทอด นึ่ง ปิ้งและกวน ซึ่งต้องการคุณสมบัติทางเคมีของข้าวที่แตกต่างกัน เช่น ปริมาณอะมิโลส การแตกตัวของเม็ดแป้งและการดูดน้ำของแป้ง โดยแป้งที่นิยมใช้ในการทำ

ขนมไทยส่วนใหญ่จะใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียวและจากเมล็ดข้าว โดยหนึ่งในขนมไทยที่ได้รับความนิยมมากในงานมงคล คือ ขนมอาลัว ซึ่งมีส่วนประกอบหลักจากแป้งมัน แป้งสาลี หัวกะทิและน้ำตาล ตัวขนมมีลักษณะรูปทรงคล้ายหยดน้ำ ผิวนอกบางกรอบ เนื้อนุ่ม มีกลิ่นหอมหวาน มักทำเป็นชิ้นเล็ก ๆ และมีหลากสีจากประโยชน์ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาไม่แป้งและใส่ทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมของขนมอาลัว เพื่อเป็นการเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้กับผู้บริโภคทั่วไป โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนในแป้งสาลี ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตเนื่องจากแป้งสาลีเป็นสินค้านำเข้าที่มีราคาสูง และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบท้องถิ่นได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไปถ่ายทอดสู่ชุมชนในท้องถิ่น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตขนมไทยเชิงพาณิชย์ได้

## วิธีดำเนินการวิจัย

### การเตรียมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

**แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้ง** เตรียมโดยดัดแปลงวิธีการจาก Hutakowit *et al.*, (2009) นำเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่มาล้างทำความสะอาดให้สะอาด และเก็บเศษกรวดหินออก จึงนำมาผึ่งให้สะอาดและเทลงในถาดอบ โดยเกลี่ยเมล็ดข้าวให้กระจายสม่ำเสมอ นำเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer, ยี่ห้อ OFM, รุ่น TD10A, ประเทศไทย) จนเมล็ดข้าวแห้งสนิท ใช้อุณหภูมิประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แป้งมีความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ  $12 \pm 2$  จากนั้นนำไปไม่แห้งด้วยเครื่องไม่แป้งไฟฟ้า (ยี่ห้อ Damai, ประเทศจีน) และร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 80 เมช บรรจุใส่ถุงปิดผนึกสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

**แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบพรีเจลลิ่ง** เตรียมโดยดัดแปลงวิธีการจาก Konmun *et al.*, (2013) นำเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่มาล้างทำความสะอาดและเก็บเศษกรวดหินออก นำแช่น้ำในอัตราส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ 50 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นนำข้าวไรซ์เบอร์รี่ไปนึ่งด้วยไอน้ำ เป็นเวลา 30 นาที นำออกมาทำการเกลี่ยใส่ถาด และผึ่งให้เย็นลงนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer, ยี่ห้อ OFM, รุ่น TD10A, ประเทศไทย) ใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แป้งมีความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ  $12 \pm 2$  จากนั้นนำไปบดแห้งด้วยเครื่องไม่แป้งไฟฟ้า (ยี่ห้อ Damai, ประเทศจีน) และร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 80 เมช บรรจุใส่ถุงปิดผนึกสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

### การศึกษาระดับการทดแทนที่เหมาะสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในส่วนผสมของขนมอาลัว

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมอาลัว และศึกษาระดับการทดแทนที่ด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เหมาะสมในขนมอาลัว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design, CRD) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองผลิตขนมอาลัวที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปตัวขนมเบื้องต้นก่อน จากนั้นจึงกำหนดระดับการแทนที่แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและพรีเจลลิ่งในสัดส่วนของแป้งสาลี ที่ระดับร้อยละ 25 และ 50 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด โดยขนมอาลัวสูตรควบคุมไม่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ดังตารางที่ 1

**การผลิตขนมอาลัว** เริ่มจากชั่งส่วนผสมตามสูตร นำแป้งสาลี แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งถั่วเขียวและแป้งมันร่อนผสมกัน ละลายน้ำตาลกับน้ำกะทิและผสมกับแป้งให้เข้ากัน ตั้งกระทะทองบนเตาแก๊ส ใช้ไฟร่อนปานกลางและกวนส่วนผสมทุกอย่างจนสุกและเข้ากันดี ตักแป้งที่กวนได้ที่ใส่ถุงที่มีหัวบีบ และบีบให้ตัวขนมตั้งยอดรูปทรงคล้ายหยดน้ำลงบน

ถาดที่ทำหนาขาวไว้บาง ๆ อบให้สุกด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer, ยี่ห้อ OFM, รุ่น TD10A, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดผลึกเคลือบตัวขนมจะได้ขนมออลวไรซ์เบอร์รี่ บรรจุใส่กล่องพลาสติกและมีฝาปิดสนิท เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์

### การศึกษาลักษณะปรากฏและค่าสี

สังเกตลักษณะปรากฏและวัดค่าสีของขนมออลวไรซ์จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และสูตรควบคุม โดยใช้สมุดเทียบสี (Munsell book) วัดเทียบที่ผิวของตัวขนมออลวไรซ์แต่ละสูตร บันทึกลักษณะปรากฏและค่าสีที่สังเกตได้ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

**ตารางที่ 1** สูตรขนมออลวไรซ์ที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและพีเจลาทีโนส

ส่วนผสม	CON_A	ADM25	ADM50	APG25	APG50
แป้งสาลี	5.51	3.65	2.71	3.65	2.71
แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	-	1.86	2.80	1.86	2.80
แป้งมันสำปะหลัง	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
แป้งถั่วเขียว	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
น้ำตาลทราย	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
กะทิ	52.29	52.29	52.29	52.29	52.29

หมายเหตุ: CON\_A คือ สูตรควบคุม, ADM25 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25, ADM50 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50, APG25 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีเจลาทีโนสร้อยละ 25 และ APG50 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีเจลาทีโนสร้อยละ 50

### การศึกษาเนื้อสัมผัส

ทำการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) ของขนมออลวไรซ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และสูตรควบคุม โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (Stable micro systems, TA.XT.plus, UK) ใช้หัววัดแบบทรงกระบอก (cylinder probe, P/50) โดยทำการวัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

### การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์

ทำการหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมออลวไรซ์จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และสูตรควบคุม โดยใช้วิธีการเพาะเชื้อโดยใช้เทคนิค spread plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) ตามวิธีการของ AOAC (2000) และหาปริมาณยีสต์และราโดยใช้วิธีการ spread plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose count agar (PDA) ตามวิธีการของ AOAC (2000) คำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราที่พบในตัวอย่างในหน่วยโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

### การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำขนมไทยแต่ละสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและพีเจลาทีโนสในส่วนผสม มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ประเมินความชอบต่อขนมออลวไรซ์เบอร์รี่ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ โดยคะแนนเท่ากับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด

## การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างขนมไทยสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) และสูตรที่สามรถขึ้นรูปได้ง่ายและมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (AOAC, 2016) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด

### ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและการตัดสินใจซื้อขนมไทยจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ทำการคัดเลือกสูตรขนมขนมอาลัวที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดจากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส มาทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและการตัดสินใจซื้อ โดยใช้สถานที่ทดสอบแบบสุ่ม (Central Location Test, CLT) โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ประเมินการยอมรับด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม และการตัดสินใจซื้อ พร้อมตอบแบบสอบถาม

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส โดยใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

## ผลการวิจัย











ผลจากการศึกษาระดับการทดแทนที่เหมาะสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและฟรีเจลาทีนในส่วนของผสมของขนมอาลัว พบว่าปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและฟรีเจลาทีนในสัดส่วนที่เหมาะสมในส่วนของผสมของขนมอาลัวที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 เท่ากับ 1.86 กรัม และที่ระดับการทดแทนร้อยละ 50 เท่ากับ 2.79 กรัม โดยมีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง 0.2 กรัม แป้งถั่วเขียว 2 กรัม น้ำตาลทราย 40 กรัม น้ำกะทิ 52.29 กรัม ในปริมาณที่เท่ากัน

ผลการศึกษาลักษณะปรากฏและค่าสี แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าลักษณะปรากฏของขนมอาลัวสูตรควบคุมมีลักษณะมีสีขาวนวล ที่ผิวด้านนอก (5Y 9/2) ตัวขนมเป็นรูปหยดน้ำตั้งยอด มีผิวสัมผัสด้านนอกแห้งเปราะและเนื้อในค่อนข้างนุ่ม เนื่องจากสูตรควบคุมไม่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ จึงทำให้มองเห็นเป็นสีขาวของแป้งข้าวสาลี ส่วนขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ฟรีเจลาทีนที่ร้อยละ 25 พบว่า ผิวด้านนอกมีสีม่วงอ่อน (5RP 4/6) ตัวขนมเป็นรูปหยดน้ำตั้งยอด มีเนื้อสัมผัสที่ผิวนอกแห้งเปราะและเนื้อในค่อนข้างนุ่ม สำหรับขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ฟรีเจลาทีนที่ร้อยละ 50 ผิวด้านนอกมีสีม่วงเข้มปานกลาง (5RP 3/6) ตัวขนมเป็นรูปหยดน้ำตั้งยอด มีเนื้อสัมผัสที่ผิวนอกแห้งเปลือกบางและเนื้อในนุ่ม ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 พบว่า ผิวด้านนอกมีสีม่วงเข้มปานกลาง (7.5RP 5/6) ตัวขนมเป็นรูปหยดน้ำตั้งยอด มีเนื้อสัมผัสที่ผิวนอกแห้งเปราะและเนื้อในนุ่ม ส่วนขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 ผิวด้านนอกมีสีม่วงเข้ม (7.5RP 3/4) ตัวขนมเป็นรูปหยดน้ำตั้งยอด มีเนื้อสัมผัสที่ผิวนอกแห้งเปราะและเนื้อในมีความนุ่มมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวไรซ์ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ขนมอาลัวมีสีม่วงเข้มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Parnsakhom *et al.* (2018) รายงานว่า สารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบในพันธุ์ข้าวมีสี มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดีและสลายตัวง่ายเมื่อสัมผัสกับความร้อน และพบว่าเมื่อนำข้าวกล้องหอมนิลที่ผ่านการนึ่งมาผลิตเป็นแป้งด้วยวิธีไม่เปียกซึ่งมีขั้นตอนการแช่ข้าวเพื่อให้เมล็ดข้าวนุ่ม อาจเกิดการชะล้างของสารแอนโทไซยานิน แต่เมื่อนำแป้งไปอบแห้ง ความร้อนส่งผลต่อค่าสีที่เข้มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิด

สีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนหรือสารประกอบไนโตรเจน โดยมีความร้อนทั้งจากการนึ่งและการอบแห้งแปงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลที่ได้คือสารประกอบที่ให้สีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

ผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมอาลัว พบว่าขนมอาลัวทั้ง 5 สูตร มีค่าความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซีร้อยละ 50 มีค่าความแข็งสูงที่สุดเท่ากับ 26.62 นิวตัน รองลงมาคือสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซีร้อยละ 25 มีค่าความแข็งเท่ากับ 19.01 นิวตัน ส่วนขนมอาลัวสูตรควบคุม และสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 และ 50 มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เท่ากับ 12.33, 12.46 และ 13.39 นิวตัน ตามลำดับ

**ตารางที่ 2** ลักษณะปรากฏ ค่าสี และค่าความแข็งของขนมอาลัวสูตรควบคุม และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้ง และพีริเจลาทีโนซีที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 และ 50

สูตรขนมอาลัว	CON_A	ADM25	ADM50	APG25	APG50
ลักษณะปรากฏ					
ค่าสี	5Y 9/2 	7.5RP 5/6 	7.5RP 3/4 	5RP 4/6 	5RP 3/6 
ค่าความแข็ง (N)	13.39±2.17 <sup>bc</sup>	12.33±2.58 <sup>c</sup>	12.46±1.56 <sup>c</sup>	19.01±6.17 <sup>b</sup>	26.62± 0.85 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่มีตัวอักษร <sup>a-c</sup> กำกับแตกต่างกันในแนวคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ); CON\_A คือ สูตรควบคุม, ADM25 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25, ADM50 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50, APG25 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซีร้อยละ 25 และ APG50 คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซีร้อยละ 50

ผลการศึกษาคูณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ในขนมอาลัวสูตรควบคุมและสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและพีริเจลาทีโนซี พบว่า ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้ง ร้อยละ 25 และ 50 และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซีร้อยละ 25 ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า  $1.0 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สำหรับปริมาณเชื้อยีสต์และรา ตรวจไม่พบในขนมอาลัวทุกสูตร ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมไทย (มผช. 1/2552) ที่กำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน  $1.0 \times 10^6$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อยีสต์ ต้องมีจำนวนไม่เกิน  $1.0 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และเชื้อรา ต้องมีจำนวนไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นขนมอาลัวทุกสูตรมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสามารถรับประทานได้

ผลการศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวทั้ง 5 สูตร ในด้านสี กลิ่นหอมของข้าว รสชาติเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อขนมอาลัวแต่ละสูตรในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ยกเว้นด้านสีและกลิ่นหอมของข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) คุณภาพด้านสีของขนมอาลัว พบว่าขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่



พรีเจลาทีนในซีรียอละ 25 มีค่าคะแนนความชอบใกล้เคียงกับสูตรควบคุม เท่ากับ 6.86 และ 6.83 คะแนน ตามลำดับ รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.73 คะแนน และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 มีค่าคะแนนความชอบด้านสีใกล้เคียงกับสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 50 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.46 และ 6.43 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีรูปทรงคล้ายหยดน้ำตั้งยอดเหมือนกับสูตรทางการค้าทั่วไปที่วางขายตามร้านขนมไทย ผู้ทดสอบจึงให้ค่าคะแนนไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

ด้านกลิ่นหอมของข้าว พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบต่อขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 เท่ากับ 6.73 คะแนน รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นหอมไม่แตกต่างจากสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 25 และ 50 เท่ากับ 6.53 และ 6.33 คะแนน ตามลำดับ ส่วนขนมอาลัวสูตรควบคุมมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นหอมของข้าวต่ำที่สุดเท่ากับ 5.73 คะแนน จะเห็นได้ว่าขนมอาลัวสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งมีกลิ่นหอมของข้าวมากกว่าสูตรอื่น ๆ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะในการผลิตแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนนั้นมีการอบแห้งทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นหอมของข้าวไป เนื่องจากมีการนำข้าวไปแช่ข้ามคืน และนำไปให้ความร้อนโดยการนึ่งให้สุก ซึ่งความร้อนจากการนึ่งทำให้กลิ่นหอมของข้าวสูญเสียไปกับไอน้ำที่เกิดจากการนึ่งได้ จึงส่งผลให้ข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนที่มีกลิ่นหอมของข้าวน้อยกว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งเมื่อนำมาผลิตขนมอาลัว ด้านเนื้อสัมผัสของขนมอาลัว พบว่า ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 ผู้ทดสอบให้ค่าคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.13 คะแนน รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 25 ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบใกล้เคียงกับสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 เท่ากับ 7.06 และ 6.80 คะแนน ตามลำดับ สำหรับขนมอาลัวสูตรควบคุมมีค่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ 6.50 คะแนน ส่วนสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 50 มีค่าคะแนนความชอบต่ำที่สุด เท่ากับ 6.23 คะแนน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณที่มากเกินไปทำให้มีเนื้อสัมผัสของขนมอาลัวมีความแข็ง ผู้บริโภคจึงไม่ค่อยชื่นชอบด้านรสชาติของขนมอาลัว พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบต่อสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 สูงที่สุด เท่ากับ 6.96 คะแนน รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 25 ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากัน และใกล้เคียงกับสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 50 เท่ากับ 6.73 และ 6.46 คะแนน ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยสำหรับขนมอาลัวสูตรควบคุมมีค่าคะแนนความชอบต่ำที่สุดเท่ากับ 5.93 คะแนน อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 25 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.40 และ 7.30 คะแนน ตามลำดับ รองลงมา คือ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25 และ สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีนในซีรียอละ 50 ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.93 และ 6.56 คะแนน ตามลำดับ ส่วนขนมอาลัวสูตรควบคุมมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 6.26 คะแนน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในส่วนผสมของขนมอาลัว ทำให้ขนมอาลัวมีลักษณะปรากฏที่เป็นรูปทรงสวยตั้งยอดคล้ายหยดน้ำและมีสีม่วงที่ได้จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ตามธรรมชาติ ซึ่งแตกต่างจากขนมอาลัวหลากสีตามท้องตลาด นอกจากนี้ยังทำให้ขนมอาลัวมีกลิ่นหอมของข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งแตกต่างจากขนมอาลัวทั่วไปที่มีกลิ่นหอมจากการอบควันเทียน อีกทั้งยังมีรูปลักษณะที่ดีเป็นที่ชื่นชอบของ

ผู้บริโภค ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำขนมอาลัวสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ .50 ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดและสามารถขึ้นรูปได้ง่ายกว่าสูตรอื่น ๆ ไปทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นต่อไป

ผลการศึกษาค่าองค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 4) โดยนำตัวอย่างขนมไทยสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) และสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดไปวิเคราะห์ พบว่าขนมอาลัวสูตรพื้นฐาน มีความชื้นร้อยละ 9.39 โปรตีนร้อยละ 2.65 ไขมันร้อยละ 11.76 เถ้าร้อยละ 0.36 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 75.84 และมีพลังงานทั้งหมด 419.8 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 105.84 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ส่วนขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ .50 มีความชื้นร้อยละ 8.07 โปรตีนร้อยละ 2.6 ไขมันร้อยละ 11.48 เถ้าร้อยละ 0.45 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 77.4 และมีพลังงานทั้งหมด 423.32 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 103.32 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

**ตารางที่ 3** คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมอาลัวสูตรควบคุม และสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งและพีริเจลาทีโนซ์ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 และ 50

คุณลักษณะ	CON_A	ADM25	ADM50	APG25	APG50
สีของขนมอาลัว	6.83±1.55 <sup>a</sup>	6.73±1.36 <sup>a</sup>	6.46±1.50 <sup>a</sup>	6.86±1.47 <sup>a</sup>	6.43±1.27 <sup>a</sup>
กลิ่นหอมของข้าว	5.73±1.98 <sup>a</sup>	6.53±1.71 <sup>a</sup>	6.73±2.22 <sup>a</sup>	6.53±1.56 <sup>a</sup>	6.33±1.89 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	6.50±1.33 <sup>ab</sup>	7.13±1.22 <sup>a</sup>	6.80±1.76 <sup>ab</sup>	7.06±1.41 <sup>ab</sup>	6.23±1.75 <sup>b</sup>
รสชาติ	5.93±1.98 <sup>b</sup>	6.96±1.65 <sup>a</sup>	6.73±1.74 <sup>ab</sup>	6.73±1.41 <sup>ab</sup>	6.46±1.77 <sup>ab</sup>
ความชอบโดยรวม	6.26±2.22 <sup>b</sup>	6.93±1.41 <sup>ab</sup>	7.40±1.52 <sup>a</sup>	7.30±1.55 <sup>a</sup>	6.56±1.56 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่มีตัวอักษร <sup>a-b</sup> กำกับแตกต่างกันในแนวคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ); CON\_A คือ ขนมอาลัวสูตรควบคุม, ADM25 คือ ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 25, ADM50 คือ ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้ง ร้อยละ 50, APG25 คือ ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซ์ร้อยละ 25 และ APG50 คือ ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พีริเจลาทีโนซ์ร้อยละ 50

**ตารางที่ 4** องค์ประกอบทางเคมีของขนมอาลัวสูตรพื้นฐานและสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ .50

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)*	ขนมอาลัวสูตรพื้นฐาน	ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ.50
ความชื้น	9.39	8.07
โปรตีน	2.65	2.60
ไขมัน	11.76	11.48
เถ้า	0.36	0.45
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	75.84	77.40
พลังงานทั้งหมด	419.80	423.32
พลังงานจากไขมัน	105.84	103.32

\*รายงานในหน่วย กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม, ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์ จะเห็นได้ว่าการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมของขนมอาลาว์ส่งผลให้ขนมอาลาว์มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต พลังงานทั้งหมด และพลังงานจากไขมันไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน ดังนั้นแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนส่วนผสมในการผลิตขนมไทยชนิดต่าง ๆ ได้

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและการตัดสินใจซื้อขนมไทยจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าขนมอาลาว์สูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือ ขนมอาลาว์สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 เมื่อนำมาทำการศึกษากการยอมรับของผู้บริโภคและการตัดสินใจซื้อ โดยใช้สถานที่ทดสอบแบบสุ่ม โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ประเมินการยอมรับด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมและการตัดสินใจซื้อ พร้อมตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบต่อขนมอาลาว์ทั้งสูตรในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นของขนม เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังตารางที่ 5 โดยผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อขนมอาลาว์สูตรทางการค้าในด้านลักษณะปรากฏ เท่ากับ 4.64 คะแนน อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นหอมของข้าวเท่ากับ 4.65 คะแนน อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส เท่ากับ 5.58 คะแนน อยู่ในระดับเฉย ๆ คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ เท่ากับ 5.29 คะแนน อยู่ในระดับเฉย ๆ และคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมของขนมอาลาว์สูตรทางการค้า เท่ากับ 5.51 คะแนน อยู่ในระดับชอบเฉย ๆ

**ตารางที่ 5** คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมอาลาว์สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งที่ระดับร้อยละ 50 เปรียบเทียบกับสูตรทางการค้า

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ขนมอาลาว์สูตรทางการค้า	ขนมอาลาว์สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50
ลักษณะปรากฏ	4.64 <sup>b</sup>	7.02 <sup>a</sup>
กลิ่นหอมของข้าว	4.65 <sup>b</sup>	6.78 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	5.58 <sup>b</sup>	6.30 <sup>a</sup>
รสชาติ	5.29 <sup>b</sup>	6.88 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	5.51 <sup>b</sup>	7.06 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษร <sup>a,b</sup> กำกับแตกต่างกันในแนวแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ส่วนขนมอาลาว์สูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ เท่ากับ 7.02 คะแนน อยู่ในระดับชอบปานกลาง คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นหอมของข้าว เท่ากับ 6.78 คะแนน อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ เท่ากับ 6.88 คะแนน อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความเนื้อสัมผัส เท่ากับ 6.30 คะแนน อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.06 คะแนน อยู่ในระดับชอบปานกลาง เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์ทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สูตรทางการค้าและสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 มาเปรียบเทียบกับค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาท

สัมผัสด้านต่าง ๆ พบว่าผู้บริโภคชื่นชอบชาออลด์สุตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 มากกว่าขนมชาออลด์สุตรทางการค้า โดยสุตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสุตรทางการค้าในทุก ๆ ด้าน และผลการศึกษาคัดสรรใจซื้อขนมชาออลด์จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ของกลุ่มผู้บริโภค พบว่าหากมีขนมชาออลด์จากแป้งไรซ์เบอร์รี่วางขายในท้องตลาด ผู้บริโภคสนใจที่จะซื้อ คิดเป็นร้อยละ 100 (ตารางที่ 6) โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจซื้อขนมชาออลด์ที่ผลิตจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่บรรจุใส่กล่องพลาสติกที่บรรจุใส่มือหุ้ม 4 ซอง และมีฝาปิดแบบใส คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือบรรจุใส่กล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยมและมีฝาปิดแบบใส คิดเป็นร้อยละ 37 บรรจุใส่กล่องพลาสติกใสทรงกลม และมีฝาปิด คิดเป็นร้อยละ 17 และบรรจุใส่กล่องพลาสติกที่บรรจุใส่มือหุ้มยาวและมีฝาปิดแบบใส คิดเป็นร้อยละ 6 และผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 39 ต้องการให้มีการวางขายขนมชาออลด์จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยบรรจุ จำนวน 15 ชิ้น ต่อหนึ่งบรรจุภัณฑ์ และขายในราคา 20 บาท รองลงมา คือ จำนวน 20 ชิ้น ราคา 30 บาท คิดเป็นร้อยละ 27 วางขายจำนวน 8 ชิ้น ในราคา 10 บาท คิดเป็นร้อยละ 18 และวางขายจำนวน 30 ชิ้น ในราคา 40 บาท

**ตารางที่ 6** ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภคและความต้องการในการบริโภคขนมชาออลด์จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภค	ร้อยละ
1. หากมีขนมชาออลด์ที่ผลิตจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่วางขายในท้องตลาด ท่านสนใจซื้อหรือไม่	
สนใจซื้อ	100
ไม่สนใจซื้อ	0
ไม่แน่ใจ	0
2. ท่านสนใจเลือกซื้อขนมชาออลด์ที่ผลิตจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในรูปแบบใด	
บรรจุใส่กล่องพลาสติกใสทรงกลม มีฝาปิดแบบใส	17
บรรจุใส่กล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยม มีฝาปิดแบบใส	37
บรรจุใส่กล่องพลาสติกที่บรรจุใส่มือหุ้ม 4 ซอง มีฝาปิดแบบใส	40
บรรจุใส่กล่องพลาสติกที่บรรจุใส่มือหุ้มยาว มีฝาปิดแบบใส	6
3. ท่านคิดว่าขนมชาออลด์ที่ผลิตจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อหนึ่งบรรจุภัณฑ์ ควรขายจำนวนกี่ชิ้นและควรขายในราคากี่บาท	
8 ชิ้น ราคา 10 บาท	18
15 ชิ้น ราคา 20 บาท	39
20 ชิ้น ราคา 30 บาท	27
30 ชิ้น ราคา 40 บาท	16

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมชาออลด์สุตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งร้อยละ 50 ซึ่งมีลักษณะปรากฏดี ตัวขนมเป็นรูปหยดน้ำตั้งยอด มีกลิ่นหอมของข้าวและสีขนมตามธรรมชาติจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผู้บริโภคชื่นชอบมากกว่าสุตรทางการค้าที่มีกลิ่นหอมจากการอบควันเทียนและเติมแต่งสีด้วยสีผสมอาหาร ซึ่งต่างจากขนมชาออลด์สุตรทางการค้าทั่วไปที่มีการอบควันเทียนเพื่อให้ผลิตขนมชาออลด์มีกลิ่นหอม นอกจากนี้เนื้อสัมผัสของขนม

อาลัวจากแป้งโรลล์เบอร์รี่มีความแข็งของเปลือกนอกเล็กน้อยไม่แข็งจนเกินไป เนื้อในของขนมเหนียวนุ่มมากกว่าขนมอาลัวสูตรทางการค้าที่ใช้แป้งสาลีที่ทำให้เนื้อขนมเหนียวเกินไป เพราะแป้งสาลีมีกลูเตนที่มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น จึงส่งผลให้ผู้บริโภคให้การยอมรับขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ไม่แห้งร้อยละ 50 และถ้าหากมีขนมอาลัวที่ผลิตจากแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่วางขายในท้องตลาด และผู้บริโภคมีความสนใจที่จะซื้อขนมอาลัวจากแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ คิดเป็นร้อยละ 100 จากจำนวนผู้บริโภคทั้งหมด

## วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ขนมอาลัวจะมีสีม่วงเข้มขึ้น เนื่องจากสีม่วงของข้าวโรลล์เบอร์รี่ตามธรรมชาติและมีกลิ่นหอมของข้าวโรลล์เบอร์รี่ ซึ่งขนมอาลัวสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ไม่แห้งจะมีกลิ่นของข้าวที่ชัดเจนกว่าสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ฟรีเจลาทีนซ์ ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ไม่แห้ง ไม่ได้ผ่านขั้นตอนการแช่น้ำข้ามคืนและไม่ได้ผ่านการนึ่งให้สุกเหมือนแป้งข้าวฟรีเจลาทีนซ์ จึงทำให้เม็ดแป้งในเมล็ดข้าวไม่เกิดรอยปริแตก จึงคงสภาพของสีและสารให้กลิ่นไว้ได้ดี ซึ่ง Gomez *et al.* (2010) อธิบายว่า วิธีการไม่แห้ง เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารต่ำและยังมีปริมาณน้ำสูญเสียน้อยกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการไม่เปียก ขนมอาลัวมีสีม่วงตามธรรมชาติจึงไม่จำเป็นต้องใส่สีผสมอาหารเพิ่มและได้กลิ่นหอมของข้าวโรลล์เบอร์รี่คงอยู่ในตัวขนมในด้านเนื้อสัมผัส ขนมอาลัวที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ไม่แห้งมีความแข็งของตัวขนมต่ำกว่าสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ฟรีเจลาทีนซ์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการผลิตแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ฟรีเจลาทีนซ์เซชันที่มีการนำข้าวไปแช่และนึ่งให้สุกด้วยความร้อน ซึ่งเป็นวิธีการให้ความร้อนซึ่งส่งผลให้เม็ดแป้งเกิดการสูญเสียโครงสร้าง คำกล่าวอ้างการพองตัวและความสามารถในการละลายลดลง ส่วนความเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น (Srisangwan, 2012) ส่งผลให้ขนมอาลัวมีความนุ่มน้อยลงและมีความแข็งมากขึ้น และในการตกผลึกของน้ำตาลที่เปลือกของตัวขนมอาลัวอาจส่งผลทำให้เกิดเปลือกนอกที่มีความกรอบเคลือบตัวขนมอาลัวไว้ ขนมอาลัวจึงมีลักษณะที่เปลือกด้านนอกแข็งเล็กน้อยและเนื้อด้านในมีความเหนียวนุ่ม ทั้งนี้การเกิดเจลของขนมอาลัวตามสูตรปกติที่ใช้แป้งสาลี จะเกิดขึ้นเมื่อเม็ดสตาร์ชได้รับความร้อนแล้วดูดซับน้ำและเกิดการพองตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง กลูเตนในแป้งสาลีจะเกี่ยวพันกับโมเลกุลของสตาร์ชที่จับกันเป็นร่างแห โมเลกุลของน้ำตาลจะแทรกตัวอยู่ระหว่างสายพอลิเมอร์ และเมื่อมีความเข้มข้นสูงพอจะเกิดเป็นผลึกน้ำตาลแทรกอยู่ในเจล โปรตีนในกะทิซึ่งมีโครงสร้างแบบกลุ่มก้อน (globular protein) จะเกิดการคลายตัวออกเมื่อให้ความร้อนแล้วแทรกตัวอยู่ในร่างแห (Srisangwan, 2012) ไขมันจากกะทิอาจจะถูกดูดซับที่บริเวณผลึกน้ำตาล สตาร์ชและกลูเตน ทำให้ได้เจลที่มีลักษณะเป็นเจลเหนียว (Srisangwan, 2012) แต่จะเห็นได้ว่าในงานวิจัยนี้มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่บางส่วน ซึ่งเนื้อขนมจะยึดเกาะกันและมีความเหนียวไม่เหมือนกับการใช้แป้งสาลีทั้งหมด ดังนั้นขนมอาลัวจากแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่มีเจลที่ค่อนข้างเหนียวมากเมื่อมีการทดแทนแป้งในระดับที่เพิ่มขึ้น ในงานวิจัยของ Sinchaipanit *et al.* (2017) รายงานว่า การใช้แป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละที่สูงขึ้น ส่งผลให้บราวนี่มีลักษณะคุณภาพของเนื้อสัมผัสดีด้อยลง เนื้อสัมผัสมีความแน่นและร่วนมากขึ้น รวมทั้งมีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลี โดยแป้งสาลีทั่วไปมีองค์ประกอบเป็นโปรตีนไกลอะดีน (Gliadin) และกลูเตนิน (Glutenin) ซึ่งมีคุณสมบัติในการรวมตัวเป็นร่างแหและกักเก็บอากาศหรือก๊าซไว้ได้ ทำให้ขนมอบมีเนื้อสัมผัสที่เป็นโครงสร้างที่แข็งแรง ในขณะที่แป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่ไม่มีโปรตีนดังกล่าว (Sinchaipanit *et al.*, 2017) ซึ่งจากงานวิจัยนี้พบว่าขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโรลล์เบอร์รี่แบบไม่แห้งจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งน้อยกว่าสูตรควบคุม แต่ในทาง

กลับกันขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งพรีเจลาทีโนส มีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากที่สุด ดังนั้นการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาาลีในขนมอาลัวจึงอาจทดแทนได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

### สรุปผลการวิจัย

แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แบบไม่แห้งและพรีเจลาทีโนส สามารถใช้ทดแทนแป้งสาาลีในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวได้ โดยผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้มีลักษณะปรากฏดี ตัวขนมเป็นรูปทรงหยดน้ำตั้งยอด มีเปลือกนอกแห้งเปราะและเนื้อสัมผัสด้านในมีความเหนียวนุ่ม ซึ่งขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทีโนสมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้ง นอกจากนี้ขนมอาลัวที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังมีกลิ่นหอมของข้าว และมีสีม่วงตามธรรมชาติของข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยไม่จำเป็นต้องเติมแต่งสารสังเคราะห์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยสูตรที่สามารถขึ้นรูปได้ง่ายและมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด คือ ขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่แห้ง ร้อยละ 50 ดังนั้นการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมอาลัวจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2559 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

### เอกสารอ้างอิง

- Agriculture Editorial Department. (2014). *Nutrition of Riceberry*. Retrieved March 25, 2016, from <http://www.riceberry.net>. (in Thai)
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International, 17<sup>th</sup>ed.* AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2016). *Official Methods of Analysis of A.O.A.C International, 20<sup>th</sup>ed.* AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Bainak, J., Wongpakdee, R. and Suksomboon, A. (2015). Development of Dried Rice Noodle (Kanom-geen) from Riceberry. *Agricultural Science Journal*, 46(3) (Suppl.), 361-364. (in Thai)
- Boontun, C, Lomeniem T., Saimo Chu, J. and Thumthanaruk, B. Comparison of Rice Berry Flour and Sweeteners Affecting Quality of Custard Cream Stuffed Rice Berry Chinese Bun. (2015). *Agricultural Science Journal*, 46(3) (Suppl.), 525-528. (in Thai)
- Chuaykarn, N., Laohakunjit, N., Suttisansanee, U., Hudthagosol, C. and Somboonpanyakul, P. (2013). Effect of Riceberry Flour on Physico-chemical and Sensory Properties of Low Fat Ice Cream. *Agricultural Science Journal*, 44(2) (Suppl.), 589-592. (in Thai)
- Dejkunchorn, C. (2006). *Thai Desserts 1*. Bangkok: Sataporn Books Co. (in Thai)

- Gomez, M., Elena, R.P. & Bonastre. O. (2010). Influence of flour mill streams on cake quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 1794-1800.
- Hutakowit, W., Soiraya, B., Suttimit, C., Petcharut, K., Suteebut, N., Kosum, S., Boonyasawat, J. and Sakulyuenyongsuk, N. (2009). Development of sliced breakfast and ice cream cone from Khao Hom Nil. *RMUTP Research Journal*, 3(2), 209-221. (in Thai)
- Kee-ariyo, C., Bunna, P., Manaroj, A. and Dangsungwal, N. (2012). The Development Thai dessert from local herbs. Retrieved June 23, 2016, from [http://iqa.rmutp.ac.th/evidence/file\\_attach/2555-3/2555-3-5.3-obt3.pdf](http://iqa.rmutp.ac.th/evidence/file_attach/2555-3/2555-3-5.3-obt3.pdf). (in Thai)
- Konmun, P., Srithoop, V. and Suksomboon, A. (2013). Effect of Pregelatinized Rice Flour on the Properties of Kanom Chan. *Agricultural Science Journal*, 44(2) (Suppl.), 425-428. (in Thai)
- Parnsakhorn, S., Lungapin, J., Chaiyaphol, A., and Sookpasan, A. (2018). Effect of drying on physicochemical properties of noodles made from Parboiled Hom-Nin brown rice flour with mixed rice flour. *KHON KAEN Agricultural Journal*, 46(1), 117-128. (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2006). *Food Chemistry*. (2<sup>nd</sup> ed.). Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Sinchaipanit, P., Budpong, K., Disni, S.I & Twichatwitayakul, R. (2017). Influences of Rice Berry Flour as a Wheat Flour Substitute in Brownie: Textural and Quality Attributes. *SDU Research Journal Sciences and Technology*, 10(2), 69-80. (in Thai)
- Srisangwan, N. (2012). Nutritional improvement of A-Lua and Foi-Thong by using non-sugar sweetener. Retrieved June 23, 2016, from [http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Nuttarat\\_Srisangwan/fulltext.pdf](http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Nuttarat_Srisangwan/fulltext.pdf). (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI). (2009). Thai Community Product Standards; Thai desserts (1/2552). Retrieved June 23, 2016, from <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html>.