

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์แป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน

วรารัตน์ สานนท์^{1*} ดวงกมล แสงธีรกิจ²

Received : August 27, 2020

Revised : December 18, 2020

Accepted : December 22, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลและสารสกัดน้ำอัญชันที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพ เคมีและทางประสาทสัมผัสต่อขนมอาลาว์ ผลการทดลองพบว่าการเสริมสารสกัดน้ำอัญชันจากร้อยละ 3 ถึง 7 มีค่าความเป็นสีน้ำเงิน (b*) และสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเสริมสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 7 มีค่าของสีน้ำเงินสูงที่สุด เท่ากับ -6.45 ± 0.62 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด เท่ากับ 65.35 ± 0.63 mg GAE/g ส่วนประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณแอนโธไซยานิน ค่าความแข็งและค่าการเกาะตัวกันของขนมอาลาว์มากขึ้นตามปริมาณการเติมน้ำอัญชันที่เพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าการเสริมแป้งข้าวหอมที่ร้อยละ 10 และปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 7 มีค่าคะแนนความชอบสูงสุด เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปสำรวจการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ามีค่าคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมที่คะแนน 7.92 7.24 7.44 7.58 และ 7.68 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ขนมอาลาว์ แป้งข้าวหอมนิล อัญชัน แอนโธไซยานิน

¹ อาจารย์ สาขาวิชาการจัดการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
อีเมล: wararat@webmail.npru.ac.th

² อาจารย์ สาขาวิชาการจัดการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
อีเมล: Sangteerakij@gmail.com

*ผู้รับผิดชอบหลัก อีเมล: wararat@webmail.npru.ac.th

DEVELOPMENT OF PRODUCTS FROM KHANOM A-LUA HOMNIL RICE FLOUR SUPPLEMENTED WITH BUTTERFLY PEA WATER EXTRACT

Wararat Sanon^{1*} Duangkamon Sangteerakij²

Abstract

The objective of this research was to study the effect of the physical-chemical and sensory qualities of Homnil rice flour and butterfly pea water extract on the quality of Khanom A-Lua. The result showed that increasing the level of butterfly pea water extract from 3% to 7% significantly increased the b^* value in blue (-6.45 ± 0.62) and total phenolic content (65.35 ± 0.63 mg GAE/g). The apparent antioxidant activity, anthocyanin content, hardness and cohesiveness of Khanom A-Lua increased with an increase of a butterfly pea water extract level. The result from sensory quality evaluation showed that 10% of Homnil rice flour and 7% of butterfly pea water extract used gained the highest acceptance. Consumer survey scores of the finished product in terms of color, odor, taste, texture and overall satisfaction were 7.92 7.24 7.44 7.58 and 7.68, respectively.

Keywords: Khanom a-lua, Homnil rice flour, Butterfly pea, Anthocyanin

¹ Lecturer in Department of Food Management, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, e-mail: wararat@webmail.npru.ac.th

² Lecturer in Department of Food Management, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, e-mail: Sangteerakij@gmail.com

*Corresponding author e-mail: wararat@webmail.npru.ac.th

บทนำ

ขนมอาลัวเป็นขนมไทยที่มีแป้งสาลี หัวกะทิ และน้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบหลัก ผิวด้านนอกเป็นน้ำตาลแข็ง ด้านในเป็นแป้งหนืด ด้วยจุดเด่นของรูปแบบเป็นทรงคล้ายหยดน้ำ มีกลิ่นหอมหวาน มักทำเป็นชิ้นเล็ก ๆ และมีสีสันหลากหลาย ลักษณะที่ดีของขนมอาลัวคือข้างนอกบางกรอบ แห้งเป็นเกล็ด ข้างในเลื่อมมันเป็นยางมะตูม มียอหรือปลายขนม (อาผญา สันตะกุล และคณะ, 2549) ผ่านการอบลมร้อนหรือการตากแห้งเพื่อให้ขนมมีลักษณะภายนอกกรอบและอยู่ตัว ขนมอาลัวเหมาะแก่การซื้อเป็นของฝากและนิยมผลิตจำหน่ายกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าขนมไทยหลาย ๆ ชนิด

ข้าวหอมชนิด (*Oryza Sativa* Linn.) เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงดำประกอบด้วยสารแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) ที่ประกอบด้วยสารสีม่วงเข้ม (Cyanidin) และสารสีชมพูอ่อน (Peonidin) และสารโปรแอนโธไซยานิดิน (Proanthocyanidin) ที่เป็นสารสีน้ำตาล สารเหล่านี้ผสมกันเป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทำหน้าที่จับกับอนุมูลอิสระ ทำให้กลไกการทำงานของร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าปกติ นอกจากนี้แอนโธไซยานินยังมีความสมบัติช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจและสมอง บรรเทาโรคเบาหวาน ช่วยบำรุงสายตา เพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นในเวลากลางคืน (Chrispeels & David, 1994) ข้าวหอมชนิดมีประโยชน์ทางโภชนาการโดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 ไขมันร้อยละ 12 -13 และประกอบไปด้วยธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งสูงกว่าข้าวขาวหอมมะลิ รวมทั้งมีสารหอมระเหยจำพวก cyclohexanone อยู่ในปริมาณมาก ด้วยคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดีทำให้มีความเหมาะสมสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหาร (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2554) มีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เช่น คุกกี้แป้งข้าวหอมชนิด และขนมเปียกกล้วย (ธีรณัฐ ฉายศิริโชติ, และณัฏยา เมฆราวี, 2560; อริสรา รอดมัย และอรุมา จิตรวโรภาส, 2550) เป็นต้น ในส่วนของดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* Linn.) ชื่อสามัญเรียกว่า Butterfly pea เป็นพืชสมุนไพรล้มลุก มีสรรพคุณทางยาที่หลากหลาย แบ่งตามสีของกลีบดอก ได้แก่ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีม่วงอ่อน และสีขาว ซึ่งสีของกลีบดอกแตกต่างกันออกไปตามโครงสร้างรงควัตถุในการให้สีที่แตกต่างกัน (Kazuma et al., 2003) โดยพบว่า ในดอกอัญชันประเภทกลีบสีน้ำเงินจะมีสารแอนโธไซยานินชนิดเทอนาทิน (Ternatin) ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลางถึงในระดับสูง และยังมีรายงานเรื่องฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของแอนโธไซยานิน พบว่า แบคทีเรียแกรมบวกมีความไวต่อแอนโธไซยานินมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบอีกด้วย (Cisowska et al., 2011) นอกจากนี้ดอกอัญชันเป็นดอกไม้ที่รับประทานได้ มีสีที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะแต่ไม่มีกลิ่นและรสชาติ ทำให้สามารถผสมในขนมหวานหรืออาหารได้โดยไม่ทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลงมากนัก มีการนำดอกอัญชันเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารอีกหลายชนิด เช่น ขนมชั้น ขนมชาหริ่ม กะละแม้อัญชัน และดอกอัญชันแผ่น เป็นต้น (กรรณิการ์ พรหมเสาร์ และนันทา เบญจศิลาลักษณ์, 2542; ปิณฑสุทธิ์ สุวรรณเลิศ, 2555;

กุลบดี ดันติจันรรจ์, อนุวัตร แจ่มชัด และคณะ, 2557) ในปัจจุบันมีการผลิตขนมอาลัวหลากหลายรูปแบบโดยใช้สีธรรมชาติและสีสังเคราะห์ให้เกิดสีสันที่สวยงาม การเติมน้ำอัญชันจึงเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวมีสีน้ำเงินแตกต่างจากสีขนมอาลัวที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำแป้งข้าวหอมนิลและสารสกัดน้ำอัญชันมาเสริมในขนมอาลัว เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบท้องถิ่นส่งเสริมและพัฒนาขนมไทยที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ และยังเป็นการเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภคอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลที่เหมาะสมในขนมอาลัว
2. เพื่อศึกษาปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันที่เหมาะสมในขนมอาลัว
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ เคมีและทางประสาทสัมผัสที่มีต่อขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน

วิธีดำเนินการวิจัย

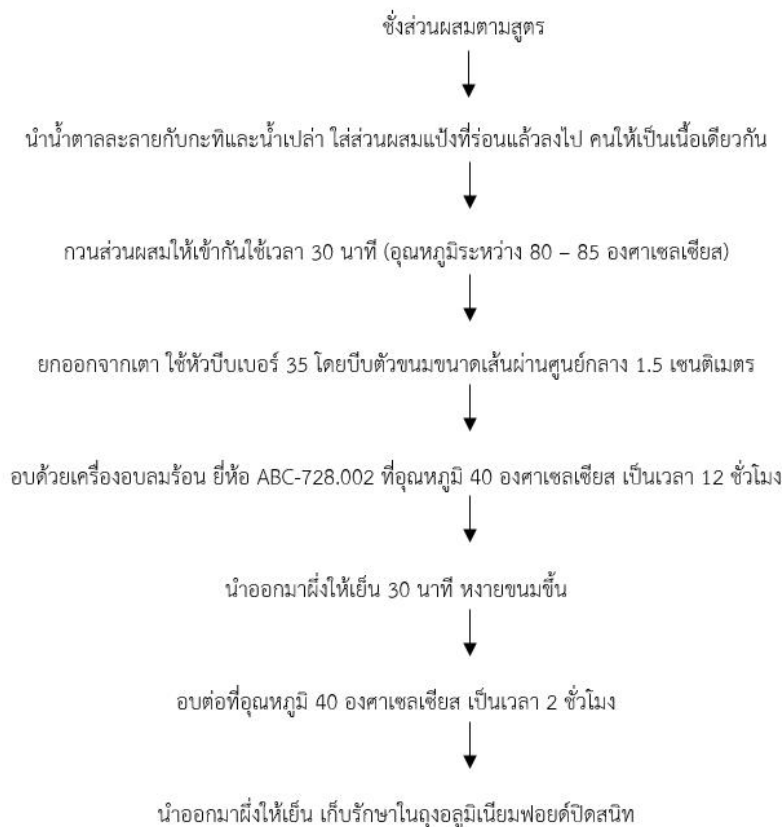
1. ศึกษาและคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมอาลัว
ศึกษาและคัดเลือกขนมอาลัวสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยอัตราส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1 และนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale Test โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน กำหนดปัจจัยคุณภาพไว้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม แล้วคัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุด

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของสูตรพื้นฐานขนมอาลัว 3 สูตร

ส่วนผสม	ปริมาณวัตถุดิบ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีอเนกประสงค์	25	137	-
แป้งเค้ก	-	-	50
แป้งถั่วเขียว	47	29	-
น้ำตาลทรายขาว	166	218	123
กะทิ	250	285	225
น้ำเปล่า	233	-	-

หมายเหตุ สูตรที่ 1 : วิritti จันทรทรัพย์ (2558), สูตรที่ 2 : นิดดา หงส์วิวัฒน์ (2550), สูตรที่ 3 : ดัดแปลงจาก อาฒยา สันตะกุล และคณะ (2549)

กระบวนการผลิตขนมอาลัวสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตอาลัวสูตรพื้นฐาน

2. ศึกษาการเสริมปริมาณแป้งข้าวหอมนิลในขนมอาลัว

คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดจากข้อ 1 มาทำการศึกษาการเสริมปริมาณแป้งข้าวหอมนิลที่แตกต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยให้ปริมาณขององค์ประกอบอื่นเท่ากันในแต่ละสูตร จากนั้นนำขนมอาลัวที่ผลิตมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสตามวิธีการข้อที่ 1

3. ศึกษาปริมาณของสารสกัดน้ำอัญชันในขนมอาลัว

คัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดจากข้อ 2 มาศึกษาปริมาณของสารสกัดน้ำอัญชันเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่แตกต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 3, 5 และ 7 โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยใช้ขนมอาลัวที่ไม่ผ่านการเติมสารสกัดจากน้ำอัญชันเป็นตัวอย่างควบคุม

การเตรียมสารสกัดน้ำอัญชัน เตรียมโดยใช้ดอกอัญชันสดและน้ำในอัตราส่วน 1 : 2 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที กรองและพักไว้ให้เย็นจะได้น้ำอัญชันสำหรับการทดลอง โดยให้ปริมาณขององค์ประกอบอื่นเท่ากันในแต่ละสูตร จากนั้นนำขนมอาลัวที่ผลิตได้มาทดสอบคุณลักษณะ ดังนี้

3.1 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตามวิธีการข้อที่ 1

3.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter lab ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ ค่า 100 หมายถึง วัตถุที่มีค่าความสว่างสีขาว) ค่าสี a* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) ค่าสี b* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (รุ่น TA.XT. plus) ได้แก่ ค่าความแข็ง (hardness) และความสามารถเกาะตัวกัน (cohesiveness) ใช้หัววัดแบบทรงกระบอก (cylinder probe, P/50) กำหนดอัตราเร็วก่อนวัด (Pre-test speed) 10.0 mm/s. อัตราเร็วขณะวัด (Test speed) 1.0 mm/s. อัตราเร็วหลังวัด (Post-test speed) 10.0 mm/s.

3.3 คุณลักษณะทางเคมี

ตรวจวัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin ciocalteu (ดัดแปลงจากวิธีการของ Tsai., Tsai & Ho, 2005) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate (DPPH) และวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินรวมด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-Differential method) (ดัดแปลงจากวิธีการของ Wrolstad, 1976)

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและคุณลักษณะทางเคมีด้านคุณค่าทางโภชนาการของขนมอบแล้วแบ่งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอ้อยชั้น

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุด มาทำการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales และตรวจวัดปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณเถ้าตามวิธีการของ AOAC (2016) รวมทั้งคาร์โบไฮเดรต และปริมาณพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณจากปริมาณสารอาหารหลักทั้งโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ เคมีและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมอาลัว

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมอาลัวทั้ง 3 สูตร และได้ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีการให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า สูตรพื้นฐานที่ 3 ได้รับคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมและมีความแตกต่างกับสูตรพื้นฐานที่ 1 และ 2 อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนความชอบด้านกลิ่นพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.03 ± 1.22 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสภายในนุ่ม ภายนอกเป็นผลึกแข็งต้งยอตตามลักษณะที่ดีของขนมอาลัว (อาผยา สันตะกุล และคณะ, 2549) จึงพิจารณาคัดเลือกขนมอาลัวสูตรที่ 3 เพื่อนำมาศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลในขนมอาลัวในขั้นต่อไป

ตารางที่ 2 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมอาลัวสูตรพื้นฐาน

สูตรที่	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.20 ± 1.10^b	6.80 ± 1.06	5.77 ± 1.33^b	5.70 ± 1.64^b	6.07 ± 1.20^b
2	6.73 ± 1.02^{ab}	6.40 ± 0.97	6.07 ± 1.11^b	5.87 ± 1.17^b	6.20 ± 0.96^b
3	6.90 ± 1.42^a	6.50 ± 1.08	6.83 ± 1.23^a	7.07 ± 1.20^a	7.03 ± 1.22^a

หมายเหตุ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่กำกับต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษร ns ที่กำกับในแนวดิ่ง หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. ผลการศึกษาการเสริมปริมาณแป้งข้าวหอมนิลในขนมอาลัว

นำขนมอาลัวสูตรที่ 3 ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดมาทำการศึกษารวมแป้งข้าวหอมนิลที่เหมาะสมในขนมอาลัว มีการแปรค่าปริมาณออกเป็นร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากการศึกษา พบว่า สูตรที่เสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แตกต่างกับสูตรพื้นฐานที่ 1 และ 2 อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 3 คะแนนความชอบด้านสีและรสชาติพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) พบว่าสูตรที่เสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 6.17 ± 1.09 รองลงมาคือสูตรที่เสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.60 ± 1.04 และสูตรที่เสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 15 มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.47 ± 1.17 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยขนมอาลัวที่เสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 มีลักษณะปรากฏของขนมอาลัว

เปลือกนอกมีสีของผลิตภัณฑ์ที่เป็นสีเทา ด้านในมีจุดแบ่งสีน้ำตาลเทากระจายรอบผลิตภัณฑ์ตามลักษณะของสีแบ่งข้าวหอมนิล ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคได้ ซึ่งโดยทั่วไปคุณลักษณะด้านสีถือเป็นปัจจัยสำคัญในการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ รวมถึงแบ่งข้าวหอมนิลซึ่งมีผลต่อการเกิดเจลในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่โดยปกติจะใช้แป้งสาลี เมื่อเม็ดสตาร์ชได้รับความร้อนจะดูดซึมน้ำและเกิดการพองตัว เมื่ออุณหภูมิลดลงกลูเตนในแป้งสาลีจะเกี่ยวพันโมเลกุลกับเม็ดสตาร์ชเป็นโครงสร้างร่างแห โมเลกุลของน้ำจะแทรกอยู่ระหว่างสายพอลิเมอร์ เมื่อมีความเข้มข้นสูงพอจะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์น้ำตาลแทรกอยู่ในเจล โปรตีนในกะทิมีโครงสร้างแบบกลุ่มก้อน จะเกิดการคลายตัวออกเมื่อได้รับความร้อนแล้วทำให้แทรกตัวอยู่ในร่างแห ไขมันจากกะทิอาจถูกดูดซับที่บริเวณผลิตภัณฑ์น้ำตาล สตาร์ชและกลูเตน ทำให้ได้เจลที่มีลักษณะเป็นเจลเหนียว (ณัฐรัตน์ ศรีสังวาล, 2555) เมื่อเสริมแบ่งข้าวหอมนิลเข้าไปเนื้อขนมจึงยึดเกาะตัวกันและมีความเหนียวไม่เหมือนกับการใช้แป้งสาลีทั้งหมด ขนมอาลัวเสริมแบ่งข้าวหอมนิลจึงมีลักษณะเนื้อภายในเป็นเจลที่ค่อนข้างเหนียวกว่าเมื่อมีการเสริมแบ่งข้าวเพิ่มขึ้น เป็นไปในทางเดียวกับงานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแบ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (นพพร หงส์พันธุ์ และคณะ, 2562) โดยขนมอาลัวที่ทดแทนแบ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่ฟรีเจลาทีโนซึ่งมีความแข็งเพิ่มขึ้นจึงสามารถทดแทนแบ่งสาลีได้บางส่วน ผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่เสริมด้วยแบ่งข้าวหอมนิลในระดับร้อยละ 15 จึงมีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมอาลัวเสริมแบ่งข้าวหอมนิล

ปริมาณแบ่งข้าวหอมนิล (ร้อยละ)	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
5	5.90±1.12	5.30±0.92 ^b	5.77±1.20	5.47±1.36 ^{ab}	5.60±1.04 ^b
10	5.90±1.03	6.17±1.01 ^a	5.83±1.13	5.83±1.18 ^a	6.17±1.09 ^a
15	5.80±0.93	5.50±1.11 ^b	5.50±1.25	5.23±1.14 ^b	5.47±1.17 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่กำกับต่างกันในแนวนอง หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษร ns ที่กำกับในแนวนอง หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

รวมถึงการเพิ่มปริมาณแบ่งข้าวหอมนิลมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีม่วงคล้ำมากขึ้น เป็นเพราะแบ่งข้าวหอมนิลมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์คือแอนโธไซยานินที่มีสีม่วง สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรณูช ฉายศิริโชติ และณัฏยา เมฆรวี (2561) ที่ศึกษาการใช้แบ่งข้าวสีนิลทดแทนแบ่งสาลีในส่วนเปลือกของขนมเปียะกุหลาบที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ค่าความสว่างลดลง เมื่ออัตราส่วนของแบ่งข้าวสีนิลต่อแบ่งสาลีเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในขั้นตอนการอบมีการให้ความร้อนต่อเนื่องทำให้น้ำตาลในส่วนผสมเกิดกระบวนการคาราเมลไลเซชัน (caramelization) ซึ่งส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ (อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2544) จึง

พิจารณาคัดเลือกขนมอ้าวเสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 มาศึกษาปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันในขนมอ้าวในขั้นต่อไป เพื่อพัฒนาด้านสีให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. ผลการศึกษาปริมาณของสารสกัดน้ำอัญชันในขนมอ้าว

การศึกษาปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันเสริมในขนมอ้าวแป้งข้าวหอมนิล เนื่องจากการใช้แป้งข้าวหอมนิลถึงจะมีสีน้ำตาลม่วงแต่เมื่อเสริมในผลิตภัณฑ์มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยความชอบลดลง ดังนั้นในการพัฒนาสูตรขนมอ้าวจึงพิจารณาคูณลักษณะด้านสีเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการนำขนมอ้าวแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 เสริมสารสกัดน้ำอัญชันที่ระดับร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 3, 5 และ 7 โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก เพื่อพัฒนาคุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสของขนมอ้าว ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมอ้าวแป้งข้าวหอมเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า สูตรที่เสริมสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 7 ได้รับความเห็นชอบคุณลักษณะในด้านสีแตกต่างกับร้อยละ 0, 3 และ 5 อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.53 ± 0.78 สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณศีกา ช่วยพัฒน และคณะ (2563) พบว่าการแช่ข้าวเหนียวด้วยน้ำดอกอัญชันก่อนกระบวนการผลิตข้าวพองได้รับความชอบจากผู้ทดสอบชิมในคุณลักษณะทางด้านสีมากกว่าข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเหนียวธรรมดา ในส่วนลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า สูตรที่เสริมสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 3 มีความแตกต่างกับ 0, 5 และ 7 อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.53 ± 1.04 ในส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาพบว่าสูตรที่เสริมสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 7 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงสุดในด้านสี รสชาติและความชอบโดยรวมใกล้เคียงชุดควบคุมซึ่งเป็นตามคุณลักษณะที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 4 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมอ้าวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน

ปริมาณสารสกัด น้ำอัญชัน (ร้อยละ)	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม ^{ns}
0 (ตัวอย่างควบคุม)	7.10±0.80 ^b	7.30±1.09	7.13±1.25	6.90±0.88 ^b	7.30±0.60
3	7.03±0.56 ^b	7.33±0.76	7.27±1.20	7.53±1.04 ^a	7.27±0.94
5	7.13±0.43 ^b	7.36±0.76	7.27±1.31	7.40±0.97 ^{a,b}	7.30±0.70
7	7.53±0.78 ^a	7.03±0.72	7.40±1.04	7.17±1.42 ^{a,b}	7.37±0.67

หมายเหตุ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่กำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษร ns ที่กำกับในแนวตั้ง หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าสี พบว่า ขนมาลาวแบ่งข้าวหอมนิลที่เสริมสารสกัดน้ำอัญชันในปริมาณมากมีค่าความสว่าง L^* ลดลง และมีค่าความเป็นสีน้ำเงิน b^* มากขึ้น เท่ากับ 55.17 ± 1.22 และ -6.45 ± 0.62 เนื่องจากในดอกอัญชันประเภทกลีบสีน้ำเงินจะมีสารแอนโทไซยานินชนิดเทอนาทิน ทำให้เกิดสีม่วงคราม-น้ำเงินแก่ผลิตภัณฑ์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนพนนท์, ม.ป.ป.) เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางกายภาพด้านความแข็งแรงพบว่า การเสริมสารสกัดน้ำอัญชันในปริมาณที่มากขึ้นมีผลต่อค่าความแข็งที่เปลือกภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่มากขึ้น เนื่องจากการตกผลึกของน้ำตาลจึงทำให้ขนมาลาวมีส่วนเปลือกแข็งที่หนาหุ้มอยู่รอบ ๆ ส่วนเนื้อในมีลักษณะเป็นเจลเหนียว ด้านค่าการเกาะตัวกัน พบว่า มีลักษณะเกาะติดกันและมีความนิ่มมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเสริมของน้ำอัญชัน สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐรัตน์ ศรีสังวาล (2555) ที่ศึกษาการใช้สารแทนความหวานในขนมาลาวและฝอยทอง พบว่า การใช้สารแทนความหวานซอร์บิทอลและมอลทิทอลที่เป็นสารคงความชื้น สามารถเกาะน้ำไว้ในผลิตภัณฑ์ได้มาก ส่งผลให้เนื้อในของขนมมีความนิ่มเพราะน้ำมีคุณสมบัติเป็นพาสติไซเซอร์ที่ดี ทำให้มีผลต่อคุณลักษณะด้านการเกาะติดกันของเนื้อขนมภายใน ดังนั้นการเสริมปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ขนมาลาวมีเนื้อภายในที่นิ่มลง

จากผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพด้านสี ค่า $L^*a^*b^*$ ของขนมาลาวแบ่งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 0, 3, 5 และ 7 ดังตารางที่ 5 พบว่า การใช้ปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันในปริมาณต่าง ๆ กัน มีผลให้ค่า $L^*a^*b^*$ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) มีค่าความสว่าง L^* มากที่สุดเท่ากับ 69.97 ± 2.28 เมื่อพิจารณาค่าแสดงความเป็นสีน้ำเงิน b^* จากการเพิ่มปริมาณสารสกัดน้ำอัญชัน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันที่ปริมาณ 3, 5 และ 7 ส่งผลให้มีค่าความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้นตามลำดับ และที่ปริมาณร้อยละ 7 มีค่าสีน้ำเงินมากที่สุดเท่ากับ -6.45 ± 0.62 และมีค่าแสดงความเป็นสีแดงมากที่สุดเท่ากับ -1.71 ± 0.12 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสารสกัดน้ำอัญชันส่งผลทำให้ค่าความสว่างลดลง แต่ค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีแดงเพิ่มขึ้น เนื่องจากดอกอัญชันประเภทกลีบสีน้ำเงินจะมีสารแอนโทไซยานินชนิดเทอนาทิน ทำให้เกิดสีม่วงคราม-น้ำเงินแก่ผลิตภัณฑ์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนพนนท์, ม.ป.ป.) จากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพเนื้อสัมผัส พบว่า การใช้ปริมาณสารสกัดน้ำอัญชันในปริมาณต่าง ๆ มีผลให้ค่าความแข็งแรงและการเกาะตัวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางกายภาพด้านความแข็ง พบว่า การเสริมสารสกัดน้ำอัญชันในปริมาณที่มากขึ้นมีผลต่อค่าความแข็งที่เปลือกภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่มากขึ้น เนื่องจากการตกผลึกของน้ำตาลจึงทำให้ขนมาลาวมีส่วนเปลือกแข็งที่หนาหุ้มอยู่รอบ ๆ ส่วนเนื้อในมีลักษณะเป็นเจลเหนียว

ตารางที่ 5 คะแนนคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน

คะแนน คุณลักษณะทาง กายภาพและเคมี	ปริมาณสารสกัดน้ำอัญชัน (ร้อยละ)			
	0	3	5	7
ลักษณะปรากฏ				
ค่าสี L*				
	69.97±2.28 ^a	57.97±2.58 ^b	55.26±1.23 ^b	55.17±1.22 ^b
a*	-0.86±0.14 ^c	-1.28±0.07 ^b	-1.68±0.05 ^a	-1.71±0.12 ^a
b*	5.10±0.42 ^d	-3.03±0.46 ^c	-4.60±0.33 ^b	-6.45±0.62 ^a
ค่าความแข็ง (N)	30.57±4.01 ^c	60.96±2.60 ^b	53.00±6.13 ^b	90.83±3.60 ^a
การเกาะตัวกัน	0.08±0.01 ^c	0.13±0.01 ^a	0.12±0.01 ^b	0.12±0.01 ^b
Total phenolic content (mg GAE/g)	40.17±0.27 ^d	50.81±0.21 ^c	56.67±0.72 ^b	65.35±0.63 ^a
DPPH (%inhibition)	8.23±1.12 ^c	16.60±0.31 ^b	20.63±0.71 ^a	22.05±0.71 ^a
Anthocyanin (mg/g)	13.51±0.80 ^c	24.91±1.48 ^b	41.71±1.82 ^a	42.32±0.91 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่กำกับต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีโดยวัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และแอนโทไซยานิน พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำอัญชันในผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำอัญชันที่เพิ่มขึ้นด้วย โดยการเสริมปริมาณน้ำอัญชันร้อยละ 7 มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 22.05 ± 0.71 และ 42.32 ± 0.91 mg/g สอดคล้องกับการศึกษาของ Cevallos-Casals, & Cisneros-Zevallos (2004) รายงานว่าสารสกัดจากมันเทศสีแดงและแครอทม่วงที่มีโครงสร้างของแอนโทไซยานินเป็นพวก Acylated anthocyanin มีความคงตัวสูงจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบ Polymeric เพียงเล็กน้อยหลังจากให้ความร้อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ดังนั้นสารสกัดอัญชันจึงเป็นสารให้สีที่ควรศึกษาและพัฒนาสารสกัดอัญชันให้เป็นสารให้สีตามธรรมชาติที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และงานวิจัยของอรุษา เขาวนลิขิต และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของ pH และอุณหภูมิ ต่อสีและความคงตัวของสารสกัดจากกระเจี๊ยบและอัญชัน มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้มีผลต่อความคงตัวของสีของแอนโทไซยานินเล็กน้อยต่อสารสกัดจากอัญชัน เนื่องจากโครงสร้างแอนโทไซยานินของอัญชันที่มี Acylated anthocyanin เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นการสกัดน้ำอัญชันโดยใช้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส จึงยังคงคุณค่าแอนโทไซยานินได้ เมื่อเสริมในปริมาณที่มากขึ้นผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจึงมีค่าแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเช่นกัน

4. ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและคุณลักษณะทางเคมีด้านคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมรสสกัดอัญชัน

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด คือ ขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 เสริมสารสกัดน้ำอัญชันร้อยละ 7 ที่พัฒนาได้มาทำการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง และผลการวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและคุณลักษณะเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชันที่พัฒนาได้ร้อยละ 7

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและคุณลักษณะทางเคมี	คะแนนเฉลี่ยและผลการวิเคราะห์
สี	7.92±1.08
กลิ่น	7.24±1.06
รสชาติ	7.44±1.30
เนื้อสัมผัส	7.58±0.99
ความชอบโดยรวม	7.68±1.03
ความชื้น (ร้อยละ)	9.73
โปรตีน (ร้อยละ)	3.78
ไขมัน (ร้อยละ)	16.07
เถ้า (ร้อยละ)	0.63
คาร์โบไฮเดรต (กรัม/100 กรัม)	69.79
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	438.91

สรุป

ผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์แป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชันที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้ แป้งสาลี แป้งข้าวหอมนิล น้ำตาลทราย กะทิ และสารสกัดน้ำอัญชัน (ร้อยละ 12.08, 1.21, 29.71, 54.35 และ 2.66 ตามลำดับ) ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่คงตัวดีเป็นรูปทรงหยดน้ำตัวยอด มีสีน้ำเงินอมเทา มีรสชาติหวาน การตกผลึกเปลือกภายนอกของขนมอาลาว์มาจากน้ำตาลและกะทิ เนื้อในมีลักษณะเกาะตัวและเหนียวเป็นเจล ซึ่งขนมอาลาว์ที่ใช้แป้งข้าวหอมนิลจะมีกลิ่นหอมของข้าว มีสีน้ำเงินตามธรรมชาติของอัญชัน โดยสูตรที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคคือขนมอาลาว์ที่เสริมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 และเสริมสารสกัดอัญชันที่ร้อยละ 7 ดังนั้นการเสริมแป้งข้าวหอมนิลสามารถเสริมได้บางส่วนเนื่องจากมีผลต่อเนื้อสัมผัสและสีของผลิตภัณฑ์ การเสริมน้ำอัญชันมีผลให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำเงิน รวมถึงผลิตภัณฑ์ยังคงมีสารฟีนอลิก สารต้านอนุมูลอิสระ และแอนโธไซยานินอยู่ในปริมาณมาก เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบความชอบของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบคุณลักษณะทุกด้านอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์แป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชันจึงสามารถเป็นทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่งได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงอายุการเก็บรักษาและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเพื่อการค้าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาการจัดการอาหาร สาขาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์การอาหาร และสาขาชีววิทยาคณวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ได้อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ พรมเสาร์, และนันทา เบญจศิลาลักษณ์. (2542). *แกหรอยสำหรับไทย*. เชียงใหม่: วรณรักษ์.

กุลปติ ตันติจันรรจ์, อนุวัตร แจ่มชัด, กมลวรรณ แจ่มชัด, วรณสวัสดิ์ รัฐพิทักษ์สันติ, และสมพร

คงเจริญเกียรติ. (2557). *การพัฒนาดอกอัญชันแผ่นผสมผลไม้เพื่อเป็นอาหารขบเคี้ยว*. การประชุม

ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52, 4 – 7 กุมภาพันธ์ 2557 ณ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ณัฐรัตน์ ศรีสังวาล. (2555). การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอ้าวและฝอยทองโดยการใช้สารให้ **ความหวานทดแทนน้ำตาล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธีรณัฐ ฉายศิริโชติ, และณัจยา เมฆราวี. (2560). การใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในส่วนเปลือกของขนม **เปียะกุหลาบ**, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 12(1), 27-39.
- นพพร หงส์พันธุ์, กิรติ เงินสมบัติ, และอินทุพร รัตนพิบูลย์. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอ้าวจาก **แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่**, วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 24(2), 782-794.
- นิตดา หงส์วิวัฒน์. (2550). **เบเกอรี่เป็นอาชีพ**. กรุงเทพฯ: แสงแดด.
- ปิ่นนัฐธิดา สุวรรณเลิศ. (2555). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์กะละแม้อัญชัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธยา รัตนพนนท์. (ม.ป.ป.). **แอนโทไซยานิน**. สืบค้นจาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1103/anthocyanin>.
- วรรณศิกา ช่วยพัฒน, ดุสิต อธิวัฒน์, ดวงกมล ด่านขับต้อน, และชนัญญ์ ผลประไพ. (2563). การพัฒนา **ผลิตภัณฑ์จากข้าวเหนียวเขี้ยวงูอินทรีย์**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9(3), 397-406.
- วิรัตน์ จันททรัพย์. (2558). **เอกสารประกอบการสอนในรายวิชาขนมไทย**, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (อัดสำเนา).
- สำนักงานวัฒนธรรมแห่งชาติ. (2554). **มหัศจรรย์นวัตกรรมข้าวไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักงานวัฒนธรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อริสรา รอดมัย, และอรอุมา จิตรวโรภาส. (2550). การผลิตคุกกี้โอตโดยใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลี **บางส่วน**. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, 3(1), 37-43.
- อรุษา เขาวนลิขิต, ศิริรัตน์ อภิขยารักษ์, สรารัตน์ คงทอง, และสุชนา ชูประทุม. (2552). ผลกระทบของ pH และอุณหภูมิ ต่อสีและความคงตัวของสารสกัดจากกระเจี๊ยบและอัญชัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(3)(พิเศษ.), 5-8.
- อาตมา สันตะกุล, อบเชย วงศ์ทอง, กาญจนา ลุศนันท์, และสมบัติ ขอทวีวัฒนา. (2549). **การพัฒนาขนมอ้าวให้ได้สูตรมาตรฐาน**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44, 30 มกราคม -2 กุมภาพันธ์ 2549 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อบเชย วงศ์ทอง, และชนิษฐา พูนผลกุล. (2544). **หลักการประกอบอาหาร**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- AOAC. (2016). **Official methods of analysis of AOAC International**. (17th ed.). Maryland: The association of office analytical chemists.
- Cevallos-Casals, B. A., & Cisneros-Zevallos, L. (2004). Stability of Anthocyanin-Based Aqueous

- Extracts of Andean Purple Corn and Red-Fleshed Sweet Potato Compared to Synthetic and Natural Colorants. **Food Chemistry**, 86(1), 69-77.
- Chrispeels, M. L. & David, E.S. (1994). **Plants Genes and Agriculture**. London: Jones and Bartlett Publishers.
- Cisowska, A., Wojnicz, D. & Hendrich, A.B. (2011). Anthocyanins as Antimicrobial Agents of Natural Plant Origin. **Natural Product Communications**, 6(1), 149-156.
- Kazuma, K., Noda, N., & Suzuki, M. (2003). Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. **Phytochemistry**, 64, 1133–1139.
- Mercadante, A.Z., & Bobbio, F.O. (2008). **Anthocyanins in Foods: Occurrence and Physicochemical Properties**. In Socaci, C. Food Colorants Chemical and functional Properties. Boca Raton: CRC Press.
- Tsai, T. H., Tsai, P. J., & Ho, S. C. (2005). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Several Commonly Species. **Journal of Food Science**, 70(1), 93–97.
- Wrolstad, R. E. (1976). **Color and pigment analyses in fruit products**. Stations Bull. Agricultural Experiment Station. Oregon State University, Corvallis.