การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์

วรารัตน์ สานนท์[1*]

Received : June 12, 2023
Revised : September 20, 2023
Accepted : October 6, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในขนมหินฝนทอง และศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ในขนมหินฝนทองที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสและกายภาพ ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่าการทดแทนที่ร้อยละ 20 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมมากที่สุด มีค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่งผลให้ขนมหินฝนทองมีสีเข้มขึ้น จากนั้นทำการศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่าสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ ร้อยละ 20 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมมากที่สุด มีค่าความสว่าง (L*) และความแข็งลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปสำรวจการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ามีค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ที่คะแนน 7.66, 7.76, 8.14, 8.16, 7.80 และ 8.20 คะแนน ตามลำดับ ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์สูตรดังกล่าวพบว่ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และใยอาหารร้อยละ 60.98, 6.93, 10.60 และ 1.84 ตามลำดับ มีปริมาณแอนโธไซยานิน 213.50 µg/g

คำสำคัญ: การยอมรับของผู้บริโภค ขนมหินฝนทอง แป้งข้าวหอมนิล แอนโธไซยานิน

[1] *อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*
อีเมล: wararat@webmail.npru.ac.th
** ผู้นิพนธ์หลักอีเมล: wararat@webmail.npru.ac.th*

PRODUCT DEVELOPMENT OF KHANOM HIN FON THONG USING HOMNIL RICE FLOUR SUPPLEMENTED WITH ALMOND POWDER

Wararat Sanon[1*]

Abstract

The aim of this research was to study the appropriate proportion of rice flour partially substituted with Homnil Rice flour in Hin Fon Thong Dessert and the effect of supplementing it with almond powder on sensory and physical qualities. The results of substituting rice flour with Homnil Rice flour, at varying contents of 0%, 10%, 20%, and 30% (w/w) showed that most of the panelists accepted the 20% substitution with Homnil Rice flour, which increased the a* value in redder and decreased the b* value, making the Hin Fon Thong Dessert with Homnil rice flour statistically significantly darker ($p<0.05$). The results of supplementing almond powder with 0, 10, 20, and 30 % (w/w) showed that most of the panelists accepted the ratio of 20% substituted with almond powder, which decreased the L* value in lightness and hardness at a statistically significant level ($p<0.05$). Consumer surveys of finished products were also conducted to assess appearance, color, odor, taste, texture, and overall liking scores, which yielded values of 7.66, 7.76, 8.14, 8.16, 7.80, and 8.20, respectively. The Hin Fon Thong Dessert with Homnil Rice, supplemented with almond powder in this formula, was found to have carbohydrate, protein, fat, and fiber contents of 60.98%, 6.93%, 10.60%, and 1.84%, respectively, and an anthocyanin content of 213.50 µg/g.

Keywords: Consumer acceptability, Hin Fon Thong dessert, Homnil rice flour, Anthocyanin

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

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

บทนำ

ขนมหินฝนทองเป็นขนมที่มีมาตั้งแต่โบราณ เป็นขนมไทยที่มีความละเอียดอ่อนในการเลือกวัตถุดิบและวิธีการทำที่ประณีต โดยในงานวิจัยเรื่องอาหารไทยวัฒนธรรมข้าวของภูชิษย์ สว่างสุข (2558) ได้กล่าวถึงประวัติของขนมหินฝนทองว่า พบชื่อขนมชนิดนี้ในสมัยอยุธยาจากคำให้การของขุนหลวงวัดประดู่ทรงธรรม นอกจากนี้ยังมีกล่าวไว้ในบทเสภาเรื่องขุนช้างขุนแผน แต่ไม่ได้บอกว่ามีลักษณะหน้าตาแบบไหน เพียงแต่บอกไว้ว่าขนมหินฝนทองจะใช้เป็นเสบียงในยามศึกสงครามเป็นสำคัญ ให้แก่ทหารที่กอบกู้บ้านเมืองในการทำสงคราม ตัวขนมจะทำจากของแห้ง เดิมมีส่วนประกอบของข้าวสวยตากแห้งคั่วจนเหลืองทองสุก บดจนเป็นผงแป้ง แต่ในปัจจุบันมีการดัดแปลงโดยอาจใช้เพียงแป้งข้าวเจ้าคั่วจนสุก น้ำตาล กะทิ เคี่ยวรวมกันจนเหนียว บางตำรับใช้กาบมะพร้าวเผาไฟจนเป็นถ่านแล้วบดจนเป็นผงถ่าน นำทุกอย่างมาผสมรวมกัน หรือบางตำรับเช่นของจีบ บุคนาค ในหนังสือตำราอาหารว่าง-เครื่องน้ำชา และเครื่องขบเคี้ยวหรือกับแกล้ม อ้างอิงจากตำรับมาตรฐานการพัฒนาขนมหินฝนทองของลัดดาวัลย์ มั่งคั่ง (2560) และตำรับของศรีสมร คงพันธุ์ (2562) ที่ไม่มีการใช้กาบมะพร้าวเผาทำให้ลักษณะขนมหินฝนทองเป็นสีน้ำตาลทอง แล้วปั้นขึ้นรูปคล้ายก้อนหิน จากนั้นปิดหน้าด้วยทองคำเปลวก่อนนำไปอบควันเทียน สามารถเก็บได้นานนับครึ่งปี ในปัจจุบันมีการจำหน่ายขนมหินฝนทองในร้านอาหารไทยไฟน์ไดนิ่ง (Fine dining) และร้านคาเฟ่ขนมไทยโบราณ ซึ่งทำให้ขนมหินฝนทองเป็นขนมที่หากินได้ยาก และมีลักษณะเฉพาะที่เป็นสีดำจากกาบมะพร้าวและผงถ่านเพื่อให้คล้ายกับก้อนหินที่ใช้ตรวจสอบทองคำแท้ในอดีต (เปลี่ยน ภาสกรวงศ์, 2554)

ส่วนประกอบของขนมไทยมักจะมีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลักโดยส่วนผสมของขนมหินฝนทองก็เช่นกัน ในประเทศไทยมีข้าวหลากหลายสายพันธุ์ที่มีสีสันและสารต้านอนุมูลอิสระสูง ข้าวหอมนิลเป็นหนึ่งในข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงดำประกอบด้วยสารแอนโธไซยานินที่ประกอบด้วยสารสีม่วงเข้มและสารสีชมพูอ่อน และสารโปรแอนโธไซยานิดิน สารเหล่านี้ผสมกันเป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทำหน้าที่จับกับอนุมูลอิสระ ทำให้กลไกการทำงานของร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าปกติ นอกจากนี้แอนโธไซยานินยังมีคุณสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถลดอาการอักเสบช่วยปกป้องหลอดเลือด ลดโคเลสเตอรอลในเลือด ลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งและต้าน (ศศิธร อุดชาชน และศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย, 2558) ข้าวหอมนิลมีประโยชน์ทางโภชนาการโดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 อะไมโลสร้อยละ 12 -13 ซึ่งจัดเป็นแป้งที่มีอะไมโลสต่ำ ประกอบไปด้วยธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งสูงกว่าข้าวขาวหอมมะลิที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.62 และมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 12–20 (ผาณิต รุจิรพิสิฐ และคณะ, 2555 และ Thiranusornkij et al., 2018) ด้วยคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดีของข้าวหอมนิลทำให้มีความเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหาร มีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เช่น คุกกี้แป้งข้าวหอมนิล ขนมเปี๊ยะกุหลาบ และอาลัวแป้ง

ข้าวหอมนิล เป็นต้น ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงเหมาะกับการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยซึ่งมีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสม ส่วนอัลมอนด์เป็นถั่วเปลือกแข็งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อัลมอนด์ปันในทางการค้าผลิตทำมาจากอัลมอนด์ดิบที่ผ่านการลวกด้วยน้ำร้อนเพื่อเอาเปลือกสีน้ำตาลออก และนำมาบดเป็นผงอัลมอนด์ (Pasqualone et al., 2018) เนื่องจากในอัลมอนด์มีโปรตีน 21.4 กรัม ไขมัน 51.1 กรัม ใยอาหาร 10.8 กรัม รวมถึงมีแคลเซียมในปริมาณ 264 มิลลิกรัม (U.S. department of agriculture, 2022) จึงเหมาะสำหรับผู้ที่เป็นมังสวิรัติเนื่องจากมีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับผู้ที่เป็นโรคแพ้โปรตีนจากเนื้อสัตว์ และมีใยอาหารช่วยระบบย่อยอาหาร กลิ่นของอัลมอนด์ยังส่งเสริมผลิตภัณฑ์อาหารได้ดี จึงนิยมนำมาเป็นส่วนประกอบของขนมอบต่าง ๆ อีกด้วย

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองด้วยแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์เนื่องจากขนมไทยมักทำจากแป้ง น้ำตาล และกะทิเพียงอย่างเดียว การนำแป้งข้าวหอมนิลที่มีคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระมาเสริมในผลิตภัณฑ์ ทำให้มีสีสันที่น่ารับประทาน การเสริมผงอัลมอนด์ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในด้านประโยชน์และคุณค่าทางสารอาหารที่เพิ่มขึ้น ตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้กลูเต็น นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริม ยกระดับ และอนุรักษ์ขนมไทย ต่อยอดในการจัดจำหน่าย พัฒนาขนมไทยที่มีสารต้านอนุมูลอิสระและเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบท้องถิ่นอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนที่เหมาะสมในขนมหินฝนทอง
2. เพื่อศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ที่เหมาะสมในขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิล
3. เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์และขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐาน และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนที่เหมาะสมในขนมหินฝนทอง

1.1 การเตรียมแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวหอมนิล

การเตรียมแป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวหอมนิล โดยการคั่วแป้งแต่ละชนิดให้สุกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30-40 นาที โดยให้แป้งร่อนไม่ติดกระทะ ลักษณะสีคล้ำลงเล็กน้อย ควบคุมค่าสี L*, a* และ b* ของแป้งข้าวเจ้าคั่ว เท่ากับ 90.5±2, -3.3±2 และ -3.4±2 ตามลำดับ ค่าสีของแป้งข้าวหอมนิลคั่วเท่ากับ 73.6±2, -.01±2 และ 1.9±2 ตามลำดับ จากนั้นนำไปอบควันเทียนในภาชนะปิด 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเพื่อเตรียมไว้สำหรับผสม

1.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน

ส่วนผสมของขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐาน ดัดแปลงสูตรจากจีบ บุนนาค ในงานวิจัยของลัดดาวัลย์ มั่งคั่ง (2560) โดยมีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าคั่ว 80 กรัม น้ำตาลมะพร้าว 50 กรัม กะทิ 120 กรัม น้ำเปล่า 60 กรัม โดยแปลงปริมาณทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งหอมนิลที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก ชั่งส่วนผสม จากนั้นร่อนแป้งทั้ง 2 รวมกัน จากนั้นนำกะทิ น้ำเปล่าและน้ำตาลมะพร้าวผสมให้เข้ากัน ต้มไฟกลางจนเดือด เคี่ยวให้น้ำตาลละลายจนถึงอุณหภูมิ 99 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จนน้ำเชื่อมมีลักษณะข้นหนืด ไหลได้เป็นสาย เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทอง ชั่งปริมาณน้ำเชื่อมกะทิยางมะตูม 240 กรัม ใส่ภาชนะ พักไว้ให้เย็นจนมีอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ควบคุมค่าสี L*, a* และ b* ที่ 49.3±2, 21±2 และ 33.3±2 ตามลำดับ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 75±2 องศาบริกซ์ จากนั้นเทน้ำเชื่อมกะทิยางมะตูมที่ได้ในแป้งทีละน้อยจนหมด ชั่งน้ำหนักก้อนละ 12 กรัม นำมาปั้นเป็นทรงรีคล้ายก้อนหิน ขนาด 2.5 x 3.5 x 1.5 เซนติเมตร ติดทองคำเปลวบริสุทธิ์ตรงกลางด้านหน้าขนมเป็นจุดเล็ก ๆ

1.3 ศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน

นำผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale Test โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน กำหนดปัจจัยคุณภาพไว้ 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม แล้วคัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดมาพัฒนาต่อไป

1.4 วิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ

วัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter (Hunter Lab, ColorQuest XE, USA) รายงานค่าเป็น L* (ค่าความสว่าง), a* (ค่าความเป็นสีแดง) และ b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) และวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture analyzer (TA.XT.plus, Stable Micro Systems, USA) ใช้วิธีการวัดแบบ TPA ด้วยหัววัด 6 mm Cylinder Probe (P/6) กดตัวอย่าง กำหนดอัตราเร็งก่อนวัด (pre-test speed) 1.0 mm/s อัตราเร็วขณะวัด (test speed) 2.0 mm/s อัตราเร็วหลังวัด (post-test speed) 2.0 mm/s กดลงไปในขนมหินฝนทอง 10 mm ของตัวอย่าง บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความยึดติด (Stickiness)

2. การศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ที่เหมาะสมในขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิล

2.1 นำผงอัลมอนด์ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที ควบคุมค่าสี L*, a* และ b* ของผงอัลมอนด์อบ เท่ากับ 70.0±2, -5.4±2 และ 28.6±2 ตามลำดับ จากนั้นพักไว้ให้เย็น

2.2 เตรียมขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีที่สุดในข้อ 1 มาศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ที่เหมาะสม โดยเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองที่แตกต่างกัน 3 ระดับ โดยแปลง

อัตราส่วนเทียบกับปริมาณแป้งทั้งหมดที่ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพต่อไป

2.3 ศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ ตามวิธีการข้อที่ 1.3

2.4 วิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ ตามวิธีการข้อที่ 1.4

2.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุด มาทำการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales

3. การศึกษาค่าคุณภาพทางเคมีขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐาน และขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์

นำขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐาน และขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ มาหาปริมาณความชื้น, ใยอาหาร, โปรตีน, ไขมัน, และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1990) วิเคราะห์หาปริมาณแอนโธไซยานินรวมด้วยวิธี pH differential method (ดัดแปลงจากวิธีของ Giusti & Wrolstad, 2001) โดยปรับระดับความเจือจางของตัวอย่างด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.025 M (pH 1.0) และโซเดียมอะซิเตทบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.4 M (pH 4.5) จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 และ 700 nm ตามลำดับ ด้วยเครื่อง UV–VIS Spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ (Blank) จากนั้นคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ตามสมการ แล้วนำผลการคำนวณไปแปลงค่าให้อยู่ในหน่วยไมโครกรัมสมมูลของ cyaniding 3-glucoside ต่อ 1 กรัม (µg CGE/g DW)

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg/L) = (A × MW × DF × 1000) / (**ε** × l)

แล้วนำผลการคำนวณไปแปลงค่าให้อยู่ในหน่วย ไมโครกรัมสมมูลของ cyaniding 3-glucoside ต่อ 1 กรัม เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) = $(A_{510nm} - A_{700nm})pH_{1.0} - (A_{510nm} - A_{700nm})pH_{4.5}$ ค่า MW คือ มวลโมเลกุลของ cyaniding-3-glucoside (C3G) = 449.2 g/mol ค่า DF คือ Dilution factor ของตัวอย่าง **ε** คือ โมลาร์แอบซอบติวิตี้ (Molar absorptivity) = 26,900 $M^{-1}cm^{-1}$ และ l คือ ความกว้างของ Cuvette = 1 cm

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยนำสารสกัดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ลงไป 1 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นสกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 70 ในอัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลาย 1:10 เปรียบเทียบกับกรดแกลลิก ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัม เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร คำนวณค่าปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก รายงานผลเป็น mg GAE/g (Kavitha & Indira, 2016)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ส่วนข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนที่เหมาะสมในขนมหินฝนทอง

จากการศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน และทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้า

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณแป้งข้าวหอมนิล (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
ลักษณะปรากฏ	7.00±0.45^{b}	6.93±0.37^{b}	7.40±0.37^{a}	7.27 ±0.64^{a}
สี	6.67±0.80^{c}	6.70±0.60^{c}	7.47±0.63^{b}	7.87±0.78^{a}
กลิ่น^{ns}	7.33±0.55	7.27±0.58	7.40±0.62	7.37±0.61
รสชาติ	7.03±0.56^{b}	7.10±0.55^{ab}	7.23±0.50^{a}	7.07±0.58^{ab}
เนื้อสัมผัส	7.23±0.77^{a}	7.23±0.63^{a}	7.40±0.56^{a}	6.77±0.63^{b}
ความชอบโดยรวม	7.03±0.49^{b}	6.90±0.55^{b}	7.67±0.48^{a}	7.07±0.64^{b}

หมายเหตุ a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
ns หมายถึง ตัวอักษรที่กำกับในแนวนอน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อเทียบกับสูตรควบคุมพบว่า คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านสีพบว่าแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 30 มีคะแนนคุณลักษณะที่มากที่สุด

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากมีสีที่เข้มที่สุด เพราะในแป้งข้าวหอมนิลมีรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีม่วงดำ คือสารแอนโธไซยานิน และสารโปรแอนโธไซยานิดินที่ให้สีน้ำตาลซึ่งอยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ด (Sompong et al., 2011) คุณลักษณะด้านกลิ่นมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีแนวโน้มว่าการใช้แป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบมากกว่าตัวอย่างอื่น ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับเมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละ 20 มากที่สุด เนื่องจากเมื่อทดแทนในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้งและสาก มีเม็ดแป้งข้าวหอมนิลแทรกในเนื้อผลิตภัณฑ์ ทำให้ลักษณะขนมหินฝนทองมีจุดสีดำกระจายอยู่ทั่วชิ้น ส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แห้งร่วนกว่าการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณอื่น ดังภาพที่ 1 สอดคล้องกับงานวิจัยของลัดดาวัลย์ มั่งคั่ง (2560) ที่ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมหินฝนทองที่พบว่าการใช้ปริมาณแป้งไรซ์เบอร์รี่มากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสหยาบร่วน และแตกง่ายไม่เกาะตัว มีความฝืดติดในลำคอ กลืนยาก และสอดคล้องกับงานวิจัยการใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบที่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสีนิลจะทำให้เนื้อสัมผัสมีความสามารถในการเกาะตัวระหว่างส่วนเปลือกของขนมน้อยลงและมีค่าพลังงานในการเคี้ยวที่เพิ่มขึ้น (ธีรนุช ฉายศิริโชติ และณัจยา เมฆราวี, 2561)



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 1 ลักษณะของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับต่าง ๆ (ก) คือ ร้อยละ 0 (ข) คือ ร้อยละ 10 (ค) คือ ร้อยละ 20 และ (ง) คือ ร้อยละ 30

ตารางที่ 2 ค่าสีและเนื้อสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับต่าง ๆ

คุณภาพทางกายภาพ	ปริมาณแป้งข้าวหอมนิล (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
L*	80.13 ± 0.44^{a}	54.02 ± 0.44^{b}	47.07 ± 0.57^{b}	40.97 ± 0.46^{c}
a*	1.46 ± 0.81^{d}	1.87 ± 0.02^{c}	2.08 ± 0.19^{b}	2.88 ± 0.16^{a}
b*	16.96 ± 0.40^{a}	9.24 ± 0.10^{b}	6.01 ± 0.19^{c}	4.03 ± 0.24^{d}
ค่าความแข็ง (นิวตัน)	4.02 ± 0.17^{b}	3.31 ± 0.39^{a}	2.96 ± 0.16^{a}	3.79 ± 0.37^{b}
ค่าความยืดติด	-0.35 ± 0.04^{b}	-0.22 ± 0.04^{ab}	-0.21 ± 0.05^{a}	-0.35 ± 0.17^{b}

หมายเหตุ a-d หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อทดแทนด้วยปริมาณแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้นมีผลให้ความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งทำให้สีของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณสูงขึ้นมีสีเข้ม และมีสีแดงมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของบุณยกฤต รัตนพันธุ์ และคณะ (2560) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากรำข้าวหอมนิลที่ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณรำข้าวหอมนิล และเนื่องจากขนมหินฝนทองสูตรควบคุมมีลักษณะสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) ที่มาจากการเคี่ยวน้ำเชื่อมกะทิยางมะตูม ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง และมีการเกิดพอลิเมอร์ของสารประกอบคาร์บอน สีของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลจึงมีสีน้ำตาลเทา เมื่อพิจารณาค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ พบว่าการเติมในปริมาณที่ร้อยละ 10 และ 20 มีความแข็งน้อยกว่าตัวแปรควบคุม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลกลับทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับลักษณะความยึดติดของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลจึงอาจมีผลต่อการเกิดเจลและการเกาะติดของเนื้อขนมหินฝนทองในการปั้น จากงานวิจัยของ Thiranusornkij et al. (2018) ที่ศึกษาคุณสมบัติของแป้งข้าวหอมนิลในขนมปังกลูเต็นฟรี โดยทดสอบปริมาณอะไมโลสในแป้งข้าวทั้งสองชนิด พบว่าแป้งข้าวหอมนิลมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 17.6 ± 0.2 ต่ำกว่าและแป้งข้าวหอมมะลิที่มีปริมาณอะไมไลสร้อยละ 21.3 ± 0.6 ซึ่งแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่แข็งและร่วนขึ้น ลักษณะขนมปังที่ใช้แป้งข้าวหอมนิลจึงมีความแข็งมากกว่าแต่มีค่าการเกาะติดต่ำกว่าขนมปังจากแป้งข้าวหอมมะลิ และธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และคณะ (2557) ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลในเค้กแครอทงาดำของ พบว่าร้อยละของอะไมโลสในแป้งข้าวกล้องสีนิลมีความสัมพันธ์กับการเกิดเจลาติไนสเซชัน (Gelatinization) ของแป้ง เนื่องจากแป้งเมื่อได้รับความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (Starch granule) โดยความร้อนเข้าไปทำลายพันธะไฮโดรเจน ทำให้สายพอลิเมอร์ในเม็ดแป้งคลายตัวและรวมเข้ากับน้ำที่ล้อมรอบ จึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏในผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับขนมหินฝนทองที่เมื่อแป้งข้าวหอมนิลได้รับความร้อนจากน้ำเชื่อมกะทิยางมะตูมจึงรวมตัวเข้าด้วยกันได้ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์นิ่มลงในปริมาณที่ร้อยละ 10 และ 20 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนที่สูงขึ้นปริมาณเม็ดสตาร์ชและเยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนมาจากการผลิตแป้งข้าวหอมนิลมากขึ้น ทำให้การยึดติดของแป้งและน้ำเชื่อมกะทิยางมะตูมลงลด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งร่วนมากขึ้น ดังนั้นปริมาณร้อยละ 20 จึงเหมาะสมที่สุดในการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิล ผู้วิจัยจึงคัดเลือกมาพัฒนาต่อโดยเสริมผงอัลมอนด์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเพื่อปรับปรุงลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสต่อไป

2. ผลการศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ที่เหมาะสมในขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิล

นำขนมหินฝนทองที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณร้อยละ 20 มาศึกษาปริมาณผงอัลมอนด์ที่เหมาะสม แสดงดังภาพที่ 2 และทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ ผลได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ที่ระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณผงอัลมอนด์ (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.37±0.93	7.53±0.63	7.50±0.78	7.37 ±0.76
สี	7.63±0.72^{a}	7.63±0.72^{a}	7.57±0.67^{ab}	7.33±0.71^{bc}
กลิ่น^{ns}	7.67±0.92	7.50±0.86	7.50±0.86	7.56±0.86
รสชาติ^{ns}	7.23±0.82	7.43±0.94	7.53±0.68	7.23±1.07
เนื้อสัมผัส	7.40±0.97^{a}	7.47±0.94^{a}	7.60±0.77^{a}	6.93±1.20^{b}
ความชอบโดยรวม	7.27±0.87^{ab}	7.47±0.57^{a}	7.60±0.72^{a}	7.06±0.94^{b}

หมายเหตุ a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
ns หมายถึง ตัวอักษรที่กำกับในแนวนอน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณการเสริมผงอัลมอนด์ที่ร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบมากที่สุดในคุณลักษณะทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ส่วนการเสริมในปริมาณร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบมากที่สุดในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและสี โดยคะแนนความชอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติของทุกระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแนวโน้มผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบสูงขึ้นเมื่อปริมาณผงอัลมอนด์เพิ่มขึ้น แต่ลดลงเมื่อเพิ่มถึงร้อยละ 30 เนื่องจากทำให้ขนมหินฝนทองมีลักษณะสากจากผงอัลมอนด์ และมีความมันที่เกิดจากไขมันของอัลมอนด์ออกมาระหว่างการผสมและปั้นขึ้นรูป กระจายทั่วผลิตภัณฑ์จนมากเกินไป ซึ่งมีผลต่อคะแนนความชอบและลักษณะปรากฏของขนมหินฝนทอง เนื่องจากในอัลมอนด์มีไขมันและใยอาหารสูง รวมถึงอัลมอนด์ยังมีการสกัดน้ำมันมาใช้ในการปรุงรสอาหารได้ ทำให้ขนมหินฝนทองที่เสริมปริมาณผงอัลมอนด์สูงขึ้นมีลักษณะมัน มีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่การแยกตัวของผลิตภัณฑ์เกิดได้ง่ายขึ้นเมื่อบิดชิ้นขนม



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 2 ลักษณะของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ที่ระดับต่าง ๆ
(ก) คือ ร้อยละ 0 (ข) คือ ร้อยละ 10 (ค) คือ ร้อยละ 20 และ (ง) คือ ร้อยละ 30

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของขนมหินฝนทองเสริมผงอัลมอนด์ในอัตราส่วนเทียบกับปริมาณแป้งทั้งหมดที่ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสีและเนื้อสัมผัสของขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ที่ระดับต่าง ๆ

คุณภาพทางกายภาพ	ปริมาณผงอัลมอนด์ (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
L*	37.79±1.32[a]	33.01±0.32[c]	34.02±0.40[b]	34.53±0.31[b]
a*	5.92±0.15[b]	6.39±0.08[a]	6.02±0.09[b]	6.27±0.15[a]
b*	3.60±0.24[b]	2.83±0.12[c]	3.60±0.21[b]	3.96±0.17[a]
ค่าความแข็ง (นิวตัน)	2.85±0.59[a]	2.27±0.15[b]	2.20±0.13[b]	1.55±0.07[c]
ค่าความยึดติด	-0.16±0.02[b]	-0.23±0.02[a]	-0.18±0.03[b]	-0.15±0.02[b]

หมายเหตุ a-d หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4 แสดงคุณภาพทางกายภาพขนมหินฝนทองเสริมผงอัลมอนด์ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อปริมาณผงอัลมอนด์เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าสี L* ลดลง ค่าสี a* เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี b* ลดลงในปริมาณผงอัลมอนด์ร้อยละ 10 และเพิ่มขึ้นในปริมาณร้อยละ 20 และ 30 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งการเติมผงอัลมอนด์มีผลให้ขนมหินฝนทองมีลักษณะสีเข้มขึ้นและมันเงากว่าตัวแปรควบคุม ลักษณะสีของแป้งข้าวหอมนิลเป็นสีม่วงดำชัดเจนขึ้น ในด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ พบว่าการเสริมผงอัลมอนด์ในปริมาณที่มากขึ้นทำให้ความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนการยึดตัวของผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทอง พบว่า ลดลงตามลำดับ มีแนวโน้มไปทางทิศทางเดียวกับคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมที่ให้คะแนนลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะการยึดตัวเป็นก้อนลดลง มีไขมันเคลือบภายนอกมากขึ้น บิดแยกเป็นชิ้นได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยผลของการใช้ผงอัลมอนด์ที่มีผลต่อลักษณะของมัฟฟินแบบกลูเต็นฟรีที่ปริมาณอัลมอนด์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการยืดหยุ่นที่ลดลงและมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น (Stoin et al., 2018) ผู้วิจัยจึงเลือกการเสริมผงอัลมอนด์ในระดับร้อยละ 20 ในการทำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด คือ ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ร้อยละ 20 และเสริมผงอัลมอนด์ร้อยละ 20 ที่พัฒนาได้ มาทำการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไปต่อขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมแป้งอัลมอนด์

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ยและผลการวิเคราะห์
ลักษณะปรากฏ	7.66±0.82
สี	7.76±0.94
กลิ่น	8.14±0.90
รสชาติ	8.16±0.93
เนื้อสัมผัส	7.80±1.14
ความชอบโดยรวม	8.20±0.78

นอกจากนี้ยังสอบถามถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ โดยผู้บริโภคให้กับยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 โดยมีเหตุผลในการยอมรับคือ ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมคิดเป็นร้อยละ 66 รองลงมา คือมีรสชาติดี ร้อยละ 48 เป็นผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ ร้อยละ 44 และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ร้อยละ 18 ในหัวข้อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ พบว่าร้อยละ 94 ตัดสินใจซื้อ และร้อยละ 3 ยังไม่แน่ใจในการเลือกซื้อ

4. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐาน และขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐานและขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์

ค่าคุณภาพทางเคมี	คะแนนเฉลี่ยและผลการวิเคราะห์	
	ขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐาน	ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์
ความชื้น (ร้อยละ)	16.01±0.01	18.94±0.02
โปรตีน (ร้อยละ)	4.87±0.04	6.93±0.06
ไขมัน (ร้อยละ)	7.52±0.18	10.60±0.93
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.35±0.01	1.84±0.11
เถ้า (ร้อยละ)	0.39±0.01	0.71±0.02
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	70.86	60.98
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	370.60	367.04
แอนโธไซยานิน (µg/g)	ไม่พบ	213.50
สารประกอบฟินอลิก (mg GAE/g)	0.24±0.02	0.44±0.02

จากการผลการวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต พลังงานทั้งหมด แอนโธไซยานิน และสารประกอบฟินอลลิก แสดงดังตารางที่ 6 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐานและขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 20 และเสริมด้วยผงอัลมอนด์ที่ร้อยละ 20 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าขนมหินฝนทองที่ได้รับการพัฒนามีปริมาณโปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า และสารประกอบฟินอลลิกเพิ่มขึ้น รวมถึงพบสารต้านอนุมูลอิสระประเภทสารแอนโธไซยานิน ในขณะที่ขนมหินฝนทองตำรับมาตรฐานไม่พบสารดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของวรารัตน์ สานนท์ และดวงกมล แสงธีรกิจ (2563) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่ไม่เติมแป้งข้าวหอมนิลและสารสกัดน้ำอัญชัน มีสารแอนโธไซยานินและฟีนอลิกทั้งหมดน้อยกว่าอาลัวที่มีการเสริมแป้งข้าวหอมนิลและสารสกัดน้ำอัญชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ที่พัฒนามีค่าพลังงานและคาร์โบไฮเดรตลดลง ทำให้เป็นการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมไทยดั้งเดิมในด้านประโยชน์และคุณค่าทางสารอาหารที่เพิ่มขึ้น

สรุป

ผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด คือ การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 20 และเสริมผงอัลมอนด์ที่ร้อยละ 20 โดยผลิตภัณฑ์ขนมหินฝนทองที่ได้มีลักษณะเป็นก้อนสีม่วงดำ ปั้นคล้ายหินติดทองคำเปลวด้านบน เมื่อทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น รวมถึงการใช้ผงอัลมอนด์ที่มีปริมาณไขมันสูงทำให้เมื่อนวดผสมขนมหินฝนทองจึงมีสีเข้มขึ้น มีลักษณะเงามันคล้ายหิน สามารถปั้นเป็นก้อนได้ดี มีความนิ่มและความยืดติด ไม่เสียรูปทรงง่าย เนื้อสัมผัสไม่หยาบหรือสากลิ้นจากเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหอมนิลหรือผงอัลมอนด์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบคุณลักษณะทุกด้านอยู่ในระดับชอบปานกลางและชอบมาก ผลิตภัณฑ์มีสารแอนโธไซยานินเพิ่มจากผลิตภัณฑ์เดิม รวมถึงอัลมอนด์เป็นอาหารฟังก์ชันแบบหนึ่ง จึงทำให้มีใยอาหารและโปรตีนสูงขึ้น การพัฒนาขนมหินฝนทองแป้งข้าวหอมนิลเสริมผงอัลมอนด์จึงเป็นการประยุกต์และเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากพืชจำพวกเมล็ด และเพื่อเป็นการสืบสานตำรับและวิธีการทำขนมไทยร่วมสมัยให้คงอยู่ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตและจัดจำหน่ายต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาการจัดการอาหาร สาขาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ได้อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ, และปณัฐชา ชื่นจิต. (2557). **ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลต่อคุณภาพด้านกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กแครอทงาดำ.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52, 4-7 กุมภาพันธ์ 2557 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ธีรนุช ฉายศิริโชติ, และณัจยา เมฆราวี. (2561). การใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีในส่วนเปลือกของขนมเปี๊ยะกุหลาบ. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร**, 12(1), 27-39.

บุณยกฤต รัตนพันธุ์, วชิระ สงห์ตง, เอนก หาลี, และพิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้รำข้าวหอมนิล.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2. กาญจนบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, 233-239.

เปลี่ยน ภาสกรวงศ์. (2554). **ตำราแม่ครัวหัวป่าก์ เล่ม 1-5.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ต้นฉบับ.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ, วิชชุดา สังข์แก้ว, และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์. (2555). **รายงานวิจัยคุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์และการผลิตข้าวผสมเพื่อสุขภาพ (โครงการข้าว 1 ไร่ 1 แสน).** กรุงเทพฯ: สาขาวิชาการจัดการธุรกิจอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ภูชิษย์ สว่างสุข. (2558). **อาหารไทยในวัฒนธรรมข้าวงานวิจัยแห่งชาติ.** รายงานวิจัยภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ลัดดาวัลย์ มั่งคั่ง. (2560). **การพัฒนาขนมหินฝนทองด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน.** วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร.

วรารัตน์ สานนท์, และดวงกมล แสงธีรกิจ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 15(3), 37-51.

ศรีสมร คงพันธุ์. (2562). **ขนมหวานขนมไทย.** กรุงเทพฯ: ส.ส.ส.ส.

ศศิธร อุดชาชน, และศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย. (2558). การหาปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำเม่าโดยสเปกโทรฟลูออโรโฟโทเมทรี. **วารสารวิจัย มข. (บศ.),** 15(2), 39-47.

AOAC. (1990). **Official methods of analysis of the Association Of Analytical Chemistry**. (15th ed.). Washington, D.C.: .A.O.A.C.

Giusti, M.M., & Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry.** New York: John Wiley & Sons Inc.

Kavitha C. C., & Indira G. (2016). Quantitative estimation of total phenolic, flavonoids, tannin and chlorophyll content of leaves of Strobilanthes Kunthina, (Neelakurinji). **Journal of Medicinal Plants Studies**, 4(4), 282-286.

Thiranusornkij, L., Thamnarathip, P., Chandrachai, A., Kuakpetoon, D., & Adisakwattana S. (2018). Physicochemical Properties of Hom Nil (Oryza sativa) Rice Flour as Gluten Free Ingredient in Bread. **Foods**, 7(10), 159.

Pasqualone, A., Laddomada, B., Spina, A., Todaro, A., Guzmàn C., Summo, C., Mita, G., & Giannone, V. (2018). Almond by-products: Extraction and characterization of phenolic compounds and evaluation of their potential use in composite dough with wheat flour. **LWT - Food Science and Technology**, 89, 299–306.

Stoin, D., Jianu, C., Misca, C., Bujanca, G., & Radulescu, L. (2018). **Effect of Almond flour on Nutritional, Sensory and Bakery Characteristics of Gluten-free Muffins.** Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM 2018, 3-6 December 2018 (pp.129-134). Bulgaria:. SGEM world science.

Sompong, R., Siebenhandl-Ehn, S., Linsberger-Martin, G., & Berhhofe,r E. (2011). Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Srilanka. **Food Chemistry**, 124(1), 132-140.

U.S. department of agriculture. (2022). **Food Data Central- Almond.** สืบค้นจาก https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2346393/nutrients.