

การเสริมฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในขนมถ้วยฟูด้วยน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น Enrichment of Antioxidant Activity in Steamed Cupcakes with Concentrated Dried Longan juice

ศรinya จังโส และ วรรัตน์ ซานนท์*
Saranya Changso & Wararat Sanon*

สาขาวิชาการจัดการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Food Management Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat
University

Submitted 10/7/2023 ; Revised 29/9/2023 ; Accepted 12/10/2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟู โดยการเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ผลการทดลองพบว่าการเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นด้วยความเข้มข้นสูงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น แต่ค่าสีเหลืองและค่าความสว่างลดลง ($p \leq 0.05$) ด้านเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็ง ความเหนียว และพลังงานในการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การสปริงตัวมีค่าลดลงตามความเข้มข้นของน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น ขนมถ้วยฟูที่เติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดเท่ากับ 1.02 mg.GAE/g และ 17.89 ตามลำดับ ผลประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scales พบว่าขนมถ้วยฟูที่เติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด โดยขนมถ้วยฟูสูตรดังกล่าวมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ 45.53, 3.78, 2.45, 47.02, 0.89 และ 0.33 ตามลำดับ ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และรา ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มผช.1/2552) ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ: ขนมถ้วยฟู ลำไยอบแห้ง สารประกอบฟีนอลิก สารต้านอนุมูลอิสระ

*ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)

E-mail: wararat@webmail.npru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to investigate the effect of concentrated dried longan juice on the physical, chemical, and sensory properties of steamed cupcakes. Dried longan juice concentrate at 0, 5, 10, and 15% were added. Results showed that increasing the concentration of concentrated dried longan juice tended to increase redness (a^*) while decreasing yellowness (b^*) and lightness (L^*) ($p \leq 0.05$). Hardness, gumminess, and chewiness were increased but springiness was decreased when the concentration was increased. Steamed cupcake with 15% concentrated dried longan juice had the highest total phenolic content (1.02 mg.GAE/g) and % DPPH free-radical inhibition (17.89%). Sensory evaluation using 9-point hedonic scales showed that the product with 10% of concentrated dried longan juice had the highest score of overall acceptance. The moisture, protein, fat, carbohydrate, ash, and fiber contents of this steamed cupcake formula were 45.53%, 3.78%, 2.45%, 47.02%, 0.89%, and 0.33%, respectively. Total plate count, and yeast and mold were not found, following the Thai community product standard: Thai desserts (TCPS.1/2552). Consumer acceptance of the product was in the level of moderately-liked to very much-liked level.

Keywords: steamed cupcake, dried longan, phenolic content, antioxidant

บทนำ

ขนมถั่วพูเป็นขนมไทยมงคลชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเฉพาะคือมีความฟู นุ่ม ยืดหยุ่นดี หน้าขนมจะแตกเป็นแฉก ๆ [1] มีองค์ประกอบหลักคือ แป้งข้าวเจ้า น้ำตาล และสารที่ทำให้เกิดการขึ้นฟู ขนมถั่วพูจึงให้สารอาหารหลักเพียงคาร์โบไฮเดรตเท่านั้น เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ขนมถั่วพู จึงได้มีผู้ศึกษาถึงการนำวัตถุดิบชนิดอื่นมาเสริม เช่น การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องในการผลิตขนมถั่วพู [2] การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมถั่วพูเผือกสำเร็จรูป [3]

ลำไยอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลำไยสด มีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ลำไยอบแห้งเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจภาคเกษตรกรรมของประเทศไทย เป็นการกระจายรายได้ลงสู่ชุมชนชนบท เนื่องจากสินค้าลำไยอบแห้งยังเป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรส่งออกหลักของไทย โดยประเทศไทยเป็นประเทศคู่ค้าลำไยอบแห้งอันดับหนึ่งของมาเลเซียมาตลอด 4 ปี (2560-2563) เนื่องจากคุณภาพลำไยอบแห้งไทยดีกว่าลำไยอบแห้งส่วนใหญ่ของจีน [4] ลำไยมีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกที่สำคัญ 3 ชนิด คือ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดเอลลาจิก (ellagic acid) และคอร์ิลาจिन (corilagin) โดยปริมาณที่พบจะแตกต่างกันในส่วนเนื้อ เปลือก และเมล็ด และขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เมล็ดลำไยพบสารประกอบฟีนอลิกทั้ง 3 ชนิดนี้มากที่สุด ในขณะที่เนื้อลำไยพบสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุด [5] อย่างไรก็ตามพบว่า การอบแห้งที่ทำให้เกิดลำไยอบแห้งเนื้อสีดำด้วยสภาวะอุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้น ทำให้อัตราการลดลงของสารประกอบฟีนอลิกหลังอบน้อยกว่าการใช้ระยะเวลานาน โดยสภาวะการอบแห้งดังกล่าวพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดใกล้เคียงกับที่พบในลำไยสดก่อนอบแห้ง [6] สารกลุ่มนี้มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระจึงทำให้ลำไยมีคุณสมบัติยับยั้งการสร้างหลอดเลือดใหม่ (angiogenesis) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการเจริญเติบโตของมะเร็งและต่อต้านมะเร็งลำไส้ได้ [7, 8]

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยนำน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นมาเป็นส่วนผสมในขนมถั่วพูเพื่อเสริมสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและมีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมเกษตรกรและผู้ผลิตลำไยอบแห้งในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมเพื่อจัดจำหน่าย เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างรายได้และเพิ่มมูลค่าให้กับลำไยอบแห้ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถั่วพูให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น โดยเสริมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น
2. เพื่อศึกษาผลของการเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมถั่วพู

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น

การเตรียมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น ดัดแปลงจาก [9] โดยการสกัดลำไยอบแห้งด้วยน้ำที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก ใช้ลำไยอบแห้งเนื้อสีดำแช่ในน้ำนาน 10 นาที จากนั้นนำลำไยพร้อมน้ำที่แช่ในสัดส่วนต่าง ๆ ไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

นาน 15 นาที จนได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 6, 11 และ 19 องศาบริกซ์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก ตามลำดับ นำมากรองเนื้อออกจะได้ น้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น ส่วนเนื้อลำไยที่เหลือนำมาหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็กประมาณ 2×2 มิลลิเมตร สำหรับใส่ในส่วนผสม

การเตรียมขนมถ้วยฟู

การเตรียมขนมถ้วยฟู ดัดแปลงสูตรจาก [10] ใช้แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 20.31 แป้งสาลีร้อยละ 9.23 น้ำตาลทรายร้อยละ 19.94 กะทิร้อยละ 18.46 เนื้อลำไยอบแห้งร้อยละ 7.39 ผงฟูร้อยละ 1.18 ยีสต์ร้อยละ 0.59 และน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้น (ความเข้มข้นร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก) ร้อยละ 22.90 นำแป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และยีสต์ ร่อนรวมกัน เติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นแล้วนวดให้เข้ากัน เติมน้ำตาลทรายและกะทิ นวดต่อจนส่วนผสมเข้ากันดี หมักส่วนผสมนาน 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วนำมาเติมผงฟู ผสมให้เข้ากัน หยอดส่วนผสมลงในถ้วยนึ่งขนม (ถ้วยตะไล) ที่นึ่งไว้จนร้อน นึ่งด้วยไฟแรงเป็นเวลา 30 นาที นำขนมพักไว้ให้เย็นจึงแกะออกจากถ้วย บรรจุในถุงอูมูนิเยมพอยล์และปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เพื่อรอการนำไปวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำขนมถ้วยฟูเสริมลำไยอบแห้งเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ วิเคราะห์คุณภาพดังนี้

1. ค่าสี ด้วยเครื่อง colorimeter รายงานผลเป็นค่า L^* แสดงค่าความสว่าง (ค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงมีความมืด และค่าเข้าใกล้ 100 หมายถึงมีความสว่าง) ค่า a^* แสดงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว (+ หมายถึงค่าสีแดง และ - หมายถึงค่าสีเขียว) ค่า b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (+ หมายถึงค่าสีเหลือง และ - หมายถึงค่าสีน้ำเงิน)

2. เนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT.plus ใช้วิธีการวัดแบบ TPA ด้วยหัววัดแบบทรงกระบอก (cylinder probe, P/100) ใช้ความเร็วในการกด 1.7 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางการกด 40% strain

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

3.1 การเตรียมตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม มาสกัดโดยใช้เมทานอลปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที ปิเปตเฉพาะสารละลายส่วนใสไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด [11] นำสารสกัดตัวอย่างมา 2 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ลงไป 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยมวลต่อปริมาตร ลงไป 2 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร คำนวณค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก รายงานผลเป็น mg/g Gallic acid equivalent, GAE

3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [11] นำสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 0.2 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย DPPH ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร นำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งใส่เมทานอลแทนสารสกัด (และมีสารละลาย BHT เป็นชุดควบคุมเชิงบวก) โดยใช้เมทานอลเป็น blank นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งจากสมการ

$$\text{ร้อยละของการยับยั้ง} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

เมื่อ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

4. ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-points hedonic scales (1 = ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ในด้านสี กลิ่นรสสลาย รสหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝน จำนวน 30 คน

5. คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองข้างต้นมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โยอาหาร โปรตีน ไขมัน และเถ้า [12] จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา [12] และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-points hedonic scales ด้านสี กลิ่นรสสลาย รสหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 50 คน

การออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ยกเว้นการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design; RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยงานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เลขที่ใบรับรอง 002/2565 วันที่รับรอง 6 มกราคม 2565

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์

ลักษณะทางกายภาพของขนมถ้วยฟูที่เสริมน้ำตาลโยบแห้งเข้มข้น ความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ร้อยละ 0) แสดงดังภาพที่ 1 ขนมถ้วยฟูสูตรควบคุมมีค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด การเติมน้ำตาลโยบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นสูงขึ้นส่งผลให้ขนมถ้วยฟูมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ด้านเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็ง ความเหนียว และพลังงานในการเคี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การสปริงตัวมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของน้ำตาลโยบแห้งเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ขนมถ้วยฟูที่เติมน้ำตาลโยบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดน้ำตาลโยบแห้งที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1)



(ก) ร้อยละ 0



(ข) ร้อยละ 5



(ค) ร้อยละ 10



(ง) ร้อยละ 15

ภาพที่ 1 ขนมห้วฟูเสริมรำล้าโยบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 (ก), 5 (ข), 10 (ค) และ 15 (ง)

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมห้วฟูเสริมรำล้าโยบแห้งเข้มข้น

การวิเคราะห์	ความเข้มข้นของรำล้าโยบแห้งเข้มข้น			
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
L*	77.91±0.89 ^a	59.14±1.19 ^b	58.25±1.48 ^b	45.97±0.64 ^c
a*	-0.42±0.03 ^d	6.71±0.33 ^c	7.47±0.19 ^b	8.58±0.36 ^a
b*	10.39±0.35 ^c	25.27±0.71 ^a	25.14±0.39 ^a	20.31±0.67 ^b
ค่าความแข็ง (นิวตัน)	2.87±0.26 ^c	4.11±0.37 ^b	4.16±0.38 ^b	8.67±0.55 ^a
การสปริงตัว (มิลลิเมตร)	0.96±0.00 ^a	0.94±0.02 ^a	0.90±0.02 ^b	0.88±0.02 ^b
ความเหนียว (นิวตัน)	2.50±0.21 ^c	3.29±0.24 ^b	3.53±0.26 ^b	6.54±0.31 ^a
พลังงานในการเคี้ยว (จูล)	2.39±0.23 ^d	2.87±0.21 ^c	3.49±0.17 ^b	5.81±0.23 ^a
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg.GAE/g)	0.20±0.02 ^c	0.65±0.09 ^b	0.78±0.13 ^b	1.02±0.14 ^a
ร้อยละของการยับยั้ง	7.22±0.12 ^d	13.01±0.70 ^c	14.94±0.35 ^b	17.89±1.41 ^a

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

การเติมน้ำล้าโยบแห้งเข้มข้นทำให้ขนมห้วฟูมีคะแนนความชอบในปัจจุบันคุณภาพด้านกลิ่น รสลาไย รสหวาน และความชอบโดยรวมสูงกว่าขนมห้วฟูที่ไม่เติมน้ำล้าโยบแห้งเข้มข้น ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ขนมห้วฟูที่เสริมรำล้าโยบแห้งเข้มข้นทุกสูตรมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสลาไย รสหวาน และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่การเติมน้ำล้าโยบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 มีผลทำให้ขนมห้วฟูมีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด (ตารางที่ 2) ดังนั้นจึงเลือกขนมห้วฟูเสริมรำล้าโยบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นสูตรที่ดีที่สุด

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้น

ความเข้มข้นของ น้ำตาลไอโอบแห้ง เข้มข้น	สี ^{ns}	กลิ่นรส ลำไย	รสหวาน	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
ร้อยละ 0	5.60±1.50	5.06±1.49 ^b	5.20±1.47 ^b	6.40±0.74 ^a	5.73±1.03 ^b
ร้อยละ 5	6.20±1.32	6.00±1.31 ^a	5.73±1.03 ^{ab}	6.47±0.74 ^a	6.33±0.72 ^a
ร้อยละ 10	6.33±1.05	6.33±1.29 ^a	6.53±1.12 ^a	6.33±1.05 ^a	6.40±1.12 ^a
ร้อยละ 15	6.40±0.98	6.33±1.11 ^a	6.27±1.22 ^a	5.20±1.52 ^b	6.20±1.08 ^{ab}

หมายเหตุ a-b ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เมื่อนำขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้น ความเข้มข้นร้อยละ 10 ที่มีผลคะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุดไปศึกษาคุณภาพทางเคมีเพื่อหาคุณค่าทางโภชนาการ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3 โดยไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้น ความเข้มข้นร้อยละ 10

คุณลักษณะทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส	ผลการวิเคราะห์และคะแนนเฉลี่ย
ความชื้น (ร้อยละ)	45.53±1.57
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.33±0.09
โปรตีน (ร้อยละ)	3.78±0.14
ไขมัน (ร้อยละ)	2.45±0.34
เถ้า (ร้อยละ)	0.89±0.04
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	47.02
จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ตรวจไม่พบ
ยีสต์และรา (cfu/g)	ตรวจไม่พบ
สี	7.12±1.14
กลิ่นรสลำไย	7.12±1.41
รสหวาน	7.18±1.22
เนื้อสัมผัส	6.92±1.32
ความชอบโดยรวม	7.46±0.86

ตารางที่ 4 การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้น ความเข้มข้นร้อยละ 10

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	46	92.00
ไม่ยอมรับ	-	-
ไม่แน่ใจ	4	8.00
เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์		
มีกลิ่นหอมและรสชาติดี	14	28.00
มีประโยชน์ต่อสุขภาพ	5	10.00
ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่	30	60.00
ไม่ระบุ	1	2.00
การตัดสินใจซื้อ		
ซื้อ	28	56.00
ไม่ซื้อ	-	-
ไม่แน่ใจ	22	44.00

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นรสล้ำย รสหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ตารางที่ 3) ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นคิดเป็นร้อยละ 92 โดยเหตุผลในการยอมรับคือมีความแปลกใหม่ มีกลิ่นหอมและรสชาติดี และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากการตัดสินใจซื้อหากมีการจำหน่ายพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 56 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ และอีกร้อยละ 44 ไม่แน่ใจว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้น พบว่าการเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นสูงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น แต่ค่าสีเหลืองและความสว่างลดลง เนื่องจากน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นเตรียมจากน้ำตาลไอโอบแห้งเนื้อสีดำ เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นและความสว่างลดลง ด้านเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็ง ความเหนียว และพลังงานในการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การสปริงตัวลดลงตามความเข้มข้นของน้ำตาลไอโอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องจากน้ำตาลไอโอบแห้งมีองค์ประกอบของน้ำตาล 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส [13] น้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นจึงมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 6, 11 และ 19 องศาบริกซ์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นที่มีความเข้มข้นสูงทำให้มีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำตาลไปจับตัวกับน้ำในผลิตภัณฑ์จึงทำให้แป้งดูดน้ำได้น้อยลง ส่งผลให้ความแข็งและเหนียวเพิ่มขึ้น ขนมถ้วยฟูที่เติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นร้อยละ 15 จึงมีค่าความแข็ง ความเหนียว และพลังงานในการเคี้ยวสูงที่สุด สอดคล้องกับ [14] ที่พบว่าน้ำตาลทูราโนส

ซึ่งเป็นไอโซเมอร์ของน้ำตาลซูโครสมีผลทำให้โครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวเจ้าเกิดการเรียงตัวชิดกันมากขึ้น ในระหว่างการให้ความร้อนน้ำแป้ง จึงส่งผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีเนื้อสัมผัสแน่นขึ้น โดยเม็ดแป้งข้าวเจ้าใน น้ำแป้งที่เติมทราโนสจะยังคงรักษารูปร่างไว้ได้เมื่อให้ความร้อนสูงถึง 90 องศาเซลเซียส ในขณะที่เม็ด แป้งข้าวเจ้าในน้ำแป้งที่ไม่เติมทราโนสจะเกิดการบวมและแตกออกได้ง่ายกว่า

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้น ร้อยละ 15 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าการเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นร้อยละ 0, 5 และ 10 โดย พบว่าการเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นร้อยละ 15 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด การเติมน้ำตาลไอโอบแห้ง ในผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเนื้อน้ำตาลไอโอบแห้งมี สารประกอบฟีนอลิก คือ กรดแกลลิก กรดเอลลาจิก และคอร์ราจิก [15] ในขณะที่ [16] พบว่าเนื้อน้ำตาลไอโอบแห้งมีสารประกอบฟีนอลิกอื่น ๆ อีก เช่น กรดคลอโรจีนิค (chlorogenic acid) กรดพาราคูมาริก (p-coumaric acid) กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดไซริงจิก (syngic acid) กรดเฟอร์ูลิก (ferulic acid) และกรดโปรโตคา เทชูอิก (protocatechuic acid) ดังนั้นน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นจึงมีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิก การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลไอโอบแห้งจึงส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและร้อยละของ การต้านอนุมูลอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ [17] ที่พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟูที่เติมน้ำเชื่อมน้ำตาลไอโอบ ร้อยละ 5 ทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นเป็น 0.35 มิลลิกรัม/กรัม จากเดิมที่ไม่พบในสูตร ควบคุม

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าการเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นทำให้ขนมถ้วยฟูมีค่า ความชอบด้านกลิ่นรสลำไย รสหวาน และความชอบโดยรวมสูงกว่าขนมถ้วยฟูที่ไม่เติมน้ำตาลไอโอบแห้ง เข้มข้น ($p \leq 0.05$) คะแนนความชอบด้านรสหวานมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลไอโอบแห้ง เข้มข้น เพราะผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมและรสหวานจากลำไยเพิ่มขึ้น แต่การเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นร้อยละ 15 มีผลทำให้ขนมถ้วยฟูมีค่าความชอบด้านเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด เนื่องจากความเข้มข้นระดับดังกล่าวทำให้ค่า ความแข็ง ความเหนียว และพลังงานในการเคี้ยวมีค่ามากที่สุด ผู้ทดสอบชิมจึงมีความชอบด้านเนื้อสัมผัส น้อยกว่าสูตรอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเลือกขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็น สูตรที่ดีที่สุด

ขนมถ้วยฟูเสริมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นร้อยละ 10 ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราใน ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มพช.1/2552) [18] กำหนดว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่มีปรากฏให้เห็นได้ อย่างชัดเจน ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ ชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสน้อยที่สุดอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนที่ให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบ ปานกลางเช่นกัน

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเติมน้ำตาลไอโอบแห้งเข้มข้นในขนมถ้วยฟูมีผลทำให้ เพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง (anticancer) เสริม ภูมิคุ้มกัน (immunomodulatory) ต้านโรคกระดูกพรุน (anti-osteoporotic) คลายความวิตกกังวล (antiolytic) เสริมความจำ (memory-enhancing) รักษาโรคนอนไม่หลับ (insomnia) และโรค ประสาท (anxiolytic) [19, 20] โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเนื่องจากผลิตภัณฑ์

มีความแปลกใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษา [6] นำเนื้อลำไยอบแห้งไปชงกับน้ำเดือดเพื่อทำน้ำชา ลำไย พบว่าสารประกอบฟีนอลิกที่แพร่ลงในน้ำชาปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่กลับพบในเนื้อลำไยอบแห้งที่นำไปชงชามากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพน้อยกว่าตัวทำละลายอื่น ๆ สอดคล้องกับ [21] ที่พบว่ากรดแกลลิกซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกในลำไยละลายในเมทานอลได้ดีที่สุด รองลงมาคือเอทานอล น้ำ และเอทิลอะซิเตท ตามลำดับ เช่นเดียวกับ [22] พบว่าสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกลำไยที่สกัดด้วยเมทานอล และเอทานอลมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือการสกัดด้วยน้ำ และเอทิลอะซิเตท ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการสกัดด้วยเมทานอลจะให้ผลที่ดีกว่าการสกัดด้วยสารละลายชนิดอื่น แต่ก็ไม่ควรใช้เนื่องจากเมทานอลมีความเป็นพิษ ไม่เหมาะที่จะนำมาสกัดแล้วนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหาร จึงมีข้อเสนอแนะด้านวิธีการสกัดว่าควรสกัดด้วยน้ำร้อน โดยใช้หม้ออัดแรงดันร่วมกับการใช้คลื่นอัลตราโซนิก จากการศึกษา [9] พบว่าเมล็ดลำไยที่สกัดด้วยน้ำร้อนร่วมกับคลื่นอัลตราโซนิกสามารถสกัดกรดแกลลิกและคอร์ลาจินได้มากกว่าการสกัดด้วยน้ำร้อน และเอทานอล ตามลำดับ และพบว่าสารประกอบฟีนอลิกในน้ำลำไยสกัดที่ต้มด้วยหม้ออัดความดันมีปริมาณสูงกว่าการต้มแบบปกติ สอดคล้องกับ [17] พบว่าสารสกัดจากลำไยอบแห้งเนื้อสีทองที่ต้มด้วยหม้ออัดแรงดัน มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าสารสกัดโดยการแช่และการต้มด้วยกระเพาะไฟฟ้า ตามลำดับ

นอกจากนี้ จากการศึกษาของ [23] ซึ่งใช้น้ำร้อนในการสกัดสารจากเมล็ดและเนื้อลำไยตามวิธีการแพทย์ของจีน มีสารสำคัญที่พบคือ กรดแกลลิก กรดเอลลาจิก และคอร์ลาจิน โดยในเมล็ดลำไยอบแห้งพันธุ์ตอพบสารสำคัญดังกล่าวมากกว่าในเมล็ดลำไยอบแห้งพันธุ์เปี้ยวเขียว และพันธุ์ใบดำ ในขณะที่เนื้อลำไยอบแห้งมีปริมาณสารดังกล่าวและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด ทั้งนี้สารสกัดเมล็ดลำไยอบแห้งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเนื้อลำไยอบแห้งประมาณ 10 เท่า ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะในการเตรียมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นโดยเปลี่ยนวิธีการเตรียมจากการต้มเฉพาะเนื้อมาเป็น การต้มทั้งเนื้อและเมล็ดลำไย อาจจะทำให้ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากขึ้น ทั้งนี้ควรมีการพิจารณาความเข้มข้นที่เหมาะสมจากรสชาติ รวมทั้งความเป็นพิษเฉียบพลันและความเป็นพิษเรื้อรัง

สรุปผลการวิจัย

การเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นลงในขนมถ้วยฟูมีผลต่อสีและเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีแดง ค่าความสว่าง ค่าความแข็ง ความเหนียว และพลังงานในการเคี้ยวเพิ่มขึ้น แต่ค่าความเป็นสีเหลืองและการสปริงตัวมีค่าลดลง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระของขนมถ้วยฟูมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น การเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นทำให้ขนมถ้วยฟูมีค่าความชอบมากกว่าสูตรที่ไม่เติมน้ำลำไยอบแห้ง และการเติมน้ำลำไยอบแห้งเข้มข้นร้อยละ 10 มีความชอบโดยรวมสูงที่สุด โดยขนมถ้วยฟูสูตรดังกล่าวมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มพช.1/2552) เมื่อนำผลิตภัณฑ์สูตรที่ดีที่สุดไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปพบว่าส่วนใหญ่ให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยเหตุผลในการยอมรับที่สำคัญที่สุดคือมีความแปลกใหม่ และผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการจำหน่าย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำหรับการอนุเคราะห์การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] รุ่งรัตน์ แจ่มจันทร์. (2544). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมกล้วยสำหรับทำไส้กรอก*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] ไตรรงค์ กันตพิชญ์สิทธิ์. (2546). *การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องในการผลิตขนมกล้วย*. รายงานวิจัย สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- [3] ศิริชัย สมคะเนย์, และอำนาจ ภูมิจันทิก. (2544). *แป้งขนมกล้วยเพื่อทำไส้กรอก*. ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [4] ฝ่ายเกษตร ประจำสถานกงสุลใหญ่ ณ นครเซี่ยงไฮ้. (2564). *สถานการณ์และแนวโน้มตลาดลำไยสดและลำไยอบแห้งในประเทศจีน*. [ออนไลน์], สืบค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/shanghai-home> (24 พฤศจิกายน 2564).
- [5] Rangkadilok, N., Worasuttayangkurn, L., Bennett, R.N., & Satayavivad, J. (2005). Identification and quantification of polyphenolic compounds in longan (*Euphoria longana* Lam.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1387-1392.
- [6] ศรีณยา ลากส่งผล. (2550). *ผลของสภาวะการอบแห้งต่อสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสและสารประกอบฟีนอลิกในลำไยอบแห้งพร้อมเปลือกและชาลำไย*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [7] Li, N., Lin, Z., Chen, W., Zheng, Y., Ming, Y., Zheng, Z., Huang, W., Chen, L., Xiao, J., & Lin, H. (2018). Corilagin from longan seed: Identification, quantification, and synergistic cytotoxicity on SKOV3ip and hey cells with ginsenoside Rh2 and 5- fluorouracil. *Food and Chemical Toxicology*, 119, 133-140.
- [8] Panyathep, A., Chewonarin, T., Taneyhill, K., Surh, Y.J., & Vinitketkumnun, U. (2013). Effects of dried longan seed (*Euphoria longana* Lam.) extract on VEGF secretion and expression in colon cancer cells and angiogenesis in human umbilical vein endothelial cells. *Journal of Functional Foods*, 5(3), 1088-1096.
- [9] ญาณิศา จินดาหลวง. (2557). *การพัฒนาเครื่องต้มลำไยสกัดจากลำไยอบแห้งทั้งผลตากเกรดเสริมสารสกัดจากเมล็ด*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [10] ศุภนุช เพชรแอน. (2562). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกล้วยลำไยอบแห้ง*. รายงานวิจัย ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- [11] 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.

- [12] AOAC. (2000). *Association of Official Chemists, Official Methods of Analysis* (17th edition). MD.USA: International Guitersburg.
- [13] Wu, X., Huang, H., Li, M., Wang, Y., Wu, X., Wang, Q., Shen, J., Xiao, Z., Zhao, Y., Du, F., Chen, Y., Yang, Y., Zhao, Q., Zeng, J., He, Y., & Xiao, J. (2022). Excessive consumption of the sugar rich longan fruit promoted the development of nonalcoholic fatty liver disease via mediating gut dysbiosis. *Food Frontiers*, 4, 491–551.
- [14] Park, Y., Oh, I.K., Park, S.W., Ryu, K., & Lee, S. (2019). Elucidation of rheological, microstructural, water mobility, and noodle-making properties of rice flour affected by turanose. *Journal of Food Chemistry*, 276, 9-14.
- [15] Hong-in, P., Neimkhum, W., Punyoyai, C., Sriyab, S., & Chaiyana, W. (2021). Enhancement of phenolics content and biological activities of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) treated with thermal and ageing process. *Scientific Reports*, 11, 15977.
- [16] Zhang, X., Guo, S., Ho, C.T., & Bai, N. (2020). Phytochemical constituents and biological activities of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit: a review. *Food Science and Human Wellness*, 9(2), 95–102.
- [17] มยุรี ชมงาม, และสิขเรศ คงแก้ว. (2564). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากน้ำเชื่อมลำไยตกเกรด*. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- [18] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2552). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย*. [ออนไลน์], สืบค้นจาก https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1_52.pdf (27 ธันวาคม 2565).
- [19] Tang, Y. Y., He, X. M., Sun, J., Li, C. B., Li, L., Sheng, J. F., Xin, M., Li, Z. C., Zheng, F. J., Liu, G. M., Li, J. M., & Ling, D. N. (2019). Polyphenols and alkaloids in byproducts of Longan fruits (*Dimocarpus Longan* Lour.) and their bioactivities. *Molecules*, 24(6), 1186.
- [20] Prasad, K., Neha, P., Lal, M. K. & Gaurav, A. K. (2017). Longan (*Dimocarpus longan* Lour) processing: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8), 1–7.
- [21] Daneshfar, A., Ghaziaskar, H.S., & Homayoun, N. (2008). Solubility of Gallic Acid in Methanol, Ethanol, Water, and Ethyl Acetate. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 53(3), 776-778.
- [22] Prasad, K.N., Yang, E., Yi, C., Zhao, M., & Jiang, Y. (2009). Effects of high pressure extraction on the extraction yield, total phenolic content and antioxidant activity of longan fruit pericarp. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 155–159.

- [23] Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., & Satayavivad, J. (2007). Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 45, 328–336.