

ผลของการใช้ไข่ผำเสริมโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระในขนมไทย

ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัตน์* สุพัตรา ทรัพย์สินโอฟาร ณ์ภูษิตต์ดี เหมทานนท์ อีราพร ปฏิวเวธิวิฑูร และชนัญรักษ์ สุวรรณวัฒน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

*Corresponding Author Email: khwanlutai@gmail.com

Received: June 5, 2025; Revised: July 22, 2025; Accepted: August 1, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณการเสริมไข่ผำในขนมไทย 2) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมไทยเสริมไข่ผำ และ 3) ศึกษาปริมาณโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระของขนมไทยเสริมไข่ผำ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การศึกษาปริมาณการเสริมไข่ผำในขนมไทยโดยทำการเสริมผงไข่ผำ ร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากผลการวิจัยพบว่าปริมาณการเสริมไข่ผำที่เหมาะสมของขนมกลีบลำดวน คือร้อยละ 6 ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียว คือร้อยละ 4 ผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมไทยเสริมไข่ผำ ได้แก่ ขนมกลีบลำดวนร้อยละ 78 ในระดับชอบปานกลาง (3.73 ± 0.44) ขนมเปียกปูนกะทิสดร้อยละ 85 ในระดับชอบมาก (4.64 ± 0.48) และขนมเหนียวร้อยละ 65 ในระดับชอบปานกลาง (3.46 ± 0.50) ผลการศึกษาปริมาณโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระของขนมไทยเสริมไข่ผำโดยเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบพบว่า ขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียว มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น 0.76, 0.10 และ 0.36 กรัม ตามลำดับ ปริมาณโยอาหารเพิ่มขึ้น 0.66, 0.03 และ 0.66 กรัม ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น 0.23, 30.93 และ 0.11 $\mu\text{g GAE/g}$ ตามลำดับ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น 69.00, 75.82 และ 38.40 $\mu\text{g TE/g}$ ตามลำดับ ค่าสีของขนมไทยเสริมไข่ผำทั้ง 3 ชนิด มีค่าสี L^* เท่ากับ 41.50, 32.36 และ 45.00 ตามลำดับ ค่าสี a^* เท่ากับ -0.80, -8.70 และ 1.50 ตามลำดับ และค่าสี b^* เท่ากับ 36.50, 20.93 และ 15.26 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ขนมไทย ไข่ผำ โปรตีน โยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ

Effect of *Wolffia (Wolffia globosa)* Supplementation on Protein, Dietary Fiber, and Antioxidant Content in Thai Desserts

Khwanruethai Soontomtammarath,* Supattra Supsinolan, Nuttakit Hemthanon, Theeraporn Patiwetwitoon and Chananrak Suwannawat

Faculty of Engineering and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

*Corresponding Author Email: khwanlutai@gmail.com

Received: June 5, 2025; Revised: July 22, 2025; Accepted: August 1, 2025

Abstract

This research aims to study 1) the effect of wolffia (*Wolffia globosa*) supplementation in Thai desserts, 2) consumer acceptance and 3) protein, dietary fiber and antioxidant content in Thai desserts supplemented with wolffia. Statistical analysis of this study demonstrated the mean, percentage, and standard deviation (SD). The effect of wolffia supplementation in Thai desserts was studied by supplementing wolffia powder at 2, 4 and 6% of flour weight. The experiment was designed using a Randomized Complete Block Design (RCBD). Analysis of variance (ANOVA) was used to compare the means using Duncan's new multiple range test at a 95% confidence level. The results showed that the appropriate wolffia content for Khanom Kleeb Lamduan (Thai shortbread cookies) was 6%. Khanom Piak Pun (Pandanus pudding in coconut cream) and Khanom Niao (Rice cake with coconut syrup and rice cracker) were 4%. The consumer acceptance results of Thai desserts supplemented with wolffia, including Khanom Kleeb Lamduan 78% of consumers were like moderately level (3.73 ± 0.44), Khanom Piak Pun 85% of consumers were like very much level (4.64 ± 0.48), Khanom Niao 65% of consumers were like moderately level (3.46 ± 0.50). The protein, dietary fiber and antioxidant content of Thai desserts with wolffia supplement compared with the control, the protein content of Khanom Kleeb Lamduan, Khanom Piak Pun and Khanom Niao increased 0.76, 0.10 and 0.36 g, respectively. Dietary fiber increased 0.66, 0.03 and 0.66 g. Total phenolic compounds increased 0.23, 30.93 and 0.11 μg GAE/g and Radical scavenging activity increased 69.00, 75.82 and 38.40 μg GAE/g, respectively. The colorimetry of 3 Thai desserts supplemented with wolffia was L^* 41.50, 32.36 and 45.00, a^* -0.80, -8.70 and 15.26, b^* 36.50, 20.93 and 15.26, respectively.

Keywords: Thai dessert, *Wolffia*, Protein, Dietary fiber, Antioxidant

บทนำ

ไซ้ผำ หรือไซ้ผำน้ำ (Wolffia) เป็นพืชลอยน้ำตระกูลแหวน ลักษณะเป็นเม็ดสีเขียวขนาดเล็ก มีรูปร่างเป็นเม็ดวงกลมหรือเกือบกลม เป็นหนึ่งในพืชน้ำจืดที่พบได้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีโปรตีนสูง ประมาณร้อยละ 20-40 มีสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สารพฤกษเคมี (Phytochemical) ที่มีประโยชน์ ไซ้ผำ มีกรดอะมิโนจำเป็นชนิดที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ไลซีน ฟีนิลอะลานีน และลิวซีน ซึ่งช่วยเรื่องภูมิคุ้มกันของร่างกายและระบบประสาท (Community Organization Development Institute, 2024) ปัจจุบันไซ้ผำถูกจัดเป็นอาหารกลุ่มโปรตีนทางเลือก เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ผู้ที่ร่างกายไม่สามารถย่อยโปรตีนจากสัตว์ได้ กลุ่มผู้สูงอายุที่ต้องการโปรตีนย่อยง่ายเพื่อเสริมมวลกล้ามเนื้อ หรือกลุ่มผู้มีปัญหาาระบบขับถ่าย นอกจากโปรตีนและสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว ไซ้ผ่ายังมีใยอาหารที่ดีต่อร่างกาย (Public Relations Department, Suranaree University of Technology, 2025) ไซ้ผำสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้หลากหลายประเภททั้งอาหารคาว อาหารหวาน และเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ส่วนใหญ่ไซ้ผำจะถูกใช้เป็นส่วนผสมของอาหารจำพวกแกงซึ่งเป็นเมนูที่ได้รับความนิยมมากที่สุดโดยเฉพาะในภาคเหนือและอีสาน นอกจากนี้ยังนิยมใส่ในไข่เจียว ยำ สลัด เมนูอาหารนานาชาติ เช่น พาสต้า อาหารหวานจะพบในขนมอบ เช่น คุกกี้ ขนมปัง และเค้ก ในส่วนของขนมไทยนั้นยังพบว่ามีการใช้ไซ้ผำเป็นส่วนผสมอยู่น้อยมาก เนื่องจากไซ้ผำมีคุณลักษณะเฉพาะตัวจึงเหมาะสำหรับขนมไทยบางประเภทเท่านั้น

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกขนมไทยมาเป็นกรณีศึกษาในการนำไซ้ผำมาเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่นิยมหรือชื่นชอบขนมไทย ขนมไทยส่วนใหญ่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำตาล และกะทิ ซึ่งให้สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมันเท่านั้น การเสริมไซ้ผำจึงสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอื่น ๆ เช่น โปรตีน ใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระให้สูงขึ้น ขนมไทยที่ผู้วิจัยเลือกมาเป็นกรณีศึกษาครั้งนี้ คือ ขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียว ซึ่งเป็นขนมชนิดที่เสริมไซ้ผำแล้วยังคงมีคุณลักษณะที่ดี การเสริมไซ้ผำจะช่วยเพิ่มสีสันและสร้างความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อศึกษาปริมาณการเสริมไซ้ผำในขนมไทย
- เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมไทยเสริมไซ้ผำ
- เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีน ใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระของขนมไทยเสริมไซ้ผำ

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยศึกษาสูตรต้นแบบของขนมไทย 3 ชนิด ได้แก่ ขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียว ขนมไทยทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวถูกเลือกมาทดลองเสริมไซ้ผำเนื่องจากขนมกลีบลำดวนและขนมเปียกปูนกะทิสดเป็นขนมไทยที่ได้รับความนิยม ส่วนขนมเหนียวเป็นขนมไทยที่หารับประทานได้ยาก ในการคัดเลือกสูตรต้นแบบใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจำนวน 10 คน ให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale)

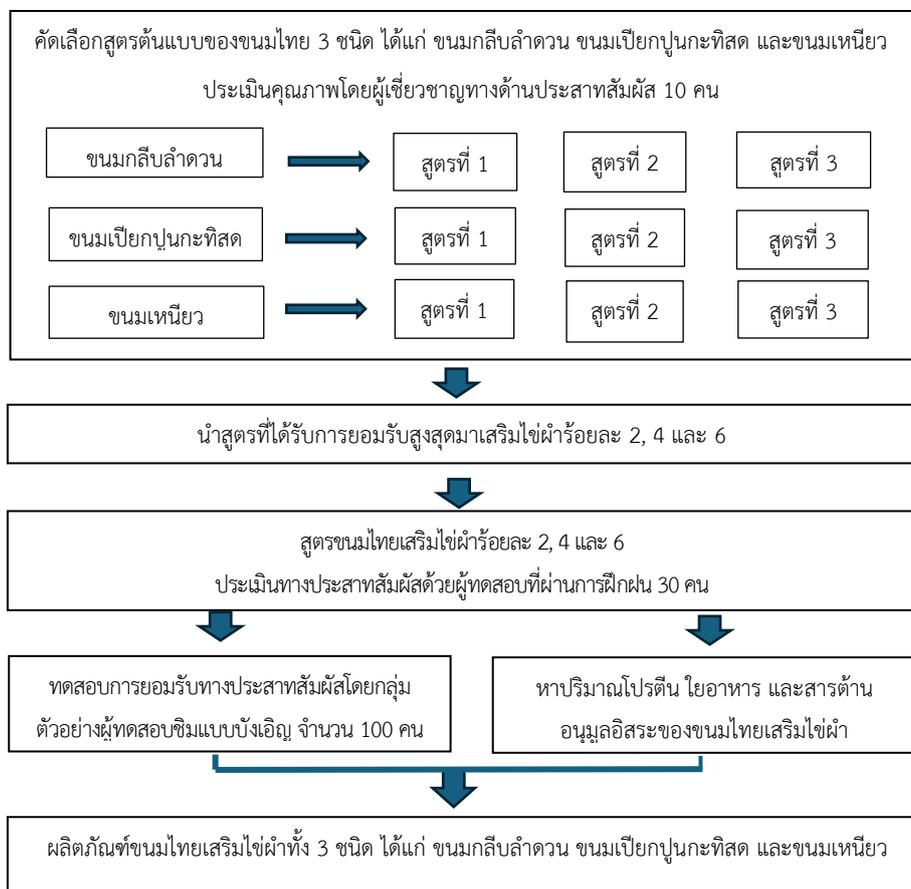
2. ศึกษาปริมาณการเสริมไซ้ผำที่เหมาะสมในขนมไทยทั้ง 3 ชนิด โดยทำการเสริมไซ้ผำชนิดผง สายพันธุ์ *Wolffia globosa* (L.) Wimm. ที่ผ่านการทำให้แห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum drying oven) จากบริษัท แอดวานซ์ กรีนฟาร์ม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปริมาณการเสริมไซ้ผำคือร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง (การเสริมไซ้ผำในปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 6 จะส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์) จากนั้นทำการ

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale)

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยเสริมไข่ฝ้ายทั้ง 3 ชนิด โดยนำขนมไทยสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดจากข้อ 2. มาทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบแบบ 5 ระดับ (5-Point hedonic scale)

4. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ปริมาณใยอาหาร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (สารต้านอนุมูลอิสระ) และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ทำการวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี $L^* a^* b^*$ ของขนมไทยเสริมไข่ฝ้ายสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดจากข้อ 2. โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การทบทวนวรรณกรรม

ไข่ฝ้าย ไข่หญ้า ไข่แหวน ชื่อสามัญ: Wolffia หรือ Water meal ชื่อวิทยาศาสตร์: *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. ในประเทศไทยพบไข่ฝ้ายอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. และ *Wolffia globosa* (L.) Wimm. เป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก ไข่ฝ้ายสายพันธุ์ *W. arrhiza* จะมีขนาดใหญ่กว่า ผิวด้านบนนั้นค่อนข้างจะมีสีเขียวเข้ม

ส่วน *W. globosa* มีขนาดเล็ก ลำต้นโปร่งแสง พบในบริเวณแหล่งน้ำนิ่งธรรมชาติโดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของประเทศไทย (Esan Information Ubon Ratchathani, 2024) ผลการศึกษาจากทีมวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 พบว่า ไข่ฝามีปริมาณโปรตีนสูง เจริญเติบโตได้ไว ใช้ทรัพยากรการผลิตต่ำ สามารถให้ผลผลิตโปรตีนสูงกว่าถั่วเหลืองเมื่อเทียบกับพื้นที่การเพาะปลูกที่เท่ากัน ทั้งยังย่อยง่าย โยอาหารสูง ดีต่อระบบการย่อยอาหารรวมถึงมีแคลอรี แป้ง น้ำตาลและไขมันต่ำ เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (Saepae, 2022)

กลีบลำควน หรือดอกลำควนเป็นขนมไทยชนิดหนึ่ง ทำจากแป้งสาลีชนิดเคล้ากับน้ำตาลและน้ำมัน ปั้นเป็นดอก 3 กลีบ มีเกสรกลมตรงกลาง (อย่างดอกลำควน) แล้วอบหรือผิง เป็นขนมมงคลที่ใช้ในงานแต่งงาน (Local database; Kamphaeng Phet-Tak Provinces, 2017)

เป็ยกปูนกะทิสด เป็นขนมไทยที่ประยุกต์มาจากขนมเป็ยกปูน โดยขนมเป็ยกปูนนั้นดัดแปลงมาจากขนมกวนหรือกะละแม โดยในอดีตขนมเป็ยกปูนทำจากแป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยายม่อม และสีเขียวจากใบเตยหรือสีด้าจากกาบมะพร้าวเผา ผสมด้วยน้ำปูนใส กะทิและน้ำตาล กวนจนข้นเหนียว จากนั้นเทใส่พิมพ์ ร่อนขนมเป็ยกปูนเย็นลง จึงตัดเป็นชิ้น ๆ โรยหน้าด้วยมะพร้าวขูด ซึ่งขนมเป็ยกปูนดั้งเดิมจะมีเนื้อขนมที่แข็งตัวมากกว่าเพราะมีส่วนผสมของแป้งท้าวยายม่อม ส่วนที่มาของชื่อขนมเป็ยกปูนนั้น เพราะเป็นขนมที่มีส่วนผสมของน้ำปูนใส จึงได้ชื่อว่าขนมเป็ยกปูน (Patternpack.org, 2021) วิธีการรับประทาน คือรับประทานตัวขนมร่วมกับน้ำกะทิ

ขนมเหนียวเป็นขนมไทยที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียว มะพร้าว น้ำตาลโตนด และข้าวพอง โดยคุณหญิงพวงบุญนาถ ได้กล่าวถึงวิธีการทำขนมเหนียวแบบโบราณในตำราของหวานของท่านไว้ว่า ใช้ข้าวเหนียวหุงหรือหนึ่งแล้วนำมาโขลกให้เหนียว ตัดเป็นชิ้นคลุกกับมะพร้าวขูด ใช้ได้ทั้งข้าวเหนียวดำและขาว หรือจะใช้แป้งแห้งนวดแล้วนึ่งแบบสมัยใหม่ (Tamrumrub, 2024) วิธีการรับประทานคือ นำตัวขนมมารับประทานร่วมกับน้ำเชื่อมและข้าวตอกคั่วหรือข้าวพอง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรต้นแบบของขนมไทย

ทำการรวบรวมค้นคว้าสูตรขนมไทย 3 ชนิด ได้แก่ ขนมกลีบลำควน ขนมเป็ยกปูนกะทิสด และขนมเหนียว ชนิดละ 3 สูตร (ดังตารางที่ 1) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ (รูปร่าง) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 10 คน ให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (017/68E13-V.02) เพื่อการทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1 สูตรต้นแบบของขนมไทย 3 ชนิด

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ขนมกลีบลำควน			
แป้งสาลีเนกประสงค์	95	-	55
แป้งสาลีชนิดเบา	-	143	55
น้ำตาลทรายปน	70	93	-
น้ำตาลไอซิ่ง	-	-	26
เกลือปน	-	-	0.5
น้ำมันพืช	58	100	40

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ขนมเปียกปูนกะทิสด			
ส่วนผสมแป้ง			
แป้งข้าวเจ้า	48	80	60
แป้งท้าวยายม่อม	7	40	5
แป้งมันสำปะหลัง	-	-	10
แป้งถั่วเขียว	-	15	-
น้ำตาลมะพร้าว	75	110	50
น้ำตาลทรายขาว	35	30	50
น้ำใบเตย	230	170	-
น้ำปูนใส	225	428	375
เกลือ	1	0.5	1.5
ใบเตย	-	-	75
ส่วนผสมหน้า			
กะทิ	250	250	250
แป้งข้าวเจ้า	3	3	3
เกลือป่น	1.5	1.5	3
งาขาวคั่ว	10	20	40
ขนมเหนียว			
ส่วนผสมแป้ง			
แป้งข้าวเหนียว	100	125	250
น้ำ	56	113	300
มะพร้าวขูดขาว	250	300	400
เกลือป่น	-	1	1
ส่วนผสมน้ำเชื่อม			
น้ำตาลมะพร้าว	2000	480	200
น้ำ	1,800	225	100
เกลือ	5	-	-
ส่วนผสมข้าวพอง			
ข้าวเหนียวทอด	200	200	200

หมายเหตุ: ขนมกลีบลำดวน สูตรที่ 1 (Hongwiwat N., 2011.); สูตรที่ 2 (Pattanapongsirikul J., n.d.); สูตรที่ 3 (Hemthanon N., n.d.)
 ขนมเปียกปูนกะทิสด สูตรที่ 1 (Kruapitpilai, 2019); สูตรที่ 2 (Hongwiwat N., n.d.); สูตรที่ 3 (Itthikhanesorn V., 2022)
 ขนมเหนียว สูตรที่ 1 (Spring Green Evolution, n.d.); สูตรที่ 2 (Kruabaanpim, 2010); สูตรที่ 3 (Krua Maenai, 2019)

2. ศึกษาปริมาณการเสริมโซ่ผ้าที่เหมาะสมในขนมไทย

นำขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวสูตรต้นแบบที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดจากข้อ 1. มาเสริมโซ่ผ้าในปริมาณร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง (ดังตารางที่ 2) จากนั้นทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ (รูปร่าง) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด

ตารางที่ 2 ปริมาณการเสริมโซ่ผ้าในขนมไทย 3 ชนิด

ส่วนผสม	ปริมาณโซ่ผ้าในขนมไทย 3 ชนิด (กรัม)		
	ร้อยละ 2	ร้อยละ 4	ร้อยละ 6
ขนมกลีบลำดวน			
โซ่ผ้า	2.2	4.4	6.6
แป้งสาลีเนกประสงค์	55	55	55
แป้งสาลีชนิดเบา	55	55	55
น้ำตาลไอซิ่ง	26	26	26
เกลือป่น	0.5	0.5	0.5
น้ำมันพืช	40	40	40
ขนมเปียกปูนกะทิสต			
โซ่ผ้า	1.1	2.2	3.3
แป้งข้าวเจ้า	48	48	48
แป้งท้าวยายม่อม	7	7	7
น้ำตาลมะพร้าว	75	75	75
น้ำตาลทรายขาว	35	35	35
น้ำใบเตย	230	230	230
น้ำปูนใส	225	225	225
เกลือ	1	1	1
ขนมเหนียว			
โซ่ผ้า	5	10	15
แป้งข้าวเหนียว	250	250	250
น้ำ	300	300	300
มะพร้าวขูดขาว	400	400	400
เกลือ	1	1	1

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมไทยเสริมโซ่ผ้า

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมโซ่ผ้าสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดจากข้อ 2. โดยนำมาประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ

(รูปร่าง) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 5 ระดับ ใช้ผู้บริโภคร่วมไป จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ (Accidental sampling)

4. ศึกษาปริมาณโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระของขนมไทยเสริมไข่ผำ

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ AOAC (2023) 992.15 วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Dietary fiber) ด้วยวิธีการ AOAC (2023) 985.29 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds; TPC) ด้วยวิธีทาง Spectrophotometry (Total phenolic compound quantification by colorimetric assay) การวิเคราะห์ที่ใช้วิธีที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ (รหัส FSH: Tpc01) ดัดแปลงจาก Bozin et al. (2008) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH (DPPH Radical scavenging activity) โดยการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน Trolox การวิเคราะห์ที่ใช้วิธีที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ (รหัส FSH: Aox01) ดัดแปลงจาก van Amsterdam et al. (1992) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5. การวิเคราะห์ค่าสีของขนมไทยเสริมไข่ผำ

การวัดค่าสี $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-10 Plus Color Reader โดยค่า L^* คือ ค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 และค่า a^* หากมีค่าเป็น + แสดงถึงความเป็นสีแดง และหากมีค่าเป็น - แสดงถึงความเป็นสีเขียว ส่วนค่า b^* หากมีค่าเป็น + แสดงถึงความเป็นสีเหลือง และหากมีค่าเป็น - แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรต้นแบบของขนมไทย

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวน จำนวน 3 สูตร พบว่าขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดคือ 8.30 ± 0.65 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรที่ 1 และ 2 นอกจากนั้นสูตรที่ 3 ยังมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (7.90 ± 0.71) สี (7.50 ± 0.50) กลิ่น (7.20 ± 0.61) เนื้อสัมผัส (8.23 ± 0.72) และรสชาติ (7.50 ± 0.50) สูงที่สุด จึงทำการคัดเลือกขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3 สำหรับการทดสอบในขั้นต่อไป

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนกะทิสด จำนวน 3 สูตร พบว่าขนมเปียกปูนกะทิสดสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดคือ 7.40 ± 0.49 และยังมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ (7.60 ± 0.49) สี (7.40 ± 0.49) กลิ่น (7.40 ± 0.67) เนื้อสัมผัส (7.63 ± 0.49) และรสชาติ (7.40 ± 0.49) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรที่ 2 และ 3 จึงทำการคัดเลือกขนมเปียกปูนกะทิสดสูตรที่ 1 สำหรับการทดสอบในขั้นต่อไป

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเหนียว จำนวน 3 สูตร พบว่าขนมเหนียวสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดคือ 8.30 ± 0.65 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรที่ 1 และ 2 นอกจากนั้นสูตรที่ 3 ยังมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (7.90 ± 0.71) สี (7.50 ± 0.50) กลิ่น (7.20 ± 1.30) เนื้อสัมผัส (8.26 ± 0.55) และรสชาติ (7.50 ± 0.50) สูงที่สุด จึงทำการคัดเลือกขนมเหนียวสูตรที่ 3 สำหรับการทดสอบในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมไทยสูตรต้นแบบทั้ง 3 ชนิด

n = 10

ชนิดของขนมไทย	สูตร	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					ความชอบโดยรวม
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	
ขนมกลีบลำดวน	สูตรที่ 1	6.60 ^c ±0.49	6.10 ^c ±0.71	6.70 ^c ±0.65	6.50 ^c ±0.50	6.50 ^c ±0.50	6.50 ^c ±0.50
	สูตรที่ 2	7.10 ^b ±0.54	6.80 ^b ±0.61	6.30 ^b ±0.65	6.87 ^b ±0.34	6.90 ^b ±1.00	6.90 ^b ±0.30
	สูตรที่ 3	7.90 ^a ±0.71	7.50 ^a ±0.50	7.20 ^a ±0.61	8.23 ^a ±0.72	7.50 ^a ±0.50	8.30 ^a ±0.65
ขนมเปียกปูนกะทิสด	สูตรที่ 1	7.60 ^a ±0.49	7.40 ^a ±0.49	7.40 ^a ±0.67	7.63 ^a ±0.49	7.40 ^a ±0.49	7.40 ^b ±0.49
	สูตรที่ 2	6.70 ^b ±0.46	6.50 ^b ±0.50	6.40 ^b ±0.50	6.67 ^b ±0.47	6.30 ^b ±0.79	6.70 ^b ±0.47
	สูตรที่ 3	6.70 ^b ±0.46	6.40 ^b ±0.49	6.40 ^b ±0.50	6.70 ^b ±0.46	6.50 ^b ±0.68	6.80 ^b ±0.40
ขนมเหนียว	สูตรที่ 1	6.60 ^c ±0.49	6.10 ^c ±0.71	6.70 ^b ±0.55	6.53 ^c ±0.50	6.50 ^c ±0.50	6.50 ^c ±0.50
	สูตรที่ 2	7.10 ^b ±0.54	6.80 ^b ±0.61	6.30 ^c ±0.55	6.86 ^b ±0.55	6.90 ^b ±0.71	6.90 ^b ±0.30
	สูตรที่ 3	7.90 ^a ±0.71	7.50 ^a ±0.50	7.20 ^a ±1.30	8.26 ^a ±0.55	7.50 ^a ±0.50	8.30 ^a ±0.65

หมายเหตุ: ^{a b c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรยกกำลังต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณไข่ฝำในขนมไทย

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝำร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง พบว่าสูตรที่เสริมไข่ฝำร้อยละ 6 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะคือ ลักษณะปรากฏ (7.86±0.68) สี (7.46±0.50) กลิ่น (7.20±0.61) เนื้อสัมผัส (8.13±0.68) รสชาติ (7.46±0.50) และความชอบโดยรวม (8.26±0.63) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรเสริมไข่ฝำร้อยละ 2 และ 4 ขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝำมีกลิ่นคล้ายชาเขียว มีเนื้อสัมผัสกรอบร่วน รสชาติไม่หวานและมีสีที่แตกต่างกันดังภาพที่ 2 จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจึงทำการคัดเลือกขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝำร้อยละ 6 ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาปริมาณโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนต่อไป



สูตรต้นแบบ



สูตรร้อยละ 2



สูตรร้อยละ 4

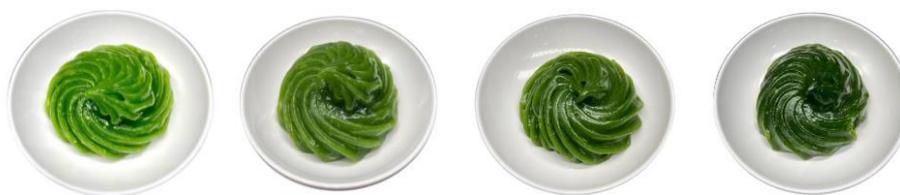


สูตรร้อยละ 6

ภาพที่ 2 ขนมกลีบลำดวนสูตรต้นแบบและเสริมไข่ฝำร้อยละ 2, 4 และ 6

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนกะทิสดเสริมไข่ฝำร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง พบว่าสูตรที่เสริมไข่ฝำร้อยละ 4 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะคือ ลักษณะปรากฏ (7.56±0.50) สี (7.36±0.49) กลิ่น (7.36±0.66) เนื้อสัมผัส (7.63±0.49) รสชาติ (7.43±0.50) และความชอบโดยรวม (7.43±0.50) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสูตรเสริมไข่ฝำร้อยละ 2 และ 6 ขนมเปียกปูนกะทิสดเสริมไข่ฝำมีกลิ่นหอมคล้ายชาเขียว เนื้อสัมผัสนุ่ม รูปร่างขนมคงตัวดี รสชาติไม่หวานและมีสีที่แตกต่างกันดังภาพที่ 3

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจึงทำการคัดเลือกขนมเปียกปูนกะทิสดเสริมไข่ฝำร้อยละ 4 ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาปริมาณโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนต่อไป



สูตรต้นแบบ สูตรร้อยละ 2 สูตรร้อยละ 4 สูตรร้อยละ 6

ภาพที่ 3 ขนมเปียกปูนกะทิสดสูตรต้นแบบและเสริมไข่ฝำร้อยละ 2, 4 และ 6

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเหนียวเสริมไข่ฝำร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักรับประทานพบว่าสูตรที่เสริมไข่ฝำร้อยละ 4 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะคือ ลักษณะปรากฏ (7.90 ± 0.71) สี (7.46 ± 0.50) กลิ่น (7.16 ± 0.64) เนื้อสัมผัส (7.90 ± 0.71) รสชาติ (7.46 ± 0.57) และความชอบโดยรวม (8.30 ± 0.65) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรเสริมไข่ฝำร้อยละ 2 และ 6 ขนมเหนียวเสริมไข่ฝำมีกลิ่นคล้ายชาเขียว เนื้อสัมผัสขนนุ่มเหนียว รูปร่างขนมคงตัวดี รสชาติไม่หวานและมีสีที่แตกต่างกันดังภาพที่ 4 จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจึงทำการคัดเลือกขนมเหนียวเสริมไข่ฝำร้อยละ 4 ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาปริมาณโปรตีน โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนต่อไป



สูตรต้นแบบ สูตรร้อยละ 2 สูตรร้อยละ 4 สูตรร้อยละ 6

ภาพที่ 4 ขนมเหนียวสูตรต้นแบบและเสริมไข่ฝำร้อยละ 2, 4 และ 6

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมไทยเสริมไข่ฝำทั้ง 3 ชนิด

n = 30

ชนิดของขนมไทยเสริมไข่ฝำ	ลักษณะปรากฏ	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					ความชอบโดยรวม
		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ		
ขนมกล้วยลำคาวน	ร้อยละ 2	$6.60^c \pm 0.49$	$6.10^c \pm 0.71$	$6.73^b \pm 0.63$	$6.50^c \pm 0.50$	$6.50^c \pm 0.50$	$6.50^c \pm 0.50$
	ร้อยละ 4	$7.10^b \pm 0.54$	$6.76^b \pm 0.56$	$6.33^c \pm 0.71$	$6.86^b \pm 0.34$	$6.93^b \pm 0.73$	$6.90^b \pm 0.30$
	ร้อยละ 6	$7.86^a \pm 0.68$	$7.46^a \pm 0.50$	$7.20^a \pm 0.61$	$8.13^a \pm 0.68$	$7.46^a \pm 0.50$	$8.26^a \pm 0.63$
ขนมเปียกปูนกะทิสด	ร้อยละ 2	$6.63^b \pm 0.55$	$6.36^b \pm 0.55$	$6.36^b \pm 0.49$	$6.70^b \pm 0.46$	$6.50^b \pm 0.68$	$6.76^b \pm 0.43$
	ร้อยละ 4	$7.56^a \pm 0.50$	$7.36^a \pm 0.49$	$7.36^a \pm 0.66$	$7.63^a \pm 0.49$	$7.43^a \pm 0.50$	$7.43^a \pm 0.50$
	ร้อยละ 6	$6.70^b \pm 0.46$	$6.46^b \pm 0.50$	$6.33^b \pm 0.54$	$6.67^b \pm 0.47$	$6.26^b \pm 0.78$	$6.67^b \pm 0.47$

ชนิดของขนมไทยเสริมไข่ฝ่ำ	ลักษณะปรากฏ	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					ความชอบโดยรวม
		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ		
ขนมเหนียว	ร้อยละ 2	7.13 ^b ±0.57	6.83 ^b ±0.64	6.33 ^b ±0.66	7.13 ^b ±0.57	6.90 ^b ±0.71	6.93 ^b ±0.36
	ร้อยละ 4	7.90 ^a ±0.71	7.46 ^a ±0.50	7.16 ^a ±0.64	7.90 ^a ±0.71	7.46 ^a ±0.57	8.30 ^a ±0.65
	ร้อยละ 6	6.60 ^c ±0.49	6.06 ^c ±0.69	6.67 ^b ±0.71	6.60 ^c ±0.49	6.46 ^c ±0.50	6.50 ^c ±0.50

หมายเหตุ: ^{a b c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรยกกำลังต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมไทยเสริมไข่ฝ่ำ

การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมไทยเสริมไข่ฝ่ำ 3 ชนิด ได้แก่ ขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียว ผู้ตอบแบบสอบถาม 100 คน อยู่ในช่วงอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 เป็นเพศหญิงร้อยละ 75 ประกอบอาชีพ พนักงานมหาวิทยาลัยร้อยละ 60 และมีรายได้ 15,000-24,999 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 40 ด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝ่ำอยู่ในระดับชอบปานกลาง (3.73 ± 0.44) คิดเป็นร้อยละ 78 ผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนกะทิสดเสริมไข่ฝ่ำอยู่ในระดับชอบมาก (4.64 ± 0.48) คิดเป็นร้อยละ 85 และผลิตภัณฑ์ขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำอยู่ในระดับชอบปานกลาง (3.46 ± 0.50) คิดเป็นร้อยละ 65

4. ผลการศึกษาปริมาณโปรตีน ใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระของขนมไทยเสริมไข่ฝ่ำ

จากตารางที่ 5 พบว่าขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 6 มีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรต้นแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.10 ± 0.50 g/100g, 2.11 ± 0.62 g/100g, 0.51 ± 0.55 µg GAE/g และ 152.85 ± 0.62 µg TE/g ตามลำดับ เช่นเดียวกับขนมเปียกปูนกะทิสดเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 4 ที่มีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรต้นแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 ± 0.55 g/100g, 0.21 ± 0.24 g/100g, 89.32 ± 1.72 µg GAE/g และ 90.86 ± 0.80 µg TE/g ตามลำดับ และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 4 มีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรต้นแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ± 0.61 g/100g, 2.24 ± 0.60 g/100g, 0.17 ± 0.55 µg GAE/g และ 227.37 ± 0.68 µg TE/g ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของขนมไทยเสริมไข่ฝ่ำทั้ง 3 ชนิด และสูตรต้นแบบ

คุณภาพทางเคมี	ขนมกลีบลำดวน		ขนมเปียกปูนกะทิสด		ขนมเหนียว	
	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 6	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 4	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 4
โปรตีน (g/100g)	7.34±0.18	8.10±0.50	0.96±0.44	1.06±0.55	3.14±0.45	3.50±0.61
ใยอาหาร (g/100g)	1.45±0.44	2.11±0.62	0.18±0.57	0.21±0.24	1.58±0.38	2.24±0.60
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (µg GAE/g)	0.28±0.58	0.51±0.55	58.39±1.58	89.32±1.72	0.06±0.54	0.17±0.55

คุณภาพ ทางเคมี	ขนมกลีบลำดวน		ขนมเปียกปูนกะทิสต		ขนมเหนียว	
	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 6	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 4	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 4
ประสิทธิภาพการ ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ($\mu\text{g TE/g}$)	83.85 \pm 0.57	152.85 \pm 0.62	15.04 \pm 0.72	90.86 \pm 0.80	188.97 \pm 0.60	227.37 \pm 0.68

หมายเหตุ: TE = Trolox equivalent; GAE = Gallic acid equivalent

ตารางที่ 6 ค่าสีของขนมไทยเสริมไข่ฝ่ำทั้ง 3 ชนิด และสูตรต้นแบบ

คุณภาพ ทาง กายภาพ	ขนมกลีบลำดวน		ขนมเปียกปูนกะทิสต		ขนมเหนียว	
	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 6	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 4	สูตรต้นแบบ	เสริมไข่ฝ่ำ ร้อยละ 4
ค่าสี L*	81.40 \pm 1.43	41.50 \pm 1.03	40.20 \pm 1.42	32.36 \pm 1.52	80.30 \pm 0.81	45.00 \pm 2.01
ค่าสี a*	6.10 \pm 0.70	-0.80 \pm 0.80	-8.70 \pm 0.94	-10.60 \pm 0.78	0.33 \pm 0.38	-1.50 \pm 0.60
ค่าสี b*	26.00 \pm 1.10	36.50 \pm 0.47	27.20 \pm 1.07	20.93 \pm 1.51	15.80 \pm 1.13	15.26 \pm 0.24

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าสี L* ของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำมีค่าน้อยกว่าสูตรต้นแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.50 \pm 1.03 , 32.36 \pm 1.52 และ 45.00 \pm 2.01 ตามลำดับ ค่าสี a* ของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำมีค่าน้อยกว่าสูตรต้นแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.80 \pm 0.80, -10.60 \pm 0.78 และ -1.50 \pm 0.60 ตามลำดับ และค่าสี b* ของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15.26 \pm 0.24 ถึง 36.50 \pm 0.47 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณการเสริมไข่ฝ่ำที่เหมาะสมของขนมกลีบลำดวน คือร้อยละ 6 ขนมเปียกปูนกะทิสตและขนมเหนียวคือร้อยละ 4 ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงอยู่ในช่วงอายุ 31-40 ปี เป็นพนักงานมหาวิทยาลัย มีรายได้ 15,000-24,999 บาทต่อเดือน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝ่ำอยู่ในระดับชอบปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 78 ผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนกะทิสตเสริมไข่ฝ่ำอยู่ในระดับชอบมาก คิดเป็นร้อยละ 85 และผลิตภัณฑ์ขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำอยู่ในระดับชอบปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 65 การศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของขนมไทย 3 ชนิด พบว่าขนมกลีบลำดวนเสริมไข่ฝ่ำมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารเพิ่มขึ้น 0.76 และ 0.66 กรัม ตามลำดับ ขนมเปียกปูนกะทิสตเสริมไข่ฝ่ำมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารเพิ่มขึ้น 0.10 และ 0.03 กรัม ตามลำดับ และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารเพิ่มขึ้น 0.36 และ 0.66 กรัม ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำเพิ่มขึ้น 0.23, 30.93 และ 0.11 $\mu\text{g GAE/g}$ ตามลำดับ ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำเพิ่มขึ้น 69.00, 75.82 และ 38.40 $\mu\text{g TE/g}$ ตามลำดับ ค่าสีของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ่ำทั้ง 3 ชนิด มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 41.50, 32.36 และ 45.00 ตามลำดับ ค่าความเป็นสีแดง (a*) เท่ากับ -0.80, -8.70 และ 1.50 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 36.50, 20.93 และ 15.26 ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ค่าสีของขนม

กลีบลำตวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝามีค่าสีเขียวที่มากกว่าสูตรต้นแบบ จึงทำให้ขนมทั้ง 3 ชนิด มีสีเขียวเข้มขึ้นเมื่อมองด้วยตาเปล่า

การคัดเลือกสูตรต้นแบบของขนมไทย 3 ชนิด พบว่าสูตรต้นแบบของขนมกลีบลำตวนคือสูตรที่ 3 เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ ขนมกลีบลำตวนสูตรนี้มีเนื้อขนมที่กรอบร่วน และมีรสชาติกลมกล่อมกว่าทั้ง 2 สูตร โดยเนื้อขนมสูตรที่ 1 มีความแข็งและแห้ง ส่วนสูตรที่ 2 มีเนื้อสัมผัสกรอบร่วนมากกว่าสูตรที่ 3 สูตรต้นแบบของขนมเปียกปูนกะทิสตคือสูตรที่ 1 เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ ขนมสูตรนี้มีสีเขียวสดชัดเจน มีกลิ่นหอมของน้ำใบเตย เนื้อสัมผัสนุ่ม และรสชาติไม่หวานเกินไป ส่วนสูตรต้นแบบของขนมเหนียวคือสูตรที่ 3 เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะเช่นกัน ขนมสูตรนี้มีลักษณะเนื้อขนมที่นุ่มเหนียวและยืดหยุ่นกว่าทั้ง 2 สูตร

ปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมไข่ฝ้าในส่วนผสมแป้งของขนมไทยสูตรต้นแบบทั้ง 3 ชนิด คือ การเสริมไข่ฝ้าร้อยละ 6 ในขนมกลีบลำตวน เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะคือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.86 ± 0.68 , 7.46 ± 0.50 , 7.20 ± 0.61 , 8.13 ± 0.68 , 7.46 ± 0.50 และ 8.26 ± 0.63 ตามลำดับ การเสริมไข่ฝ้าร้อยละ 4 ในขนมเปียกปูนกะทิสต เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะคือ ลักษณะปรากฏ (รูปร่าง) สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.56 ± 0.50 , 7.36 ± 0.49 , 7.36 ± 0.66 , 7.63 ± 0.49 , 7.43 ± 0.50 และ 7.43 ± 0.50 ตามลำดับ และการเสริมไข่ฝ้าร้อยละ 4 ในขนมเหนียว เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะคือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.90 ± 0.71 , 7.46 ± 0.50 , 7.16 ± 0.64 , 7.90 ± 0.71 , 7.46 ± 0.57 และ 8.30 ± 0.65 ตามลำดับ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมไทยเสริมไข่ฝ้า พบว่าขนมกลีบลำตวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียวเสริมไข่ฝ้ามีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรต้นแบบ สอดคล้องกับการวิจัยต่าง ๆ ที่พบว่าการเสริมไข่ฝ้าจะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และมีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรต้นแบบ เช่น Snack product (On-Nom et al., 2023) เส้นก๋วยเตี๋ยว (Seephua et al., 2025) สอดคล้องกับการวิจัยของ Khemthong, Yuthachit, Onmettaaree, Yamthonglang, Mungphuklang, and Toboonsung (2021) ที่พบว่าบะหมี่สดเสริมไข่ฝ้ามีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสูงกว่าสูตรต้นแบบ รวมถึง Chaikul sareewath and Amsem (2007) ได้ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตเสริมไข่ฝ้า พบว่าโยเกิร์ตเสริมไข่ฝ้ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าโยเกิร์ตสูตรต้นแบบและสูตรทางการค้า นอกจากนั้น Siripahanakul, Thongsila, Tanuthong and Chockchaisawasdee (2013) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูเสริมไข่ฝ้า พบว่าลูกชิ้นหมูเสริมไข่ฝ้ามีปริมาณโปรตีนเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมไทยเสริมไข่ฝ้า การเสริมไข่ฝ้าในขนมกลีบลำตวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียว ส่งผลทำให้ค่าสี L^* หรือความสว่างของขนมลดลงเมื่อเทียบกับสูตรต้นแบบ สอดคล้องกับการวิจัยของ Khemthong et al. (2021) ซึ่งพบว่าการเสริมไข่ฝ้าในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ค่าสี L^* ของเส้นบะหมี่ลดลง เช่นเดียวกับการวิจัยของ Siripahanakul et al. (2013) ที่พบว่าการเสริมไข่ฝ้าส่งผลให้ค่าสี L^* ในลูกชิ้นหมูลดลง นอกจากนั้น การเสริมไข่ฝ้าในขนมกลีบลำตวน ขนมเปียกปูนกะทิสต และขนมเหนียว ส่งผลทำให้ค่าสี a^* ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ การเสริมไข่ฝ้าทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมไทยทั้ง 3 ชนิด มีสีเขียวเข้มขึ้นอย่างชัดเจนดังภาพที่ 2-4 จากการวิจัยของ On-Nom et al. (2023) พบว่าการเสริมไข่ฝ้าในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ Snack product มีสีเขียวเข้มมากขึ้น นอกจากนั้น Seephua et al. (2025) พบว่าการเสริมไข่ฝ้าในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าสี L^* และ a^* ของเส้นก๋วยเตี๋ยว

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนั้นยังพบปริมาณคลอโรฟิลล์ในเส้นก๋วยเตี๋ยวเพิ่มสูงขึ้น สีเขียวของไข่ฝามาเกิดจากคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พืชใช้สร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในส่วนของค่าสี b^* ของขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียวที่เสริมไข่ฝามีค่าสีอยู่ในเกณฑ์เหลือง สีของผงไข่ฝามาใช้เสริมในผลิตภัณฑ์อาหารมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ รวมถึงอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการทำแห้ง อุณหภูมิในการเก็บรักษา หรือการเตรียมวัตถุดิบไข่ฝามา เช่น การลวกไข่ฝามาก่อนการทำแห้งจะช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ซึ่งป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ (Pannuan and Lertworasirikul, 2022)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลการวิจัยการเสริมไข่ฝามาในขนมกลีบลำดวน ขนมเปียกปูนกะทิสด และขนมเหนียว พบว่าทำให้ปริมาณโปรตีน ใยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและคุณประโยชน์ด้านสุขภาพให้กับผลิตภัณฑ์ขนมไทย เหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคที่นิยมขนมไทยและรักสุขภาพ และยังสามารถตอบโจทย์ในกลุ่มอาหารที่เป็นประโยชน์จากแหล่งใหม่ ๆ ในการผลิตได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการเสริมไข่ฝามาในขนมไทยที่มีลักษณะใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวน เช่น ขนมทองม้วน ขนมหน้าवल ขนมฝิง และขนมโสมนัส เนื่องจากการวิจัยนี้พบว่าขนมประเภทอบสามารถเสริมปริมาณไข่ฝามาได้มากกว่าขนมประเภทกวนและต้ม
2. ควรศึกษาการเสริมไข่ฝามาที่ได้จากการเตรียมที่แตกต่างกัน เช่น การเสริมไข่ฝามาชนิดสดในขนมไทยชนิดอื่น ๆ

References

- Chaikulsareewath, A., and Amsem, P. (2007). Production of *Wolffia globosa* Hartog & Plas Yoghurt. *The Journal of Food Technology Siam University*, 3(1), 30-36. (in Thai)
- Community Organization Development Institute (CODI), Thailand. (2024). *Super Food Wolffia, a wonderful little plant, easy to grow, good price, at Phra Tan, Kanchanaburi*. Retrieved from <https://web.codi.or.th/20240613-54496/>. (in Thai)
- Esan Information Ubon Ratchathani. (2024). *Wolffia, the world's best food*. Retrieved from <https://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/esaninfo/?p=6708> (in Thai)
- Khemthong, S., Yuthachit, P., Oonmettaaree, J., Yamthonglang, L., Mungphuklang, K., and Toboonsung, B. (2021). Effects of Watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) powder supplement to the quality of fresh noodles. *The Journal of Applied Science*, 20(2), 183-200. <https://doi.org/10.14416/j.appsci>.
- Local database, Kamphaeng Phet-Tak Provinces. (2017). *Kleeb lam duan*. Retrieved from https://arit.kpru.ac.th/ap/local/?nu=pages&page_id=610&code_db=DB0006&code_type=R003 (in Thai)
- On-Nom, N., et al. (2023). *Wolffia globosa*-Based Nutritious Snack Formulation with High Protein and Dietary Fiber Contents. *Foods*, 12(14), 2647. <https://doi.org/10.3390/foods12142647>

- Pannuan, O., and Lertworasirikul, S. (2022, February 21-23). *Effect of different pretreatments on drying characteristics, color and chlorophyll contents of Wolffia (Wolffia globosa)*. Proceedings of 60th Kasetsart University Annual Conference: Science, Engineering and Architecture, Agro-Industry, Natural Resources and Environment. Bangkok (Thailand).
- Pattanapongsirikul, J. (n.d.). *Thai dessert recipe included*. Retrieved from <https://www.facebook.com/jiranya.kul/> (in Thai)
- Patternpack.org. (2021). *Kanom Piakpoon*. Retrieved from <https://patternpack.org/?p=371> (in Thai)
- Public Relations Department, Suranaree University of Technology. (2025). *MSU launches industrial-scale prototype taro farm, medium and large scale, to upgrade and increase the value of taro for alternative protein production to become Super Food*. Retrieved from <https://www.sut.ac.th/news/detail/1/news20240903>. (in Thai)
- Saepae, P. (2022). *“Phum” Native Micro-Plants Food of the Future Fighting Food and Environmental Crisis*. Retrieved from <https://science.mahidol.ac.th/simple-science/2022/08/02/wolffia/> (in Thai)
- Seephua, N., Liu, Y., Li, H., Bunyatratchata, A., Phuseerit, O., and Siriamornpun, S. (2025). Nutritional Enhancement of Rice Noodles with Watermeal (*Wolffia globosa*). *Foods*, 14(7), 1096. <https://doi.org/10.3390/foods14071096> (in Thai)
- Siripahanakul, T., Thongsila, S., Tanuthong, T., and Chockchaisawasdee, S. (2013). Product development of Wolffia-pork ball. *International Food Research Journal*, 20(1), 213-217. (in Thai)
- Thongkham, P. (2019). *Effect of Temperature on Antioxidant Activity in Dried Water meal (Wolffia arrhizal (L.) Wimm) and Application in Food Products*. Dissertation Master's Degree, Ratchangkathaburi University of Technology. Retrieved from <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/> (in Thai)
- Trang Provincial Agriculture and Cooperatives Office. (2022). *Wolffia, a local vegetable with excellent protein, can be cultivated for cooking*. Retrieved from https://www.opsmoac.go.th/trang-article_prov-preview-441291791793. (in Thai)