

ผลของการเสริมไข่ฝ้ายต่อคุณภาพของขนมอินทนิล EFFECT OF WOLFFIA (*Wolffia globosa*) SUPPLEMENTATION ON THE QUALITY OF INTANIN DESSERT

ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัตน์*

สาขาวิชาการประกอบและบริการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร 10600

Khwanruethai Soontorntammarath*

Cookery and Food Service Program, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, 10600

*E-mail: Khwanlutai@gmail.com

Received: 03-02-2025

Revised: 25-07-2025

Accepted: 25-07-2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไข่ฝ้ายที่เหมาะสมในขนมอินทนิล การยอมรับของผู้บริโภคและคุณภาพของขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้าย โดยการเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 15 25 และ 35 ของน้ำหนักส่วนผสมแป้ง พบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบมากที่สุด และผู้บริโภคร้อยละ 87 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบมาก จากนั้นศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ พบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้ายมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารสูงกว่าสูตรต้นแบบ (มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 0.75 และ 0.08 กรัม/100 กรัม และใยอาหารเท่ากับ 0.89 และ 0.44 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ) มีพลังงานต่ำกว่าสูตรต้นแบบ (86.06 และ 88.37 กิโลแคลอรี/100 กรัม ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้ายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรต้นแบบ (ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 56.53 และ 1.54 $\mu\text{g GAE/g}$ และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ 113.12 และ 9.02 $\mu\text{g TE/g}$ ตามลำดับ) เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้ายมีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 21.43-8.66 และ +10.42 ตามลำดับ ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้าย ได้แก่ ค่าความแข็งค่าความยืดหยุ่น ค่าการเกาะติดกันของผลิตภัณฑ์ ค่าการเคี้ยว และค่าความเหนียว เท่ากับ 75.98 (g force) 60.22 (%) 36.44 (%) 16.72 (g force) และ 27.71 (g force) ตามลำดับ และผลการศึกษาคูณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ้าย พบว่ามีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มผช.1/2552)

คำสำคัญ: ไข่ฝ้าย ขนมอินทนิล โปรตีน สารต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT

This research aims to study the appropriate amount of Wolffia (*Wolffia globosa*), consumer acceptance, and product quality of Intanin dessert with Wolffia (*Wolffia globosa*) by adding Wolffia 15, 25, and 35% weight by flour weight. The results demonstrated that 25% of Wolffia supplement in Intanin dessert has the highest scores, including color, odor, texture, taste, and overall acceptance, and 87% of the consumers were highly satisfied and accepted this product formula. The chemical, physical, and microbiological properties showed that Intanin dessert with Wolffia has higher protein (0.75 and 0.08g per 100g) and fiber (0.89 and 0.44g per 100g) than control, while the energy is lower (86.06 and 88.37 kcal per 100g) than the control. In addition, the phenolic content (56.53 and 1.54 μg GAE/g), and antioxidant activity (113.12 and 9.02 μg TE/g) are also higher than control, respectively. The colorimetry of Intanin dessert with Wolffia was L^* 21.43, a^* -8.66, and b^* 10.42, respectively. The texture of Intanin dessert with Wolffia included hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, and gumminess were 75.98 g force, 60.22%, 36.44%, 16.72 g force, and 27.71 g force, respectively. The Microbiological quality results comply with Thai Community Product standards.

Keywords: Wolffia, Intanin dessert, Protein, Antioxidant

บทนำ

ไข่ผ่า ไข่ผ่า ไข่ผ่า ชื่อสามัญ : Wolffia, Water meal ชื่อวิทยาศาสตร์: *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm ในประเทศไทยพบไข่ผ่าอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. และ *Wolffia globosa* (L.) Wimm. เป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก มีรูปร่างกลมพองสีเขียว ลอยอยู่บนผิวน้ำ จัดเป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยว ไข่ผ่าสายพันธุ์ *W. arrhiza* จะมีขนาดใหญ่กว่า ผิวด้านบนนั้นค่อนข้างจะมีสีเขียวเข้ม ลำต้นมีลักษณะทึบแสง ส่วน *W. globosa* มีขนาดเล็ก ลำต้นโปร่งแสง และมีรูปทรงกระบอกมากกว่า *W. arrhiza* พบในบริเวณแหล่งน้ำนิ่งธรรมชาติโดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย (Esan Information @Ubon Ratchathani, 2024) “ไข่ผ่า” เป็นอาหารแห่งอนาคตเพราะมีต้นทุนการผลิตต่ำมีโปรตีนสูง ร้อยละ 20-40 มีสารต้านอนุมูลอิสระ มีสารอาหารประเภทเบต้าแคโรทีน สารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชัน ด้านการตายของเซลล์ ด้านสารก่อมะเร็ง (Technology Chaoban Online, 2023) “ไข่ผ่า” เป็นหนึ่งในอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง รวมถึงเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกที่สำคัญร้อยละ 20-30 ของน้ำหนักแห้ง มีปริมาณแป้งร้อยละ 10-20 ไขมันร้อยละ 1-5 และใยอาหารร้อยละ 25 แม้ว่าปริมาณไขมันของไข่ผำค่อนข้างน้อย แต่สัดส่วนของปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นอย่างโอเมก้า 3 มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 60 ของปริมาณไขมัน ยิ่งไปกว่านั้นยังมีสารพฤกษเคมี (Phytonutrients) หลายชนิด เช่น ลูทีน และซีแซนทีน ทั้งหมดนี้จึงทำให้ไข่ผำเป็น Superfood ที่น่าสนใจ ปัจจุบันนิยมนำมาประกอบอาหารและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบต่าง ๆ มากมาย (Unwet, 2022)

ขนมอินทนิล หรือ หยกสด หมายถึง “อินทนิล” หยกสดมีวิธีทำเหมือนกันกับอินทนิล เพียงแต่ใช้สูตรชาติต่างจากหยกสดใช้สีเขียวจากใบเตย ส่วนอินทนิลได้สีม่วงจากดอกอัญชันปั่นด้วยน้ำมะนาว อินทนิลมีจุดเด่นตรงเนื้อขนม

นุ่มหนึบลิ้นคอ กินกับน้ำกะทิหวานเค็ม หอมกลิ่นอบควันเทียนอันเป็นเอกลักษณ์ (Plienboonlert, 2021) ขนมอินทนิลจัดเป็นขนมไทยประเภทน้ำทำจากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งในปัจจุบันการทำขนมอินทนิลมักพบในรูปแบบสีเขียวมากกว่าเนื่องจากวัตถุดิบจำพวกใบเตยหาง่ายและมีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด ตลอดจนในการใช้ใบเตยทำขนมอินทนิลจะได้กลิ่นหอมของใบเตยมากกว่า

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คิดค้นพัฒนาขนมไทยเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากขนมอินทนิล ซึ่งเป็นขนมไทยที่หารับประทานได้ยากเนื่องจากเป็นขนมไทยโบราณไม่เป็นที่แพร่หลาย อีกทั้งปัจจุบันไม่ค่อยนิยมผลิตและจัดจำหน่าย โดยทำการทดลองเสริมคุณค่าทางโภชนาการ สารอาหารโปรตีน และสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชน้ำ ดังเช่น “ไข่ม้วน” เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคขนมไทย เหมาะสมสามารถบริโภคเป็นอาหารว่างสำหรับทุกเพศทุกวัย ตลอดจนเป็นการอนุรักษ์ขนมไทยที่จางหายไปจากอดีตให้กลับมาแพร่หลายได้อีกด้วย

วิธีการ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรขนมอินทนิลต้นแบบที่เหมาะสม

ทำการคัดเลือกสูตรต้นแบบจากการรวบรวมค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ จำนวน 3 สูตร (ตารางที่ 1) จากนั้นนำขนมอินทนิลที่ได้มาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 5 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) โดยการให้คะแนนแบบ 9–Point hedonic scale เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 1 สูตรต้นแบบของขนมอินทนิล 3 สูตร

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ส่วนผสมแป้ง			
1. แป้งมันสำปะหลัง	100	120	96
2. แป้งท้าวยายม่อม	-	30	-
3. แป้งถั่วเขียว	-	-	56
4. น้ำตาลทรายขาว	90	-	50
5. น้ำใบเตย	500	300	315
ส่วนผสมน้ำเชื่อมแซ่			
1. น้ำตาลทรายขาว	45	125	45
2. น้ำ	300	250	300
3. ใบเตย	10	10	10

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ส่วนผสมน้ำกะทิ			
1. กะทิ	250	175	160
2. น้ำ	400	75	-
3. น้ำตาลทรายขาว	130	50	-
4. เกลือป่น	1	-	3
5. ใบเตย	10	10	10

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 (The Koi, 2022); สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก (Itthikhanesorn, 2022); สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก (kaethykitchen, 2022)

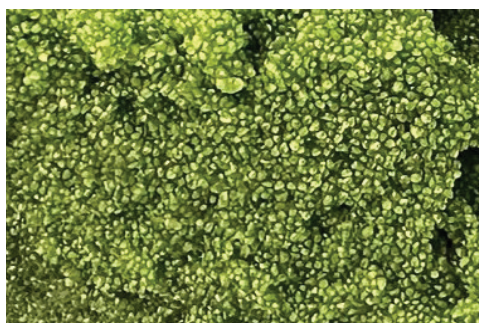
วิธีทำ

1) เตรียมส่วนผสมน้ำเชื่อมแช่ตัวขนม โดยผสมน้ำตาลทรายขาว น้ำ และใบเตย จากนั้นนำส่วนผสมต้มจนกระทั่งส่วนผสมละลายเป็นน้ำเชื่อมใส นำไปแช่เย็น พักไว้ (ทำเหมือนกันทั้ง 3 สูตร)

2) เตรียมส่วนผสมน้ำกะทิโดยผสมกะทิ น้ำ น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น และใบเตย (สูตรที่ 1) ผสมกะทิ น้ำ น้ำตาลทรายขาว และใบเตย (สูตรที่ 2) ผสมกะทิ เกลือป่น และใบเตย (สูตรที่ 3) จากนั้นนำส่วนผสมต้มจนกระทั่งส่วนผสมละลาย พอเดือด ปิดไฟ พักไว้

3) เตรียมส่วนผสมแป้ง โดยนำแป้งมันสำปะหลัง และน้ำตาลทรายขาวผสมกับน้ำใบเตยให้เข้ากัน (สูตรที่ 1) นำแป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม และน้ำตาลทรายขาวผสมกับน้ำใบเตยให้เข้ากัน (สูตรที่ 2) นำแป้งมันสำปะหลัง แป้งถั่วเขียว และน้ำตาลทรายขาวผสมกับน้ำใบเตยให้เข้ากัน (สูตรที่ 3) จากนั้นนำไปกวนด้วยไฟอ่อนจนแป้งสุกมีลักษณะสีใสและข้นหนืด ปิดไฟพักไว้ พออุ่นตัวเทใส่ถุงสำหรับบีบ

4) นำส่วนผสมแป้งที่เตรียมไว้ในถุงบีบ บีบตัวขนมออก ใช้กรรไกรตัดแบ่งแบ่งขนาดตามต้องการลงในน้ำเชื่อมสำหรับแช่ที่เตรียมไว้ ตักขนมและน้ำเชื่อมใส่ลงในถ้วยจัดเสิร์ฟ รับประทานพร้อมน้ำกะทิ



ภาพที่ 1 ไข่ผ่าสายพันธุ์ *Wolffia globosa* (L.) Wimm

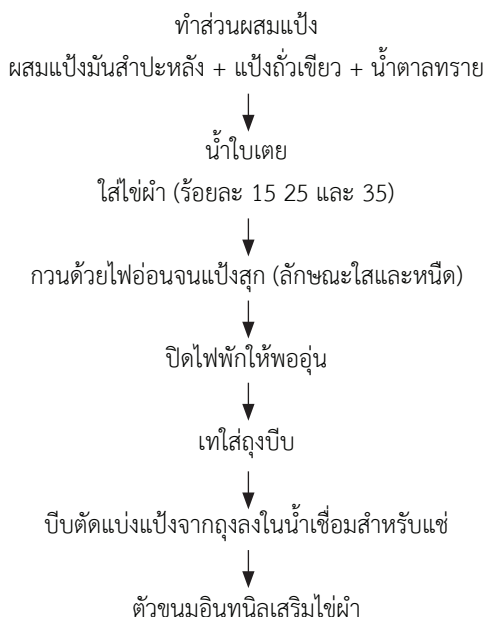
2. ศึกษาปริมาณไข่ฝ่ำที่เหมาะสมในขนมอินทนิล

นำสูตรขนมอินทนิลที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นที่ 1 ทำการเสริมไข่ฝ่ำในส่วนผสมแบ่ง ไข่ฝ่ำที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นสายพันธุ์ *Wolffia globosa* (L.) Wimm. จากอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ดังภาพที่ 1 ผ่านขั้นตอนการเตรียมไข่ฝ่ำสด ล้างทำความสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ บีบน้ำออกโดยใช้ผ้าขาวบาง ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง นำไข่ฝ่ำที่เตรียมไว้ใส่ในขั้นตอนการทำขนมอินทนิล โดยปริมาณไข่ฝ่ำ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 15 25 และ 35 โดยน้ำหนักส่วนผสมแบ่ง ทำตามขั้นตอนการขึ้นรูปของขนมอินทนิล ดังภาพที่ 2 (ขั้นตอนการผลิตขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำ) จากนั้นนำขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำมาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ลักษณะปรากฏในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 2 ปริมาณไข่ฝ่ำที่ใช้เสริมในขนมอินทนิล

ส่วนผสม (กรัม)	ปริมาณไข่ฝ่ำที่ใช้เสริมในขนมอินทนิล		
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 15)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 15)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 35)
ส่วนผสมแบ่ง			
1. ไข่ฝ่ำ	77.55	129.25	180.95
2. แป้งมันสำปะหลัง	96	96	96
3. แป้งถั่วเขียว	56	56	56
4. น้ำตาลทรายขาว	50	50	50
5. น้ำใบเตย	315	315	315

หมายเหตุ: ส่วนผสมคิดเป็นร้อยละน้ำหนักของส่วนผสมแบ่งทั้งหมด; สูตรที่ 1 หมายถึงเสริมไข่ฝ่ำในส่วนผสมแบ่ง ร้อยละ 15, สูตรที่ 2 หมายถึงเสริมไข่ฝ่ำในส่วนผสมแบ่ง ร้อยละ 25 และสูตรที่ 3 หมายถึงเสริมไข่ฝ่ำในส่วนผสมแบ่ง ร้อยละ 35



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตขนมอินทนิลเสริมไข่ผำ (ทำตามขั้นตอนของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ)

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อขนมอินทนิลเสริมไข่ผำ โดยทำการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมอินทนิลเสริมไข่ผำ ด้วยการประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบการยอมรับในขนมอินทนิลเสริมไข่ผำเป็นกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ (Accidental sampling) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส บรรจุในกระปุกพลาสติกใสบรรจุในกระปุกพลาสติกใส PET (Polyethylene terephthalate) ปิดฝาควบคุมความสะอาด มีน้ำหนัก 25-30 กรัม/ตัวอย่างชิม ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic scale ซึ่งมีระดับคะแนน 1 - 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด)

4. ศึกษาคุณภาพของขนมอินทนิลเสริมไข่ผำ

4.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและขนมอินทนิลเสริมไข่ผำ โดยนำขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและขนมอินทนิลเสริมไข่ผำที่ได้รับความนิยมสูงสุดมาวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีเพื่อหาค่าทางโภชนาการ ได้แก่ วิเคราะห์พลังงาน โปรตีน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้น และเถ้า ด้วยวิธีการ ดังนี้ Energy (kcal) และ Total Carbohydrate (g) ด้วยวิธีการ By calculation, Protein (g), Dietary Fiber (g), Total Fat (g), Moisture (g) และ Ash (g) ด้วยวิธีการ AOAC (2023)

4.2 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ

4.2.1 วิเคราะห์ความสามารถการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging activity) โดยการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน Trolox ในขนมอินทนิลสูตรต้นแบบเปรียบเทียบกับขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า วิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ (รหัส FSH: Aox01) ดัดแปลงจาก Amsterdam et al. และคณะ

4.2.2 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธีทาง Spectrophotometry (Total phenolic compound quantification by colorimetric assay) โดยการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds; TPC) ในขนมอินทนิลสูตรต้นแบบเปรียบเทียบกับขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า วิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ (รหัส FSH: Tpc01) ดัดแปลงจาก Bozin และคณะ (2008)

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า

4.3.1 การวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี Color ด้วยวิธี Colorimeter Operation Manual for Chroma Meter (HunterLab model ColorFlex EZ, Hunter Associates Laboratory, Inc., USA.) การวัดสีตัวขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ และอินทนิลเสริมไข่ผ่า โดยนำตัวอย่าง 1 ชิ้น ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย การวัดค่าสี L^* (ค่าความสว่างถ้ามีมากขึ้นแสดงว่ามีความสว่างมากขึ้น) ค่า a^* (ค่าบวก หมายถึง เฉดสีแดง และค่าเป็นลบ หมายถึง เฉดสีเขียว) และค่า b^* (ค่าเป็นบวก หมายถึง เฉดสีเหลือง และค่าเป็นลบ หมายถึง เฉดสีน้ำเงิน)

4.3.2 การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture quality ด้วยวิธี Operation Manual for TAXT plus Texture Analyzer (Stable Micro System Ltd., U.K.) โดยพิจารณาความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะติดกันของผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความเหนียว (Gumminess) และค่าการเคี้ยว (Chewiness) การวัดเนื้อสัมผัสของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ และขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า โดยนำตัวอย่าง 1 ชิ้น มาวัดด้วยเครื่อง Texture Analyzer ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า นำขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่าสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกแบบซิปล็อค นำตัวอย่างตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Aerobic plate count (Total plate count) ด้วยวิธี FDA BAM online, 2001 chapter 3 เอสเชอริเชีย โคไล (MPN *Escherichia coli*) ด้วยวิธี FDA BAM online, 2020 chapter 4 ยีสต์ และรา (Yeast and Mold) ด้วยวิธี BAM online, 2001 chapter 18 ซาลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ด้วยวิธี ISO 6579-1 : 2017 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ด้วยวิธี BAM online, 2016 chapter 12 บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) ด้วยวิธี BAM online, 2020 chapter 14 โดยเปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย (มผช.1/2552)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาสูตรขนมอินทนิลต้นแบบที่เหมาะสม

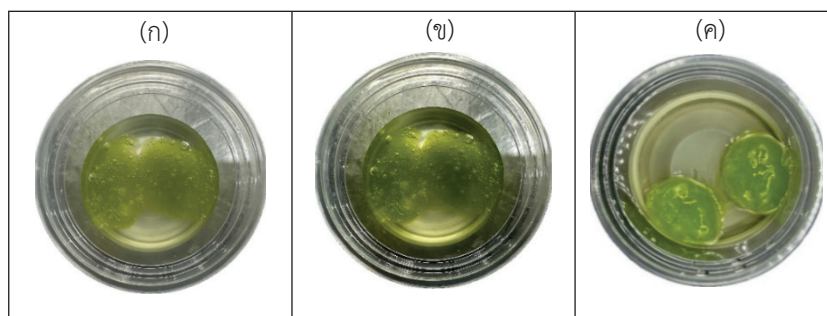
ตารางที่ 3 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ 3 สูตร

n=5

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ 3 สูตร		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ (สี)	6.40 ^b ±0.55	6.60 ^b ±0.55	8.00 ^a ±1.00
กลิ่น	6.60 ^b ±0.55	7.80 ^b ±1.30	8.60 ^a ±0.55
เนื้อสัมผัส	6.40 ^b ±0.55	6.40 ^b ±0.55	8.20 ^a ±0.45
รสชาติ	7.00 ^b ±1.00	7.40 ^b ±0.89	8.40 ^a ±0.89
ความชอบโดยรวม	6.40 ^b ±0.55	7.20 ^b ±1.10	8.60 ^a ±0.55

หมายเหตุ: ^a ^b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรยกกำลังต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาสูตรขนมอินทนิลต้นแบบ จำนวน 3 สูตร จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ อยู่ในระดับชอบมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้ง 3 สูตร พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกขนมอินทนิลสูตรที่ 3 มาศึกษาหาปริมาณไขมันในขนมอินทนิลต่อไป เนื่องจากสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังและแป้งถั่วเขียว จึงให้เนื้อสัมผัสที่นุ่ม เนียน มีลักษณะใสส่งผลให้เกิดแตกต่างกับ สูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่ 1 มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังเพียงชนิด ส่วนสูตรที่ 2 นั้น มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม ซึ่งคุณสมบัติของแป้ง 2 ชนิดนี้มีความที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับ Sisang (2020) ได้ศึกษาคุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ได้จัดชนิดของแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม อยู่ในชนิดแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสน้อยเช่นเดียวกัน ซึ่งแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ ทำให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสของสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 3 ซึ่งมีแป้งถั่วเขียวเป็นส่วนผสม



ภาพที่ 3 ขนมหินทิล (ก) ขนมหินทิลสูตรที่ 1 (ข) ขนมหินทิลสูตรที่ 2 (ค) ขนมหินทิลสูตรที่ 3

2. ผลการศึกษาปริมาณไข่ฝ้ายที่เหมาะสมในขนมหินทิล

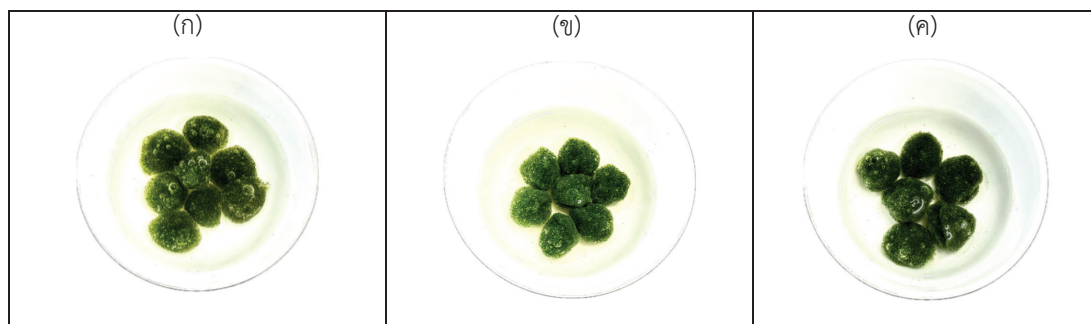
ตารางที่ 4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมหินทิลเสริมไข่ฝ้าย 3 ระดับ

n=30

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณไข่ฝ้ายเสริมลงในผลิตภัณฑ์ขนมหินทิล		
	ร้อยละ 15	ร้อยละ 25	ร้อยละ 35
ลักษณะปรากฏ (สี)	7.30 ^{ns} ±0.47	8.40 ^{ns} ±0.56	6.40 ^{ns} ±0.67
กลิ่น	7.33 ^{ab} ±0.55	8.23 ^a ±0.57	6.23 ^b ±0.68
เนื้อสัมผัส	7.40 ^{ab} ±0.56	8.47 ^a ±0.51	6.57 ^b ±0.50
รสชาติ	7.50 ^{ab} ±0.57	8.50 ^a ±0.51	6.67 ^b ±0.48
ความชอบโดยรวม	7.57 ^{ab} ±0.57	8.48 ^a ±0.50	6.70 ^b ±0.47

หมายเหตุ: ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรยกกำลังต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 4 นำขนมหินทิลต้นแบบ สูตรที่ 3 มาศึกษาปริมาณไข่ฝ้ายในขนมหินทิลที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 15 25 และ 35 โดยให้นักส่วนผสมแบ่ง ทำการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัส ลักษณะปรากฏในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้การยอมรับ ขนมหินทิลเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 25 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดในทุกคุณลักษณะอยู่ในระดับชอบมาก โดยที่ คะแนนความชอบของขนมหินทิลเสริมไข่ฝ้ายในลักษณะปรากฏในด้านสี ร้อยละ 15 25 และ 35 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 4 ขนมหินทิลเสริมไข่ผำปริมาณที่ต่างกัน (ก) เสริมไข่ผำร้อยละ 15 (ข) เสริมไข่ผำร้อยละ 25 (ค) เสริมไข่ผำร้อยละ 35

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ผลการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ที่มีต่อขนมหินทิลเสริมไข่ผำร้อยละ 25 พบว่า ผู้บริโภคทั่วไปร้อยละ 87 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ผลการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.31 ± 0.61 7.21 ± 0.55 8.06 ± 0.69 8.15 ± 0.54 และ 8.23 ± 0.58 ตามลำดับ พบว่าให้คะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีความชอบอยู่ในระดับชอบมาก คะแนนความชอบเท่ากับ 8.06 8.15 และ 8.32 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Thongkham (2019) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไข่ผำแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กเสริมไข่ผำแบบสอบถามออนไลน์ พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 80 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบ 8.21 อยู่ในระดับชอบมาก

4. ผลการศึกษาคุณภาพของขนมหินทิลเสริมไข่ผำ

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาค่าประกอบทางเคมีของขนมหินทิลสูตรต้นแบบและขนมหินทิลเสริมไข่ผำร้อยละ 25

องค์ประกอบทางเคมี ต่อ 100 กรัม	ขนมหินทิล สูตรต้นแบบ	ขนมหินทิล เสริมไข่ผำร้อยละ 25
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	88.37	86.06
โปรตีน (กรัม)	0.08	0.75
ใยอาหาร (กรัม)	0.44	0.89
ไขมัน (กรัม)	0.03	0.10
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	21.95	20.54
ความชื้น (กรัม)	77.89	78.37
เถ้า (กรัม)	0.06	0.24

จากตารางที่ 6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ขนอินทนิลเสริมไข่ฝำร้อยละ 25 มีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร ไขมัน ความชื้น และเถ้า มากกว่าขนอินทนิลสูตรต้นแบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Puttame & Ninlanon (2021) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของมะขามที่เติมไข่ฝำผงกับมะขามสูตรต้นแบบ พบว่า มะขามที่เสริมไข่ฝำผงปริมาณร้อยละ 10 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรต้นแบบ คือ ร้อยละ 9.87 และสอดคล้องกับ Boonwittaya et al. (2016) ได้ศึกษาช็อกโกแลตชิพฟัฟฟินสูตรเสริมไข่ฝำร้อยละ 20 พบว่า การเสริมไข่ฝำไม่มีผลต่อร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักในระหว่างการอบ ($p>0.05$) ส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีเพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และใยอาหาร ซึ่งเมื่อเสริมไข่ฝำในขนอินทนิลร้อยละ 25 ทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 0.75 กรัม/100 กรัม เมื่อเทียบกับสูตรต้นแบบ และสอดคล้องกับ On-Nom et al. (2023) ได้ศึกษาพบว่า การเติมผงไข่ฝำ *Wolffia globosa* ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมขบเคี้ยว โดยผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโภชนาการของขนมสูตรควบคุมและขนมขบเคี้ยวที่เติมไข่ฝำผง การเติมผงไข่ฝำ *Wolffia globosa* ร้อยละ 26 ส่งผลให้ปริมาณโปรตีน และใยอาหารเพิ่มขึ้น ร้อยละ 51 และ 83 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านพลังงาน ไขมัน หรือปริมาณเถ้าระหว่างสูตรต่าง ๆ นอกจากนี้ ขนอินทนิลเสริมไข่ฝำร้อยละ 25 ให้ค่าพลังงาน และคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าสูตรต้นแบบ สอดคล้องกับ Puttame & Ninlanon (2021) ได้ศึกษามะขามที่เสริมไข่ฝำผงปริมาณร้อยละ 10 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าสูตรผลิตภัณฑ์มะขามสูตรต้นแบบ แสดงว่าการเสริมไข่ฝำในผลิตภัณฑ์อาหารมีส่วนทำให้สารอาหารคาร์โบไฮเดรตในอาหารลดลง และสอดคล้องกับ Boonwittaya et al. (2016) ได้ศึกษาช็อกโกแลตชิพฟัฟฟินสูตรเสริมไข่ฝำร้อยละ 20 มีค่าพลังงานน้อยกว่าสูตรต้นแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เนื่องจากในไข่ฝำมีใยอาหารสูง โดยช็อกโกแลตชิพฟัฟฟินสูตรเสริมไข่ฝำ ร้อยละ 20 มีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ร้อยละ 1.14 และ 1.80 ตามลำดับ และสอดคล้องกับ On-Nom et al. (2023) ได้ศึกษาขนมขบเคี้ยวที่เติม *W. globosa* มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าขนมสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ องค์ประกอบหลักของ WP (ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง) ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 52.59 กรัม ใยอาหาร 36.52 กรัม โปรตีน 31.50 กรัม ไขมัน 5.18 กรัม และเถ้า 10.73 กรัม ดังนั้นการเสริมไข่ฝำในขนอินทนิลจึงสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น โดยเฉพาะโปรตีน และใยอาหารซึ่งสูงขึ้นจากสูตรต้นแบบ แต่ให้ค่าพลังงาน และคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าสูตรต้นแบบจึงเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นขนมไทยเพื่อสุขภาพเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคได้

ตารางที่ 7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของขนอินทนิลสูตรต้นแบบและขนอินทนิลเสริมไข่ฝำร้อยละ 25

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ($\mu\text{g GAE/g}$)	ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ($\mu\text{g TE/g}$)
ขนอินทนิลสูตรต้นแบบ	1.54	9.02
ขนอินทนิลเสริมไข่ฝำ	56.53	113.12

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

จากตารางที่ 7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝาร้อยละ 25 มีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเมื่อวัดด้วยวิธี DPPH สูงกว่าขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ โดยมีประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระคือ 113.12 และ 9.02 ($\mu\text{g TE/g}$) ตามลำดับ สอดคล้อง On-Nom et al. (2023) ได้ศึกษาขนมขบเคี้ยวที่เติม *W. globosa* พบว่าปริมาณฟีนอลรวม (TPCs) เท่ากับ 11.67 มิลลิกรัมกรดแกลลิกเทียบเท่า (GAE) ต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง (DW) นอกจากนี้ขนมขบเคี้ยวจาก *Wolffia globosa* ยังมีปริมาณสารฟลักซ์เคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น ปริมาณฟีนอลรวม (Total Phenolic Contents, TPCs) รายงานค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยพบว่า TPCs ใน *W. globosa* มีค่าอยู่ที่ ร้อยละ 1.24 ขณะที่ *Lemna minor* (พืชน้ำตระกูลเดียวกัน) มีปริมาณ TPCs ต่ำกว่าร้อยละ 3 สอดคล้องกับ Thongkham (2019) ได้ศึกษาเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ฝารอบแห้งอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ค่าต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 5.30 mgTE สารประกอบฟีนอลิก 25.86 mgGAE

ตารางที่ 8 คุณภาพทางกายภาพของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ และขนมอินทนิลเสริมไข่ฝาร้อยละ 25

คุณภาพทางกายภาพ	ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ	ขนมอินทนิลเสริมไข่ฝาร้อยละ 25
ค่าสี ค่า L*	50.38	21.43
ค่า a*	+14.38	-8.66
ค่า b*	+28.40	+10.42
ค่าเนื้อสัมผัส Hardness (g force)	173.57	75.98
Springiness (%)	75.34	60.22
Cohesiveness (%)	52.78	36.44
Chewiness (g force)	69.44	16.72
Gumminess (g force)	92.07	27.71

จากตารางที่ 8 ค่าสีของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ และขนมอินทนิลเสริมไข่ฝาร้อยละ 25 พบว่าค่า L* ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ คือ 50.38 และ 21.43 ซึ่งค่า L* บ่งบอกถึง ความสว่าง (Lightness) ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบจึงมีความสว่างมากกว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝาร้อยละ 25 ค่า a* คือ +14.38 และ -8.66 ซึ่ง ค่า a* สีเขียว (-a*) จนถึง สีแดง (+a*) ขนมอินทนิลเสริมไข่ฝามีค่าสีเขียรมากกว่าขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ และค่า b* คือ +28.40 และ +10.42 ซึ่งค่า b* บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*) ขนมอินทนิลเสริมไข่ฝามีค่าสีน้ำเงินมากกว่าสูตรต้นแบบ สอดคล้องกับ Thongkham (2019) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไข่ฝารอบแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า ค่า L* ของทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณไข่ฝารอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากในไข่ฝามีคลอโรฟิลล์ เมื่อคลอโรฟิลล์ถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็นฟิโอฟิติน (Pheophytins) ทำให้มีสีเข้มขึ้นเมื่อใส่ในปริมาณที่มากขึ้น ค่าความสว่างจะลดลง ในส่วนของค่า a* มีค่าไปในทิศทางเดียวกัน มีค่าเป็นลบ หมายถึงมีความเป็นสีเขียว จากตารางที่ 8 ค่าเนื้อสัมผัสของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและขนมอินทนิลเสริมไข่ฝาร้อยละ 25 พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) เท่ากับ 173.57 และ 75.98 ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบมีความแข็งตัวมากกว่า

ขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เท่ากับ 75.34 และ 60.22 ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบมีความยืดหยุ่นมากกว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า ค่าการเกาะติดกัน (Cohesiveness) เท่ากับ 52.78 และ 36.44 ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบมีความสามารถเกาะตัวมากกว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า ค่าการเคี้ยว (Chewiness) เท่ากับ 69.44 และ 16.72 ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบมีการทนต่อการเคี้ยวมากกว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า และค่าความเหนียว (Gumminess) เท่ากับ 92.07 และ 27.71 ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบมีค่าความเหนียวมากกว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า เนื่องจากสูตรต้นแบบมีเพียงส่วนผสมของแป้งส่วนสูตรเสริมไข่ผ่ามีทั้งส่วนผสมของแป้งและไข่ผ่าซึ่งลักษณะตัวไข่ผ้านั้นมีความชื้นมาก เมื่อเสริมไข่ผ่าในขนมอินทนิลจึงทำให้เนื้อสัมผัสของขนมอินทนิลมีความเหนียวน้อยกว่าสูตรต้นแบบ สอดคล้องกับ Subanmanee (2021) ได้ศึกษาคุณสมบัติพรีเจลาตินซ์จากแป้งเมล็ดขนุนในขนมบัวลอยพบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งเมล็ดขนุนดิบและแป้งเมล็ดขนุนแบบพรีเจลาตินซ์ทำให้บัวลอยมีค่าสีมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) และมีค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้น แต่ทำให้การยึดเกาะภายในเนื้ออาหาร (Cohesiveness) ลักษณะอาหารที่กึ่งแข็งที่แตกตัวออกพร้อมที่จะกลืนได้ (Gumminess) และความเคี้ยวได้ (Chewiness) มีค่าลดลง

ตารางที่ 9 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่าร้อยละ 25

รายการ	ค่าจุลินทรีย์ของขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่า
1. Aerobic plate count/g (Total plate count)	Less than 10 cfu (estimated count)
2. <i>Salmonella</i> spp./25 g	Not detected
3. <i>Staphylococcus aureus</i> /g	Less than 100 cfu (estimated count)
4. <i>Bacillus cereus</i> /g	Less than 100 cfu
5. MPN <i>Escherichia coli</i> /g	Less than 3
6. Yeast/g	Less than 10 cfu (estimated count)
7. Mold/g	Less than 10 cfu (estimated count)

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมอินทนิลบรรจุในถุงพลาสติกแบบซิปล็อคที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตรวจพบน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซาลโมเนลลาไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม บาซิลลัส ซีเรียส น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เอสเชอริเชีย โคไล น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งขนมอินทนิลเสริมไข่ผ่ามีค่าจุลินทรีย์ที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย (มผช.1/2552) ด้านจุลินทรีย์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สรุป

การศึกษาสูตรขนมอินทนิลต้นแบบที่เหมาะสม พบว่า ขนมอินทนิลต้นแบบสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด มีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ อยู่ในระดับชอบมากมากที่สุด (8.60 ± 0.55) การศึกษาปริมาณไข่ฝ่ำที่เหมาะสมในขนมอินทนิล พบว่า ขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ และมีคะแนนความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบมาก (8.48 ± 0.50) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคทั่วไปยอมรับในผลิตภัณฑ์ 87 คน ให้คะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบมาก (8.23 ± 0.58) การศึกษาคุณภาพของขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำ วิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและสูตรขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 พบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำมีโปรตีน ใยอาหาร ไขมัน ความชื้น และเถ้ามากกว่าสูตรต้นแบบ มีพลังงานและคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าสูตรต้นแบบ ขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 มีพลังงาน โปรตีน ใยอาหาร ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และเถ้า เท่ากับ 86.06 กิโลแคลอรี 0.75 กรัม 0.89 กรัม 0.10 กรัม 20.54 กรัม 78.37 กรัม และ 0.24 กรัม ตามลำดับ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 พบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 56.53 ($\mu\text{g GAE/g}$) และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 113.12 DPPH ($\mu\text{g TE/g}$) ซึ่งมีค่าสูงกว่าขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ การวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอินทนิลสูตรต้นแบบและสูตรขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 พบว่าการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี พบว่า มีค่า L^* เท่ากับ 21.43 ค่า a^* เท่ากับ -8.66 และค่า b^* เท่ากับ +10.42 การวัดเนื้อสัมผัสของขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำมีค่าเนื้อสัมผัส ค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness) การยึดเกาะติดกันของผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness) การเคี้ยว (Chewiness) และความเหนียว (Gumminess) เท่ากับ 75.98(g force) 60.22(%) 36.44(%) 16.72(g force) และ 27.71(g force) ตามลำดับ พบว่าขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 มีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น การยึดเกาะติดกันของผลิตภัณฑ์ การเคี้ยว และความเหนียว น้อยกว่าขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมอินทนิลเสริมไข่ฝ่ำร้อยละ 25 ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย (มผช.1/2552)

เอกสารอ้างอิง

- Boonwittaya, W., Tongcom, N., & Rittilert, P. (2016). Effects of added water meal added chocolate chip muffin quality. **VRU Research and Development Journal Science and Technology**, 11(3), 41-53. (In Thai)
- Esan Information @Ubon Ratchathani. (2024). **Isan Arts and Culture: Kai Pam – The World’s Ultimate Food**. Retrieved from <https://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/esaninfo/?p=6708> [2024, 21 Oct.] (In Thai)
- Itthikhanesorn, V. (2022). **Longan Inthanin Dessert Recipe**. Retrieved from <https://www.facebook.com/groups/912155456346525> [2024, 21 Jan.] (In Thai)
- Kaethykitchen. (2022). **Inthanin Dessert Recipe**. Retrieved from <https://www.tiktok.com/@kaethykitchen/video/7098250398078602522> [2024, 21 Jan.] (In Thai)
- On-Nom, N., Promdang, P., Inthachat, W., Kanoongon, P., Sahasakul, Y., Chupeerach, C., Suttisansanee, U., & Temviriyakul, P. (2023) Wolffia globosa-Based nutritious Snack Formulation with High Protein and Dietary Fiber Contents. **Foods**, 12(14), 2647.
- Plienboonlert, N. (2021). **Inthanin**. Retrieved from <https://krua.co/recipe/intanin> [2023, 20 Nov.] (In Thai)
- Puttame K., & Ninlanon, W. (2021). Development of dried alkaline noodle product supplemented with Water Meal. **VRU Research and Development Journal Science and Technology**, 16(2), 57-69. (In Thai)
- Sisang, S. (2020.) **Properties of flour affecting the processing of aquatic products**. Retrieved from https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200722153849_1_file.pdf [2024, 10 Dec.] (In Thai)
- Subanmanee, N. (2021). Properties of Pre-Gelatinize Jackfruit Seed Flour in Thai Glutinous Rice Balls (Bua loi). **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University**, 23(1), 61-70. (In Thai)
- Technology Chaoban Online. (2023). **Predicting future food trends: “Kai Pam & Crickets” – natural superfoods with a bright growth outlook**. Retrieved from <https://www.technologychaoban.com> [2024, 10 Sep.] (In Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2009). **Community product standards: Thai dessert (TCPS 1/2009)**. Retrieved from https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1_52.pdf [2024, 10 Oct.] (In Thai)
- The Koi. (2022). **Intanin dessert**. Retrieved from <https://shorturl.asia/FpCrX> [2024, 21 Jan.] (In Thai)
- Thongkham, P. (2019). **Effect of temperature on antioxidant activity in water meal (Wolffia arrhiza (L.) Wimm) and application in food products**. (Master of Science). Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani (In Thai)
- Unwet, W. (2022). **“Kai Pam”: From local aquatic plant to the food of the future**. Retrieved from <https://theprincipia.co/wolffia/> [2024, 20 Nov.] (In Thai)