

ผลของการเสริมผงไข่ฝ่ำต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง

Effect of Dried Wolffia Supplementation on the Quality of Thai Custard Dessert

นราธร สัตย์เชื้อ^{1,*}, ณปภา หอมหวล¹, วุฒิชัย ฤทธิ², ญาณพัฒน์ พรหมประสิทธิ์², สุมิตานันท์ จันทะบุรี²

และประดิพันธ์ ทองแถม ณ อยุธยา²

Narathorn Satsue^{1,*}, Napapha Homhual¹, Wuttichai Ritti², Yanaphat Promprasit²

Sumitahnun Chunthaburee² and Pradipunt Thongtam Na Ayudhaya²

¹สาขาเทคโนโลยีและศิลปะการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 76000

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 76000

¹Culinary Art and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University
Phetchaburi, Thailand 76000

²Biology Program, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, Thailand 76000

*Corresponding author: Narathorn.sat@mail.pbru.ac.th

*ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0001-1347-9781>

Received: November 25, 2025

Revised: February 19, 2026

Accepted: March 17, 2026

Abstract

The purposes of this research were to (1) study the effect of varying drying times on the quality of dried Wolffia powder and (2) determine the appropriate amount of Wolffia powder for supplementing the Thai custard. The results of drying Wolffia at 60°C for 0, 2, 4, 6, and 8 hours showed that the best quality of Wolffia for developing the Thai custard dessert was achieved at a drying time of 8 hours. The dried Wolffia had a statistically significant decrease in lightness (L*), redness (a*), and yellowness (b*) values ($p < 0.05$). The water activity of the dried Wolffia was 0.33, whereas the protein, fat, dietary fiber, ash, and moisture content were 19.51, 2.80, 10.36, 16.31, and 4.40%, respectively. Thai custard supplemented with Wolffia powder at 3 levels (1, 2, and 3%) was developed; it was found that increasing the amount of Wolffia powder in the Thai custard resulted in a statistically significant decrease ($p < 0.05$) in L*, a*, and b* values, while the firmness tended to increase. Sensory evaluation, in terms of appearance, color, flavor, taste, texture, and overall liking attributes, using a 9-point hedonic scale, revealed that 1% Wolffia powder supplemented in the Thai custard was the most accepted. Nutritional analysis demonstrated that 100 grams of the dessert contained 11.40% protein, 9.10% fat, 14.85% carbohydrates, 0.78% ash, 0.13% dietary fiber, and 63.74% moisture, respectively. Consumer satisfaction and acceptance indicated that 97.0% of consumers accepted the Wolffia powder-supplemented Thai custard

dessert; reasons included its health benefits, interesting novelty, and a reasonable price of 35 Baht per box.

Keywords: Thai custard dessert, dried Wolffia powder, protein supplemented, consumer acceptance

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลของการอบแห้งที่ระยะเวลาต่างกันต่อคุณภาพของไข่ผง และ (2) ศึกษาปริมาณไข่ผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง จากผลการศึกษาการอบแห้งไข่ผงที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง พบว่าระยะเวลาอบแห้งที่ 8 ชั่วโมง ส่งผลให้ไข่ผงมีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงที่สุด โดยไข่ผงอบแห้งมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.33 และมีปริมาณโปรตีน ไขมัน โยอาหาร เถ้า และความชื้น ร้อยละ 19.51, 2.80, 10.36, 16.31 และ 4.40 ตามลำดับ และจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผงที่ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1, 2 และ 3 พบว่าการเสริมผงไข่ผงในขนมหม้อแกงที่ปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสี L^* , a^* , b^* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบที่ 9 ระดับ พบว่าขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผงร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด และจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าขนมหม้อแกงเสริมไข่ผงร้อยละ 1 ในปริมาณ 100 กรัม มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 11.40 ไขมัน ร้อยละ 9.10 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.85 เถ้า ร้อยละ 0.78 โยอาหาร ร้อยละ 0.13 และความชื้น ร้อยละ 63.74 ตามลำดับ การศึกษาความพึงพอใจ

และการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผง ร้อยละ 97.0 เหตุผลในการยอมรับ คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และมีความแปลกใหม่น่าสนใจ และยอมรับราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผงในราคากล่องละ 35 บาท

คำสำคัญ: ขนมหม้อแกง ผงไข่ผงอบแห้ง
การเสริมโปรตีน การยอมรับของผู้บริโภค

บทนำ

ขนมหม้อแกงเป็นขนมหวานไทยที่มีลักษณะเฉพาะ ทั้งในด้านวัตถุดิบ วิธีการทำ รสชาติ และการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เช่น น้ำตาลโตนด โดยเฉพาะในจังหวัดเพชรบุรี จัดเป็นหนึ่งในของหวานประจำจังหวัดที่แสดงถึงอัตลักษณ์ วิถีชีวิต และวัฒนธรรมของชุมชนท้องถิ่น โดยจังหวัดเพชรบุรีได้นำอาหารมาเป็นตัวขับเคลื่อนสู่การสร้างสรรคด้านอาหาร ด้วยความมีศักยภาพโดยเฉพาะความโดดเด่นด้วยแหล่งวัตถุดิบ จึงได้รับคัดเลือกจากองค์การยูเนสโก (UNESCO) ให้เป็นหนึ่งในเครือข่ายเมืองสร้างสรรค์ด้านอาหารประจำปี พ.ศ. 2564 (Phetchaburi Provincial Office, Phetchaburi Provincial Strategy Group, 2018) ที่มีบทบาทในเชิงเศรษฐกิจชุมชนและการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม สามารถสร้างรายได้ให้แก่ผู้ผลิตในท้องถิ่น และส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ปัจจุบันพฤติกรรมผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านปัญหาสุขภาพ ทำให้ผู้ประกอบการขนมหวานมีการพัฒนาขนมหม้อแกงสูตรต่าง ๆ (Noysumran and Nuntasukhon,

2024) ส่งผลให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เสริมคุณค่าทางโภชนาการ สามารถช่วยให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์มากขึ้น เช่น ขนมห่มอแกงเสริมผงเนื้อฟักข้าว (Pramai *et al.*, 2025) ขนมห่มอแกงเสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่สกัดรสแตงโม (Sukhonthara, 2016) ขนมห่มอแกงเสริมแก่นตะวันผง (Joompolla *et al.*, 2023) และขนมห่มอแกงนมสดเสริมผงชาเขียว (Wirivutthikorn, 2020) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคเพิ่มขึ้น (Pramai *et al.*, 2025)

ไข่ฝำ (*Wolffia*) เป็นพืชลอยน้ำขนาดเล็กพบได้ตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ลักษณะสีเขียวมีขนาดเล็กเป็นพืชที่พบได้ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะปริมาณโปรตีน กรดอะมิโน วิตามิน มีสารต้านอนุมูลอิสระ สารพฤกษเคมี (Phytochemical) (Community Organization Development Institute (OCDI), Thailand, 2024) และได้รับการขนานนามเป็นซูเปอร์ฟู้ด (superfood) ปัจจุบันไข่ฝำสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกและสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ได้ทั้งอาหารคาวและหวาน โดยส่วนใหญ่จะพบไข่ฝำในเมนูอาหารคาว เช่น ไข่เจียวฝำ แกงคั่วฝำ เป็นต้น ในส่วนผสมของขนมไทยพบว่ามีการใช้เป็นส่วนผสมอยู่น้อยมาก เนื่องจากไข่ฝำมีคุณลักษณะเฉพาะตัวจึงเหมาะสำหรับขนมไทยบางประเภทเท่านั้น (Soontorntammarath *et al.*, 2025)

จากเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้มีความสำคัญในการศึกษาศักยภาพไข่ฝำมาใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงไข่ฝำ ศึกษาปริมาณไข่ฝำที่เหมาะสม และศึกษาองค์ประกอบทางเคมี เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค รวมทั้งสามารถยกระดับสินค้าเกษตรให้มีมูลค่าสูง นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงจากไข่ฝำโดยใช้ตำรับอาหารจากเพชรบุรี สามารถนำไปต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์เชิง

สุขภาพ เพื่อให้เป็นวัฒนธรรมอาหารของจังหวัดเพชรบุรี เพื่อสร้างคุณค่าและเพิ่มมูลค่าด้านเศรษฐกิจของเมือง สร้างสรรค์ด้านอาหาร ให้ขยายผลและสร้างศักยภาพในการยกระดับเมืองสร้างสรรค์ของจังหวัดเพชรบุรีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงไข่ฝำ

นำไข่ฝำจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไข่ฝำ จังหวัดเพชรบุรี ทำการศึกษาการอบแห้งไข่ฝำโดยดัดแปลงจากวิธีการจาก Seephua *et al.* (2025) นำไข่ฝำมาล้างทำความสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ ใส่ถาดขนาด 52x48 ซม. จำนวนถาดละ 1,000 กรัม ใช้การอบแห้งแบบลมร้อน (tray dryer) (NPD Technology Co., Ltd., Thailand) ที่อุณหภูมิ 60°C เก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้น จนมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง จากนั้นบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช บรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดให้สนิท จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี และวัดค่าปริมาณผลผลิต (yield) โดยใช้สูตรคำนวณดังสมการ (Wong *et al.*, 2017)

ร้อยละของผลผลิต (% yield)

$$= \frac{\text{น้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้น} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งวัตถุดิบ}}$$

การศึกษ ปริมาณผงไข่ฝำที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง

การศึกษาในครั้งนี้นำสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงจาก Noisumran *et al.* (2023) แสดงดัง Table 1 มาศึกษาปริมาณของผงไข่ฝำในขนมหม้อแกงที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1, 2 และ 3 ของปริมาณน้ำหนักทั้งหมด โดยชั่งเตรียมส่วนผสมทั้งหมด ล้างทำความสะอาดไข่เปิด แยกไข่ขาวออกจากไข่แดง ใช้เฉพาะไข่ขาว นำน้ำตาลมะพร้าว ไข่ขาว ใบเตยผสมรวมกันแล้วขยำ

ให้เข้ากัน เติมกะทิผสมให้เข้ากัน จากนั้นกรองผ่าน 140°ซ เป็นเวลา 120 นาที จนสุก จากนั้นนำไปประเมน
ผ้าขาวบาง นำใส่ภาชนะขนาด 5x5 ซม. อบที่อุณหภูมิ คุณภาพ ดังนี้

Table 1 Formulation of Thai custard dessert with different levels of dried *Wolffia* supplementation

Ingredient	Dried <i>Wolffia</i> supplementation (%)			
	Control	1	2	3
Taro	9.00	9.00	9.00	9.00
Egg white (duck)	37.36	37.36	37.36	37.36
Coconut milk	43.09	43.09	43.09	43.09
Palm sugar	7.72	7.72	7.72	7.72
Pandan leave	2.57	2.57	2.57	2.57
Salt	0.26	0.26	0.26	0.26
Dried <i>Wolffia</i>	0	1	2	3

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

การวิเคราะห์ค่าสี วิเคราะห์ค่าสีผิวหน้าและเนื้อในของขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ่า ด้วยเครื่องวัดสี HunterLab (รุ่น Colorflex EZ, USA) แสดงผลในรูปค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสใช้เครื่อง Texture analyzer (Stable Micro Systems รุ่น TX.XTPlusC, England) ดัดแปลงวิธีการจาก Wirivutthikorn (2020) นำตัวอย่างขนมหม้อแกงมาทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยใช้หัวกดแบบทรงลูกบอล (ball probe P/5) โดยวัดค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. กดลงบนตัวอย่าง 40% ของความสูงเริ่มต้นที่อัตราเร็ว 1.70 มม./วินาที รายงานผลในหน่วยนิวตัน

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ a_w ด้วยเครื่อง Water Activity Meter (รุ่น Rotronic Aw-therm, Switzerland)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น วัดปริมาณความชื้น ด้วยเครื่อง Moisture Analyzer (รุ่น HE Series, Mettler Toledo, Switzerland) โดยใช้ตัวอย่าง 3 กรัม เกลี่ยลงในถ้วยโลหะที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักมาก่อน นำไปอบที่อุณหภูมิ 105°ซ ตามวิธีของ AOAC (2000)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมหม้อแกงสูตรพื้นฐาน และขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผ่า ประกอบด้วย ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2012) ปริมาณไขมัน ด้วยวิธี solvent extraction method (AOAC, 2019) ความชื้นด้วยวิธี hot air oven method ปริมาณเถ้าด้วยวิธี dry ash ปริมาณใยอาหารด้วยวิธี solvent extraction method (AOAC, 2016) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยผลต่างจากการคำนวณ จากสูตรร้อยละ (%) คาร์โบไฮเดรต (โดยผลต่าง) = 100 - (ผลรวมร้อยละของปริมาณความชื้น + ไขมัน + โปรตีน + เถ้า) (Thai Industrial Standards Institute, 2017)

การศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผำ

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้วิธีการวางแผนแบบการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) ใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน โดยแบบสอบถามเกี่ยวกับ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเชิงพฤติกรรมกรรมการบริโภคขนมหม้อแกง ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ แสดงผลในรูปค่าเฉลี่ย (mean) ค่าร้อยละ (percentage) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคจะรับทราบข้อมูลส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบ เพื่อป้องกันความเสี่ยงการแพ้จากส่วนผสม เช่น กะทิ น้ำตาลโตนด เผือก เกลิอ และไข่ผำ ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (HE-086-2568) การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete

Randomized Design: CRD) ทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ทดลองด้วยวิธี Independent T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการอบแห้งของไข่ผำที่ระยะเวลาต่างกัน

ผลการอบแห้งของไข่ผำที่ระยะเวลาแตกต่างกัน แสดงใน Table 2 ที่อุณหภูมิ 60°C ระยะเวลาต่างกัน คือ 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง พบว่าการอบแห้งที่ระยะเวลาต่างกันส่งผลให้ค่าสี ค่าความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไข่ผำสดมีความชื้นร้อยละ 95.96±0.29 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.94±0.26 ค่าสีความสว่าง (L*) 29.65±0.01 ค่าความเป็นสีแดง (a*) -9.44±0.01 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 28.95±0.11 เมื่อระยะเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีค่าความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระลดลงตามลำดับ โดยระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบไข่ผำอยู่ที่ 8 ชั่วโมง มีค่าความชื้นร้อยละ 4.57±0.18 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.33±0.53 ค่าสีความสว่าง (L*) 19.37±0.89 ค่าความเป็นสีแดง (a*) -2.93±0.03 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 16.53±0.36 โดยพบว่าสีของไข่ผำมีลักษณะสีเขียวคล้ำออกน้ำตาล

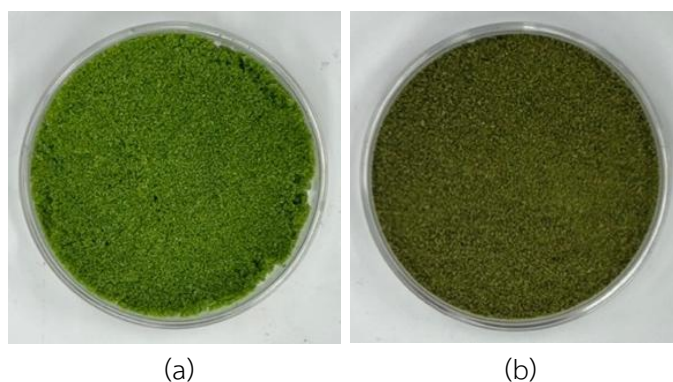


Figure 1 (a) Fresh *Wolffia* and (b) Dried *Wolffia* powder

Table 2 Physical properties *Wolffia* powder at different drying time

Properties	Time (hr)				
	0	2	4	6	8
Color L*	29.65±0.01 ^a	26.80±0.13 ^b	24.96±0.13 ^c	22.01±1.15 ^d	19.37±0.89 ^e
a*	-9.44±0.01 ^a	-5.40±0.02 ^b	-3.78±0.01 ^c	-3.48±0.01 ^d	-2.93±0.03 ^e
b*	28.95±0.11 ^a	24.48±0.29 ^b	21.37±0.03 ^c	19.14±0.04 ^d	16.53±0.36 ^e
a _w	0.94±0.26 ^a	0.91±0.014 ^b	0.89±0.13 ^c	0.74±0.25 ^d	0.33±0.53 ^e
Moisture content (%)	95.96±0.29 ^a	93.81±0.03 ^b	54.75±0.08 ^c	21.63±0.17 ^d	4.57±0.18 ^e

^{abc} Means with the different letters within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลการศึกษาค่าประกอบทางเคมีของผงไข่ผ่า

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงไข่ผ่า แสดงใน Table 3 พบว่าการอบแห้งไข่ผ่าระยะเวลา 8 ชั่วโมง ผงไข่ผ่าอบแห้งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 4.40 โปรตีนร้อยละ 19.51 ไขมันร้อยละ 2.80 เส้นใยอาหาร

ร้อยละ 10.36 เถ้าร้อยละ 16.31 และปริมาณร้อยละ ผลผลิตที่ได้ (% yield) คิดเป็นร้อยละ 2.46 (โดยน้ำหนักแห้ง) ดังนั้น ในขั้นตอนต่อไปของงานวิจัย จึงเลือกใช้ไข่ผ่าอบแห้ง 8 ชั่วโมง ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง

Table 3 Chemical composition of dried *Wolffia*

Compositions	Dried <i>Wolffia</i>
Moisture (%)	4.40±0.25
Protein (%)	19.51±0.24
Fat (%)	2.80±0.54
Crude fiber (%)	10.36±0.79
Ash (%)	16.31±0.79
(%)Yield	2.46±0.28

ผลการศึกษาปริมาณผงไข่ไก่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสแสดงใน Table 4 ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมหม้อแกงเสริมไข่ไก่ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ร้อยละ 1, 2 และ 3 โดยสูตรที่เสริมผงไข่ไก่

ในระดับร้อยละ 1 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 6.90 6.60 7.10 6.50 6.60 และ 7.76 ตามลำดับ โดยพบว่าเมื่อปริมาณผงไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบลดลงตามลำดับ

Table 4 Sensory evaluation scores of Thai custard dessert supplemented *Wolffia*

Attributes	Dried <i>Wolffia</i> supplemented (%)		
	1	2	3
Appearance	6.90±0.70 ^a	5.90±0.83 ^{ab}	5.10±1.04 ^b
Color	6.60±0.66 ^a	5.90±0.53 ^{ab}	5.50±1.11 ^b
Flavor	7.10±0.53 ^a	6.00±0.77 ^b	6.10±0.83 ^b
Taste	6.50±0.80 ^a	5.00±1.09 ^b	5.40±0.48 ^b
Texture	6.60±0.80 ^a	5.20±0.97 ^b	5.40±0.66 ^b
Overall liking	7.76±0.87 ^a	7.24±1.19 ^b	6.58±0.88 ^c

^{abc} Means with the different letters within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ไก่

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ไก่ปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่าขนมหม้อแกงที่เสริมปริมาณผงไข่ไก่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ผิวหน้าและเนื้อในขนมหม้อแกงมีแนวโน้มลดลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อของขนมหม้อแกง พบว่า

เมื่อปริมาณผงไข่ไก่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ค่าปริมาณน้ำอิสระขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ไกร้อยละ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ไกร้อยละ 1 โดยมีค่าปริมาณอิสระอยู่ในช่วงปริมาณ 0.90–0.92 โดยปริมาณความชื้น พบว่าเมื่อปริมาณไข่ไ้มากขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นลดลงตามลำดับอยู่ในช่วงปริมาณ 63.54–60.53

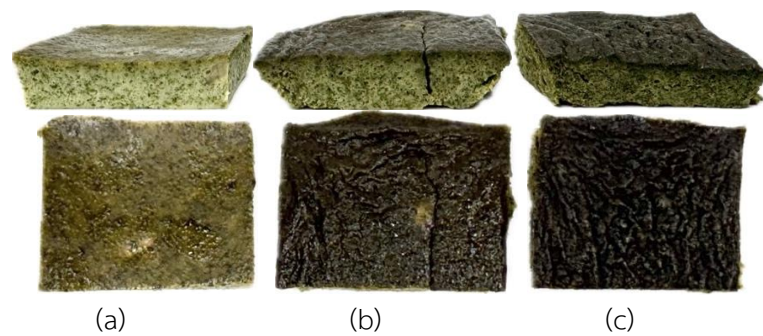


Figure 2 Thai custard dessert supplemented *Wolffia* at (a) 1%, (b) 2% and (c) 3%

Table 5 Physical and chemical properties Thai custard dessert supplemented *Wolffia*

Physical and chemical properties	Dried <i>Wolffia</i> supplemented (%)		
	1	2	3
Surface of Thai custard dessert			
L*	29.09±0.62 ^a	25.04±0.67 ^b	21.83±0.02 ^c
a*	1.16±0.02 ^a	1.07±0.01 ^b	0.65±0.01 ^c
b*	20.51±0.08 ^a	11.64±0.07 ^b	6.39±0.04 ^c
Inner of Thai custard dessert			
L*	64.77±1.67 ^a	40.17±1.52 ^b	32.50±1.15 ^c
a*	5.76±0.08 ^a	0.62±0.06 ^b	0.39±0.07 ^c
b*	18.17±1.16 ^a	17.11±1.13 ^{ab}	15.81±1.06 ^{bc}
Firmness (N)	25.25±1.73 ^c	27.57±0.78 ^b	34.90±0.77 ^a
a _w	0.90±0.01 ^b	0.92±0.01 ^a	0.92±0.00 ^a
Moisture content (%)	63.54±0.18 ^a	62.51±0.35 ^b	60.53±0.42 ^c

^{abc} Means with the different letters within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลองค์ประกอบทางเคมีขนมหม้อแกงสูตรควบคุมและขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำ

ผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงสูตรเสริมผงไข่ผำร้อยละ 1 ที่ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบสูงสุด ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีขนมหม้อแกงสูตรควบคุม

และขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำในปริมาณ 100 กรัม พบว่าขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผำมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และใยอาหารมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงสูตรควบคุม ในขณะที่ปริมาณความชื้นและไขมันลดลง

Table 6 Chemical composition of Thai custard (control) and Thai custard supplemented with 1% Dried Wolffia

Chemical composition	Thai custard (control)	Thai custard supplemented with 1% dried <i>Wolffia</i>
Protein (%)	4.40±0.19 ^b	11.40±0.50 ^a
Fat (%)	10.00±0.16 ^a	9.10±0.20 ^b
Carbohydrate (%)	14.45±0.01 ^b	14.85±0.38 ^a
Ash (%) ^{ns}	0.76±0.11	0.78±0.06
Moisture (%)	65.68±0.05 ^a	63.74±0.02 ^b
Fiber (%)	0.07±0.03 ^b	0.13±0.01 ^a

^{abc} Means with the different letters within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Indicates not significantly different ($p > 0.05$)

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำ

ผลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำแสดงดัง Table 7 พบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำ โดย

ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำร้อยละ 97.0 เหตุผลในการยอมรับ คือ มีประโยชน์ต่อสุขภาพ รongลงมามีความแปลกใหม่น่าสนใจ กลุ่มผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผำในราคากล่องละ 35 บาท

Table 7 The acceptance of 100 consumers to dried *Wolffia* Thai custard dessert

Information	Frequency	%
How much do you like the Thai custard dessert supplemented with Dried <i>Wolffia</i>?		
Dislike very much	1	1.0
Dislike	4	4.0
Neutral	35	35.0
Like	54	54.0
Like very much	6	6.0
Do you accept the Thai custard dessert supplemented with dried <i>Wolffia</i>?		
Accept	97	97.0
Not accept	3	3.0
What are your reasons for accepting? (You may select more than one answer.)		
Pleasant and appetizing aroma	32	32.0
Good taste and delicious flavor	35	35.0
Health benefits	60	60.0
Attractive color and appearance	21	21.0
Novelty and uniqueness of the product	51	51.0
What is the appropriate price ?		
Accepted price at 30 Baht	13	13.0
Accepted price at 35 Baht	66	66.0
Accepted price at 40 Baht	21	21.0

ผลการจัดทำคู่มือการทำขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ่า

จากการศึกษาการจัดทำคู่มือการทำขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ่า แสดงดัง Figure 3 พบว่าขนมหม้อแกงของจังหวัดเพชรบุรีมีอัตลักษณ์ในด้านรสชาติและวิธีการผลิต โดยในคู่มือได้รวบรวมสูตรมาตรฐานที่ผ่านกระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัส นอกจากนี้มีขั้นตอนกระบวนการทำ ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ วิธีการ

ทำ และเทคนิคการทำ เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถต่อยอดในการฝึกปฏิบัติหรือสร้างอาชีพได้ และจัดทำข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้การพัฒนาคู่มือมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์และต่อยอดภูมิปัญญาอาหารท้องถิ่นเมืองเพชรบุรี ให้ควบคู่กับการพัฒนาอาหารสุขภาพในอนาคต

Figure 3 Manual for making dried *Wolffia* Thai custard dessert

วิจารณ์ผลการวิจัย

การอบแห้งไข่ฝ้า พบว่าการอบแห้งที่ระยะเวลาต่างกันส่งผลให้ค่าสี ค่าความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไข่ฝ้าสดมีความชื้นร้อยละ 95.96 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.94 เมื่อระยะเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระลดลงตามลำดับ โดยระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบไข่ฝ้าอยู่ที่ 8 ชั่วโมง พบว่ามีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 เป็นค่าต่ำกว่าระดับจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ ส่งผลให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (Seephua *et al.*, 2025) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของอาหาร ส่งผลให้เกิดกระบวนการเหม็นหืนแบบไฮโดรไลติก (hydrolytic rancidity) และส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค (Shaviklo *et al.*, 2015) และเมื่อนำตัวอย่างไข่ฝ้าสดที่ 0 ชั่วโมงไปวิเคราะห์ค่าสีความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าเท่ากับ 29.65, -9.44 และ 28.95 ตามลำดับ โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบมากขึ้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ การอบไข่ฝ้า 8 ชั่วโมง พบว่ามีค่าความสว่าง (L^*) 19.37 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) 2.93 และค่าความ

เป็นสีเหลือง (b^*) 16.53 ไข่ฝ้ามีค่าความสว่างลดลงเนื่องจากในไข่ฝ้ามีองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งคลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่ไม่คงตัวต่อความร้อน เมื่อได้รับความร้อนทำให้โครงสร้างเกิดกระบวนการฟิโอฟิตินไนเซชัน (phytophytinization) ซึ่งเป็นการแทนที่อะตอมแมกนีเซียมในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ด้วยอะตอมไฮโดรเจน ทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนไปเป็น ฟิโอฟิติน (pheophytin) ทำให้สีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง (Supanpayak *et al.*, 2020) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการอบเพิ่มขึ้น (Chailungka, 2014)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงไข่ฝ้าระยะเวลา 8 ชั่วโมง พบว่าผงไข่ฝ้าอบแห้งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 4.40 โปรตีนร้อยละ 19.51 ไขมันร้อยละ 2.80 เส้นใยอาหารร้อยละ 10.36 เถ้าร้อยละ 16.31 และปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้ (yield) คิดเป็นร้อยละ 2.46 (โดยน้ำหนักแห้ง) สอดคล้องกับ Appenroth *et al.* (2018) โดยไข่ฝ้าแห้งมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 20–30 และไขมันร้อยละ 1–5 โดยองค์ประกอบทางเคมีของไข่ฝ้าขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโต เช่น ปริมาณน้ำ แสง อุณหภูมิ และแหล่งเพาะปลูก ปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลต่อกลไกการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลภายในเซลล์ ส่งผลให้ปริมาณสารอาหารและสารสำคัญทางชีวภาพแตกต่างกันตามแหล่งที่อยู่อาศัย (Ruen-Ngam, 2017;

Rowchai and Somboon, 2007) นอกจากนี้ผงไข่ฝ้ายยังมีรงควัตถุในกลุ่มคลอโรฟิลล์ เบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลิก ไข่ฝ้ายจึงเป็นแหล่งของสารอาหารคุณค่าทางโภชนาการสูง (Khemthong *et al.*, 2021)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมหม้อแกงเสริมไข่ฝ้ายที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 1, 2 และ 3 โดยด้านลักษณะปรากฏและด้านสี พบว่าขนมหม้อแกงเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 1 มีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรขนมหม้อแกงเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 2 เนื่องจากไข่ฝ้ายในปริมาณร้อยละ 1 และ 2 อาจช่วยเพิ่มสีเขียวอ่อนบางส่วนที่กลมกลืน ในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าขนมหม้อแกงที่เสริมไข่ฝ้ายในปริมาณมากขึ้น มีคะแนนความชอบลดลงตามลำดับ โดยผู้บริโภคบางกลุ่มรู้สึกไม่ชอบกลิ่นของไข่ฝ้ายเมื่อเพิ่มในปริมาณมากขึ้นทำให้ส่วนผสมในการทำขนมหม้อแกง เช่น กะทิ เผือก ไม่สามารถกลบกลิ่นของไข่ฝ้ายได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Yaisumlee *et al.* (2022) เมื่อเพิ่มปริมาณไข่ฝ้ายในผลิตภัณฑ์บิสกิต ส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบลดลง และตำรับที่ได้คะแนนสูงที่สุดผู้บริโภคให้เหตุผลว่ามีความหอมของเนย และส่วนผสมของคุกกี้ทำให้มีกลิ่นหอมของไข่ฝ้ายเล็กน้อย จึงทำให้ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์ และ Masavang *et al.* (2023) พบว่าน้ำสาลี่สูตรเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับมากทุกด้าน อีกทั้งน้ำสาลี่ที่เสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 2 และ 3 ส่งผลให้น้ำสาลี่มีลักษณะขุ่นหนืดมากเกินไป จึงทำให้คะแนนความชอบลดลง อาจเป็นผลจากการที่ไข่ฝ้ายมีสีและกลิ่นเฉพาะตัว ส่งผลต่อคุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ ผลิตภัณฑ์กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กเสริมไข่ฝ้ายร้อยละ 1 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกด้าน เนื่องจากมีปริมาณเหมาะสมที่ผู้บริโภคยอมรับได้ (Thongkham, 2019) โดยการใช้ปริมาณไข่ฝ้ายที่มากขึ้นอาจทำให้เกิดลักษณะไม่พึงประสงค์ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ทำให้ผู้บริโภคไม่คุ้นชินในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด sensory threshold หรือ threshold of acceptability ที่ระบุว่าวัตถุดิบใหม่ควรถูกเติมในระดับ

ที่ไม่ส่งผลลบต่อคุณลักษณะที่ผู้บริโภคคาดหวังจากผลิตภัณฑ์ (Lawless and Heymann, 2010; Moskowitz *et al.*, 2012) และ On-Nom *et al.* (2023) พบว่าไข่ฝ้ายมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ต้องใช้ในปริมาณที่ไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ปริมาณไข่ฝ้ายที่มากขึ้นส่งผลต่อโครงสร้างของขนมทำให้เนื้อสัมผัสแข็งขึ้น การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสจะได้รับการคะแนนลดลงตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ฝ้าย พบว่าขนมหม้อแกงที่เสริมปริมาณผงไข่ฝ้ายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ผิวหน้าและเนื้อในขนมหม้อแกงมีแนวโน้มลดลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Sukhonthara (2016) ที่ได้ศึกษาการทำขนมหม้อแกง พบว่าค่าสีเนื้อในมีค่าความสว่างมากกว่าค่าสีผิวหน้าขนมหม้อแกง เนื่องจากการให้ความร้อนส่งผลให้โปรตีนและน้ำตาลภายในผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard) เป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่างหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวซ์และหมู่เอมีโนของโปรตีน ส่งผลให้ขนมหม้อแกงเกิดสีเข้มขึ้น (Nursten, 2005) นอกจากนี้ ไข่ฝ้ายแห้งมีลักษณะเป็นสีเขียวที่มาจากคลอโรฟิลล์ เป็นสารสีธรรมชาติที่พบในพืชและเป็นรงควัตถุสีเขียว (Diaz-Montes, 2025) โดยค่าสีที่ลดลงเกิดจากการสลายตัวของรงควัตถุ เมื่อได้รับความร้อนระหว่างการอบจะเกิดการสูญเสียโครงสร้างของเม็ดสี (Dupont *et al.*, 2022) และการเพิ่มผงไข่ฝ้ายปริมาณมากขึ้นทำให้ค่าสีและลักษณะปรากฏเปลี่ยนแปลงทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่เปิดใจยอมรับ ส่งผลให้คะแนนความชอบลดลง สอดคล้องกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดัง Table 4 นอกจากนี้ Deliza and MacFie (1996) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงสีหรือรูปลักษณ์ที่ต่างจากต้นแบบจะส่งผลต่อการประเมินของผู้บริโภค (sensory expectation) Piqueras-Fiszman *et al.* (2012) สีของผลิตภัณฑ์มีบทบาทสำคัญต่อการรับรู้คุณภาพอาหารของผู้บริโภค เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นคุณลักษณะแรก

ที่ผู้บริโภครับรู้และความคาดหวังด้านรสชาติ ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อของขนมหม้อแกง พบว่าปริมาณของผงไข่ผ้าที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขนมหม้อแกงมีค่าความความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผ้าร้อยละ 1 มีค่าความแน่นเนื้อร้อยละ 25.25 นิวตัน สอดคล้องกับคะแนนทดสอบประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส นอกจากนี้ ในขนมหม้อแกงมีส่วนผสมของไข่ขาวซึ่งโปรตีนเมื่อถูกให้ความร้อน จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (denaturation) และรวมตัวกันทำให้เกิดความหนาแน่น ส่งผลให้มีความแข็งแรงและการคงรูปดีขึ้น (Raikos *et al.*, 2007) ปริมาณความชื้น พบว่าเมื่อปริมาณไข่ผ้ามากขึ้น ส่งผลให้ค่าความชื้นลดลงตามลำดับ เนื่องจากในไข่ผ้ามีองค์ประกอบของเส้นใยอาหารที่สามารถดูดซับน้ำไว้ในโครงสร้าง โดยเส้นใยและโปรตีนในอาหารมีผลต่อการกักเก็บน้ำและลดค่าความชื้นโดยรวมของผลิตภัณฑ์ (Khan *et al.*, 2015) ค่าปริมาณน้ำอิสระ พบว่าขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผ้าร้อยละ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากขนมหม้อแกงเสริมผงไข่ผ้าร้อยละ 1 โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วงปริมาณ 0.90–0.92

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ้าในปริมาณ 100 กรัม พบว่าขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ้ามีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และใยอาหารมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงสูตรควบคุม ในขณะที่ปริมาณความชื้นและไขมันลดลงซึ่งโปรตีนที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวขัดขวางการซึมผ่านของน้ำ โดยปริมาณโปรตีนสูงจะทำให้การดูดซึมของน้ำลดน้อยลง (Suwannasri *et al.*, 2005) การเสริมไข่ผ้าสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะในด้านปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Puttame and Ninlanon (2021) ที่ได้พัฒนาเบะหมี่เสริมไข่ผ้าอบแห้งพบว่าผลิตภัณฑ์เบะหมี่เสริมผงไข่ผ้าร้อยละ 10 ทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเบะหมี่สูตรพื้นฐาน และสอดคล้องกับ Phonpannawit and Klomjoho (2024) ที่พัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโปรตีนจากไข่ไก่ พบว่าการเสริมไข่ขาวอบแห้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณโปรตีน

สูงขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ การเสริมไข่ผ้าในผลิตภัณฑ์ช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนและใยอาหาร โดยไม่ส่งผลต่อการยอมรับ นอกจากนี้ ไข่ผ้าเป็นแหล่งโปรตีนและแร่ธาตุสำคัญ โดยมีโปรตีน แคลเซียม อีกทั้งยังมีการดอเมโนจำเป็นหลายชนิด (Seephua *et al.*, 2025) ไข่ผ้าสามารถทำหน้าที่เป็นวัตถุดิบเสริมที่ช่วยยกระดับคุณค่าทางโภชนาการของอาหารท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการอบแห้งของไข่ผ้าที่อุณหภูมิ 60°C ระยะเวลาที่ต่างกัน คือ 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบไข่ผ้า คือ 8 ชั่วโมง โดยมีค่าสีความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 19.37, 2.93 และ 16.53 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 4.57 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.33 โปรตีนร้อยละ 19.51 ไขมันร้อยละ 2.80 ใยอาหารร้อยละ 10.36 ใยร้อยละ 16.31 และปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้ (yield) คือ ร้อยละ 2.46 โดยน้ำหนักแห้ง และเมื่อนำมาผสมในขนมหม้อแกงร้อยละ 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่าสูตรขนมหม้อแกงที่เสริมไข่ผ้าที่ร้อยละ 1 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด เนื่องจากมีคุณลักษณะขนมหม้อแกงที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ทั้งในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และจากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมี พบว่าขนมหม้อแกงที่เสริมปริมาณผงไข่ผ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสีความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ผิวหน้าและเนื้อในขนมหม้อแกงมีแนวโน้มลดลงตามลำดับค่าความแน่นเนื้อ พบว่าปริมาณของผงไข่ผ้าที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนมหม้อแกงมีค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับและองค์ประกอบทางเคมีขนมหม้อแกงสูตรควบคุมและขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ้าในปริมาณ 100 กรัม พบว่าขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ้ามีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และใยอาหารสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงสูตรควบคุม ในขณะที่ปริมาณความชื้นและไขมันลดลง

ผลการศึกษายอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ่า ร้อยละ 97.0 โดยให้เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีความแปลกใหม่น่าสนใจ และผู้บริโภคให้การยอมรับราคาของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเสริมไข่ผ่า ในราคากล่องละ 35 บาท การวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเรื่องการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาตำรับอาหารท้องถิ่นสุขภาพในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองทุนวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ที่ได้สนับสนุนทุนในการทำวิจัย ตลอดจนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2012. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19th ed. Washington D.C.: The Association of Official Analytical Inc. Chemists. 1446 p.
- AOAC. 2016. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 20th ed. Washington D.C.: The Association of Official Analytical Inc. Chemists. 2000 p.
- AOAC. 2019. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 21st ed. Washington D.C.: The Association of Official Analytical Inc. Chemists. 3750 p.
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Washington D.C.: The Association of Official Analytical Inc. Chemists. 2200 p.
- Appenroth, K.J. Sree, K.S. Bog, M. Ecker, J. Seeliger, C. Böhm, V. and G. Jahreis. 2018. Nutritional value of the duckweed species of the genus *Wolffia* (Lemnaceae) as human food. **Frontiers in Chemistry** 6: 1–13.
- Chailungka, N. 2014. **Effects of Drying Conditions and Methods on Quality Changes of *Gracilaria fisheri***. Master Thesis. Maejo University. 134 p.
- 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]
- Deliza, R. and H.J.H. MacFie. 1996. The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: a review. **Journal of Sensory Studies** 11(2): 103–128.

- Díaz-Montes, E. 2025. Advances in the preservation of plant-based pigments via spray drying a systematic review. **Processes** 13(3): 663.
- Dupont, J., T. Harms and F. Fiebelkorn. 2022. acceptance of cultured meat in Germany-application of an extended theory of planned behaviour. **Foods** 11(3): 424.
- Joompolla, J., T. Soteyome, C. Kee-ariyo and N. Suteebut 2023. Development of Thai custard dessert (Khanom Maw Kaeng) by Jerusalem artichoke powder for health. **Journal of Technical Education Development** 30(106): 81–92. [in Thai]
- Khan, M.I., C. Jo and M.R. Tariq. 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors -a systematic review. **Meat Science** 110: 278–284.
- Khemthong, S., P. Yuthachit, J. Oonmettaaree, L. Yamthonglang, K. Mungphuklang and B. Toboonsung. 2021. Effects of watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) powder supplement to the quality of fresh noodle. **Journal of Applied Science and Emerging Technology** 20(2): 183-200. [in Thai]
- Lawless, H.T. and H. Heymann. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. New York: Springer Science & Business Media. 586 p.
- Masavang, S., S. Kirdnoi, S. Wannaphan, N. Dangsongwal and S. Timthong. 2023. The creamy salad dressing formulated with tofu and supplement with watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.). **PBRU Science Journal** 20(2): 42–56. [in Thai]
- Moskowitz, H.R., J.H. Beckley and A.V. Resurreccion. 2012. **Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development**. Ames, Iowa: John Wiley & Sons. 448 p.
- Noisumran, A., S. Nuntasukhon, N. Satsue and T. Limdamnoen. 2023. **Upgrading Local Foods in Phetchaburi Province to International Standards**. 174 p. In Research Report. Phetchaburi: Phetchaburi Rajabhat University. [in Thai]
- Noysumran, A. and S. Nuntasukhon. 2024. Product development of thai crispy cavendish banana custard cakes. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 19(1): 125–138. [in Thai]
- Nursten, H.E. 2005. **The Maillard Reaction: Chemistry, Biochemistry, and implications**. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 226 p.

- On-Nom, N., P. Promdang, W. Inthachat, P. Kanoongon, Y. Sahasakul, C. Chupeerach and P. Temviriyankul. 2023. *Wolffia globosa*-based nutritious snack formulation with high protein and dietary fiber contents. **Foods** 12(14): 2647.
- Phetchaburi Provincial Office, Phetchaburi Provincial Strategy Group. 2018. **Phetchaburi Province Development Plan**. Phetchaburi: Phetchaburi Provincial Office, Phetchaburi Provincial Strategy Group. 88 p. [in Thai]
- Phonpannawit, A. and S. Klomjoho. 2024. Development of noodle product protein fortification with watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.). **Science Journal Chandrakasem Rajabhat University** 34(2): 160–169. [in Thai]
- Piqueras-Fiszman, B., J. Alcaide, E. Roura and C. Spence. 2012. Is it the plate or is it the food? Assessing the influence of the color (black or white) and shape of the plate on the perception of the food placed on it. **Food Quality and Preference** 24(1): 205–208.
- Pramai, P., A. Chodnakarin, S. Singsom and P. Phuchan. 2025. Effect of Gac fruit pulp powder supplementation on the quality of Thai custard dessert. **Life Sciences and Environment Journal** 26(1): 105–119. [in Thai]
- Puttame, K. and W. Ninlanon. 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]
- Raikos, V., L. Campbell and S.R. Euston. 2007. Rheology and texture of hen's egg protein heat-set gels as affected by pH and the addition of sugar and/or salt. **Food Hydrocolloids** 21(2): 237–244.
- Rowchai, S. and S. Somboon. 2007. Study on factors effecting growth of wolffia (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.). **Thai Fisheries Gazette** 60(5): 405–413. [in Thai]
- Ruen-Ngam, D. 2017. Optimal condition for cultivation of *Scenedesmus armatus* cultivation and antioxidant activity of its extract. **Journal of Food Technology Siam University** 12(1): 59–70. [in Thai]
- Seephua, N., Y. Liu, H. Li, A. Bunyatratchata, O. Phuseerit and S. Siriamornpun. 2025. Nutritional Enhancement of Rice Noodles with Watermeal (*Wolffia globosa*). **Foods** 14(7): 1096.
- Shaviklo, A.R., M. Azaribeh, Y. Moradi and M. Zangeneh. 2015. Formular optimization and storage stability of extruded puffed corn-shrimp snacks. **LWT-Food Science and Technology** 63(1): 307–314.

- Soontorntammarath, K., S. Supsinolan, N. Hemthanon, T. Patiwetwitoon and C. Suwannawat. 2025. Effect of *Wolffia* (*Wolffia globosa*) supplementation on protein, dietary fiber, and antioxidant content in Thai desserts. **Dusit Thani College Journal** 19(2): 1–15. [in Thai]
- Sukhonthara, S. 2016. Development of germinated riceberry Thai egg custard with reduced sugar. **Science Essence Journal** 32(2): 195–210. [in Thai]
- Supanpayak, J., P. Chalermchaiwat and T. Limsuwan. 2020. Effect of drying condition on the quality of sealettuce (*Ulva rigida*) and its application in crispy snack. **KKU Science Journal** 48(2): 227–235. [in Thai]
- Suwannasri, S., R. Sananmuang, S. Suwanthada and S. Chairin. 2005. **Production of Fresh Noodles from Broken Rice**. 63 p. In Research report. Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- Thai Industrial Standards Institute. 2017. **Proximate Analysis of Nutrients: Part 1-Fat, Protein, Moisture, Ash, Fiber, Total Sugar, Sodium, Total Carbohydrate, and Total Energy (TIS 2867 Part 1-2017)**. Bangkok: Ministry of Industry. 51 p. [in Thai]
- Thongkham, P. 2019. **Effect of Temperature on Antioxidant Activity in Dried Water Meal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) and Application in Food Products**. Master Thesis. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 122 p. [in Thai]
- Wirivutthikorn, W. 2020. Effect of green tea powder on development of fresh milk egg thai custard dessert product supplemented with green tea powder. **Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi** 19(2): 164–173. [in Thai]
- Wong, C.W., Y. Teoh and C.E. Puri. 2017. Effect of enzymatic processing, inlet temperature and maltodextrin concentration on the rheological and physicochemical properties of spray-dried banana (*Musa acuminata*) powder. **Journal of Food Processing and Preservation** 42(2): e13451.
- Yaisumlee, T., S. Tojongmol, S. Khalek, A. Prongkrua and A. Jainan. 2022. Development of gluten free biscuit product added *Wolffia globosa* (watermeal). **Journal of Thai Food Culture** 4(1): 41–51. [in Thai]