

ผลของการเสริมผงไข่ม้าต่อคุณภาพแกงหัวตาล
Effect of Wolffia Powder (Wolffia Globosa) Supplementation
on the Quality of Toddy Palm Curry (Gang Hua Tan)

ศจีมาศ นันตสุคนธ์¹ และนราธร สัตย์ซื่อ^{1*}

Sajeemas Nantasukon¹ and Narathorn Satsue^{1*}

Received 16 มีนาคม 2569 Revised 16 มิถุนายน 2569 Accepted 17 สิงหาคม 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการเสริมผงไข่ม้าต่อคุณภาพแกงหัวตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณผงไข่ม้าที่เหมาะสมในแกงหัวตาล และ 2) ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของแกงหัวตาลเสริมผงไข่ม้า จากผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณผงไข่ม้าส่งผลให้ค่าสี ความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ในขณะที่ความข้นหนืดและค่าความเค็มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ค่าความเป็นกรดต่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง จากการประเมินทางประสาทสัมผัสแกงหัวตาลเสริมผงไข่ม้าที่ต่างกันร้อยละ 0 1 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงหัวตาลเสริมผงไข่ม้าร้อยละ 1 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.00 7.13 7.50 7.30 และ 7.40 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแกงหัวตาลพบว่า เมื่อปริมาณผงไข่ม้าสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณโปรตีน เถ้า ใยอาหาร และพลังงานมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้แกงหัวตาลเสริมผงไข่ม้าร้อยละ 3 ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 195.73 กิโลแคลอรี ปริมาณโปรตีน เถ้า และใยอาหาร 9.51 3.21 และ 2.10 กรัม ตามลำดับ แต่ปริมาณความชื้นและไขมันพบว่ามีแนวโน้มลดลง

คำสำคัญ : ผงไข่ม้า, การเสริม, แกงหัวตาล, คุณภาพ

¹ อาจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

¹ Lecturer, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail: Narathorn.sat@mail.pbru.ac.th

Abstract

This study supports the enhancement of Wolffia powder to the quality of young toddy palm curry. The objectives of this study were to 1) determine the optimal amount of Wolffia powder in toddy palm curry 2) investigate the physical and chemical properties of the toddy palm curry. The study results showed that increasing the amount of Wolffia powder as a result, the brightness (L^*) redness (a^*) and yellowness (b^*) values decrease. While viscosity and salinity tend to increase. However, the pH and total soluble solid decreased. Sensory evaluation was conducted on toddy palm curry supplemented with different percentages of Wolffia powder at 0% 1% 2% and 3% percent of the total weight of the ingredients. The taste testers found that the toddy palm curry supplemented with 1% Wolffia powder received the highest preference score. In terms of appearance, color, taste, texture, and overall preference, the average scores were 7.00 7.13 7.50 7.30 and 7.40 respectively. which was statistically significant ($p < 0.05$). And from the chemical composition analysis of the toddy palm curry revealed that increasing the amount of Wolffia powder resulted in higher levels of protein, ash, dietary fiber, and energy. It was found that 100 grams of toddy palm curry supplemented with 3% Wolffia powder contained 195.73 kilocalories of energy. The protein, ash, and dietary fiber content was 9.51 3.21 and 2.10 grams, respectively. However, the moisture and fat content showed a decreasing trend.

Keywords: Wolffia powder, Supplementation, Toddy Palm Curry, Quality

1. บทนำ

แกงหัวตาล หรือแกงหัวโหนดเป็นอาหารท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรีที่มีลักษณะเฉพาะในด้าน วิธีการทำ รสชาติ และการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เช่น หัวตาล จาวตาล ลอนตาล และ น้ำตาลโตนด เป็นต้น โดยต้นตาลโตนดเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบุรี โดยแกงหัวตาลจัดเป็นหนึ่งในเมนูอาหารท้องถิ่นประจำจังหวัดที่แสดงถึงอัตลักษณ์ วิถีชีวิต และวัฒนธรรมของชุมชน โดยจังหวัดเพชรบุรีได้นำอาหารมาเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนสู่ความสร้างสรรค์ด้านอาหาร ด้วยความมีศักยภาพโดยเฉพาะความโดดเด่นด้วยแหล่งวัตถุดิบ ส่งผลให้ได้รับคัดเลือกจากองค์การยูเนสโก (UNESCO) ให้เป็นหนึ่งในเครือข่ายเมืองสร้างสรรค์ด้านอาหารประจำปี พ.ศ. 2564 (สำนักงานจังหวัดเพชรบุรี กลุ่มยุทธศาสตร์จังหวัดเพชรบุรี, 2561) ที่มีบทบาทในด้านเศรษฐกิจชุมชนและส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมควบคู่กับการอนุรักษ์อัตลักษณ์อาหารท้องถิ่นอย่างยั่งยืน สามารถสร้างรายได้ให้แก่ผู้ผลิตในท้องถิ่น

ไข่ฝำ (Wolffia) เป็นพืชน้ำขนาดเล็กที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ พบได้ตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติ มีลักษณะเป็นเม็ดสีเขียวขนาดเล็ก อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะปริมาณโปรตีน กรดอะมิโน โยอาหาร (สำนักพัฒนานวัตกรรมชุมชนจัดการความรู้และสื่อสาร, 2567) โดยมีรายงานว่าไข่ฝำ มีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 20-30 ซึ่งสูงกว่าปริมาณโปรตีนที่พบในธัญพืช (De Beukelaar, M. F. et al., 2019) นอกจากนี้ยังมีปริมาณไขมันร้อยละ 4-7 และแป้งร้อยละ 4-10 ไข่ฝ่ายังประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ แคโรทีนอยด์ โพลีฟีนอล ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Appenroth, K. et al., 2018) และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ด้วยคุณสมบัติจึงได้รับการขนานนามเป็นซูเปอร์ฟู้ด (Superfood) ปัจจุบันไข่ฝำนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกและสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ได้ทั้งอาหารคาวและหวาน โดยส่วนใหญ่จะพบไข่ฝำในเมนูอาหารคาว เช่น ไข่เจียวฝำ แกงคั่วฝำ เป็นต้น นอกจากนี้ไข่ฝำได้รับความสนใจเพื่อใช้ในการพัฒนาสูตรอาหาร ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบใหม่สำหรับการบริโภคของมนุษย์ (Anthonius, C. et al., 2018; De Beukelaar, M. F. et al., 2019)

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านปัญหาสุขภาพ ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีการปรับตัว (อารี น้อยสำราญ และศจีมาศ นันตสุคนธ์, 2567) จึงทำให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เสริมคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์มากขึ้น เช่น ขนมอินทนิลไข่ฝำ (ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัตน์, 2568) ขนมเปียกปูนไข่ฝำ ขนมเหินยวไข่ฝำ ขนมกลีบลำดวนไข่ฝำ (ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัตน์ และคณะ, 2568) น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ถั่วเหลืองเสริมไข่ฝำแห้ง (ศุภักษร มาแสวง และคณะ, 2566) บะหมี่เสริมไข่ฝำอบแห้ง (กุลพร พุทธิมี และวรวิศนน์ นิลนนท์, 2564) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไข่ฝำจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับคุณค่าทางโภชนาการเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นในสังคมปัจจุบัน (ไพรวลัย ประมัย และคณะ, 2568)

จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้มีความสำคัญในการศึกษาศักยภาพไข่ฝำมาใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงหัวตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผงไข่ฝำที่เหมาะสมในแกงหัวตาล ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงหัวตาล ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงหัวตาลเสริมไข่ฝำเป็นการประยุกต์ใช้ตำรับอาหารท้องถิ่นของจังหวัดเพชรบุรี เพื่อเป็นแนวทางยกระดับสินค้าเกษตรให้มีมูลค่าสูงทั้งด้านเศรษฐกิจและวัฒนธรรมและทางเลือกให้กับผู้บริโภค สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ พร้อมสร้างอัตลักษณ์อาหาร และเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจสร้างสรรค์ด้านอาหารของจังหวัดเพชรบุรีสู่การเป็นเมืองสร้างสรรค์ด้านอาหารอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาปริมาณผงไข่ฝำที่เหมาะสมในแกงหัวตาล
- 2.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงหัวตาลเสริมผงไข่ฝำ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ศึกษาปริมาณผงไข่ไก่ที่เหมาะสมในแกงหัวตาล

3.1.1 การเตรียมผงไข่ไก่ นำไข่ไก่สดจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไข่ไก่ จังหวัดเพชรบุรี ทำการอบแห้งไข่ไก่โดยดัดแปลงวิธีการ (Seephua, N. et al., 2025) นำไข่ไ้ล้างทำความสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ ใส่ถาดขนาด 52x48 เซนติเมตร จำนวนถาดละ 1,000 กรัม อบแห้งด้วยวิธีการอบแบบลมร้อน (Tray dryer) (NPD Technology Co., Ltd., Thailand) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 8 ชั่วโมง จนมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง จากนั้นบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช บรรจุตัวอย่างใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดให้สนิทเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.1.2 การศึกษาปริมาณผงไข่ไก่ที่เหมาะสมในแกงหัวตาล ในการวิจัยได้คัดเลือกสูตรมาตรฐานแกงหัวตาลจากตำรับอาหารท้องถิ่นเมืองเพชรบุรี (อารี น้อยสำราญ และคณะ, 2566) โดยเริ่มจากนำพริกแกงเผ็ด กระชาย ปลาพู่นึ่งและปลาอินทรีทอดโซลกรวมกัน นำหัวตาลล้างทำความสะอาด ลวกในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที พักให้สะเด็ดน้ำ นำหัวกะทิใส่ลงในหม้อ ตั้งไฟด้วยเตาแม่เหล็กไฟฟ้าเครื่องหมายการค้า Smart home (รุ่น in-1500 ประเทศจีน) อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที เติมพริกแกง ผัดกับกะทิให้แตกมัน เวลา 10 นาที จากนั้นเติมไข่ไก่ หัวตาล และหมูย่างเคี้ยวต่ออีก 5 นาที ใส่ใบมะกรูดฉีกปรุงรสด้วยน้ำตาลโตนดและเกลือป่น นำมาศึกษาปริมาณของผงไข่ไก่ในแกงหัวตาลที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 1 2 และ 3 ของปริมาณน้ำหนัทั้งหมด โดยมีส่วนผสมดังตารางที่ 1 และขั้นตอนการทำแกงหัวตาลดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบชิม ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน อายุ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) ในการทดสอบผู้วิจัยได้ชี้แจงข้อมูลแก่ผู้ทดสอบชิมเพื่อทราบถึงส่วนประกอบและข้อมูลที่ทำให้การทดสอบ เพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดอาการแพ้ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองการพิจารณาการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (HE-086-2568)

ตารางที่ 1 สูตรแกงหัวตาลเสริมปริมาณผงไข่ผ้าที่แตกต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	ปริมาณผงไข่ผ้า			
	0	1	2	3
น้ำพริกแกงเผ็ด	34.00	34.00	34.00	34.00
กระชาย	34.00	34.00	34.00	34.00
กะทิ	365.50	365.50	365.50	365.50
หัวตาลฝาน	161.50	161.50	161.50	161.50
ปลาทุ	42.50	42.50	42.50	42.50
ปลาอินทรีขทอด	42.50	42.50	42.50	42.50
เนื้อหมูย่าง	144.50	144.50	144.50	144.50
น้ำตาลโตนด	12.75	12.75	12.75	12.75
เกลือป่น	4.25	4.25	4.25	4.25
ใบมะกรูด	8.50	8.50	8.50	8.50
ผงไข่ผ้า	0.00	8.50	17.00	25.50
ปริมาณรวม	850.00	858.50	867.00	875.50

ที่มา : ดัดแปลงจาก อารี น้อยสำราญ และคณะ (2566)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำแกงหัวตาล

ก) โขลกพริกแกงกับกระชาย ข) โขลกปลาทุ ค) โขลกปลาอินทรี ง) ลวกหัวตาล



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำแกงหัวตาล

ก) ผัดกะทิกับพริกแกง ข) เติมไข่ผ้า ค) เติมหัวตาล ง) เติมหมูย่างและปรุงรส

3.2 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพเคมีของแกงหัวตาลเสริมไข่ผ้า

3.2.1 ค่าสี แสดงผลในรูปค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ด้วยเครื่อง Colorimeter รุ่น CR4000 (Minolta, Japan)

3.2.2 ความหนืด วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DV2T ประเทศสหรัฐอเมริกา spindle no.64, temperature 28-30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 100 rpm. (Digital Viscosimeter)

3.2.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น S400 ประเทศเยอรมนี (AOAC, 2000)

3.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้เครื่อง (°Brix) Atago pocket refractometer ประเทศญี่ปุ่น

3.2.5 ปริมาณความเค็ม โดยใช้เครื่องวัดความเค็ม Atago pocket รุ่น PAL-SALT ประเทศญี่ปุ่น

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ เคมี วางแผนการทดลองแบบ (Completely Randomized Design: CRD) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ปริมาณพลังงาน คำนวณโดย Atwater factors (ศิริพร ต้นจ่อ และคณะ, 2558)
ดังสมการ พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม) = (ปริมาณโปรตีน×4)+(คาร์โบไฮเดรต×4)+(ปริมาณไขมัน×9)

ปริมาณความชื้น วิเคราะห์โดยใช้วิธี hot air oven method (AOAC, 2016)

ปริมาณเถ้า วิเคราะห์โดยใช้วิธี dry ash (AOAC, 2016)

ปริมาณไขมัน วิเคราะห์โดยใช้วิธี solvent extraction method (AOAC, 2019)

ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์โดยใช้วิธี Kjeldahl method (AOAC, 2012)

ปริมาณใยอาหาร วิเคราะห์โดยใช้วิธี solvent extraction method (AOAC, 2016)

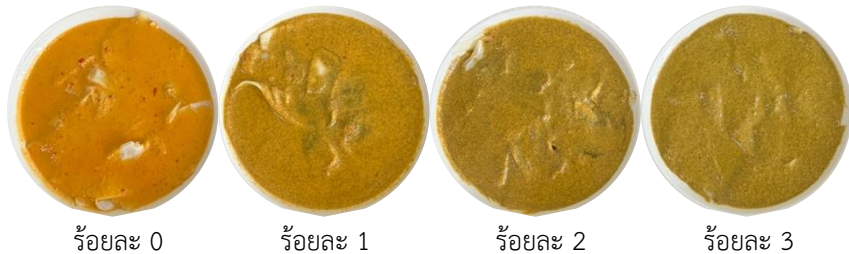
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต คำนวณโดย 100-(ความชื้น+โปรตีน+ไขมัน+เถ้า+ใยอาหาร)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษางาห้วตาลเสริมผงไข่มุกที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินทางคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกาห้วตาลเสริมผงไข่มุกในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า การใช้ปริมาณผงไข่มุกที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 1 2 และ 3 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับกาห้วตาลเสริมผงไข่มุกร้อยละ 1 ในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.63 7.70 7.50 7.30 และ 7.40 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้เมื่อปริมาณผงไข่มุกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบลดลงตามลำดับ โดยพบว่า กาห้วตาลเสริมผงไข่มุกสูตรร้อยละ 3 ได้คะแนนความชอบน้อยสุดในทุกด้าน เนื่องจากผู้บริโภคบางกลุ่มไม่ชอบกลิ่นและรสชาติของไข่มุก เมื่อเพิ่มผงไข่มุกปริมาณมากขึ้นทำให้ส่วนผสมในการทำกาห้วตาล เช่น พริกแกง กะทิ หัวตาล เป็นต้น ไม่สามารถ

กลบกลืนและรสชาติของไข่ผำได้ แต่ยังส่งผลในด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสที่ทำให้แกงหัวตาลมีความข้นเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับตารางที่ 3 ในด้านค่าความข้นหนืด



ภาพที่ 3 แกงหัวตาลเสริมผงไข่ผำที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแกงหัวตาลเสริมผงไข่ผำ

คุณลักษณะ	ปริมาณผงไข่ผำ			
	0	1	2	3
ลักษณะที่ปรากฏ	7.50±1.10 ^a	7.63±1.35 ^a	7.43±1.40 ^a	6.60±1.00 ^b
สี	7.30±1.00 ^a	7.70±0.64 ^a	6.30±1.10 ^b	5.80±0.74 ^b
กลิ่น	7.96±1.12 ^a	6.53±2.06 ^{bc}	7.06±1.61 ^b	6.03±1.62 ^c
รสชาติ	7.43±1.40 ^a	7.50±1.10 ^a	7.06±1.36 ^{ab}	6.60±1.00 ^b
เนื้อสัมผัส	7.40±0.90 ^a	7.30±0.80 ^{ab}	6.40±1.01 ^{bc}	6.10±0.94 ^c
ความชอบโดยรวม	7.50±0.80 ^a	7.40±0.80 ^a	6.40±1.11 ^b	6.10±0.70 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงหัวตาลเสริมผงไข่ผำ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงหัวตาลผงไข่ผำ แสดงดังตารางที่ 3 ค่าสีของแกงหัวตาลเสริมผงไข่ผำปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0 1 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดพบว่า แกงหัวตาลที่เสริมปริมาณผงไข่ผำเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) และ ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มลดลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในผงไข่ผำมีคลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบในธรรมชาติจากพืช โดยค่าสีที่ลดลงเกิดจากการสลายตัวของรงควัตถุ เมื่อได้รับความร้อนและสูญเสียโครงสร้างของเม็ดสี ซึ่งเมื่อเติมผงไข่ผำเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 3 ในขณะที่ค่าความข้นหนืดของแกงหัวตาลพบว่า เมื่อปริมาณผงไข่ผำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความข้นหนืดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากในไข่ผำมีองค์ประกอบของโปรตีนและใยอาหารที่สามารถดูดซึมและกักเก็บน้ำได้ดี นอกจากนี้การใส่ผงไข่ผำในแกงหัวตาลจะเกิดการพองตัว ส่งผลให้ค่าความข้นหนืดของแกงหัวตาลเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรดต่างแกงหัวตาลร้อยละ 0 มีค่าร้อยละ 5.59 ในขณะที่การเพิ่มปริมาณผงไข่ผำส่งผลให้ค่าความกรด

ต่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่า แงงหัวตาล ร้อยละ 0 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด แต่เมื่อเพิ่มปริมาณผงไข่ฝาร้อยละ 1 2 และ 3 ส่งผลให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลงโดยอยู่ในช่วงปริมาณ 15.40-15.80 แต่ในขณะที่ค่าความเค็มเมื่อปริมาณผงไข่ฝามีเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีค่าสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้องค์ประกอบของไข่ฝามีขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ที่ส่งผลให้รสชาติเกิดการแปรผัน เช่น ปริมาณฝน แสงสว่าง อุณหภูมิ และความเค็ม (ดวงกมล เรืองงาม, 2560; สุขุม ไร่ใจ และ สุทิน สมบูรณ์, 2550)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงหัวตาลเสริมไข่ฝ้า

คุณภาพทางกายภาพและเคมี	ปริมาณผงไข่ฝ้า			
	0	1	2	3
ค่าสี L*	55.79±0.02 ^a	49.35±0.07 ^b	47.98±0.18 ^c	44.57±0.36 ^d
a*	19.30±0.01 ^a	12.77±0.03 ^b	9.52±0.03 ^c	7.71±0.02 ^d
b*	41.86±0.01 ^a	36.92±0.05 ^b	35.11±0.02 ^c	33.65±0.01 ^d
ความชื้นหนืด (cP)	536.01±9.20 ^d	974.03±51.20 ^c	1355.30±51.10 ^b	1780.70±54.30 ^a
ค่าความเป็นกรดต่าง	5.59±0.02 ^a	5.45±0.01 ^b	5.37±0.01 ^c	5.34±0.01 ^c
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	20.10±0.20 ^a	15.40±0.17 ^b	15.40±0.46 ^b	15.80±0.10 ^b
ค่าความเค็ม	0.58±0.01 ^c	0.77±0.01 ^b	0.79±0.02 ^{ab}	0.88±0.01 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแกงหัวตาล

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแกงหัวตาลเสริมผงไข่ฝ้าปริมาณที่ต่างกัน ร้อยละ 0 1 2 และ 3 แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า แกงหัวตาลเสริมผงไข่ฝ้าร้อยละ 3 มีปริมาณพลังงาน โปรตีน ใยอาหาร และเถ้าสูงขึ้นตามลำดับ แต่ปริมาณความชื้นและไขมันพบว่า มีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มขึ้นของผงไข่ฝ้า ในขณะที่คาร์โบไฮเดรตพบว่าแกงหัวตาลเสริมผงไข่ฝ้าร้อยละ 1 มีค่าสูงที่สุดแต่เมื่อปริมาณผงไข่ฝ้าเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัย ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัตน์ (2568) ที่ได้ศึกษาผลการเสริมไข่ฝ้าต่อคุณภาพของขนมอินทนิลพบว่า เมื่อเติมผงไข่ฝ้าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนมอินทนิลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงตามลำดับ

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีแกงหัวตาล

องค์ประกอบทางเคมี (ต่อ 100 กรัม)	ปริมาณผงไข่ผำ			
	0	1	2	3
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	190.18±0.66 ^c	191.80±0.01 ^c	193.36±0.15 ^b	195.73±0.40 ^a
โปรตีน (กรัม)	6.83±0.02 ^d	7.03±0.08 ^c	8.24±0.03 ^b	9.51±0.01 ^a
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	6.47±0.02 ^c	6.99±0.01 ^a	6.54±0.01 ^b	6.06±0.12 ^d
ไขมัน (กรัม)	15.22±0.01 ^a	15.08±0.02 ^b	14.96±0.02 ^c	14.81±0.01 ^d
ใยอาหาร (กรัม)	1.63±0.03 ^d	1.69±0.01 ^c	2.45±0.01 ^b	3.21±0.0 ^a
ความชื้น (กรัม)	68.52±0.02 ^a	67.75±0.10 ^b	66.05±0.01 ^c	64.31±0.0 ^d
เถ้า (กรัม)	1.33±0.04 ^d	1.46±0.01 ^c	1.76±0.03 ^b	2.10±0.01 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

5. อภิปรายผล

5.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การเสริมผงไข่ผำในแกงหัวตาลที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0 1 2 และ 3 พบว่าแกงหัวตาลเสริมผงไข่ผำร้อยละ 1 ได้รับคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยรวมที่ได้คะแนนสูงที่สุด โดย Lawless, H. & Heymann, H. (2010) อธิบายว่าปัจจัยหลักในการให้การยอมรับจะมาจากด้านรสชาติ สี และกลิ่น แต่ในด้านกลิ่นพบว่า แกงหัวตาลเสริมผงไข่ผำร้อยละ 0 ได้รับคะแนนสูงที่สุด เนื่องจากแกงหัวตาลเป็นแกงท้องถิ่นที่มีการใช้พริกแกงเป็นองค์ประกอบหลักประกอบด้วยสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีกลิ่นรสเป็นเอกลักษณ์ เช่น พริก ข่า ตะไคร้ และกระเทียม ส่งผลให้กลิ่นและรสชาติของไข่ผำถูกเปลี่ยนแปลงจนผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้ สอดคล้องกับแนวคิด Masking effect การที่กลิ่นหรือรสของวัตถุดิบหนึ่งถูกลดทอน โดยอีกวัตถุดิบหนึ่งที่มีกลิ่นรสเด่น (Deliza, R. & MacFie, H. J., 1996) ส่งผลให้ผู้บริโภคที่ไม่เคยบริโภคไข่ผำมาก่อนสามารถเปิดใจยอมรับผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น ทั้งนี้การใช้ส่วนผสมที่มีกลิ่นรสเข้มข้นจึงอาจเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารจากวัตถุดิบท้องถิ่นได้ในขณะที่แกงหัวตาลร้อยละ 3 ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยต่ำที่สุดในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่งผลโดยตรงต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส เมื่อปริมาณผงไข่ผำเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นหนืดสูงขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับแนวคิดเกณฑ์การรับรู้ (Threshold of perception) ที่อธิบายว่าวัตถุดิบใด ๆ จะสามารถกระตุ้นประสาทรับรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณอยู่ในระดับที่ประสาทสัมผัสสามารถตอบสนองได้ (Lawless, H. & Heymann, H., 2010; Moskowitz, H. et al., 2012) ดังนั้นการใช้ไข่ผำในปริมาณมากจะส่งผลต่อการรับรู้ในผลิตภัณฑ์ ทำให้การประเมินความชอบลดลงตามลำดับ

5.2 การวิเคราะห์ค่าสีความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง-เขียว และค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลิตภัณฑ์แกงหัวตาลเสริมไข่ผำพบว่า แกงหัวตาลเสริมปริมาณผงไข่ผำที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง-เขียว และค่าสีเหลือง-น้ำเงินมีแนวโน้มลดลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2564) ที่ได้ศึกษาเรื่องผลของการเสริมไข่น้ำผึ้งต่อคุณภาพของบะหมี่สดพบว่า เมื่อเติมผงไข่ผำเพิ่มมากขึ้นร้อยละ

0 2 5 7 และ 10 ส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง-เขียว และค่าสีเหลือง-น้ำเงินลดลง และขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัตน์ (2568) ที่ได้ศึกษาผลการเสริมโซ่ผ้าต่อคุณภาพของขนอินทนิล พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ และภาณุมาศ ทองคำ (2562) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในโซ่ผ้าแห้งและการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์อาหารพบว่า ค่าความสว่างของทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันแต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณผงโซ่ผ้าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในผงโซ่ผ้ามีคลอโรฟิลล์ เป็นสารสีธรรมชาติที่พบในพืชและเป็นรงควัตถุสีเขียว (Diaz-Montes, E., 2025) โดยค่าสีที่ลดลงเกิดจากการสลายตัวของรงควัตถุ เมื่อได้รับความร้อนและเกิดการสูญเสียโครงสร้างของเม็ดสี (Dupont, J. et al., 2022) เมื่อคลอโรฟิลล์ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นฟิโอฟิติน (Pheophytins) จะส่งผลให้มีสีเข้มขึ้นตามลำดับ (ภาณุมาศ ทองคำ, 2562) โดยมีรายงานว่า การทำแห้งโซ่ผ้าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่ในช่วง 1.32-1.69 มิลลิกรัมต่อกรัม (อรุณานิ ปันนวล และเสาวนีย์ เลิศวรสิริกุล, 2565) ในขณะที่ค่าความชื้นหนึ่ดพบว่า เมื่อปริมาณผงโซ่ผ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้แกงหัวตาลมีความชื้นหนึ่ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโซ่ผ้าจะดูดซึมน้ำและเกิดการพองตัว ส่งผลให้ค่าความหนึ่ดเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้มีรายงานว่าในโซ่ผ้ามีองค์ประกอบของโปรตีนร้อยละ 20-30 และใยอาหารในปริมาณซึ่งสูงกว่าปริมาณโปรตีนที่พบในธัญพืช โดยโปรตีนหลักที่พบในโซ่ผ้า คือโรบูโลส-1 5-บิสฟอสเฟตคาร์บอกซิเลส (Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase) ซึ่งโปรตีนชนิดนี้ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยโปรตีนโรบูโลสยังเป็นทางเลือกที่ดีเพื่อใช้ในการเสริมอาหารจากพืช (Plant-based) เนื่องจากมีคุณสมบัติสามารถย่อยและดูดซึมได้ง่ายรวมถึงไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ (Chakrabarti, R. et al., 2018) นอกจากนี้โปรตีนโรบูโลสยังมีคุณสมบัติในการเกิดเจลและเป็นสารอิมัลซิไฟเคชัน อีกทั้งมีศักยภาพในการเกิดโฟมและความสามารถในการละลายสูง (Di Stefano, E. et al., 2018) สอดคล้องกับศุภักษร มาแสวง และคณะ (2566) ที่ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมเต้าหู้ถั่วเหลืองเสริมโซ่ผ้าแห้งพบว่า เมื่อปริมาณผงโซ่ผ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำสลัดมีค่าความหนึ่ดสูงขึ้นตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ทำให้แกงหัวตาลที่เติมผงโซ่ผ้ามีค่าความชื้นหนึ่ดที่สูงขึ้น ในขณะที่เดียวกันการวัดคุณภาพด้านค่าความเป็นกรดต่าง ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความเค็มเพื่อควบคุมคุณภาพแกงหัวตาลเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในอนาคต โดยพบว่าด้านค่าความเป็นกรดต่างพบว่า เมื่อปริมาณผงโซ่ผ้ามากขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในแกงหัวตาลเสริมผงโซ่ผ้าพบว่ามีความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 5.59-5.34 ในด้านค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าความเค็มพบว่า เมื่อปริมาณผงโซ่ผ้าที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง แต่ในค่าความเค็มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเติมโซ่ผ้า โดยมีรายงานว่าโซ่ผ้ามีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์และแร่ธาตุจากแหล่งน้ำที่เจริญเติบโต (Cheng, J. & Stomp, A., 2009) ทั้งนี้จะส่งผลเมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ในขณะที่ Appenroth, K. et al. (2018) พบว่าโซ่ผ้ามีปริมาณแร่ธาตุสะสมอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้อาจแตกต่างกันตามแหล่งที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ในแหล่งน้ำจะมีปริมาณธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจนค่อนข้างสูง โซ่ผ้าสดมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6.80-6.60 (สุขุม ไร่ใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550)

5.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแกงหัวตาลเสริมไข่ฝำในปริมาณ 100 กรัม พบว่า แกงหัวตาลเสริมผงไข่ฝำร้อยละ 3 มีปริมาณพลังงาน โปรตีน โยอาหาร และเถ้าสูงขึ้น เมื่อเทียบกับแกงหัวตาลร้อยละ 0 ขณะที่ปริมาณความชื้นและไขมันมีแนวโน้มลดลง โดยการเพิ่มขึ้นของโปรตีนมีผลต่อความชื้น เนื่องจากไข่ฝำมีโปรตีนและโยอาหารเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะเป็นตัวขัดขวางการดูดซึมผ่านของน้ำ โดยปริมาณโปรตีนที่สูงสามารถลดการดูดซึมของน้ำ ทำให้ค่าความชื้นและ (ศจี สุวรรณศรี และคณะ, 2548) โดยการเสริมไข่ฝำสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะในด้านปริมาณโปรตีน และมีรายงานว่าไข่ฝำประกอบด้วยโปรตีน ร้อยละ 20-30 ซึ่งสูงกว่าปริมาณโปรตีนที่พบในธัญพืช (De Beukelaar, M. F. et al., 2019) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์ (2564) ที่ได้พัฒนาบะหมี่เสริม ไข่ฝำอบแห้งพบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมผงไข่ฝำร้อยละ 10 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าบะหมี่ สูตรพื้นฐาน เช่นเดียวกับขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัต (2568) ได้ศึกษาผลของการเสริมไข่ฝำต่อ คุณภาพของขนมอินทนิล พบว่าขนมอินทนิลเสริมปริมาณไข่ฝำร้อยละ 25 มีปริมาณโปรตีน โยอาหาร สูงกว่าขนมอินทนิลสูตรต้นแบบ และสอดคล้องกับภริดา พรปณณวิชัย และ สุพรรณิการ์ กล่อมจ่อหอ (2567) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมโปรตีนจาก ไข่ฝำพบว่า เมื่อปริมาณไข่ฝำเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและโยอาหารเพิ่มขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ไข่ฝำสามารถเป็นแหล่งโปรตีนที่สามารถยกระดับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ก๋วยเตี๋ยวได้โดยตรง โดยไม่ส่งผลในด้านคะแนนความชอบ ทั้งนี้ไข่ฝำเป็นแหล่งโปรตีน แคลเซียม และแร่ธาตุสำคัญ อีกทั้งยังมีกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิด (Seephua, N. et al., 2025) ดังนั้นการเสริมไข่ฝำในแกงหัวตาลมีศักยภาพช่วยยกระดับคุณค่าทางโภชนาการของ อาหารท้องถิ่น โดยสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพในปัจจุบัน

6. องค์ความรู้ใหม่

จากการศึกษาการเสริมผงไข่ฝำในแกงหัวตาลแสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ของ ผงไข่ฝำที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการพัฒนาอาหารท้องถิ่น โดยพบว่าการเสริมผงไข่ฝำ สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะในด้านโปรตีน โยอาหาร พลังงาน และเถ้า จัดเป็นโปรตีน ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคในปัจจุบัน โดยการทำแกงหัวตาลเสริมผงไข่ฝำร้อยละ 1 ได้รับคะแนน ความชอบสูงสุด ในขณะที่เมื่อปริมาณผงไข่ฝำสูงขึ้นส่งผลให้ลักษณะปรากฏ สี รสชาติและ เนื้อสัมผัสลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการดูดซึมน้ำของไข่ฝำ นอกจากนี้การเสริมผงไข่ฝำ ยังเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือต่อยอดสู่อาหารเชิงสุขภาพในอนาคต

7. สรุป

ผลของการเสริมผงไข่ฝำต่อคุณภาพแกงหัวตาล โดยการเสริมผงไข่ฝำในแกงหัวตาล ร้อยละ 1 ให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด โดยเฉพาะด้านรสชาติ สี กลิ่น และ ความชอบโดยรวม ทำให้ผู้บริโภคสามารถยอมรับผลิตภัณฑ์ ในด้านคุณภาพทางกายภาพเคมี พบว่าการเพิ่มปริมาณผงไข่ฝำทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง-เขียว และค่าสีเหลือง- น้ำเงินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่าความหนืดและค่าความเค็มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ

ด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่า แงห้วตาลเสริมผงไข่ฝ้ายร้อยละ 3 มีปริมาณโปรตีน ไข่ และใยอาหารสูงขึ้นตามลำดับ โดยให้พลังงาน 195.73 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ปริมาณโปรตีน ไข่ และใยอาหาร 9.51 3.21 และ 2.10 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณความชื้นและไขมันมีแนวโน้มลดลง

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

8.1.1 ควรศึกษาด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อสนับสนุนข้อมูลในด้านสุขภาพ

8.1.2 ควรศึกษาการปรับลดด้านความชื้นหนืดเพื่อให้แกห้วตาลใกล้เคียงกับสูตรควบคุม เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาทั้งในด้านการควบคุมคุณภาพในด้านรสชาติ ความชื้นหนืด และด้านการตลาดของกลุ่มผู้บริโภคเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถแข่งขันในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำหรับการสนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

10. เอกสารอ้างอิง

กุลพร พุทธิมี และวิศิชนม์ นิลนนท์. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบหมีเสริมผ้าอบแห้ง.

วารสารวิจัยและพัฒนาโดยลงกรรม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 16(2), 57-69.

ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัต. (2568). ผลของการเสริมไข่ฝ้ายต่อคุณภาพของขนมอินทิล.

วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 20(2), 1-15.

ขวัญฤทัย สุนทรธรรมรัต, สุพัตรา ทรัพย์สินโอฬาร, ญัฐกิตติ์ เหมทานนท์, ธีราพร ปฏิวะธิฐร และชญธิ์ รัชต์สุวรรณ์วัฒน์. (2568). ผลของการใช้ไข่ฝ้ายเสริมโปรตีน ใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระในขนมไทย. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี, 19(2), 1-15.

ดวงกมล เรือนงาม. (2560). สภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสาหร่าย *Scenedesmus armatus* และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารที่สกัด. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, 12(1), 59-70.

ไพรวลัย ประมัย, อรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์, สุธิตรา สิงโสม และผกาวิที ภูจันทร์. (2568).

ผลของการเสริมผงเนื้อฟักข้าวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกง.

Life Sciences and Environment Journal, 26(1), 105-119.

- ภาณุมาศ ทองคำ. (2562). *ผลของอุณหภูมิต่อต้านฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไข่ผ่าแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
<https://repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3815/1/RMUTT-167649.pdf>
- ศุภักษร มาแสง, ศุภณัฐ เกิดน้อย, สุรเชษฐ์ วรรณพันธ์, ณนันท แดงสังวาลย์ และ ศันสนีย์ ทิมทอง. (2566). *ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ถั่วเหลืองเสริมไข่ผ่าแห้ง*. *PBRU SCIENCE JOURNAL*, 20(2), 42-56.
- ศจี สุวรรณศรี, รัตนา สนั่นเมือง, สุพัตรา สุวรรณธาดา และสอาด ไซรินทร. (2548, 28-29 กรกฎาคม). *การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยนเรศวร, ประเทศไทย.
- ศิริพร ต้นจ้อ, ตรีรัตน์ สายวรรณ, ประภาศรี ภูเสถียร, อังคารศิริ ตีอ่วม และครรชิต จุดประสงศ์. (2558). *คุณค่าทางโภชนาการของไข่ที่นิยมบริโภคและผลของการประกอบอาหาร*. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 23(4), 651-666.
- สำนักงานจังหวัดเพชรบุรี กลุ่มยุทธศาสตร์จังหวัดเพชรบุรี. (2561). *แผนพัฒนาจังหวัดเพชรบุรี*. เพชรบุรี: สำนักงานจังหวัดเพชรบุรี กลุ่มยุทธศาสตร์จังหวัดเพชรบุรี.
- สำนักพัฒนานวัตกรรมชุมชนจัดการความรู้และสื่อสาร. (2567, มิถุนายน 13). *ไข่ผ่า Super Food พิชิจัมนาคจรรยา เลี้ยงง่ายราคาดี ที่พระแท่น กาญจนบุรี*.
<https://web.codi.or.th/20240613-54496/>
- สุขุม ไร่ใจ และสุทิน สมบูรณ์. (2550). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่ไก่ (Wolffia arrhiza (L.) Wimm.)*. *วารสารการประมง*, 60(5), 405-413.
- สุธีรา เข้มทอง, ภัทราพร ยุทธาจิต, จิราวรรณ อุ้นเมตตาอารี, ลัดดาวรรณ แยมทองหลาง, กิตติศักดิ์ มุ่งภูกลาง และบุปผชาติ ต่อบุญสูง. (2564). *ผลของการเสริมไข่ผงต่อคุณภาพของบะหมี่สด*. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*, 20(2), 183-200.
- อภิรดา พรปิ่นณวิญญ์ และสุพรรณิการ์ กล่อมจ้อหอ. (2567). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่ไก่*. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม*, 34(2), 160-169.
- อรุณานิ ปันนวล และเสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล. (2565, 22-23 กุมภาพันธ์). *ผลกระทบของการเตรียมการอบแห้งที่แตกต่างกันต่อลักษณะด้านสี และปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่ผ่า* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 60. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประเทศไทย.
- อารี น้อยสำราญ, ศจีมาศ นันตสุคนธ์, นราธร สัตย์เชื้อ และทศพร ลิ้มดำเนิน. (2566). *อาหารท้องถิ่นเมืองเพชรบุรี สูตรต้นตำรับและฟิวชั่นฟู้ด*.
<http://mit.pbru.ac.th/2024/06/10/phetchaburi-food-final/>
- อารี น้อยสำราญ และศจีมาศ นันตสุคนธ์. (2567). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเค้กหม้อแกงกล้วยหอมทองอบกรอบ*. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 19(1), 125-138.

- Anthonyus, C., Seok Kian Yong, A. & Fui Fui, C., (2018). Supplementation of duckweed diet and citric acid on growth performance, feed utilization, digestibility and phosphorus utilization of TGGG hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus lanceolatus*) juvenile. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 40(5), 1009-1016.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC international* (17th ed.). The Association of Official Analytical Inc. Chemists Washinton D.C.
- AOAC. (2012). *Official methods of analysis of AOAC international* (19th ed.). The Association of Official Analytical Inc. Chemists Washinton D.C.
- AOAC. (2016). *Official methods of analysis of AOAC international*. (20th ed.). The Association of Official Analytical Inc. Chemists Washinton D.C.
- AOAC. (2019). *Official methods of analysis of AOAC international*. (21st ed.). The Association of Official Analytical Inc. Chemists Washinton D.C.
- Appenroth, K. J., Sree, K. S., Bog, M., Ecker, J., Seeliger, C., Böhm, V., Lorkowski, S., Sommer., K, Vetter., W, Tolzin-Banzsch., K, Kirmse., R, Leiterer., M, Dawczynski., C, Liebis., G. & Jahreis., G. (2018). Nutritional value of the duckweed species of the genus *Wolffia* (Lemnaceae) as human food. *Frontiers in chemistry*, 6, 483.
<https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00483>
- Chakrabarti, R., Clark, W. D., Sharma, J. G., Goswami, R. K., Shrivastav, A. K. & Tocher, D. R. (2018). Mass production of *Lemna minor* and its amino acid and fatty acid profiles. *Frontiers in chemistry*, 6, 479.
<https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00479>
- Cheng, J. J. & Stomp, A. M. (2009). Growing duckweed to recover nutrients from wastewaters and for production of fuel ethanol and animal feed. *Clean–Soil, Air, Water*, 37(1), 17-26.
<https://doi.org/10.1002/clen.200800210>
- De Beukelaar, M. F. A., Zeinstra, G. G., Mes, J. J. & Fischer, A. R. H. (2019). Duckweed as human food. The influence of meal context and information on duckweed acceptability of Dutch consumers. *Food quality and preference*, 71, 76-86.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.06.005>
- Deliza, R. & MacFie, H. J. H. (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.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1996.tb00036.x>

- Diaz-Montes, E. (2025). Advances in the Preservation of Plant-Based Pigments Via Spray Drying A Systematic Review. *Processes*, 13(3), 663.
<https://doi.org/10.3390/pr13030663>
- Di Stefano, E., Agyei, D., Njoku, E. N. & Udenigwe, C. C. (2018). Plant RuBisCo: An underutilized protein for food applications. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(8), 1063-1074. <https://doi.org/10.1002/aocs.12104>
- Dupont, J., Harms, T. & Fiebelkorn, F. (2022). Acceptance of Cultured Meat in Germany-Application of An Extended Theory of Planned Behaviour. *Foods*, 11(3), 424. <https://doi.org/10.3390/foods11030424>
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. (2nd ed.) Springer Science & Business Media.
- Moskowitz, H. R., Beckley, J. H. & Resurreccion, A. V. (2012). *Sensory and consumer research in food product design and development*. John Wiley & Sons.
- Seephua, N., Liu, Y., Li, H., Bunyaratatchata, A., Phuseerit, O. & Siriamornpun, S. (2025). Nutritional Enhancement of Rice Noodles with Watermeal (*Wolffia globosa*). *Foods*, 14(7), 1096.
<https://doi.org/10.3390/foods14071096>