

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใช้น้ำแผ่นกรอบ

จूरีมาศ ดีอำมาตย์*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

1 หมู่ 20 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180

รับบทความ 27 ตุลาคม 2567 แก้ไขบทความ 21 กรกฎาคม 2568 ตอบรับบทความ 4 กันยายน 2568

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใช้น้ำแผ่นใช้น้ำเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งเป็นพืชน้ำขนาดเล็กที่พบได้ตามแหล่งน้ำในท้องถิ่น มีคุณค่าทางสารอาหาร โปรตีนสูง โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใช้น้ำแผ่นกรอบ นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และเพื่อการศึกษาทางกายภาพทางเคมี และองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์ใช้น้ำแผ่น ซึ่งผลการศึกษาพบว่า สูตรที่ผ่านการคัดเลือกคือ สูตร B จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณใช้น้ำที่เหมาะสม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20, 25 และ 30 ตามลำดับ นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับการปริมาณใช้น้ำร้อยละ 20 ที่มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด ประกอบกับใช้น้ำแผ่นยังคงลักษณะที่ดี มีความพองตัว สีเขียวพอเหมาะ มีกลิ่นหอม รสชาติดี เป็นแผ่นบาง และมีความกรอบ เป็นต้น เมื่อทดสอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พบว่า มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ค่าสีเขียว (a^*) เพิ่มขึ้น และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ส่วนค่าความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้น เนื่องจากใช้น้ำที่ใส่ในผลิตภัณฑ์เป็นแบบสด หากเพิ่มในปริมาณมากขึ้นมีผลต่อค่าความชื้นและค่า a_w เช่นกัน อีกทั้งนำผลิตภัณฑ์ใช้น้ำแผ่นในหม้อทอดไร้น้ำมันทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 1.01, 0.21, 3.79, 3.36, 9.24 และ 91.39 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ใช้น้ำ; ไข่ผ่า; ขนมอบเคี้ยว; หม้อทอดไร้น้ำมัน

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 4413 3991, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: jureemart@vru.ac.th

Development of Crispy Wolffia Snack

Jureemart Deeammart*

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage
1 Moo. 20, Khlong Nueng Subdistrict, Khlong Luang District, Pathum Thani Province, 13180

Received 27 October 2024; Revised 21 July 2025; Accepted 4 September 2025

Abstract

The development of crispy wolffia snack, which is a small aquatic plant found in local water. It has high nutritional and protein. This research to study the development of crispy wolffia snack, evaluate sensory qualities, study the physical chemistry and proximate of products. The results of study found that formula B. Then the ratio of wolffia studied at 3 levels: 20, 25 and 30 percent, respectively. Sensory evaluation by 9-point hedonic scale. Panelists with the 20 percent increase of wolffia, with the product was appropriate because the highest average sensory rating scale. The wolffia snack well, puffed up, brightly green, smell and taste good, thin and crispy. When the physical test of the product was performed, it was found that the lightness (L^*) and yellowness (b^*) decreased, while the greenness (a^*) increased; the moisture and a_w increased, because wolffia in product. The chemical compositions of the product from air fryer including moisture, fat, protein, ash, fiber and carbohydrate were 1.01, 0.21, 3.79, 3.36, 9.24 and 91.39 %, respectively.

Keywords : Wolffia; Water meal; Snack; Air fryer

* Corresponding Author. Tel.: +668 4413 3991, E-mail Address: jureemart@vru.ac.th

1. บทนำ

ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามภูมิภาค เช่น ไข่น้ำ ไข่น้ำ ไข่น้ำ หรือ ลูกน้ำ ไข่น้ำมีลักษณะเป็นเม็ดสีเขียวกลมรีขนาดประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร ถือเป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก ไข่น้ำไม่มีราก ไม่มีใบ และมีพองอากาศแทรกอยู่ตรงกลาง จึงลอยอยู่บนผิวน้ำมีสีเขียวลอยเป็นแพ [1] มักเกิดในธรรมชาติที่น้ำใสนิ่ง เช่น บึง หนองน้ำ มักเจริญเติบโตอยู่บนผิวน้ำ มีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีนร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1-5 ไขมันร้อยละ 25 และเส้นใยร้อยละ 5-16 มีสารออกซิเดชันอยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีน 2.52 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ไข่น้ำมีสารสีเขียวปริมาณสูงพบในรูปของคลอโรฟิลล์ 30.17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม [2] ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว กลิ่นหอมอ่อนคล้ายสาหร่ายหรือชาเขียว [3] นอกจากนี้มีไขมันต่ำและสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณไขมันทั้งหมด [4] จะเห็นได้ว่าไข่น้ำเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกจากพืชในด้านโภชนาการของมนุษย์ เป็นอาหารแห่งอนาคตที่สามารถต่อยอดสู่อุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพได้ [5]

โดยงานวิจัยนี้พัฒนาเป็นผักแผ่น ที่ช่วยการเพิ่มมูลค่าผักพื้นบ้าน ซึ่งเป็นอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อเป็นอาหารสำหรับทุกช่วงวัย เนื่องจากผักมีคุณค่าทางโภชนาการเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น เกลือแร่ วิตามิน และใยอาหาร ซึ่งในปัจจุบันพบว่าเด็กไทยนิยมบริโภคขนมขบเคี้ยวมากเกินไปทำให้รับประทานอาหารมื้อหลักได้น้อย หรืออาจปฏิเสธอาหารมื้อหลัก ทำให้เกิดภาวะขาดสารอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายและเสี่ยงทำให้เกิดภาวะโรคอ้วนได้ อีกทั้งส่วนใหญ่ขนมขบเคี้ยวมีส่วนผสมของไขมัน แป้ง น้ำตาล ในปริมาณมากขาดสารอาหารที่จำเป็น [6] ทำให้มีการวิจัยและพัฒนาโดยนำพืชผักหลายชนิดในท้องถิ่นให้เกิดผลิตภัณฑ์ผักแผ่นดังเช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ [7] การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นจากผักโขมเสริมโปรตีนจากหอยเชอร์รี่ [8]

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด [9] การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ [10] ผลของการใช้ผักน้ำและผักโขมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ [11] การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ [12] ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญขนมขบเคี้ยวที่ใช้ไข่น้ำจากพืชท้องถิ่นนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น เนื่องจากในปัจจุบันไข่น้ำได้รับความนิยมมากขึ้น แต่ยังมีการแปรรูปผลิตภัณฑ์หรือนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารยังไม่แพร่หลายประกอบกับไข่น้ำมีคุณค่าทางโภชนาการสูงซึ่งสามารถทานได้ทุกช่วงวัยและยังมีคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์ เป็นอาหารสุขภาพเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค ประกอบกับสนับสนุนผลผลิตทางการเกษตรเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเชิงพาณิชย์อีกด้วย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของไข่น้ำแผ่น

ทำการคัดเลือกสูตรผักแผ่นพื้นฐานโดยคัดเลือกจาก 3 สูตร สูตร A ดัดแปลงจาก [13] สูตร B ดัดแปลงจาก [9] สูตร C ดัดแปลงจาก [14] โดยการเตรียมตัวอย่างไข่น้ำล้างน้ำหลายครั้งให้สะอาด นำไปลวกในน้ำเดือด 1 นาที แช่น้ำเย็นทันที ตักใส่ในผ้าขาวบางพักให้สะเด็ดน้ำ ซึ่งผักแผ่นใช้วัตถุดิบหลักคือไข่น้ำและเห็ดเข็มทองและมีความแตกต่างของส่วนผสมในแต่ละสูตรดังตารางที่ 1 โดยมีแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดเกาะผสมให้เป็นแผ่น จากนั้นนำส่วนผสมคนผสมให้เข้ากัน ยกขึ้นตั้งไฟกวนให้แป้งสุกใสขึ้นเหนียวใส่ไข่น้ำและเห็ดเข็มทองคนให้เข้ากัน เกลี่ยบนถาดรองแผ่นพลาสติก อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5 ชั่วโมง แผ่นแป้งแห้งดิบควบคุมความชื้นร้อยละ 12 และแผ่นพร้อมบริโภคความชื้นไม่เกินร้อยละ 4 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบ มพช.107/2546 [15] ทำให้สุกด้วยการทอดในน้ำมันท่วมจนสุกเหลืองพองกรอบ พักให้สะเด็ดน้ำมัน จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มา

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาเพศหญิงหรือเพศชาย อายุ 21-24 ปี ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนน 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) โดยมีคะแนน ระดับ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ไปถึง ระดับ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด [16]

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมไข่น้ำแผ่นทั้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	ส่วนผสมไข่น้ำแผ่น (ร้อยละ)		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ไข่น้ำ	6.02	6.67	8.90
เห็ดเข็มทอง	9.04	10	13.33
แป้งมันสำปะหลัง	6.02	13.33	6.67
น้ำตาลทราย	4.52	2	2.22
เกลือป่น	0.30	0.33	0.89
พริกไทยป่น	0.30	0.33	0.44
พริกป่น	0	0.33	0.44
ซีอิ๊วขาว	0	0.33	0.44
น้ำสะอาด	73.80	66.68	66.67

2.2 ศึกษาปริมาณไข่น้ำที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบ

นำสูตรพื้นฐานจากข้อ 2.1 ที่ผ่านการยอมรับจากผู้ทดสอบ มาทดสอบปริมาณไข่น้ำ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20, 25 และ 30 ตามลำดับ คิดจากน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด 300 กรัม ปริมาณดังตารางที่ 2 โดยการเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกับการศึกษาสูตรพื้นฐานไข่น้ำแผ่นกรอบ ประกอบกับควบคุมการขึ้นรูปในภาชนะขนาด 12x17 นิ้ว ใส่ส่วนผสมปริมาณ 250 กรัม เกลี่ยให้ทั่วเป็นแผ่นบาง อบแห้งตัดเป็นชิ้นขนาด 1x1 นิ้ว นำไปทอดให้สุก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 30

คน เป็นนักศึกษาเพศหญิงหรือเพศชาย อายุ 21-24 ปี ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนน 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี โดยการวัดค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400 วัดเนื้อสัมผัสด้วย Brookfield รุ่น CT3 โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นวัดด้วยหัว Probe Sphere 12.7 mm TA18 ใช้แรง 7 กรัม บันทึกผลค่าความแข็งและค่าการแตกหัก วัดความชื้นด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA37 และวัดน้ำอิสระ Water Activity ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabSwift-aw

ตารางที่ 2 ปริมาณไข่น้ำในผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบ

ไข่น้ำ (ร้อยละ)	ปริมาณ (กรัม)
20	60
25	75
30	90

2.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบ

การศึกษาไข่น้ำแผ่นทอดแบบน้ำมันท่วมสูตรพื้นฐานเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบที่ผ่านการพัฒนาทำสุกด้วยหม้อทอดไร้น้ำมันใช้อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ เกล็ด และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ AOAC [17]

2.4 สถิติในการวิจัย

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีวางแผนการทดลองแบบสุ่มแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน

Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ส่วนองค์ประกอบทางเคมีมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Independent-samples T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของไข่น้ำแผ่นกรอบ

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่น้ำแผ่นกรอบ มีผลการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะคือ 7.56-8.36 คะแนน อยู่ในระดับความชอบมากถึงชอบมากที่สุด ซึ่งคะแนนความชอบของสูตร B ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด (ตารางที่ 1) โดยผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่น มีความพองกรอบทั้งชิ้น กลิ่นหอม รสชาติดี และมีความกรอบไม่แข็งกระด้าง (รูปที่ 1)

3.2 ผลการศึกษาปริมาณไข่น้ำในผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบ

จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของการเพิ่มปริมาณไข่น้ำในผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบ มีผลการทดสอบจากลักษณะปรากฏ สีเขียว กลิ่น รสชาติ

ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณไข่น้ำในแต่ละระดับ ประกอบกับปริมาณไข่น้ำ ร้อยละ 20-30 ได้รับคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะคือ 6.68-8.52 คะแนน อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมากจากการทดสอบพบว่า ผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบที่มีปริมาณไข่น้ำที่ร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบคือ 8.14-8.52 คะแนน อยู่ในช่วงชอบมาก ส่วนปริมาณไข่น้ำที่ร้อยละ 25-30 มีคะแนนความชอบลดลง เนื่องจากไข่น้ำในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการผสานตัวของไข่น้ำแผ่นและความพองตัวลดลง มีกลิ่นเหม็นเขียว มีความสากลิ้นเมื่อเคี้ยวและกลืน และเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง เป็นต้น เนื่องจากมีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวผสานและการพองตัวเมื่อใส่ไข่น้ำในปริมาณมากมีผลต่อการพองตัวลดลง ไข่น้ำมีกลิ่นหอมอ่อนคล้ายสาหร่าย มีเส้นใยสูง ประกอบกับแผ่นไข่น้ำนำไปอบแห้งทำให้มีการระเหยน้ำออกเป็นผลทำให้ผนังเซลล์ยุบตัวลง ทำให้เซลล์เหี่ยวลงเมื่อใส่ในปริมาณที่มากขึ้นจึงมีผลต่อเนื้อสัมผัส [3] ดังนั้นในผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มปริมาณไข่น้ำได้ไม่เกินร้อยละ 20 เนื่องจากผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด ประกอบกับไข่น้ำแผ่นยังคงลักษณะที่ดี มีความพองตัว สีเขียวพอเหมาะ มีกลิ่นหอม มีรสชาติเค็มพอดี เป็นแผ่นบางมีความกรอบทั้งชิ้น (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่น้ำแผ่นกรอบทั้ง 3 สูตร

ปัจจัยคุณภาพ	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ลักษณะปรากฏ	6.62±0.92 ^b	8.24±0.84 ^a	6.62±1.00 ^b
สี	7.18±0.77 ^{ab}	7.56±0.88 ^a	6.86±1.19 ^b
กลิ่น	7.26±0.80 ^b	7.76±0.65 ^a	7.24±1.11 ^b
รสชาติ	7.42±0.94 ^b	8.26±0.85 ^a	6.80±1.01 ^c
ความกรอบ	7.66±0.98 ^b	8.10±0.88 ^a	6.96±1.36 ^c
ความชอบโดยรวม	7.56±0.81 ^b	8.36±0.87 ^a	6.92±0.82 ^c

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 1 ไข่น้ำผ่านสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไขนํ้าแผ่นกรอบ

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณไข่น้ำ (ร้อยละ)		
	20	25	30
ลักษณะปรากฏ	8.32±0.79 ^a	7.82±0.62 ^b	6.68±0.89 ^c
สีเขียว	8.20±0.75 ^a	7.52±0.78 ^b	6.90±0.88 ^c
กลิ่น	8.14±0.72 ^a	7.48±0.67 ^b	6.96±0.69 ^c
รสชาติ	8.40±0.80 ^a	7.84±0.71 ^b	6.94±0.81 ^c
ความกรอบ	8.40±0.60 ^a	7.78±0.73 ^b	6.94±0.95 ^c
ความชอบโดยรวม	8.52±0.73 ^a	7.82±0.59 ^b	6.76±0.74 ^c

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแวนนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 2 ปริมาณไอน้ำในผลิตภัณฑ์ไอน้ำแผ่นกรอบ

3.3 ผลการทดสอบทางกายภาพและเคมีของ ไข่น้ำในผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นกรอบ

ผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่มีปริมาณไข่น้ำเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับ มีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ค่าสีเขียว (a^*) เพิ่มขึ้น และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง เนื่องจาก

ไข้นำให้สี่เหลี่ยมที่มีสารประกอบคลอโรฟิลล์สูง [3] เมื่อนำมาผสมในผลิตภัณฑ์จึงมีผลต่อสี่เหลี่ยมที่เข้มข้นในแต่ละระดับ ส่วนค่าความชื้นมีค่าในช่วง 1.38-2.42 และค่า a_w มีค่าในช่วง 0.26-0.31 ซึ่งค่าความชื้นและค่า a_w มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

($p \leq 0.05$) แต่คงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบที่กำหนดให้แผ่นแป้งพร้อมบริโภคความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 4 [15] และค่าเนื้อสัมผัสมีผลการทดสอบค่าความแข็ง (Hardness) มีค่าในช่วง 909.66-1,549 กรัม ค่าการแตกหัก (Fracturability) มีค่าในช่วง 652.45-1,324 กรัม จะเห็นได้ว่าค่าความแข็งและค่าการแตกหักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในการเพิ่มปริมาณไขมันแต่ละระดับ เนื่องจากไขมันมีเส้นใยสูงและมีขนาดเล็กละเอียด [12] ประกอบกับในส่วนผสมใช้แป้งมันสำปะหลังทำให้เกิดฟิล์มบางเคลือบไขมันและเป็นตัวประสานให้ไขมันเกาะตัวกันขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ [10] เมื่อใส่ไขมันในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้โครงสร้างของเจลในแป้งลดลง [19] เกิดความแน่นเนื้อทำให้มีผลต่อค่าความแข็งและค่าการแตกหักเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ปริมาณไขมัน ร้อยละ 20 เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไขมันแผ่น (ดังตารางที่ 3)

3.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์ไขมันแผ่น

นำผลิตภัณฑ์ไขมันแผ่นทอดน้ำมันท่วมสูตรพื้นฐานเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไขมันแผ่นพัฒนาแล้วอบด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน ผลการวิเคราะห์ พบว่า

ผลิตภัณฑ์ไขมันแผ่นหม้อทอดไร้น้ำมันมีความชื้นและไขมันต่ำกว่า ส่วนโปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต มีปริมาณมากกว่าการทอดในน้ำมันท่วม โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้ ความชื้น ไขมัน โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตมีร้อยละ 1.01, 0.21, 4.79, 3.36, 9.24 และ 91.39 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (ตารางที่ 4) จะเห็นได้ว่าไขมันแผ่นทอดน้ำมันท่วมสูตรพื้นฐานมีความชื้นและไขมันมากกว่าไขมันแผ่นอบด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน เนื่องจากไขมันแผ่นทำให้สุกด้วยวิธีการทอดด้วยน้ำมันท่วม เกิดจากการขยายตัวทำให้เกิดโพรงอากาศ เมื่อให้ความร้อนน้ำจะถูกระเหยเป็นไอทำให้เกิดแรงดันภายในส่งผลให้อาหารสุกเกิดการพองตัวและมีความกรอบขึ้น ขณะเดียวกันไขมันเข้าไปแทนที่ความชื้นที่ถูกกำจัดออกจากผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว [18] ส่งผลต่อความชื้นและไขมันที่เพิ่มขึ้น ส่วนไขมันแผ่นพัฒนาแล้วมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 20 อบหม้อทอดไร้น้ำมัน พบว่ามีโปรตีน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากไขมันมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10-20 มีกรดอะมิโนจำเป็นสูงใกล้เคียงกับความต้องการของร่างกาย โยอาหารร้อยละ 25 และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1-5 ของน้ำหนักแห้ง [4] ดังนั้นเมื่อใส่ไขมันในผลิตภัณฑ์จึงมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน จึงเหมาะกับการประยุกต์ใช้ในอาหาร เพื่อเพิ่มศักยภาพอาหารเพื่อส่งเสริมสุขภาพ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ทางภาพทางกายภาพและเคมีของการเพิ่มปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไขมันแผ่น

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณไขมันในไขมันแผ่น		
	ร้อยละ 20	ร้อยละ 25	ร้อยละ 30
ค่าสี			
L*	36.48±0.01 ^a	35.29±0.18 ^b	30.33±0.14 ^c
a*	-2.13±0.03 ^a	-2.27±0.02 ^b	-2.46±0.01 ^c
b*	16.19±0.44 ^a	12.87±0.57 ^b	11.41±0.11 ^c
ค่าความชื้น	1.38±0.04 ^c	2.34±0.02 ^b	2.42±0.02 ^a
ค่า a _w	0.26±0.00 ^b	0.28±0.00 ^b	0.31±0.02 ^a

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณไช้ในไชน้ำแผ่น		
	ร้อยละ 20	ร้อยละ 25	ร้อยละ 30
ค่าเนื้อสัมผัส			
ค่าความแข็ง (Hardness/g.)	909.66±87.79 ^c	1,232.66±15.30 ^b	1,549±17.34 ^a
ค่าการแตกหัก (Fracturability/g.)	652.45±41.74 ^b	1,240.65±15.30 ^a	1,324±69.24 ^a

หมายเหตุ L* หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0,ขาว = 100), a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+สีแดง -สีเขียว), b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+สีเหลือง - สีน้ำเงิน) , ^{a-c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่นกรอบ

องค์ประกอบทางเคมี	ไชน้ำแผ่นสูตรพื้นฐาน	ไชน้ำแผ่นผ่านการพัฒนา
	ทอดน้ำมันท่วม	หม้อทอดไร้น้ำมัน
ความชื้น	3.13±0.23 ^a	1.01±0.01 ^b
ไขมัน	16.04±1.88 ^a	0.21±0.04 ^b
โปรตีน	2.20±0.09 ^b	4.79±0.12 ^a
เถ้า	2.54±0.73 ^b	3.36±0.75 ^a
เส้นใย	4.33±0.39 ^b	9.24±1.80 ^a
คาร์โบไฮเดรต	76.08±1.70 ^b	91.39±0.38 ^a

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สรุป

การวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่นพบว่า สูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกคือ สูตร B อยู่ในระดับความชอบมากถึงชอบมากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นแผ่น มีความพองกรอบทั้งชิ้น กลิ่นหอม รสชาติดี และเนื้อสัมผัสกรอบไม่แข็งกระด้าง จากนั้นนำมาเพิ่มปริมาณไชน้ำในผลิตภัณฑ์ เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ปริมาณไชน้ำที่เหมาะสมที่ผู้ทดสอบยอมรับ ไม่เกินร้อยละ 20 ซึ่งไชน้ำแผ่นยังคงลักษณะที่ดี มีความพองตัว สีเขียว

พอเหมาะ มีกลิ่นหอม รสชาติดี เป็นแผ่นบางมีความกรอบทั้งชิ้น สอดคล้องกับผลการทดสอบทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่น ได้แก่ ค่าสีที่มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ค่าสีเขียว (a*) เพิ่มขึ้น และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ส่วนค่าความชื้นและค่า aw มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นแต่คงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และค่าเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการแตกหัก (Fracturability) เพิ่มขึ้น มีผลต่อการพองตัวลดลง มีความกรอบแข็งเพิ่มขึ้น ส่วนผลการศึกษากล้องจุลทรรศน์ของผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่นที่ผ่านการพัฒนาแล้วทำสุกด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน มีความชื้นและไขมันต่ำ ส่วนโปรตีน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตมีปริมาณมาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายติณภพ ศรีโสภณ และกนกพล คุ่มศักดิ์ ผู้ช่วยนักวิจัย บุคคลากร เจ้าหน้าที่นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย อีกทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Somboon, "Cultivation and utilization of Water Meal (Khai nam)," *Kasetsart*

- Extension Journal*, vol. 60, no. 2, pp. 61-74, Jan. 2015.
- [2] O. Monthakantirat, Y. Chulikhit, J. Maneenet, C. Khamphukdee, Y. Chotritthirong, S. Limsakul, T. Punya, B. Turapra, C. Boonyarat, and S. Daodee "Total active compounds and mineral contents in *Wolffia globosa*". *Journal of Chemistry*, 2022, vol. 2022, pp. 1-8, Sep. 2022.
 - [3] P. Thongkham, "Effect of temperature on Antioxidant Activity in Dried Water meal (*Wolffia arrhizal* (L.) Wimm) and Application in Food Products," M.S. thesis, Dept. Home Econ., RMUTT., Thailand, 2019.
 - [4] W. P.-utai, "Wolffia: Green aqua plant and alternative protein for human health", *Food Journal*, vol.50, no.4, pp. 28-36, 2020.
 - [5] Faculty of Science, Mahidol University, "Phum", Native plants food the future to food and environmental crises," [Online]. <https://sustainability.mahidol.ac.th/th/case-study/SDGs/detail/541>. [Accessed: Aug. 5, 2024].
 - [6] P. Thammapat, N.-A. Ongnarm, A. Yothawong, S. Raksarad, and C. P. N.-Ayudhya, "Development of baked crispy snack of eggplant leaves fortified with protein from insects," *Prawarun Agricultural Journal*, vol.18, no.2, pp. 80–86, 2021.
 - [7] P. Phugan, P. Pramai, S. Inket, and A. Chodnakarin, "Development of Vegetable Crisps," *Academic Journal of Uttaradit Rajabhat University*, vol.18, no.1, pp. 55–67, Jan.-Jun. 2023.
 - [8] P. Dornchai, S. Raksarad, M. Yubolchoo and P. Thammapat, "Development of Vegetable Leathers from Amaranth Fortified with Protein from Channeled Apple Snail," *Naresuan Agriculture Journal*, vol.19, no.1, pp. 1–13, 2022.
 - [9] A. Dholvitayakhun, J. Krisomros, P. Chantharasiri, W. Wutthichat, and A. Sanguanval, "Development of Crispy Vegetable Chip with Protein Supplement from Crickets," *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, vol. 15, no.1, pp. 60-73, Jan.-Apr. 2023.
 - [10] T. Rithmanee, "Development of Crispy Vegetable Chip from Kale," *PSRU Journal of Science and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 72-82, May.- Aug. 2024.
 - [11] K. Chumkaew, A. Jantapo, and C. Punfujinda, "The Effect of Using Watercress (*Nasturtium officinale*) and Chaya spinach (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh) on the Quality of Crispy Vegetable Sheet Products," *Journal of Sustainable Home Economics and Culture*, vol. 5, no. 2, pp. 56-70. 2023.
 - [12] A. Phonpanawit and S. Klomjoho. "Development of Noodle Product Protein Fortification with Watermeal (*Wolffia arrhizal* (L.) Wimm.)," *Science Journal Chandrakasem Rajabhat University*, vol.34, no.2, pp. 160-169. Jul.-Dec. 2023.
 - [13] W. Saengthongpinit, S. Thakum, P. Thepthaptim, and P. Fuengfuang, "Development of Okra (*Abelmoschus*

- esculentus (L.) Moench) and Water Spinach (*Ipomoea aquatica* Var. *reptans*) Sheet as a Healthy Snack,” in Proceedings of the 11th NPRU National Academic Conference, Nakhon Pathom Rajabhat University, Thailand, 2015, pp. 771-780.
- [14] A. Jangchud, S. Khemthong, S. Wongwat, and R. Kitisirimongkon, “Development of vegetable leather,” in Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference Animals, Agro-Industry: Thailand, 2005, pp. 602-609.
- [15] Thai Community Product Standard. Crispy Snack (Khaogriab), TCPS Standard, TISI 107/2554, 2011.
- [16] N. Rungjindarat, T. Jaiyai, A. Sinthupachee, and N. Phansaita. “Analyzing Food and Beverages Through Sensory Evaluation for Acceptance Testing: Concepts, Experimental Planning, and Selection of Appropriate Statistics,” *Dusit Thani College Journal*. vol.17 no.3 pp. 190-204, Sep.–Dec. 2023.
- [17] A.O.A.C., *Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists*, 19th ed. Washington DC. 2012.
- [18] *Research Reports*, The Development Fish Cracker from Surimi Supplement with Pumpkin,” Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat, 2017.
- [19] D. Sukboonyasatit, P. Singporn, and S. Sawangwong. “Effects of bamboo grass powder supplementation on chemical and physical properties of rice noodle,” *Agricultural Science Journal*. vol.49 no.2 pp. 237-240 2018.