

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ

### DEVELOPMENT OF CRISPY VEGETABLE CHIP FROM KALE

ธัญนันท์ ฤทธิมนะ\*

Thanyanun Rithmanee\*

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

\*corresponding author e-mail: thanyanun\_rit@cmru.ac.th

(Received: 13 February 2024; Revised: 14 April 2024; Accepted: 22 April 2024)

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบและศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ โดยได้ทำการศึกษาสูตรของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ จำนวน 2 สูตร แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) ค่าวอเตอร์เอกทิวิตี ( $a_w$ ) ปริมาณความชื้น คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และการทดสอบความชอบของผู้บริโภค พบว่าค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $a_w$  ปริมาณความชื้น และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) แต่ค่าสี  $b^*$  ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับหอยเชลล์แห้ง (มผช. 515/2547) โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 ที่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 ในการใช้น้ำมันงาและซีอิ๊วขาวเป็นส่วนผสมนั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้ในการทำผลิตภัณฑ์ให้แก่วิสาหกิจชุมชนบ้านสวนอองาม จังหวัดน่าน เพื่อการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

**คำสำคัญ:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผักเคล ผักแผ่น คุณค่าทางโภชนาการ

#### Abstract

This research aimed to develop crispy vegetable chips from kale product and studied the physical, chemical, microbiological properties and sensory evaluation to obtain a good quality product. The product of crispy vegetable chip from kale for two recipes were evaluated

with the color value ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), water activity ( $a_w$ ), moisture content, nutritional value, total plate count, yeast and mold and consumer preference test. From the experimental result, it was found that  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $a_w$ , moisture content, nutritional value of recipe No.1 and recipe No.2 of crispy vegetable chip from kale were increased significantly different ( $P \leq 0.05$ ). However, the  $b^*$  value was not significantly different ( $P > 0.05$ ). The analysis of the total plate count and yeast and mold of the product of recipe No.1 has been compliant according to Thai community product standard of dried seaweed (TISI 515/2547). The product of crispy vegetable chip from kale with recipe No.1 differentiates from recipe No.2 by using sesame oil and soy sauce as ingredients has the highest score from panelists for every sensory attribute with moderately from sensory evaluation test. Therefore, recipe No.1 of crispy vegetable chips from kale is a suitable solution for transferring knowledge to Ban Suan Ngok Ngam community enterprise, Nan province to make the product to be a commercial distribution in the future.

**Keywords:** Product development, Kale, Vegetable chip, Nutritional value

## บทนำ

ผักเคล (Kale) หรือคะน้าใบหยิก (*Brassica oleracea*) ได้รับการยอมรับว่าเป็น Super food หรืออาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive) เช่น วิตามินซี โพรวิตามินเอ กลูโคซิโนเลต สารประกอบฟีนอล โยอาหาร เหล็ก สังกะสี แมงกานีส แคลเซียม และแมกนีเซียม (วัชรินทร์, 2564) โดยผักเคลมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผักโขมถึง 4.50 เท่า และผักเคลสด 1 ถ้วย มีวิตามินซีสูงกว่าส้ม 1 ลูก ซึ่งในประเทศไทยได้เริ่มมีการปลูกผักเคลเพื่อบริโภคมากขึ้นสามารถรับประทานในรูปแบบผักสดและแปรรูปจากการที่ผักเคลอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ จึงทำให้มีมูลค่าสูงและเป็นที่ต้องการของตลาด (รัตนกร และคณะ, 2566) การนำผักเคลมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความหลากหลายจึงมีความจำเป็น เพื่อเป็นการขยายตลาดและโอกาสในการจำหน่าย โดยในปัจจุบันได้มีการนำมาแปรรูปให้เป็นผักเคลผง และน้ำผักเคล ซึ่งหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารด้วยการเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารหรืออาหารว่างเพื่อให้มีทางเลือกในการบริโภคมากขึ้น ด้วยการพัฒนาให้เป็นขนมขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritious snack product) เพื่อเป็นอาหารว่างสำหรับเด็กและ

ผักแผ่น (Vegetable leather) เป็นนวัตกรรมใหม่ (Innovation) อย่างหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าให้กับผัก โดยมีแนวคิดเพื่อใช้ทดแทนสาหร่ายแผ่นที่นำเข้าจากต่างประเทศและพัฒนาเป็นอาหารขบเคี้ยวซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritious snack product) เพื่อเป็นอาหารว่างสำหรับเด็กและ

วัยรุ่น เนื่องจากผักมีคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แกลีเอร วิตามิน และใยอาหาร (อนุวัตร และคณะ, 2548) โดยผักเคลถือได้ว่าเป็นซูเปอร์ฟู้ด (Super Food) ซึ่งในประเทศไทยได้เริ่มมีการปลูกผักเคลเพื่อบริโภคมากขึ้น สามารถรับประทานในรูปแบบผักสดและแปรรูป จากการที่ผักเคลอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการจึงทำให้มีมูลค่าสูงและเป็นที่ต้องการของตลาด (รัตนกร และคณะ, 2566) และมีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารมากขึ้น เพื่อเพิ่มทางเลือกที่หลากหลายให้แก่ผู้บริโภค

วิสาหกิจชุมชนบ้านสวนงอกงาม จังหวัดน่าน มีผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นพืชอินทรีย์ ได้แก่ ผักเคล ซึ่งมีการจำหน่ายผักเคลสดและนำมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ผงผักเคล และน้ำผักเคล โดยทางกลุ่มมีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลอบกรอบ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของกลุ่มเพิ่มขึ้น เพื่อใช้จำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ซึ่งกลุ่มได้เคยทำการพัฒนาสูตรเองแต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะไม่เป็นแผ่นตามที่ต้องการ อีกทั้งมีรสชาติที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และไม่ทราบในข้อมูลของค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลอบกรอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลอบกรอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสวนงอกงาม จังหวัดน่าน ในการจำหน่ายเชิงพาณิชย์ต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมและขึ้นรูปผักแผ่นเคลอบกรอบ

ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลอบกรอบ ด้วยการใช้วัตถุดิบผักเคลอินทรีย์ ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้น มีอายุ 45 วัน ขึ้นไป ของวิสาหกิจชุมชนบ้านสวนงอกงาม จังหวัดน่าน และมีส่วนผสมอื่นๆ โดยดัดแปลงสูตรจาก อัจฉรา และคณะ (2566) และจากความต้องการของวิสาหกิจชุมชนในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้แก่กลุ่มผู้บริโภคอาหารมังสวิรัต ซึ่งให้มีความแตกต่างของส่วนผสมระหว่าง 2 สูตร ได้แก่ น้ำมันงา ซีอิ๊วขาวเห็ดหอม และเกลือ ในการทำผักแผ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำผักแผ่นเคลือบกรอบ

| ส่วนผสม (ร้อยละ)                    | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 2 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                     | อบกรอบสูตรที่ 1                     | อบกรอบสูตรที่ 2                     |
| ผักเคลอินทรีย์                      | 45.71                               | 42.84                               |
| น้ำเปล่า (ผสมเครื่องปรุง)           | 36.56                               | 40.35                               |
| แป้งมันสำปะหลัง (ไบหยก, ไทย)        | 5.48                                | 6.81                                |
| น้ำตาลทราย (มิตรผล, ไทย)            | 5.48                                | 6.81                                |
| น้ำมันงา (ช้างคู่, ไทย)             | 3.66                                | –                                   |
| ซีอิ๊วขาวเห็ดหอม (เด็กสมบูรณ์, ไทย) | 2.97                                | –                                   |
| เกลือ (ปรุงทิพย์, ไทย)              | –                                   | 3.05                                |
| พริกไทยขาวป่น (ไรทิพย์, ไทย)        | 0.14                                | 0.14                                |

วิธีการเตรียมและขึ้นรูปผักแผ่นเคลือบกรอบ ดัดแปลงมาจาก อัจฉรา และคณะ (2566) ด้วยการนำผักเคลมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปล้างในถังที่มีน้ำเดือด นาน 5 นาที พักให้เย็นแล้วนำมาปั่นในเครื่องปั่น (BE-127, OTTO, Thailand) และเติมน้ำ 600 กรัม ปั่นนาน 2 นาที นำผักที่ปั่นมาต้ม แล้วนำส่วนผสมของเครื่องปรุงรสน้ำแป้งตามปริมาณ ดังตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเทส่วนผสมเครื่องปรุงลงในผักปั่นที่ต้มไว้ คนให้เข้ากันแล้วต้มต่ออีก 5 นาที นำผักปั่นผสมด้วยเครื่องปรุงและส่วนผสมน้ำแป้ง ตักใส่ถาดที่มีแผ่นรองอบเคลือบ เทฟลอน เกลี่ยให้เรียบเสมอกัน นำเข้าตู้อบลมร้อน (FD 56, Binder, Germany) ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อให้มีความชื้นเป็นไปตามสมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 15 (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2566) แล้วนำมาตัดให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 3×6 เซนติเมตร บรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมซีปล็อก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

## 2. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ

นำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบที่ได้ทำการทดลองในแต่ละสูตรมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1) ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีเขียว ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ด้วยเครื่อง Color-meter (Chroma Meter: CR-400, Minolta, Japan)

2) ความชื้น (AOAC, 2019)

3) ค่า  $a_w$  ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA)

4) คุณค่าทางโภชนาการ (โปรตีน ไขมัน และเถ้า (AOAC, 2019) คาร์โบไฮเดรต และค่าพลังงาน (Sullivan, 1993) โดยคาร์โบไฮเดรตคำนวณได้สมการที่ 1

$$\text{Total carbohydrate (\%)} = 100 - (\text{protein(\%)} + \text{fat(\%)} + \text{moisture(\%)} + \text{ash (\%)}) \quad (1)$$

5) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2019)

6) ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2019)

7) การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ที่ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ด้วยการนำผลิตภัณฑ์จำนวน 2 ตัวอย่าง (2 สูตร) บรรจุถุงซิปล็อคใสแล้วเล็ฟพร้อมน้ำเปล่า จากนั้นนำมาทดสอบความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏรสเค็ม รสชาติโดยรวม ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนที่มีอายุ 18–50 ปี จำนวน 50 คน

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ มาทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้สถิติ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ โดยทำการวิเคราะห์ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีเขียว ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ค่าความชื้น  $a_w$  คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 2

### 1. ผลการวิเคราะห์ค่าสมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพเมื่อมีการวัดค่าสี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ดังตารางที่ 2 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบสีของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 นั้น ค่า  $L^*$  และ  $a^*$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 25.99 และ 23.96 ตามลำดับ ส่วนค่า  $a^*$  เท่ากับ -0.13 และ 0.65 ตามลำดับ แต่ค่า  $b^*$  ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ซึ่งมีค่า  $b^*$  เท่ากับ 3.12 และ 2.75 ตามลำดับ

## 2. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ดังตารางที่ 2 พบว่า ค่าวอเตอร์แอคติวิตี ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.44 และ 0.55 ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เกลือ และคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในส่วนของปริมาณไขมันและค่าพลังงานนั้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 มีค่ามากกว่าสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีปริมาณไขมัน 19.60 และ 5.13 g/100g ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานเท่ากับ 445.32 และ 348.13 กิโลแคลอรี ตามลำดับ โดยค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าร้อยละ 5.44 และ 10.98 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีค่าความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 15 (พิมพ์เพ็ญ และนธิยา, 2566) เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

## 3. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; CFU/g) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold; CFU/g) ดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาพบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อยีสต์และรานั้น มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ  $1 \times 10^2$  และ  $1.60 \times 10^4$  CFU/g ส่วนปริมาณยีสต์และรานั้นมีปริมาณ  $< 10$  CFU/g

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมีและคุณค่าทางโภชนาการ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ

| คุณลักษณะ              | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 1 | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 2 |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                        |                                      |                                      |
| <b>สมบัติทางกายภาพ</b> |                                      |                                      |
| L*                     | 25.99 <sup>a</sup> ±0.25             | 23.96 <sup>b</sup> ±0.37             |
| a*                     | -0.13 <sup>a</sup> ±0.10             | -0.65 <sup>b</sup> ±0.06             |
| b*ns                   | 3.12±0.30                            | 2.75±0.36                            |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| คุณลักษณะ                                | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 1 | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 2 |
|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                          | สูตรที่ 1                            | สูตรที่ 2                            |
| <b>สมบัติทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ</b> |                                      |                                      |
| $a_w$                                    | $0.44^b \pm 0.02$                    | $0.55^a \pm 0.01$                    |
| พลังงาน (kcal/100g)                      | $445.32^a \pm 0.76$                  | $348.13^b \pm 0.39$                  |
| โปรตีน (g/100g)                          | $8.68^b \pm 0.06$                    | $13.18^a \pm 0.05$                   |
| ไขมัน (g/100g)                           | $19.60^a \pm 0.21$                   | $5.13^b \pm 0.43$                    |
| เถ้า (g/100g)                            | $7.73^b \pm 0.04$                    | $8.40^a \pm 0.03$                    |
| คาร์โบไฮเดรต (g/100g)                    | $58.55^b \pm 0.00$                   | $62.31^a \pm 0.00$                   |
| ความชื้น (g/100g)                        | $5.44^b \pm 0.32$                    | $10.98^a \pm 0.23$                   |
| <b>สมบัติทางจุลินทรีย์</b>               |                                      |                                      |
| ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)          | $1 \times 10^2$                      | $1.60 \times 10^4$                   |
| ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)                 | <10                                  | <10                                  |

หมายเหตุ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

#### 4. ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบไปทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จำนวน 50 คน สามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 3

จากการพิจารณาผลทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ ซึ่งผลคะแนนของการทดสอบความชอบ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 1 ในด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสเค็ม รสชาติโดยรวม ความกรอบ และความชอบโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลาง ส่วนสูตรที่ 2 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ อยู่ในเกณฑ์ระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย โดยทั้ง 2 สูตรนั้นคุณลักษณะด้านสีมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.00–7.04 คะแนน กลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.90–6.94 คะแนน ลักษณะปรากฏมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.72–7.22 คะแนน รสเค็มมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.82–6.84 คะแนน รสชาติโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.26–7.34 คะแนน ความกรอบมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.62–7.40 คะแนน และความชอบโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.88–7.56 คะแนน ซึ่งในทุกด้านของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของทั้ง 2 สูตร มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 1 นั้น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ 2

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ

| คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 1 | ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 2 |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| สี                       | 7.04 <sup>a</sup> ±1.28              | 6.00 <sup>b</sup> ±1.50              |
| กลิ่น                    | 6.94 <sup>a</sup> ±1.49              | 5.90 <sup>b</sup> ±1.31              |
| ลักษณะปรากฏ              | 7.22 <sup>a</sup> ±1.37              | 5.72 <sup>b</sup> ±1.41              |
| รสเค็ม                   | 6.84 <sup>a</sup> ±1.50              | 4.82 <sup>b</sup> ±1.57              |
| รสชาติโดยรวม             | 7.34 <sup>a</sup> ±1.33              | 5.26 <sup>b</sup> ±1.56              |
| ความกรอบ                 | 7.40 <sup>a</sup> ±1.60              | 5.62 <sup>b</sup> ±1.99              |
| ความชอบโดยรวม            | 7.56 <sup>a</sup> ±1.37              | 5.88 <sup>b</sup> ±1.47              |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

### อภิปรายผล

การศึกษาศสมบัติทางกายภาพนั้นค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีความแตกต่างกัน โดยสูตรที่ 1 มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) มากกว่าสูตรที่ 2 เนื่องจากส่วนผสมที่ใช้ในการปรุงรสสูตรที่ 1 ใช้ซีอิ๊วขาว ส่วนสูตรที่ 2 ใช้เกลือ อาจส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้นได้ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ พิชญ์ และอิศรพงษ์ (2555) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นกรอบจากเศษผักกะหล่ำปลี ผักกาดขาว และผักกาดหอมห่อที่ได้มีการเพิ่มสัดส่วนน้ำตาลในซอสซีอิ๊วทำให้สัดส่วนซีอิ๊วขาวในสูตรลดลง อาจส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์อ่อนลงเนื่องจากมีซีอิ๊วขาวในสูตรลดลง

การศึกษาศสมบัติทางเคมีนั้น ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ สูตรที่ 1 มีค่าไขมันและพลังงานมากกว่าสูตรที่ 2 เนื่องจากในส่วนผสมของเครื่องปรุงมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลลธร และนพรัตน์ (2559) ที่ได้ศึกษาคูณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ใบผักหวานบ้านแผ่นกรอบปรุงรส พบว่า การใช้กระเจี๊ยบเขียวและใบผักหวานบ้านในอัตราส่วน 40 : 60 ให้พลังงาน 372.09 กิโลแคลอรี และพลังงานจากไขมัน 47.51 กิโลแคลอรี เพราะในขั้นตอนการปรุงรสใบผักหวานบ้านแผ่นกรอบปรุงรสนั้น ในน้ำซอสปรุงรสมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ ส่วนค่าคอเลสเตอรอล ( $\alpha_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เป็นไปตาม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำหรับหอยเชลล์แช่แข็ง (มพช. 515/2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ที่ระบุให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต้องไม่เกิน 0.60 ซึ่งวอเตอร์แอกทิวิตีเป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างพิษของจุลินทรีย์ ส่วนค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าความชื้นเป็นไปตามสมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นไปดังที่ พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2566) กล่าวถึงสมบัติสำคัญและลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง คือ อาหารแห้งเป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำ (Low water activity food) ที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity) น้อยกว่า 0.60 มีความชื้น (Moisture content) น้อย (ต่ำกว่าร้อยละ 15) เพื่อป้องกันและควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียทั้งรา ยีสต์ และแบคทีเรีย หากเป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (Intermediate moisture food; IMF) จะมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีระหว่าง 0.60–0.85 และมีความชื้นร้อยละ 15–55 ซึ่งการอบแห้งผักเคลแผ่น ทำให้น้ำในผักและส่วนผสมของเครื่องปรุงรสในนั้นระเหยออกไปได้ เมื่อนำไปอบแห้งสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของผกาดี และคณะ (2566) ที่วิเคราะห์ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใบกะเพราแผ่นอบกรอบ พบว่า ใบกะเพราแผ่นอบกรอบมีความชื้นร้อยละ 4.95 และมีปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) เท่ากับ 0.32 ซึ่งมีการกล่าวว่ค่า  $a_w$  เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร โดยปฏิกิริยาทางชีวเคมีและกิจกรรมของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่  $a_w$  ต่ำกว่า 0.60 เชื้อราส่วนใหญ่ถูกยับยั้งการเจริญที่ค่า  $a_w$  ต่ำกว่า 0.70

การศึกษาสมบัติทางจุลินทรีย์ในการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำหรับหอยเชลล์แช่แข็ง (มพช. 515/2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) โดยตามมาตรฐานระบุว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 ที่มีค่าคะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ 2 ในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ไม่ว่าจะเป็นด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสเค็ม รสชาติโดยรวม ความกรอบ และความชอบโดยรวม เนื่องจากส่วนผสมของเครื่องปรุงรสที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ น้ำมันงาและซีอิ๊วขาว ส่วนสูตรที่ 2 ไม่มีน้ำมันงาและใช้เกลือ จึงทำให้มีผลต่อคุณลักษณะด้านสีที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด อีกทั้งด้านกลิ่น รสเค็ม และรสชาติโดยรวมของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 ที่มีรสเค็มของเครื่องปรุงรสที่พอเหมาะ และไม่มีความขมของผักเคล ส่วนด้านความกรอบของ

ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบมีความกรอบ คงรูป ไม่แตกหักง่าย เนื่องจากมีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในการช่วยให้ผักแผ่นสามารถเกาะตัวกันเป็นแผ่น โดยแป้งทำให้เกิดฟิล์มมาเคลือบผักให้เป็นแผ่นได้ คุณสมบัติของแป้งที่จะทำให้เกิดฟิล์มมาเคลือบผักให้เป็นแผ่นได้ เนื่องจากแป้งมีองค์ประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลตามลักษณะการเชื่อมโยงของกลูโคสเป็น 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylose) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นเดี่ยว จะมีลักษณะเหนียวเป็นวุ้นเมื่อแป้งสุก และอะมิโลเพคติน (amylopectin) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นแขนง เมื่อแป้งสุกจะมีลักษณะเหนียวเกาะกันแน่นแต่ไม่เป็นวุ้น (ชลลธร และนพรัตน์, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ และคณะ (2558) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อสุขภาพจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบุ้งจีน โดยใช้แป้งผสมเป็นตัวประสาน จำนวน 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และแป้งสาลี จากการทดลอง พบว่า แป้งมันสำปะหลังสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ดี โดยในผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 มีความกรอบมากกว่าสูตรที่ 2 เนื่องจากเมื่อทำการอบแห้งแล้วมีค่าความชื้นน้อยกว่า ดังตารางที่ 2 จึงทำให้ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด

### สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบ จำนวน 2 สูตร แล้วนำมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ จุลินทรีย์ และการทดสอบความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเคลือบกรอบสูตรที่ 1 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและค่าคุณภาพที่ดี ได้แก่ ค่าสี  $L^*$   $a^*$   $b^*$   $\alpha_w$  และปริมาณความชื้น เท่ากับ 25.99–0.13 3.12 0.44 และ 5.44 ตามลำดับ รวมทั้งมีผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ  $1 \times 10^2$  และ  $<10$  CFU/g ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับทะเลอบแห้ง (มพช. 515/2547) และมีคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมที่ดีในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก จึงสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปถ่ายทอดองค์ความรู้ในการทำผลิตภัณฑ์ให้แก่วิสาหกิจชุมชนบ้านสวนงอกงาม จังหวัดน่าน เพื่อการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ Pre-Talent Mobility ของอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

## เอกสารอ้างอิง

- ชลลธร ชูเชิด, และนพรัตน์ สิมติยะโยธิน. (2559). **ใบผักหวานบ้านแผ่นอบกรอบปรุงรส**. (โครงการพิเศษ คหกรรมศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ผกาวิทย์ ภูจันทร์, ไพรวลัย ประมัย, ไสร์จรรพ ชื่นเกต, และอรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์**, 18(1), 55–67.
- พิชญา บุญประสม พูลลาภ, และอิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. (2555). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบจากเศษผัก** (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะอุตสาหกรรมเกษตร.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธยา รัตนพานนท์. (2566). **Dried food / อาหารแห้ง**. สืบค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2566, จาก <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1327/dried-food-อาหารแห้ง>
- รัตนกร แสงท่าพล, อภิชาติ สุวรรณชื่น, และธรรมศาสตร์ จันทรัตน์. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากผักเคลที่เหลือทิ้ง ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ จังหวัดเพชรบูรณ์. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์**, 18(1), 157–172.
- วัชรินทร์ จันทวรรณ. (2564). ราชีนีแห่งผัก (The queen of green). **จดหมายข่าวงานวิจัยและบริการวิชาการ แม่โจ้**, 31, 2–3.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, ศิริญา ทาคำ, พรทิพย์ เทพทับทิม, และปรีดา เพ็องฟู. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อสุขภาพจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบุงจีน. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมครั้งที่ 7** (น.1–10). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำหรับทะเลอบแห้ง (มผช. 515/2547)**. สืบค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2566, [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps515\\_47.pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps515_47.pdf)
- อนุวัตร แจ่มชัด, สุจิตต์ อร ชื่นทอง, สุกัญญา วงวาท, และรัชนิกร กิตติริมงคล. (2548). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43** (น. 602–609). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัจฉรา ดลวิทยาคุณ, จิรภัทร ไกรสมรส, ปฎิภาณ จันทศิริ, วริศรา วุฒิชชาติ, และอำไพ สงวนแวว. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด. **วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย**, 15(1), 60–73.
- AOAC. (2019). **Official Methods of analysis of AOAC international**. (21<sup>th</sup> edition.). Gaithersburg, USA: AOAC International.
- Sullivan, D.M. (1993). **Methods of Analysis for Nutrition Labeling**. Inc. Portland, USA: AOAC International.