

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

Development of Crispy Vegetable Chip with Protein Supplement from Crickets

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ* จิรภัทร ไกรสมรส ปฏิภาณ จันทศิริ วริศรา วุฒิชชาติ และ อำไพ สงวนแว

Achara Dholvitayakhun*, Jiraphat Krisomros, Patipha Chanthasiri, Warissara Wutthichat
and Ampai Sanguanval

Received: 19 May 2021, Revised: 9 July 2021, Accepted: 31 August 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของไขมันที่ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 เพื่อใช้ผสมในผักชาโยเต้และกระเจียบเขียว วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ (9-Point Hedonic Scales) ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของผักแผ่นประกอบด้วย ชาโยเต้ : กระเจียบเขียว : ไขมันร้อยละ 40 : 40 : 20 มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง (7.47 ± 11.33) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความสว่าง (L^*) 28.34 ค่าสีแดง (a^*) -2.08 ค่าสีเหลือง (b^*) 13.77 ความหนา 0.25 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำอิสระ 0.54 และเมื่อนำสูตรดังกล่าวมาเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักผักตามลำดับ พบว่า ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 10 มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง (7.27 ± 1.17) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความสว่าง (L^*) 14.43 ค่าสีแดง (a^*) 4.73 ค่าสีเหลือง (b^*) 21.37 ความหนา 0.26 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำอิสระ 0.54 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 24.38 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 48.37 ไขมันร้อยละ 5.32 ปริมาณเถ้าทั้งหมดร้อยละ 6.22 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 8.56 ค่าพลังงานความร้อน 423.98 กิโลแคลอรีต่อตัวอย่าง 100 กรัม และหนึ่งหน่วยบริโภค 30 กรัม มีปริมาณโปรตีน 7 กรัม ซึ่งมีปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างสำหรับแผ่นทางการค้า ดังนั้นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่เสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 10 จึงสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ผักแผ่นอบกรอบ, ยอดชาโยเต้, กระเจียบเขียว, ไขมัน, จิ้งหรีด

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 41/1 ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000
Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Tak, 41/4 Mai-Ngarm, Muang, Tak 63000, Thailand.

* ผู้เขียนประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): achara2518@yahoo.co.th Tel: 08 5910 8165

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a crispy vegetable chip with a protein supplement from crickets. Different ratios of watermeal at 5%, 10%, 15%, 20% and 25% by weight of chayote and okra were studied. Chemical, physical properties, and a sensory evaluation by 9-point hedonic scales of the crispy vegetable chip were investigated. Results revealed that the suitable crispy vegetable chip was mixed with chayote, okra, and watermeal at a ratio of 40%: 40%: 20%, respectively. This product had the overall sensory satisfaction at a medium level (7.47 ± 1.33). The color L^* , a^* , b^* values were 28.34, -2.08 and 13.77 respectively; thickness was 0.25 mm and water activity was 0.54. Therefore, the crispy vegetable chip at this ratio was selected for supplementing protein from crickets at 5, 10, and 15 % by weight of vegetable. It was found that the crispy vegetable chip with 10% of crickets had a satisfaction score at a medium level (7.27 ± 1.17). This product had L^* , a^* , and b^* values of 14.43, 4.73, and 21.37, respectively; thickness was 0.26 mm. and water activity was 0.54. The nutrition analysis showed that the developed product consisted of 24.38% protein, 48.37% carbohydrate, 5.32% fat, 6.22% total ash, 8.56% fiber, and 423.98 kcal/100 gram product. The protein content was 7 grams which was higher than that of the protein content of the commercial seaweed snack based on a serving size of 30 grams. Therefore, crispy vegetable chip with 10% of crickets can be developed into healthy food products in the future.

Keywords: crispy vegetable chip, chayote, okra, watermeal, crickets

บทนำ

ในปัจจุบันการเติบโตของธุรกิจขนมขบเคี้ยวในประเทศไทยมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2561 มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.8 จากปี 2560 ซึ่งมีมูลค่า 37,236 ล้านบาท และในปี 2562 คาดว่าตลาดขนมขบเคี้ยวจะมีมูลค่ารวม 38,457 ล้านบาท (Sirisatsuvo *et al.*, 2019) กลุ่มขนมขบเคี้ยวที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุด คือ กลุ่มขนมขบเคี้ยวประเภทอื่นๆ เช่น สาหร่าย เมล็ดพืช ปลา ปลาหมึก และแมลง โดยมีการเจริญเติบโตขึ้นถึงร้อยละ 19 จากปี 2557 (Food Intelligence Center, 2016) ทั้งนี้ เนื่องจากแนวโน้มปัจจุบันคนส่วนใหญ่เริ่มหันมาดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของศูนย์วิจัยกสิกรไทย (Kasikorn Research Center,

2020) พบว่าแนวโน้มขนมขบเคี้ยวที่ตอบสนองความต้องการในตลาด ควรมีจุดขายด้านนวัตกรรมการผลิตที่ดีต่อสุขภาพ เช่น ใช้วัตถุดิบคุณภาพสูงปรุงแต่งน้อย ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง รสชาติอร่อย และแปลกใหม่จากวัตถุดิบในท้องถิ่น ทำให้ปัจจุบันมีความพยายามพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น เช่น ขนมขบเคี้ยวจากแอปเปิ้ล (Kowalska *et al.*, 2018) ข้าวเกรียบผสมสาหร่ายทะเล (Supanpayak *et al.*, 2020) และผักแผ่นจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบุงจิ้น (Saengthongpinit *et al.*, 2020) ตลอดจนมีการพัฒนาเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ เช่น ผลิตภัณฑ์สาหร่ายปรุงรสกรอบที่นิยมเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามสาหร่ายส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาขนมขบเคี้ยวที่มีสารอาหารครบถ้วนเหมาะสม สำหรับบริโภคในทุกกลุ่มอายุ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำผักแผ่นอบกรอบปรุงรส โดยเน้นผักที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นขนมขบเคี้ยว และเพิ่มโปรตีนจากแมลงที่จัดเป็นแหล่งโปรตีนในอนาคตเพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับกลุ่มผู้บริโภค ในการทดลองครั้งนี้จึงได้นำผัก 3 ชนิด ประกอบด้วย ชาโยเต้ เป็นผลผลิตทางการเกษตรของชนเผ่าพื้นเมือง อำเภอมะนัง จังหวัดตาก นิยมบริโภคด้วยการผัด ยังไม่มีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ชาโยเต้มีปริมาณสารอาหารหลายชนิดประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 4.51 กรัม วิตามินซี 7.70 มิลลิกรัม เส้นใย 1.70 กรัม โปรตีน 0.82 กรัม แคลเซียม 17 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 0.34 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม มีคุณสมบัติช่วยขับปัสสาวะ บำรุงหัวใจ และหลอดเลือด (Boonchuay, 2017) นำมาผสมกับกระเจี๊ยบเขียว ที่มีสารเมือกอยู่ในผัก เป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้างหลักเป็นแรมโนกาแลคทูโรแนน (rhamnogalacturonan) คล้ายเพกทิน มีสมบัติเป็นสารให้ความหนืด จึงมีส่วนช่วยในการจับตัว (Tanthawanit, 2018; Jaichuen and Samutsri, 2014) ทำให้สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเสริม และนำมาผสมรวมกับไข่น้ำหรือไข่ฝาคี้น้ำลักษณะสีเขียวขนาดเล็กคล้ายไข่ปลาที่มีโปรตีนสูง (plant protein) ร้อยละ 45 ของน้ำหนักแห้ง (Pradtanaplian, 2020) แคลเซียม 59 มิลลิกรัม และเบต้า-คาโรทีน 64.16 RE ในส่วนที่ทานได้ 100 กรัม (Chaikulsareewath and Amsem, 2007) ตลอดจนมีการเสริมโปรตีนเข้าไปในผักแผ่น โดยใช้จิ้งหรีดที่มีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 69 เมื่อเทียบกับโปรตีนในเนื้อวัวเนื้อหมูและไก่ที่มีร้อยละ 43, 29 และ 31 ตามลำดับ จิ้งหรีดจัดเป็นโปรตีนทางเลือก (Pradtanaplian, 2019) โดยทำการศึกษาการขึ้นรูปผักแผ่น อัตราส่วนของผักที่เหมาะสมในการทำผักแผ่น และอัตราส่วนของ

จิ้งหรีดที่เสริมในผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางกรอบ รสชาติ และมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

ชาโยเต้ (ตลาดคอยมูเซอล่าง จังหวัดตาก) กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ okar และ ไข่ น้ำ หรือ ฝาคี้น้ำ (ตลาดเช้าเทศบาล 3 จังหวัดตาก) ซอสทอดรียากิ (ตราทาคุมิ อายิ บริษัทอายิโนะโมะโตะ จำกัด ประเทศไทย) ผงบาร์บีคิว (ตราไทเซฟ บริษัทโพร์ ฟูดส์ จำกัด, ประเทศไทย) และจิ้งหรีดพันธุ์ทองดำ (ตลาดนั่งยองคลองขาม, จังหวัดตาก) วิธีการเตรียมจิ้งหรีดผง นำจิ้งหรีดมาล้างทำความสะอาด อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ปั่นด้วยเครื่องบดของแห้ง นาน 2 นาที ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 60 เมช เก็บใส่ถุงซีลสุญญากาศแบบเรียบ (Nylon film) แช่ตู้เย็นอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลอง

วิธีการเตรียมจิ้งหรีดผง

นำจิ้งหรีดมาล้างทำความสะอาด อบ (Fry King รุ่น FR-45D) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ปั่นด้วยเครื่องบดของแห้ง (PHILIPS รุ่น HR1393) นาน 2 นาที ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 60 เมช เก็บใส่ถุงซีลสุญญากาศแบบเรียบ (Nylon film) และเก็บรักษาในอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

วิธีการเตรียมผักแผ่น

คัดแปลงมาจาก (Tanganurat et al., 2018) เริ่มจากนำผักที่ใช้ในการทดลองจำนวนรวม 500 กรัม อัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 มาล้างทำความสะอาด หั่นผัก (ชาโยเต้และกระเจี๊ยบเขียว) ขนาด 1 นิ้ว นึ่งในลังถึงที่มีน้ำเดือด นาน 5 นาที พักให้เย็น นำผักที่พักไว้ในเครื่องปั่น (JTC รุ่น TM-800A) และเติมน้ำ 300 กรัม ปั่นนาน 2 นาที นำผักที่ปั่นขึ้นตั้งไฟให้อุณหภูมิของผักได้ 100 องศาเซลเซียส จับเวลานาน 2

นาที่ และนำส่วนผสมของเครื่องปรุงน้ำแป้งที่ใช้ ปริมาณคงที่กับผักแผ่นทั้ง 5 สูตรต่อน้ำหนักผัก 800 กรัม ตามอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเริ่มจาก ผสม พริกไทยป่น เกลือ น้ำตาลทราย ซีอิ๊วขาว พริก

ป่นละเอียด แป้งมันสำปะหลัง น้ำเปล่า ผสมให้เข้า กัน เทส่วนผสมเครื่องปรุงลงในผักป่น คนต่อนาน 5 นาที ยกออกจากทิ้งไว้ในเย็น (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมน้ำแป้งที่ใช้ผสมในผักแผ่น

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำเปล่า (ผสมเครื่องปรุง)	80.16
แป้งมันสำปะหลัง	16.03
น้ำตาลทราย	2.40
พริกป่น	0.40
เกลือ	0.40
ซีอิ๊วขาว	0.40
พริกไทยป่น	0.20
รวม	100

วิธีการขึ้นรูปผักแผ่น

กรรมวิธีการขึ้นรูปดัดแปลงจาก (Deepanya, 2009) โดยนำผักป่นผสมน้ำแป้งที่ผ่านความร้อนใน ปริมาณ 180 กรัม/ถาด มาตักใส่ถาดที่มีแผ่นรองเทป ร้อน ขนาด 27×36 เซนติเมตร เกลี่ยให้เรียบให้เสมอกัน นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และนำออกจากตู้อบพักไว้ให้เย็น นาน 2 นาที ตัดขนาด 3×10 เซนติเมตร เก็บใส่ถุงร้อน (Polypropylene; PP ขนาด 9×14 เซนติเมตร)

วิธีการคลื่อน้ำซอสเทอริยากิผสมผงบาร์บีคิว

โดยนำผักแผ่นที่ผ่านการอบมาเคลือบด้วย น้ำซอสเทอริยากิผสมผงบาร์บีคิว ส่วนผสมดัดแปลง จาก (Chucherd and Limtiyayothin, 2016) เริ่มจากนำ ซอสเทอริยากิ, น้ำเปล่าและผงบาร์บีคิวในอัตราส่วน ร้อยละ 29, 57 และ 14 ตามลำดับ ผสมให้เข้ากัน และ ใช้แปรงทาน้ำซอสเคลือบลงบนผักแผ่นทั้ง 2 ด้าน อบด้วยตู้อบ (Kitchen Mall รุ่น HT-D10P) อุณหภูมิ

100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง พักให้เย็น นาน 2 นาที บรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์

2. การศึกษาอัตราส่วนของไขมันที่เสริมในผักแผ่นอบกรอบเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส

การศึกษ้อัตราส่วนของไขมันที่เสริมในผักแผ่น 2 ชนิดที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักคือ ซาโยเต้ และกระเจี๊ยบเขียว จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า ซาโยเต้เป็นผักมีเส้นใยสูงเป็นส่วนให้เนื้อเส้นใยของผักแผ่น ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวจะเป็นส่วนให้เส้นใย และตัวประสาน เนื่องจากสารเมือกในกระเจี๊ยบเขียว เป็นสารที่จำพวกพอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้างหลักเป็น แรมโนกาแลคทูโรแนน (Rhamnogalacturonan) คล้ายเพคตินมีสมบัติเป็นสารให้ความหนืด (Noiduang and Phochai, 2011) ช่วยในการจับตัวเป็นแผ่นได้ จึงใช้ผักทั้งสองชนิดเป็นส่วนประกอบหลัก และปรับเปลี่ยนด้วยไขมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในรูปโปรตีนจากพืช มาเสริมเข้าไปในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 ของน้ำหนักผัก (เกินร้อยละ

30 เนื่องจากใช้น้ำมีลักษณะเมื่อดกลมเล็กเมื่อผสมในปริมาณมากจะเป็นแผ่นและขาดออกจากกัน) อัตราส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 2 นำทั้ง 5 สูตรมาผลิต

และขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นตามกรรมวิธีการเตรียมผักแผ่นที่ใช้ในการทดลอง และนำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นมาวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 อัตราส่วนของใช้น้ำเพื่อเสริมในผักแผ่นอบกรอบ

สูตร	ชาโยเต้	กระเจี๊ยบเขียว	ใช้น้ำ
	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ
1	47.5	47.5	5
2	45	45	10
3	42.5	42.5	15
4	40	40	20
5	37.5	37.5	25

การตรวจคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ

- วัดค่าสีในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Henter Lab รุ่น MiniScan EZ LAV) วัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) โดยวัดค่าตรงกลางของชิ้นของตัวอย่างผักแผ่นอบกรอบทั้ง 5 สูตร

- วัดความหนาของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper รุ่น MEXCO 150 มิลลิเมตร 0.02 มิลลิเมตร/6" $\times$ 1/1000 in) วัดความหนาของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นจำนวน 3 แผ่นวัด 3 ซ้ำ

- ตรวจสอบลักษณะรูปร่าง (Morphology) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) กำลังขยาย 60 เท่า นำตัวอย่างมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง $\times$ ยาว 1 นิ้ว แล้วใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องเพื่อลักษณะรูปร่างและลักษณะภายในของเส้นบันทึกผลภาพถ่ายแต่ละสูตร

- วัดปริมาณน้ำอิสระ water activity (a_w) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ (ก่อนเคลือบและหลังเคลือบน้ำซอส) โดยนำผักแผ่นอบกรอบมาบิบ

ให้แตกและนำไปใส่เครื่องวัดค่า a_w (novasina รุ่น LabSwift- a_w) วัดตัวอย่างๆ ละ 3 ซ้ำ

- วัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ที่เคยรับประทานผักแผ่นหรือสาหร่ายปรุงรส ด้วยวิธี 9 - point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (1=ไม่ชอบมากที่สุด และ 9=ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan, s New Multiple Test เพื่อคัดเลือกตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในขั้นต่อไป

3. การศึกษาปริมาณจิ้งหรีดผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ

เลือกสูตรผักแผ่นที่เหมาะสมจากข้อที่ 2 มาเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดผง 3 ระดับคือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักผัก กรรมวิธีการผลิตผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดมีวิธีการผลิตตามข้อ 2

โดยใช้จิ้งหรีดผงในขั้นตอนการผสมพร้อมกับเครื่องปรุงน้ำแป้ง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยวัดค่าสี วัดความหนาวัดคุณภาพทางเคมีโดยวัดปริมาณน้ำอิสระเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 และทางประสาทสัมผัสของผักแผ่นอบกรอบปรุงรสเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด 3 ระดับด้วยวิธี 9 - point hedonic scale ประเมินคุณภาพในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบรวมสูงสุดไปใช้ในขั้นต่อไป

4. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

นำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ที่ได้รับความชอบสูงสุดในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยวัด ปริมาณความชื้น (Moisture) ปริมาณไขมัน (Fat) ปริมาณเส้นใย (Fiber) ปริมาณเถ้า (Ash) ปริมาณโปรตีน (Protein) และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีที่กำหนดโดย AOAC (2000) หาค่าปริมาณพลังงานของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter, AC500 และนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาอัตราส่วนของไขมันที่เสริมในผักแผ่นอบกรอบเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส

ผลการศึกษาอัตราส่วนของไขมันร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 ของน้ำมันผัก ที่เสริมลงในผักชาโยเต้และกระเจี๊ยบเขียว ทั้ง 5 สูตร ต่อคุณลักษณะในด้านต่างๆ พบว่า

1.1 ค่าสี พบว่า ค่าสีของผักแผ่นอบกรอบทั้ง 5 ระดับที่ผ่านการเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเขียว ($-a^*$) และค่าสีเหลือง (b^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย

เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันในระดับเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 3

1.2 ความหนา ผักแผ่นอบกรอบ ทั้ง 5 ระดับพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลลัพธ์จะมีความหนาอยู่ในช่วง 0.25-0.26 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งค่าความหนาของผักแผ่นอบกรอบจะใกล้เคียงกับงานวิจัยผลิตภัณฑ์ชาโยเต้แผ่นปรุงรส (Deepanya, 2009) และใบบัวแผ่นทอดกรอบ (Tanganurat *et al.*, 2018) มีความหนาเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร

1.3 ลักษณะรูปร่าง (Morphology) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) กำลังขยาย 60 เท่า พบว่า ผักแผ่นอบกรอบสูตรที่เพิ่มไขมันจะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ มีปริมาณเส้นใยที่ปรากฏลดลงตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากไขมันมีลักษณะเป็นเม็ดกลมเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 - 1.5 มิลลิเมตร และมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 89 - 97 โดยน้ำหนัก (Landolt and Kandeler, 1987; Cheerapattiyut, 2009) ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นส่งผลให้ลักษณะปรากฏของเส้นใยขาวลดลงเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งจะสอดคล้องกับการทดลองเบื้องต้นที่พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของไขมันจะทำให้การประสานของผักแผ่นลดลงการขึ้นรูปเป็นแผ่นทำได้ยากขึ้น

1.4 ปริมาณน้ำอิสระ water activity (a_w) ของผักแผ่นอบกรอบก่อนเคลือบและหลังเคลือบน้ำซอสทั้ง 5 ระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 ผักแผ่นที่มีส่วนผสมของไขมันเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นทั้งก่อนและหลังเคลือบน้ำซอส ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำในโครงสร้างของไขมันมีปริมาณ

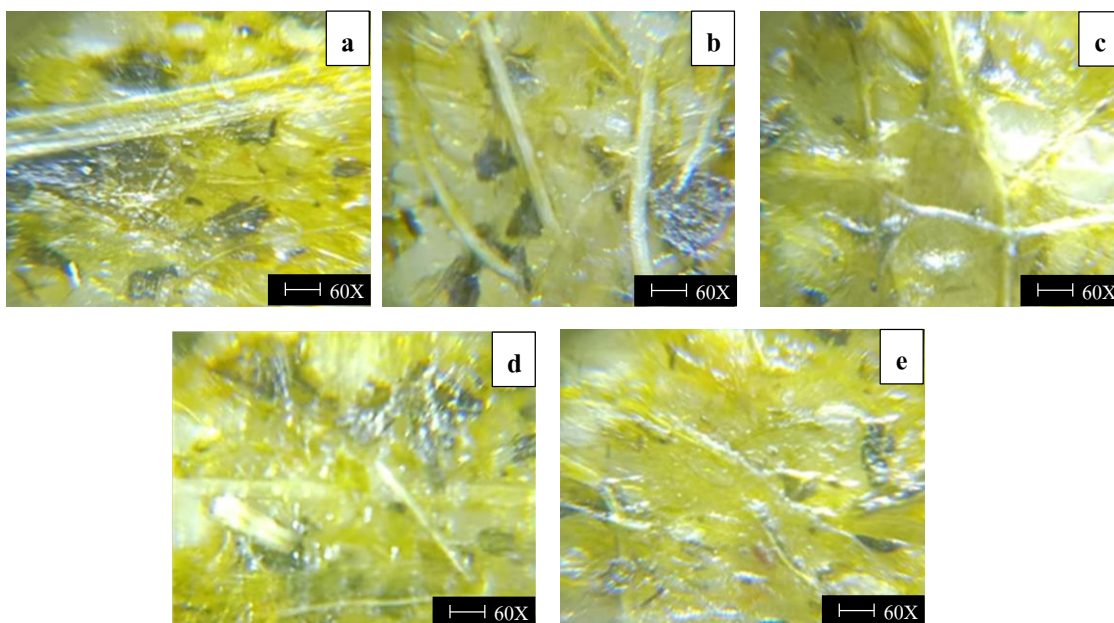
มากที่สุดคือร้อยละ 97 ในขณะที่ชาโยเต้และกระเจียบเขียวมีปริมาณน้ำอู้อยู่ร้อยละ 89.7 และ 90.8 ของน้ำหนักผัก 100 กรัม (Nutrition Division, 2001) ดังนั้นเมื่ออัตราส่วนของไข่น้ำเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระในแต่ละสูตรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 5 สูตรจะมีปริมาณน้ำอิสระก่อนนำไปเคลือบอยู่ในช่วง 0.53 - 0.60 และเมื่อนำไปเคลือบน้ำซอสปริมาณน้ำอิสระจะลดลงทั้ง 5 สูตร อยู่

ในช่วง 0.55 - 0.54 เนื่องจากในการเคลือบซอส ต้องนำอบให้แห้งอีกครั้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จึงทำให้ปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบลดลงมากกว่าก่อนเคลือบ โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตรมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์สำหรับทะเลอบ (มผช.515/2547) คือ ไม่เกิน 0.60 (Thai Industrial Standards Institute, 2004)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ 5 สูตร

สูตร	ค่าสี			ความหนา ^{ns} (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำอิสระ (a _w)	
	L*	a*	b*		ก่อนเคลือบ	หลังเคลือบ
1	30.00 ^a ±0.33	-1.14 ^b ±0.13	15.53 ^b ±0.31	0.25±0.01	0.56 ^a ±0.01	0.55 ^c ±0.05
2	29.25 ^{ab} ±0.34	-1.40 ^b ±0.02	14.62 ^{ab} ±0.47	0.26±0.02	0.55 ^a ±0.03	0.54 ^a ±0.04
3	29.46 ^{ab} ±0.14	-2.02 ^a ±0.05	13.94 ^a ±0.42	0.25±0.01	0.57 ^b ±0.02	0.54 ^a ±0.02
4	28.34 ^b ±0.53	-2.08 ^a ±0.02	13.77 ^a ±0.18	0.25±0.01	0.58 ^b ±0.05	0.54 ^{ab} ±0.06
5	27.14 ^c ±0.47	-2.16 ^a ±0.26	13.74 ^a ±0.75	0.26±0.02	0.60 ^c ±0.04	0.54 ^{bc} ±0.04

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ 5 สูตร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 60X ของ (a) ผักผสมไข่น้ำร้อยละ 5 (b) ผักผสมไข่น้ำร้อยละ 10 (c) ผักผสมไข่น้ำร้อยละ 15 (d) ผักผสมไข่น้ำร้อยละ 20 (e) ผักผสมไข่น้ำร้อยละ 25

1.5 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ ทั้ง 5 อัตราส่วน มีคะแนนความชอบสี ด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามผักแผ่นสูตรที่ 4 (ไข่น้ำที่ร้อยละ 20) มีแนวโน้มคะแนนความชอบรวมมากที่สุด โดยมี

คะแนนความชอบสี ด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบ โดยอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง (7.13 - 7.47) ดังแสดงในตารางที่ 4 จึงนำอัตราส่วนของสูตรที่ 4 ประกอบด้วย ไข่เต๋, กระเจี๊ยบเขียว และไข่น้ำ ที่ร้อยละ 40, 40 และ 20 ตามลำดับ เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผักแผ่นอบกรอบเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส

สูตร	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	ความชอบโดยรวม ^{ns}
1	7.07±1.51	7.13 ±1.48	7.17±1.46	7.43±1.63
2	7.40±1.28	7.33 ±1.06	7.10±1.52	7.20±1.21
3	7.57±1.19	7.00 ±1.64	7.03±1.90	7.13±1.63
4	7.47±1.20	7.13 ±1.31	7.13±1.53	7.47±1.33
5	6.90±1.54	6.73±1.62	6.83±1.78	7.07±1.76

หมายเหตุ: ^{ns} ค่าเฉลี่ยของแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

2. การศึกษาปริมาณจิ้งหรีดผดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ

ผลการศึกษาอัตราส่วนของจิ้งหรีดที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักผักตามลำดับ ต่อคุณลักษณะในด้านต่างๆ พบว่า

2.1 ค่าสี ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่ผ่านการเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรสทั้ง 3 ระดับ พบว่า เมื่ออัตราส่วนของจิ้งหรีดเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 ทั้งนี้เนื่องจากจิ้งหรีดผด มีลักษณะเป็นผงหยาบสีน้ำตาลดำทำให้ค่าความสว่างลดลงในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับวิจัยที่ศึกษาผลของจิ้งหรีดผดต่อคุณภาพผักกึ๋นแปรรูป (Sanom and Jangchud, 2020) และลูกกั๊กขาวโอด (Biró *et al.*, 2020) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีสีคล้ำขึ้น เมื่ออัตราส่วนของจิ้งหรีดผดเพิ่มขึ้น

2.2 ความหนา ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่ผ่านการเคลือบปรุง

แต่งกลิ่นรส ทั้ง 3 ระดับ พบว่า อัตราส่วนของจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อขนาดความหนาของผักแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดทั้ง 3 ระดับมีความหนาอยู่ในช่วง 0.25 - 0.26 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับของผลิตภัณฑ์แผ่นก่อนเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

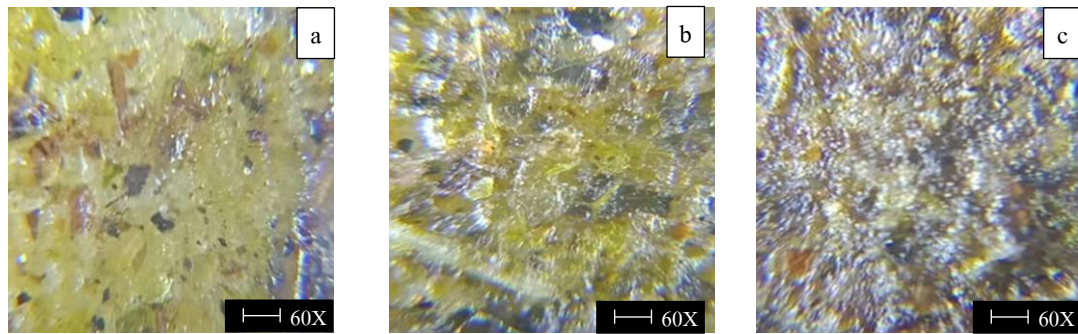
2.3 ลักษณะรูปร่าง (Morphology) ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดทั้ง 3 ระดับ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) กำลังขยาย 60 เท่า พบว่า เมื่อปริมาณจิ้งหรีดผดเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้สีของผักแผ่นมีสีคล้ำขึ้นมีจุดดำๆ กระจายทั่วตามประมาณจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2

2.4 ปริมาณน้ำอิสระ water activity (a_w) ของผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดทั้ง 3 ระดับ พบว่า อัตราส่วนของจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำอิสระของผักแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่างจะมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.44 - 0.46 ซึ่งทั้ง 3 สูตรมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารทะเลอบ (Thai Industrial Standards Institute, 2004)

ตารางที่ 5 คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

จิ้งหรีดผด (ร้อยละ)	ค่าสี			ความหนา ^{ns} (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}
	L^*	a^*	b^{*ns}		
5	15.26 ^a ±0.20	4.62 ^b ±0.05	21.52±0.44	0.25±0.03	0.46±0.02
10	14.43 ^a ±0.39	4.73 ^a ±0.11	21.37±0.53	0.26±0.02	0.45±0.02
15	13.90 ^b ±0.12	4.94 ^a ±0.05	20.36±0.36	0.25±0.02	0.44±0.05

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิงหรีด 3 สูตร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 60X ของ (a) จิงหรีดผงร้อยละ 5 (b) จิงหรีดผงร้อยละ 10 (c) จิงหรีดผงร้อยละ 15

2.5 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิงหรีดร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักผักตามลำดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่างมีคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่ออัตราส่วนของจิงหรีดผงเพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสีลดลงเนื่องจาก ผลิตภัณฑ์จะมีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนของจิงหรีดผงที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่คะแนนรสชาติและความชอบรวมจะเพิ่ม

มากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของจิงหรีดเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิงหรีดร้อยละ 10 มีคะแนนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 6 จึงเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิงหรีดร้อยละ 10 มาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป ซึ่งมีส่วนประกอบของผักขวยเฒ่า, กระเจียบเขียว, ใ้ป่น้ำ และจิงหรีดผง ที่ร้อยละ 35, 35, 20 และ 10 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 คะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่เสริมจิงหรีด

จิงหรีดผง (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
5	7.23 ^b ±1.22	6.83±1.21	6.70 ^a ±1.99	6.67 ^a ±1.91
10	6.73 ^a ±1.41	6.97±1.47	7.17 ^b ±1.37	7.27 ^b ±1.17
15	6.77 ^a ±1.52	6.83±1.09	6.95 ^b ±1.45	6.97 ^b ±1.35

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดังแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิงหรีด

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิงหรีด

ร้อยละ 10 พบว่า มีค่า ปริมาณความชื้น โปรตีน เกลือรวม ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.19, 24.38, 8.56, 5.32, 6.22, 48.37 ตามลำดับ และพลังงาน 423.98 กิโลแคลอรี/100กรัม ดังแสดงในตารางที่ 7

โดยพบว่า ผลผลิตพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นจะมีปริมาณไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต เพิ่มขึ้นในขณะที่เยื่อใย และเถ้าลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาโยเต้แผ่นปรุงรส (Deepanya, 2009) ที่มีปริมาณไขมัน เยื่อใย โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.89, 16.42, 18.54, 11.24 และ 44.57 กรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต) ในจิ้งหรีดที่เสริมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 10 มีปริมาณสูง โดยจิ้งหรีด 100 กรัมมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตคิดเป็นร้อยละ 53.4, 25.4 และ 17.4 ตามลำดับ (Sihamala *et al.*, 2018) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดส่งผลให้

ผลิตภัณฑ์ลูกก็แบ่งข้าวเจ้ามีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น (Sanom and Jangchud, 2020) เมื่อนำผลวิเคราะห์มาจัดทำเป็นข้อมูลโภชนาการแบบย่อ พบว่า ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่เสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 10 หน่วยบริโภค (30 กรัม) ให้พลังงาน 127 กิโลแคลอรี พลังงานไขมันทั้งหมด 18 กิโลแคลอรี โปรตีน 7 กรัม คาร์โบไฮเดรต 15 กรัม ไขมันทั้งหมด 2 กรัม โยอาหาร 3 กรัม ดังในแสดงตารางที่ 8 ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่เสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 10 ที่พัฒนาขึ้นมีปริมาณโปรตีน 7 กรัมมากกว่าผลิตภัณฑ์สำหรับแผ่นทางการค้าที่มีโปรตีน 4 กรัม จึงคาดว่า จะสามารถส่งเสริมเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไปได้ในอนาคต

ตารางที่ 7 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 10

สารอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละ/100 กรัม)
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.56±0.02
ความชื้น	7.19±0.42
โปรตีน	24.38±0.79
เยื่อใยรวม	8.52±0.46
ไขมัน	5.32±0.07
เถ้า	6.22±0.02
คาร์โบไฮเดรต	48.37±0.02
พลังงาน (Kcal/100)	423.98

ตารางที่ 8 ฉลากโภชนาการแบบย่อของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 10

ข้อมูลโภชนาการ	
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ถูง (30 กรัม)	
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ ถูง : 1	
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	
พลังงานทั้งหมด 127 กิโลแคลอรี พลังงานไขมันทั้งหมด 18 กิโลแคลอรี	
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภค*	
ไขมันทั้งหมด 2 ก.	3
โปรตีน 7 ก.	

ตารางที่ 8 (ต่อ)

คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 15 ก.	5
ใยอาหาร 3 ก.	12
ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี	

สรุป

การผลิตผักแผ่นอบกรอบ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผักแผ่นอบกรอบประกอบด้วยชาโยเต้ร้อยละ 40 กระเจียบเขียวร้อยละ 40 ใช้น้ำร้อยละ 20 และจิ้งหรีดผงร้อยละ 10 ของน้ำหนักผัก มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลผลิตทั้งหมดมีค่าความสว่าง (L*) 14.43 ค่าสีแดง (a*) 4.73 ค่าสีเหลือง (b*) 21.37 ความหนา 0.26 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำอิสระ 0.54 และคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยรวม ไนโตรเจน เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.19, 24.38, 8.56, 5.32, 6.22, 48.37 ตามลำดับ และพลังงาน 423.98 กิโลแคลอรี/100 กรัม

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.** 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists Inc, Washinton DC, USA.
- Biró, B., Sipos, M.A., Kovács, A., Badak-Kerti, K., Pásztor-Huszár, K. and Gere, A. 2020. Cricket -Enriched Oat Biscuit: Technological Analysis and Sensory Evaluation. **Foods** 9(11): 1-17.
- Boonchuay, P. 2017. **Chayote.** Available Source: <http://www.agriinfo.doe.go.th/year60/plan t/.pdf>, July 13, 2020. (in Thai)

- Chaikulsareewath, A. and Amsem, P. 2007. Production of *Wolffia globosa* Hartog & Plas Yoghurt. **Journal of Food Technology, Siam University** 3(1): 30-36. (in Thai)
- Cheerapatyut, K. 2009. Product Innovation of High Calcium Rice Vegetative Seasoning from Water Meal (*Wolffia globose*). Master Thesis of Science (Technopreneurship and Innovation Management), Chulalongkorn University. (in Thai)
- Chucherd, C. and Limtiyayothin, N. 2016. The Seasoned Star Gooseberry Baked Sheet Product. Bachelor of Home Economics (Food Service Industry), Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Deepanya, W. 2009. **Research Report on Development Product of Seasoned Chayote leather.** Food Science and Technology, Rajabhat Phetchabun University. (in Thai)
- Food Intelligence Center. 2016. **Snack market in Thailand.** Available Source: <http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=116>, January 25, 2021. (in Thai)
- Jaichuen, P. and Samutsri, V. 2014. The optimum extraction temperature of mucilage polysaccharide from Okra, Jew's ear mushroom, Ceylon spinach, and Paco Fern, pp. 415-419. *In Proceedings of Rethink: Social Development*

- for Sustainability in ASEAN Community.** Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Kasikorn Research Center. 2020. **Snack Business in Indonesia.** K SME Analysis. Available Source: https://kasikornbank.com/SiteCollectionDocuments/business/sme/knowledge/article/KSMEAnalysis/Thaisnack_SME/Thaisnack_SME.pdf, January 25, 2021. (in Thai)
- Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Samborska, K., Tywonek, M. and Lenart, A. 2018. Development of apple chips technology. **Heat and Mass Transfer/Waerme-Und Stoffuebertragung** 54(12): 3573-3586.
- Landolt, E. and Kandeler, R. 1987. **Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae).** Vol.2. Veroff, Geobot. Inst., Zurich.
- Noiduang, P. and Phochai, P. 2011. Utilization of mucilage from Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) as a stabilizer in Yanang (*Tiliacora triandra* Diels.) leave ice cream. **Journal of Food Technology, Siam University** 6(1): 35-43. (in Thai)
- Nutrition Division. 2001. **Nutritive Values of Thai Foods.** The Printing Office to Assist Veterans Organization, Nonthaburi. (in Thai)
- Pradtanaplian, M. 2019. **“Insect” New Food Trend.** NFI Food Innovation Issue. Available Source: <https://www.nfi.or.th/datas/files/Fab-BugTrend.pdf>, March 21, 2021. (in Thai)
- Pradtanaplian, M. 2020. **Water Meal High Protein Extract.** NFI Food Innovation Issue. Available Source: <https://www.nfi.or.th/datas/files/Oc> t-News-BugProtein.pdf, March 21, 2021. (in Thai)
- Saengthongpinit, W., Thakham, S., Thepthumtim, P. and Fuangfoo, P. 2015. Development of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) and Water Spinach (*Ipomoea aquatica* Var. reptans) Sheet as a Healthy Snack, pp. 1-10. **In The 7th NPRU National Academic Conference.** Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, Thailand. (in Thai)
- Sanom, P. and Jangchud, K. 2020. Effect of Cricket (*Acheta Domesticus*) Powder, Soy Protein Isolate and Xanthan Gum on the Qualities of Rice Flourbased Cookies. **RMUTP Research Journal** 14(2): 72-84. (in Thai)
- Sihamala, O., Saraboot, N., Chunthanom, P. and Bhulaidok, S. 2018. Nutritional value of Edible insects in Kalasin Province. **King Mongkut's Agricultural Journal** 36(2): 98-105. (in Thai)
- Sirisatsuvo, P., Tiangsoongnern, L. and Parncharoen, C. 2019. Marketing Factors Affecting the Impulse Buying Behavior of Snack Food Consumers of Generation X, Y and Z in Thailand. **Suthiparithat** 33(108): 145-159. (in Thai)
- Supanpayak, J., Chalermchaiwat, P. and Limsuwan, T. 2020. Effect of Drying Condition on the Quality of Sea Lettuce (*Ulva rigida*) and Its Application in Crispy Snack. **KKU Science Journal** 48(2): 227-235. (in Thai)
- Tanganurat, P., Lichanporn, I. and Nanthachai, N. 2018. Development of Crispy Fried Lotus

- Leaf Chip. **Agricultural Sciences Journal** 49(2): 658-660. (in Thai)
- Tanthawanit, O. 2018. **Narachip Okra Honor plant species**. Organic Farming and the Natural. Available Source: https://www.techntoday/article_86050, July 15, 2020. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. 2004. **Thai community product standard (Roasted Seaweed) 515/2547**. Available Source: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps515_47.pdf, February 3, 2021. (in Thai)