



Research Article

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากของเหลือในกระบวนการแปรรูป
ผักผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ : กรณีศึกษาผงโรยข้าว

Development of Value-Added Products from the Processing of
Vacuum-Fried Vegetable and Fruit Residues: A Case Study of Furikake

นภาพร หงษ์พันธุ์^a สรिता ชามุสิก^a สาทิตา คำมี^a ศรันย์ เนมหารวรรณ^b และ สุนทรียา กาละวงศ์^{c*}

Nawaporn Hongpan^a, Sarita Chansuek^a, Satita Khammee^a, Sarun Nemahawan^b and Soontreeya Kalawong^{c*}

^a สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เขตชนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600

^a Department of Food Technology, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Dhonburi, Bangkok 10600, Thailand.

^b บริษัท ทริปปี้ล เจ ฟู้ด แอนด์ เบเวอร์เรจ จำกัด อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย 57220

^b Triple j food and beverage company limited, Mae Sai, Chiang Rai 57220, Thailand.

^c สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เขตชนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600

^c Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Dhonburi, Bangkok 10600, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2024-03-26

Revised: 2024-05-30

Accepted: 2024-06-12

Keywords:

Furikake;
development;
residues;
vacuum-fried vegetable and fruit
processing

This research aims to create a suitable rice seasoning product prototype formula using the residues from vacuum-fried fruits and vegetables. According to the findings, the prototype formula of the Furikake product that received the most acceptance was Formula 2 (containing residues from watermelon, pumpkin, pineapple, banana, and Shiitake mushroom powder in the amounts of 15, 30, 20, 20 and 15 grams, respectively). This formula had a moisture content of 6.17 percent and a free water content of 0.33, a rancidity value (TBA) of 6.81 micrograms of malondialdehyde per kg and an overall liking score of 7.90 points, indicating a moderate level of liking. The findings of the prototype formula development revealed that the watermelon and dried fish flavor received the most liking scores from consumers across all sensory attributes except appearance, with statistically significant differences. The overall liking score was 8.23 points, indicating the highest level of acceptance. Nutritional information for the prototype product of watermelon and dried fish rice seasoning includes moisture, protein, fat, and ash contents of 9.14%, 16.01%, 18.21%, and 4.60%, respectively. Additionally, it contains 52.04% of total carbohydrates (including 7.16 grams of dietary fiber and 43.57 grams of sugar), 700.70 milligrams of sodium, 7.817 micrograms of vitamin A, 46.90 micrograms of beta-carotene, 348.4 milligrams of calcium, 1.61 milligrams of iron, and 436.09 kcal of total energy per 100 grams, with 163.89 kcal of that derived from fat.

© 2025 Hongpan, N., Chansuek, S., Khammee, S., Nemahawan, S. and Kalawong, S. Recent Science and Technology published by Rajamangala University of Technology Srivijaya

* Corresponding author.

E-mail address: soontreeya596@gmail.com

Cite this article as:

Hongpan, N., Chansuek, S., Khammee, S., Nemahawan, S. and Kalawong, S. 2025. Development of Value-Added Products from the Processing of Vacuum-Fried Vegetable and Fruit Residues: A Case Study of Furikake. *Recent Science and Technology* 17(3): 262661.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรต้นแบบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวโดยใช้ของเหลือจากกระบวนการแปรรูปผักผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ ผลพบว่า ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ 2 (ของเหลือจากแตงโม พักทอง สับปะรด กล้วยหอม และผงปรุงรสเห็ดหอมในปริมาณ 15, 30, 20, 20 และ 15 กรัม ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.17 ปริมาณน้ำอิสระ 0.33 และค่าการเกิดกลิ่นหืน (TBA) 6.81 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.90 คะแนน อยู่ในระดับชอบปานกลาง เมื่อนำไปพัฒนาสูตรต้นแบบ พบว่า สูตรต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ รสแตงโมปลาแห้ง ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.23 คะแนน อยู่ในระดับชอบมากที่สุด และผงโรยข้าวรสแตงโมปลาแห้งมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ร้อยละ 9.14, 16.01, 18.21 และ 4.60 ตามลำดับ การโบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 52.04 โดยเป็นใยอาหาร 7.16 กรัม และน้ำตาล 43.57 กรัม โซเดียม 700.70 มิลลิกรัม วิตามินเอ 7.817 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 46.90 ไมโครกรัม แคลเซียม 348.4 มิลลิกรัม เหล็ก 1.61 มิลลิกรัม และมีพลังงานทั้งหมด 436.09 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 163.89 กิโลแคลอรี

คำสำคัญ: ผงโรยข้าว, การพัฒนาผลิตภัณฑ์, ของเหลือ, การแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ทอดกรอบ เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมากในปัจจุบัน (Nampradit, 2021; Pitak and Wongpichet, 2014) เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่กรอบ รับประทานได้ทุกช่วงเวลา มีรสชาติดี และมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวประเภทแป้งทอดกรอบ โดยกรรมวิธีการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบมีหลายวิธี ทั้งแบบที่ใช้ความร้อนสูง เช่น การอบด้วยความร้อน (Phonphard, 2022) การทอดในน้ำมันให้กรอบแบบปกติ หรือทอดสุญญากาศ (Vacuum Frying) (Nampradit, 2021) และแบบที่ไม่ใช้ความร้อนโดยทำแห้งแบบแช่แข็ง (Freeze Drying) (Fellows, 2000; Savo *et al.*, 2012) ซึ่งทำให้ผักและผลไม้แห้งกรอบ เก็บได้นานขึ้น พกพาสะดวก และยังเป็นตัวเลือกให้ผู้ที่ไม่ชอบรับประทานผักและผลไม้สดสามารถรับประทานได้ง่ายอีกด้วย ทั้งนี้ กระบวนการทอดแบบปกติ (ที่ความดันบรรยากาศ) จะใช้อุณหภูมิในการทอดสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียคุณค่าทางสารอาหารมาก และผลิตภัณฑ์มีการดูดซึมน้ำมันในปริมาณสูง (Assawarachan and Tantikul, 2021) ซึ่งเหมาะสำหรับ ทอดผักผลไม้ที่มีส่วนประกอบของแป้งได้ดี แต่ไม่เหมาะกับการทอดผักผลไม้ที่มีน้ำตาลมากให้มีความชื้นต่ำพอที่จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ ดังนั้น กระบวนการทอดแบบสุญญากาศ จึงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สามารถทำให้น้ำระเหยออกจากอาหารได้ที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการดูดซึมน้ำมันน้อยลง มีการสูญเสียคุณค่าทางสารอาหารน้อยกว่าการทอดในสภาวะบรรยากาศปกติ (Assawarachan and Tantikul, 2021) นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ยังมีสี สัน กลิ่นและรสชาติที่ดี และมีอายุการเก็บรักษาได้นานมากขึ้น (Garrayo and Moreira, 2002) และนิยมใช้เพื่อทอดผักและผลไม้ เช่น ทุเรียน มะม่วง ขนุน กล้วย มันฝรั่ง แอปเปิล สับปะรด แครอท พริกหวาน กระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น

ปัญหาหนึ่งที่ผู้ผลิตมักพบในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ คือ ของเหลือจากกระบวนการผลิตหรือชั้นผลิตภัณฑ์ที่แตกหักไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ หรือเกิดจากความเสียหายในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ผลิตสูญเสียรายได้จากของเหลือทิ้งที่เสียไป ทางผู้ผลิตจึงมีความต้องการที่จะใช้ประโยชน์จากของเหลือที่ยังคงมีคุณค่าทางอาหาร และต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มให้ตอบสนองต่อผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวกในการบริโภค อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการลดปริมาณของเสียสุดท้ายที่ต้องกำจัดทิ้งไปอีกด้วย ซึ่งในตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปมีผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ กราโนลา รัญพีชอัดแท่ง ขนมขบเคี้ยว อาหารว่าง และผงโรยข้าวรสชาติต่าง ๆ ที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกสบายในการใช้ชีวิต โดยผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว หรือที่เรียกว่า ฟุริคาเกะ (Furikake) หรือเครื่องปรุงรสข้าว (Rice Seasoning) สโตร์ญี่ปุ่นที่ผู้บริโภคหันมานิยมรับประทานในปัจจุบัน (Watanachai and Suktanarak, 2022) ผลิตภัณฑ์นี้สามารถเพิ่มรสชาติและรสชาติในอาหารได้โดยโรยหน้าอาหารโดยเฉพาะข้าวสวย ฟุริคาเกะมักจะประกอบด้วยสาหร่ายแห้ง งาคั่ว เมล็ดพืช ปลาแห้ง เกลือ ผงชูรส และน้ำตาล (Mouritsen, 2009) คุณค่าทางโภชนาการของฟุริคาเกะสามารถปรับปรุงได้ง่ายโดยการเพิ่มส่วนผสมที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น ผงผัก และผงโปรตีน (Chansatporn and Keomany, 2021) ในประเทศไทยมีงานวิจัยที่ทำการพัฒนาผงโรยข้าวหลากหลายรสชาติ เช่น ผงโรยข้าวรสหมอลำเสริมปลาแห้ง (Morida and Khamwachiraphitak, 2023) ผงโรยข้าวรสกะเพราเสริมใบชายา (Watanachai and Suktanarak, 2022) ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง (Sripawatakul *et al.*, 2021) ผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน (Rajchasom *et al.*, 2020) ผงโรยข้าวสำเร็จรูปเสริมบัวตอง (Nimitkeatkai *et al.*, 2019) เป็นต้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำของเหลือจากกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่า โดย

พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และช่วยลดปัญหาของเหลือทิ้งจากผลิตภัณฑ์ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมวัตถุดิบเริ่มต้น

นำของเหลือจากกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ ได้แก่ แครอท แดงโม กัลยหอม พักทอง และสับปะรด ซึ่งได้รับมาจาก บริษัท ทริปเปิล เจ ฟู้ด แอนด์ เบเวอร์เรจ จำกัด จังหวัดเชียงราย มาบั่นละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที ถึง 1 นาที ให้วัตถุดิบมีลักษณะเป็นผงหยาบ แล้วอบด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที (Sanguansin *et al.*, 2017) เพื่อควบคุมความชื้นเบื้องต้น โดยกำหนดระยะเวลาการเก็บรักษาวัตถุดิบส่วนที่ผ่านการทอดมาแล้วและส่งมายังห้องปฏิบัติการไม่เกิน 1 สัปดาห์ เมื่อได้รับวัตถุดิบจะเริ่มทำการทดลองทันที

2.2 การศึกษาส่วนผสมและสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

นำวัตถุดิบที่เตรียมในข้อที่ 1 มาศึกษาส่วนผสมและสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม โดยชั่งน้ำหนักส่วนผสมของผงโรยข้าวแต่ละสูตรตาม Table 1 แล้วนำมาบดให้ละเอียด คลุกผสมให้เข้ากัน และนำไปอบแห้งด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และ

ควบคุมให้มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 12 (Thai Industrial Standards Institute, 2015) แล้วทำการบรรจุใส่ซองฟอยล์อะลูมิเนียมทำการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากผัก (มผช.1151/2562) (Thai Industrial Standards Institute, 2019) จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าการเกิดกลิ่นหืน และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ได้แก่ สี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ในขั้นต่อไป

2.3 การศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐาน

นำตัวอย่างผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐาน ทั้ง 3 สูตร ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ โดยการสังเกต ค่าสี L* (Lightness) a* (Redness) และ b* (Yellowness) โดยใช้เครื่องวัดสี (CR-10 Plus) ปริมาณความชื้น (%Moisture content) ตามวิธี AOAC (2000) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity Meter, AQUALAB Series 3) และค่าการเกิดกลิ่นหืน (Thiobarbituric acid, TBA) ตามวิธี AOAC (2000)

Table 1 Ingredients of basic formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing by-products (100 grams)

Ingredients (grams)	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Carrot	15	-	15
Watermelon	20	15	15
Pumpkin	15	30	15
Pineapple	25	20	15
Banana	15	20	15
Shiitake mushroom powder	-	15	15
Crystal sea salt	2	-	3.3
Roasted black sesame	8	-	-
Roasted white sesame	-	-	6.7

Note: Formulas 1, 2 and 3 adapted from Porntewabancha (2011)

2.3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รส รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ได้รับการประเมินโดยใช้ผู้บริโภคร่วมไป จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (Anprung, 2004) ซึ่งการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในงานวิจัยนี้ ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (รหัส 038/66E18)

2.4 การพัฒนาสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐานซึ่งมีคุณภาพดีและมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดมา 1 สูตรแล้วพัฒนาเป็นสูตรต้นแบบ 3 รสชาติ ได้แก่ รสดั้งเดิม รสแตงโม ปลาแห้ง และรสโนริซอสโชยุ เริ่มจากนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่แสดงใน Table 2 และเตรียมผงโรยข้าวแต่ละสูตรตามวิธีการ ดังนี้

2.4.1 การเตรียมผงโรยข้าวรสดั้งเดิม

นำผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศมาปั่นให้ละเอียด โรยผงปรุงรสเห็ดหอมที่เตรียมไว้ คลุกผสมให้เข้ากัน และนำไปอบแห้งด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยควบคุมให้มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 6±2 จากนั้นบรรจุใส่ซองฟอยล์อะลูมิเนียมและปิดผนึกไว้

2.4.2 การเตรียมผงโรยข้าวรสแตงโมปลาแห้ง

นำผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศมาปั่นให้ละเอียด เตรียมปลาแห้งโดยการโขลกให้เนื้อปลาฟู เจียวหอมแดง คลุกผสมกับเครื่องปรุงที่เตรียมไว้ และนำไปอบแห้งด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยควบคุมให้มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 6±2 จากนั้นบรรจุใส่ซองฟอยล์อะลูมิเนียมและปิดผนึกไว้

2.4.3 การเตรียมผงโรยข้าวรสโนริซอสโชยุ

นำผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศมาปั่นให้ละเอียด ผสมกับส่วนผสมที่เตรียมไว้ คลุกผสมให้เข้ากัน และนำไปอบแห้งด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยควบคุมให้มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 6±2 จากนั้นบรรจุใส่ซองฟอยล์อะลูมิเนียมและปิดผนึกไว้

Table 2 Prototype formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing by-products (100 grams)

Ingredients (grams)	Original	Watermelon	Nori-Shoyu
		with sweet dried fish	
Carrot	-	-	15
Watermelon	15	30	15
Pumpkin	30	30	15
Pineapple	20	25	15
Banana	20	-	15
Shiitake mushroom powder	15	2	0.8
Crystal sea salt	-	-	-
Dried fish	-	5	8
Roasted white sesame	-	-	1
Roasted black sesame	-	-	1
Seaweed powder	-	-	10
Japanese style seasoning powder	-	-	2
Fried shallots	-	6	-
Sugar	-	2	1.6
Soy sauce (Shoyu)	-	-	0.6

Note: Original: Original flavor according to the basic formula 2 in Table 1

Watermelon with sweet dried: Watermelon with sweet dried fish flavor

Nori-Shoyu: Nori seaweed seasoned with soy sauce flavor

นำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาทั้ง 3 รสชาติ มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น โดยรวม รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (Anprung, 2004) จากนั้นทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาและมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เพียง 1 รสชาติ ไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

2.5 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรต้นแบบที่ผ่านการคัดเลือกและได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดจากข้อ 4 ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (AOAC, 2016) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ และพลังงานทั้งหมด

2.6 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การศึกษาคูณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐานและสูตรต้นแบบ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการศึกษาส่วนผสมและสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ ได้แก่ พักทอง แดงโม กล้วย สับปะรด แครอท และงาดำ ดังแสดงใน Table 3

เมื่อนำวัตถุดิบไปอบที่อุณหภูมิ 90±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที ปริมาณความชื้นสุดท้ายของวัตถุดิบแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้ พักทอง ร้อยละ 7.16 แครอท ร้อยละ 9.87 กล้วย ร้อยละ 6.78 แดงโม ร้อยละ 6.38 สับปะรด ร้อยละ 4.61 งาขาว ร้อยละ 0.72 และงาดำ ร้อยละ 0.63 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแครอทมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด ในขณะที่สับปะรดมีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทอดแบบสุญญากาศจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีปริมาณความชื้นต่ำ โดยทั่วไปมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 (น้ำหนักเปียก) และมีค่าปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมคุณภาพและ ส่งผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยอาหาร (Pakpot et al., 2019) วัตถุดิบทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเพื่อใช้สำหรับศึกษาในขั้นตอนต่อไป

Table 3 Percentage of moisture content of raw materials before being used to make rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing by-products

Raw Materials	Moisture content (%)
Carrot	9.87±1.01 ^a
Pumpkin	7.16±1.59 ^b
Banana	6.75±0.97 ^c
Watermelon	6.38±0.90 ^d
Pineapple	4.61±0.50 ^d
White sesame	0.72±0.47 ^f
Black sesame	0.63±0.34 ^f

Note: Mean value of three replicate measurements ± standard deviation (SD) with different letters in the column indicating statistically significant differences ($p \leq 0.05$).

3.2 ผลคุณภาพทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐาน

3.2.1 ลักษณะปรากฏ

จากการสังเกตลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ผลแสดงดัง Table 4 พบว่า ผงโรยข้าวสูตรที่ 1 มีสีโทนส้มแดง มีลักษณะเป็นผงหยาบ เนื้อสัมผัสกรอบร่วน และมองเห็นส่วนผสมของเมล็ดงาดำ สูตรที่ 2 มีสีโทนเหลือง มีลักษณะเป็นผงหยาบ เนื้อสัมผัสกรอบร่วน และมองเห็นส่วนผสมของวัตถุดิบ สูตรที่ 3 มีสีโทนส้มเหลือง มีลักษณะเป็นผงหยาบ เนื้อสัมผัสกรอบร่วน และมองเห็นส่วนผสมของเมล็ดงาดำ เนื่องจากปริมาณของวัตถุดิบในแต่ละสูตรมีส่วนผสมที่แตกต่างกันไปในแต่ละสูตร จึงส่งผลให้เห็นโทนสีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไปด้วย

3.2.2 ค่าสี

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐาน

ทั้ง 3 สูตร แสดงดัง Table 5 พบว่า ค่า L^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นค่า a^* และ b^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 มีค่า L^* สูงที่สุด เท่ากับ 50.53 ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนผสมวัตถุดิบที่มีสีโทนสว่างในปริมาณมากกว่าสูตรอื่น เช่น พักทอง ถั่วลิสง และสับปะรด ในขณะที่สูตรที่ 1 มีค่า L^* ต่ำที่สุด เท่ากับ 47.86 และสูตรที่ 3 มีค่า L^* ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 49.30 ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบมีโทนสีใกล้เคียงกัน และสีของผงโรยข้าวแต่ละสูตรมีสีออกไปในโทนน้ำตาล อาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลชนิดคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ จึงส่งผลให้สูตรที่ 1 มีสีเข้มกว่าสูตรอื่น สำหรับค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 มีค่าเท่ากับ 21.20 สูตรที่ 2 เท่ากับ 19.23 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 21.49 ตามลำดับ และค่า b^* ของสูตรที่ 1 มีค่าเท่ากับ 40.13 สูตรที่ 2 เท่ากับ 44.40 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 42.90 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่มีสีคล้ายกัน ดังนั้นค่าสีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นผลมาจากส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีสีและปริมาณแตกต่างกันในแต่ละสูตร

Table 4 Appearance of basic formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Treatment	Appearance	Sensory details
Formula 1		It has an orange-red color and looks like a coarse powder. The texture is crispy and crumbly.
Formula 2		It has a yellowish color and looks like a coarse powder. The texture is crispy and crumbly.
Formula 3		It has a yellow-orange color and looks like a coarse powder. The texture is crispy and crumbly.

Note: Formulas 1, 2 and 3 adapted from Porntewabancha (2011)

Table 5 Color values of basic formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Color values	Formula 1	Formula 2	Formula 3
L*	47.86±0.92 ^b	50.53±0.66 ^a	49.30±1.41 ^{ab}
a* ^{ns}	21.20±0.69	19.23±0.83	21.46±3.61
b* ^{ns}	40.13±1.71	44.40±1.44	42.90±2.86

Note: Mean values ± SD with different letters in the row are statistically significantly different ($p < 0.05$);

ns indicates not significantly different ($p > 0.05$).

Table 6 Physicochemical qualities of basic formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Physicochemical qualities	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Water Activity (a_w) ^{ns}	0.315±0.01	0.330±0.05	0.328±0.02
Moisture content (%)	6.67±0.51 ^a	6.17±0.98 ^{ab}	6.01±0.15 ^b
Thiobarbituric acid (TBA, mg MDA/Kg)	6.81±0.34 ^a	6.81±0.11 ^a	6.24±0.11 ^b

3.2.3 ปริมาณน้ำอิสระ

ปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร แสดงดัง Table 6 พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 และ 3 มีปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด เท่ากับ 0.330 และสูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด เท่ากับ 0.328 โดยจะเห็นว่าสูตรที่ 2 และ 3 มีปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าสูตรที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากวัตถุดิบบางชนิดมีความชื้นสูงกว่าชนิดอื่น เช่น ผงเห็ดหอม และดอกเกลือ จึงส่งผลต่อปริมาณน้ำอิสระที่สูงขึ้น ทั้งนี้ในการผลิตมีขั้นตอนการนำผงโรยข้าวไปอบแห้งเพื่อเพิ่มความกรอบด้วย จึงส่งผลทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากผัก (มผช.1511/2562) (Thai Industrial Standards Institute, 2019) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.6 ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phungam *et al.* (2023) พบว่า ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวทดแทนด้วยเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 30 มีปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.44 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

3.2.4 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร แสดงดัง Table 6 พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด คือ ร้อยละ 6.67 และสูตรที่ 3 มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 6.01 ส่วนสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 3 เท่ากับ ร้อยละ 6.17 ทั้งนี้ในการผลิตมีการนำผงโรยข้าวไปอบเพื่อเพิ่มความกรอบ จึงส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pomtewabancha (2011)

ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากผักสลัด พบว่า มีปริมาณความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 5.08

3.2.5 การเกิดกลิ่นหืน

ค่าการเกิดกลิ่นหืน (TBA) ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร แสดงดัง Table 6 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่ 1 และ 2 มีค่า TBA สูงที่สุด เท่ากับ 6.81 mg MDA/Kg ส่วนสูตรที่ 3 มีค่า TBA ต่ำที่สุด เท่ากับ 6.24 mg MDA/Kg ซึ่งจะเห็นได้ว่าผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าการเกิดกลิ่นหืนสูงกว่าสูตรที่ 3 ทั้งนี้ เป็นผลมาจากสัดส่วนของส่วนผสมเป็นชั้นผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศมีอยู่ในปริมาณมากกว่า เมื่อมีการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างการผลิต จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนได้สูงกว่า

3.2.6 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐาน แสดงดัง Table 7 พบว่า ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มีค่าคะแนนความชอบต่อทุกคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 มีค่าคะแนนความชอบทุก ๆ ด้านสูงกว่าสูตรอื่น ซึ่งคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ เท่ากับ 7.93 คะแนน ด้านสี เท่ากับ 7.97 คะแนน กลิ่นรสโดยรวม เท่ากับ 7.83 คะแนน รสชาติ เท่ากับ 8.33 คะแนน ความกรอบ เท่ากับ 7.90 คะแนน และความชอบโดยรวม 8.23 คะแนน ส่วนสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีไม่แตกต่างจากสูตรที่ 2 เท่ากับ 7.53 และ 7.53 คะแนน ตามลำดับ แต่มีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.27,

5.93, 5.87 และ 6.07 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม เท่ากับ 6.00 คะแนน รสชาติ เท่ากับ 5.97 คะแนน ความกรอบ เท่ากับ 5.57 คะแนน และความชอบโดยรวม 5.87 คะแนน แต่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีต่ำกว่าที่สุด เท่ากับ 6.40 และ 6.45 คะแนน ทั้งนี้ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของเครื่องเทศที่มีกลิ่นเฉพาะตัวที่ค่อนข้างแรง จึงทำให้ผู้ทดสอบไม่ชอบสูตรดังกล่าว และมีผลต่อค่าคะแนนความชอบ

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มีคุณภาพทางเคมีกายภาพไม่แตกต่างกัน และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากผัก (มผช. 1511/2562) (Thai Industrial Standards Institute, 2019) แต่ในแง่ของคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 มีค่าคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะทุกด้านสูงที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.23 คะแนน ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 ไปใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากผักและผลไม้ทอดกรอบสูตรต้นแบบในขั้นต่อไป

3.3 ผลการพัฒนาสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

จากการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรพื้นฐาน ซึ่งมีคุณภาพดีและมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดมา 1 สูตร แล้วพัฒนาเป็นสูตรต้นแบบ 3 รสชาติ ได้แก่ รสดั้งเดิม รสแตงโม ปลาแห้ง และรสโนริซอสโชยุ ดัง Figure 1 และผลการทดลองแสดงดัง Table 8 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทาง

ประสาทสัมผัสทุก ๆ ด้านของผงโรยข้าวสูตรต้นแบบ ทั้ง 3 รสชาติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผงโรยข้าวรสแตงโมปลาแห้ง มีค่าคะแนนความชอบทุก ๆ ด้านสูงกว่าสูตรอื่น โดยด้านสีเท่ากับ 7.87 คะแนน กลิ่นโดยรวมเท่ากับ 7.90 คะแนน รสชาติเท่ากับ 8.33 คะแนน ความกรอบเท่ากับ 7.90 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.23 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ส่วนรสโนริซอสโชยุ มีค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทุกด้านรองลงมาจากรสแตงโมปลาแห้ง โดยมีคะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 7.63 คะแนน กลิ่นโดยรวมเท่ากับ 6.23 คะแนน รสชาติเท่ากับ 5.93 คะแนน ความกรอบเท่ากับ 5.90 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.07 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และรสดั้งเดิม มีค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทุกด้านต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ โดยมีคะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 7.20 คะแนน กลิ่นโดยรวมเท่ากับ 6.10 คะแนน รสชาติเท่ากับ 6.03 คะแนน ความกรอบเท่ากับ 5.57 คะแนน และความชอบโดยรวมมีเท่ากับ 5.90 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับเฉย ๆ จนถึงชอบเล็กน้อย

จากผลการพัฒนาสูตรต้นแบบ จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศรสแตงโมปลาแห้ง ได้รับค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงกว่าสูตรอื่น ๆ และมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.23 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบมากที่สุด ดังนั้นจึงคัดเลือกผงโรยข้าวรสแตงโมปลาแห้ง ไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการในขั้นต่อไป

Table 7 Liking scores of basic formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Sensory attributes	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Appearance	6.40±1.22 ^b	7.93±0.80 ^a	7.53±1.41 ^a
Color	6.45±1.22 ^b	7.97±0.80 ^a	7.53±1.41 ^a
Overall flavor	6.00±1.44 ^b	7.83±0.91 ^a	6.27±1.20 ^b
Taste	5.97±1.12 ^b	8.33±0.88 ^a	5.93±1.36 ^b
Crunchiness	5.57±1.17 ^b	7.90±0.89 ^a	5.87±1.41 ^b
Overall liking	5.87±0.86 ^b	8.23±0.68 ^a	6.07±0.94 ^b

Note: Mean values ± SD with different letters in the row are statistically significantly different ($p < 0.05$).



Figure 1 Appearance of the prototype of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Table 8 Liking scores of prototype formula of rice seasoning (Furikake) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Sensory attributes	Original	Watermelon	Nori-Shoyu
Appearance ^{ns}	7.50±1.76	7.93±0.94	7.90±1.37
Color	7.20±1.40 ^b	7.87±0.78 ^a	7.63±1.38 ^{ab}
Overall flavor	6.10±1.47 ^b	7.90±0.92 ^a	6.23±1.19 ^b
Taste	6.03±1.19 ^b	8.33±0.88 ^a	5.93±1.14 ^b
Crunchiness	5.57±1.17 ^b	7.90±0.89 ^a	5.90±1.45 ^b
Overall liking	5.90±0.85 ^b	8.23±0.68 ^a	6.07±0.94 ^b

Note: Mean values ± SD with different letters in the row are statistically significantly different ($p \leq 0.05$);

ns indicates not significantly different ($p > 0.05$);

Original: Original flavor according to the basic formula in Table 1

Watermelon: Watermelon with sweet dried fish flavor

Nori-Shoyu: Nori seaweed seasoned with soy sauce flavor

Table 9 Nutritional values of the prototype of rice seasoning (Watermelon with sweet dried fish flavor) product from vacuum-fried vegetable and fruit processing residues

Nutrition values	Contents
Moisture (%)	9.14
Protein (%)	16.01
Fat (%)	18.21
Ash (%)	4.60
Total carbohydrate (%)	52.04
Dietary fiber (g)	7.16
Sugar (g)	43.57
Sodium (mg)	700.70
Vitamin A (μg)	7.82
Beta-carotene ((μg)	46.90
Calcium (mg)	348.40
Iron (mg)	1.61
Energy from fat (kcal per 100 g)	163.89
Total energy (kcal per 100 g)	436.09

3.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศ

จากการนำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศรสแดงโมปลาแห้งที่ได้รับการคัดเลือกไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลแสดงดัง Table 9 พบว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสแดงโมปลาแห้ง มีความชื้นร้อยละ 9.14 โปรตีนร้อยละ 16.01 ไขมันร้อยละ 18.21 เถ้าร้อยละ 4.60 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 52.04 โดยเป็นใยอาหาร 7.16 กรัม และน้ำตาล 43.57 กรัม โซเดียม 700.70 มิลลิกรัม วิตามินเอ 7.817 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 46.90 ไมโครกรัม แคลเซียม 348.4 มิลลิกรัม เหล็ก 1.61 มิลลิกรัม และมีพลังงานทั้งหมด 436.09 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 163.89 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

4. สรุป

ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากของเหลือในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสูตรต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ รสแดงโมปลาแห้ง โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.23 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบมากที่สุด และผงโรยข้าวสูตรต้นแบบรสแดงโมปลาแห้งมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้นร้อยละ 9.14 โปรตีนร้อยละ 16.01 ไขมันร้อยละ 18.21 เถ้าร้อยละ 4.60 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 52.04 โดยเป็นใยอาหาร 7.16 กรัม และน้ำตาล 43.57 กรัม โซเดียม 700.70 มิลลิกรัม วิตามินเอ 7.817 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 46.90 ไมโครกรัม แคลเซียม 348.4 มิลลิกรัม เหล็ก 1.61 มิลลิกรัม และมีพลังงานทั้งหมด 436.09 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 163.89 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ดังนั้น จะเห็นได้ว่าของเหลือจากกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบสุญญากาศสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีรสชาติเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคและมีคุณค่าทางโภชนาการได้

5. ข้อเสนอแนะ

1. ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรต้นแบบสามารถปรับปรุงสูตรให้มีรสชาติที่หลากหลายเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นได้
2. สามารถนำผลงานวิจัยไปต่อยอด โดยนำวัตถุดิบทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ มาใช้ เพื่อเสริมคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น สมุนไพร และธัญพืชต่าง ๆ เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการทำวิจัย และขอขอบคุณ บริษัท ทรูปเบิล เจ ฟู้ด แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- Anprung, P. 2004. **Principle of food analysis by sensory evaluation** (1st ed). Chulalongkorn University Press, Bangkok. (in Thai)
- Assawarachan, R. and Tantikul, S. 2021. A review article: vacuum frying technology. **Vocational Education Innovation and Research Journal** 5(2): 124-136. (in Thai)
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International** (17thed). AOAC International, Gaithersburg, MD.
- AOAC. 2016. **Official Methods of Analysis of AOAC International** (20thed). AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Chansataporn, W. and Keomany, D. 2021. Development of Furikake from coconut worm, pp.1179-1206. *In The 11th National and the 5th International PIM Conference on July 16, 2021*. Auditorium, Floor 16, CP All Academy Panyapiwat Institute of Management, Nonthaburi. (in Thai)
- Fellows, P. 2000. **Food Processing Technology, Principles and Practice** (2nd ed). Woodhead Pub, Cambridge.
- Garrayo, J. and Moreira, R. 2002. Vacuum frying of potato chips. **Journal of Food Engineering** 55: 181-191.
- Morida, K. and Khamwachiraphitak, M. 2023. Development of rice seasoning (Furikake) : mala flavored supplemented with dried fish. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 18(1): 101-113. (in Thai)
- Mouritsen, O.G. 2009. **Sushi food for the eye, the body, and the soul** (2nd ed). Springer, New York.
- Nampradit, C. 2021. Development of Fried Kluai Hom Thong (*Musa acuminata* (AAA Group)) Product by Vacuum

- Frying. Master of Science (Agricultural Technology), Rambhai Bani Rajabhat University, Chanthaburi. (in Thai)
- Nimitkeatkai, H., Prommajak, T., Wutthinithisanand, N. and Potaros, T. 2019. Development of instant rice powder from pickled plums. **Agricultural Science Journal** 50(2)(Suppl.): 145-148. (in Thai)
- Pakpot, W., Siri wattananon, L., Lapsongphon, N. and Lichanporn, I. 2019. Influence of Temperature and Time Drying on Physical and Chemical Quality of Mango Peel Power, pp. 662- 672. *In The 20th National Graduate Research Conference on March 15, 2019*. Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Pitak, L. and Wongpichet, S. 2014. Appropriate stage of ripeness and time for vacuum frying of cultivated banana. **Engineering and Applied Science Research** 41(1): 119-126. (in Thai)
- Phonphard, R. 2022. Amaranth (*Amaranthus lividus* L.) Drying using Microwave Combined with Hot Air. Master of Engineering (Mechanical Engineering), Maharakham University. (in Thai)
- Phungam, N., Sukari, S., Kattakdad, S., Utto, W., Phakawan, J. and Settapramote, N. 2023. Study of physical-chemical characteristics of rice seasoning products made from fairy mushrooms for enhanced antioxidant content. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 18(3): 165-179. (in Thai)
- Pornwatabancha, D. 2011. Development of rice seasoning (Furikake) from lettuce (*Lactuca Sativa* L.). Master of Science (Food Technology), Silpakorn University. (in Thai)
- Rajchasom, S., Seelum, N. and Takonkeaw, S. 2020. Development of seasoning powder and furikake-rice seasoning from fermented soybean. **RMUTP Research Journal Sciences and Technology** 14(2): 173-182. (in Thai)
- Sanguansin, S., Lamun, S., Cheeptamrong, S. and Siwnguan, K. 2017. The Studying of the Optimum Conditions for Frying on the Oil Uptake of the Seasoned Fried Dragon Fruit Peel Product, pp.994-1001. *In The 4th Kamphaeng Phet Rajabhat University Student National Conference on December 22, 2017*. Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet. (in Thai)
- Savo, I., Dragan, M. and Miladin, B. 2012. Specificities of fruit freeze drying and product prices. **Economics of Agriculture** (59)3: 461-471.
- Sripawatakul, O., Tamtin, M. and Kosawatpat., P. 2021. The product development of fish rice- seasoning fish supplemented with green caviar. **Udon Thani Rajabhat University Journal of Sciences and Technology** 9(2): 69-82. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. 2015. **Dried fruits and vegetables (TCPS136/ 2015)** . Thai Community Product Standards. Available Source: <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>, April 25, 2023. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. 2019. **Rice seasoning from vegetables (TCPS459/2012)**. Thai Community Product Standards. Available Source: <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>, April 25, 2023. (in Thai)
- Watanachai, P. and Suktanarak, S. 2022. Development of basil-rice seasoning (Furikake) product supplemented with chaya leaves. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 17(2): 131- 140. (in Thai)