

Received: July 4, 2023; Revised: October 1, 2023; Accepted: October 12, 2023

ผลของการเสริมผงผักต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว
Effect of adding vegetable powders on Khao Kriap Wow
(puffed sticky rice) quality

ณัฐวลิณคณ เสรฐฐปรามอทย¹ พชรี ค่ำมา¹ไพรัตน์ ขวัญพนาลี¹ สุภัตรา สิริสธิรสุนทร¹
และนิตยา ภูงาม^{2*}

Natwalinkhol Sethapramote¹, Patcharee Khamma¹, Pairat Kwanpanalee¹,
Supatra Sirisathirasoonthorn¹ and Nittaya Phungam^{2*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จังหวัดตาก

¹Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Tak, Tak Province

²คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช. สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

²Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus, Surin Province

*Corresponding Author E-mail Address : nittaya.ph@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของผักที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้ง ผลการศึกษา พบว่า ข้าวเกรียบว่าวเสริมผักกาดกวางตุ้งได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.30, 7.06, 7.60 และ 7.63 ตามลำดับ การวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของข้าวเกรียบว่าวที่เสริมผงผักทั้ง 3 ชนิด พบว่า การเสริมผงผักส่งผลให้ข้าวเกรียบว่าวมีค่า L^* อยู่ในช่วง 40.98-42.26 ค่า a^* อยู่ในช่วง (-11.43)-(-13.40) และค่า b^* มีค่าอยู่ระหว่าง 34.22-35.08 ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในช่วง 0.33-0.34 และมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 8.02-8.15 จากการศึกษาอัตราส่วนของผงผักในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 4, 6 และ 8 เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว พบว่า การเติมผงผักกาดกวางตุ้งที่ปริมาณสูงส่งผลให้ค่าสี L^* , a^* , b^* และความชื้น มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้การเพิ่มผงผักในปริมาณมากขึ้นจะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของข้าวเกรียบว่าวเพิ่มขึ้น เมื่อทดสอบค่าความแข็งของข้าวเกรียบว่าว พบว่า ข้าวเกรียบว่าวที่เสริมผงผักกาดกวางตุ้งที่ ร้อยละ 6 มีค่าความแข็งสูงที่สุด เท่ากับ 1.71 นิวตัน และคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 7.30, 7.13 และ 7.06 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผัก ร้อยละ 6 พบว่า ปริมาณเถ้า โปรตีน และเยื่อใย เท่ากับ ร้อยละ 0.61, 7.18 และ 0.51 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวเกรียบว่าวสูตรพื้นฐาน ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ข้าวเกรียบว่าว ผงผัก องค์ประกอบทางเคมี

Abstract

The purpose of this research was to study the types of vegetables suitable for developing the Khao Kriap Wow (Puffed Sticky Rice) product, including kale, chinese cabbage, and chinese pakchoi. The results found that the sensory scores of Khao Kriap Wow supplemented with mock pakchoi in terms of color, texture, odor, and overall preference were 7.30, 7.06, 7.60, and 7.63, respectively. The investigation of color values (L^* , a^* and b^* values) of Khao Kriap Wow supplemented with all three types of vegetable powder revealed that the addition of vegetable powder resulted in decreased L^* values ranging from 40.98 to 42.26. The a^* values ranged from (-11.43) to (-13.40), whereas the b^* values ranged from 34.22 to 35.08. Khao Kriap Wow supplemented with vegetable powder had a free water content in the range of 0.33-0.34 and moisture content in the range of 8.02-8.15%. After that, the ratio of vegetable powder in the Khao Kriap Wow product was studied at 4 different levels, which were 0, 4, 6 and 8% respectively. The results showed that adding a higher amount of chinese pakchoi powder significantly reduced L^* , a^* , b^* and moisture content ($p \leq 0.05$). Additionally, adding a higher amount of vegetable powder results in an increase in the expansion rate of the Khao Kriap Wow product. When investigated the hardness of Khao Kriap Wow, the Khao Kriap Wow supplemented with 6% chinese pakchoi powder provided the highest in hardness value which was 1.71 N. It also received the highest sensory scores for color, flavor, and overall liking, with scores of 7.30, 7.13, and 7.06, respectively. Finally, the chemical composition of the Khao Kriap Wow supplemented with 6% vegetable powder were analyzed. It was found that the amounts of ash, protein and fiber were equal to 0.61, 7.18 and 0.51%, respectively, which were higher than those in the basic formula ($p \leq 0.05$).

Keywords: Khao Kriap Wow (puffed sticky rice), Vegetable powders, Chemical

บทนำ

ในสภาวะสังคมที่เร่ร่อนในปัจจุบัน มีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยวทดแทนอาหารมื้อหลัก โดยข้าวเกรียบว่าวถือเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพื้นบ้านชนิดหนึ่งที่มีมานาน ถือว่าเป็นภูมิปัญญาอาหารพื้นบ้านโดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำกันในระดับครัวเรือน ได้จากการนำข้าวเหนียวมาแช่น้ำแล้วนึ่งให้สุกหรือเพื่อความสะดวกและประหยัดเวลา อาจใช้เป็นแป้งข้าวเหนียวแทนได้ จากนั้นนำไปตำให้ละเอียดเติมน้ำตาล และส่วนผสมอื่น ๆ ผสมให้เข้ากัน แล้วทำให้เป็นแผ่นบาง นำไปทำแห้งโดยก่อนบริโภคต้องนำไปให้ความร้อนด้วยการอบหรือปิ้งด้วยเตาถ่านได้ข้าวเกรียบที่มีลักษณะกลม บาง มีสีขาว และมีขนาดใหญ่ ซึ่งเทคนิคต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ (สุพิชา, 2558) แต่อย่างไรก็ตามข้าวเกรียบว่าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย เนื่องจากมีแป้งข้าวเหนียว และน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลักทำให้มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบว่าวโดยการเสริมกลิ่นหอมของ (สุธรรมา และคณะ, 2564) จากงานวิจัย พบว่า การเสริมปริมาณกลิ่นหอมปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก แป้งข้าวเหนียวมีความชอบโดยรวมอยู่ระหว่างชอบปานกลางถึงชอบมาก นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับข้าวเกรียบว่าวด้วยการเสริมผงปลาหมึกแห้ง พบว่า ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหมึกแห้งในระดับ ร้อยละ 2 มีคุณภาพ

ด้านเคมีกายภาพ และทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด (ปพนพัชร และคณะ, 2564) แต่ยังไม่มีการศึกษาการเสริมผงผักในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่า คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำผักที่ตกเกรดหรือล้นตลาดมาเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก เป็นต้น ให้แก่ข้าวเกรียบว่า โดยผักคะน้าจัดเป็นพืชใบเขียวที่มีสีเขียวจัด ซึ่งเป็นผักที่บริโภคได้ทั้งใบไปจนถึงก้านมีวิตามินเอ และวิตามินซี ส่วนผักกาดฮ่องเต้เป็นผักที่มีวิตามินเอ และวิตามินซี เช่นเดียวกับผักคะน้า และมีแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม และฟอสฟอรัส (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2557) โดยแร่ธาตุ ได้แก่ เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม และแคลเซียม ที่มีในผักกวางตุ้งช่วยป้องกันโรคกระดูกพรุน และทำให้กระดูกแข็งแรง ซึ่งผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้งเป็นผักที่มีผลผลิตทางการเกษตรปริมาณมาก เนื่องจากผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นผักที่มีอยู่ในเมนูอาหารหลากหลายเมนูเกษตรกรทำการเพาะปลูกในปริมาณมาก เพราะเป็นพืชผักที่ปลูกง่ายข้อจำกัดในการปลูกน้อยจึงทำให้เป็นพืชที่หาได้ง่ายจึงทำให้ผลผลิตล้นตลาดและมีปัญหาด้านราคาตกต่ำตามมา

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคัดเลือกชนิดและปริมาณผักที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่า เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าเสริมผักที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นทางเลือกให้กับคนที่รักสุขภาพต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ อุปกรณ์

แป้งข้าวเหนียว (ตรา ช้างสามเศียร) น้ำตาลปี๊บ (ตรา ดอกกุหลาบแดงคู่) น้ำมันพืช (ตรา มรกต) ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้ง ได้มาจากตลาด จังหวัดตาก

2. วิธีการทดลอง

1) การศึกษาชนิดของผงผักที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบว่า

1.1 ขั้นตอนการเตรียมผงผัก

นำผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้ง จำนวน 10 กิโลกรัม นำมาล้างให้สะอาดพักให้สะเด็ดน้ำ นำผักไปลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จัดเรียงผักโดยไม่ซ้อนทับกันในถาดแล้วนำผักทั้ง 3 ชนิด มาอบด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Memmert รุ่น UN 45 ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที นำผักอบแห้งปั่นด้วยเครื่องปั่นผง (ยี่ห้อ Thairgrinder รุ่น G-200 ประเทศไทย) และร่อนด้วยตะแกรงความถี่ 60 เมช เก็บผงผักในถุงอูมิเนียมฟอยล์ ขนาดบรรจุ 500 กรัม เก็บที่อุณหภูมิห้อง (ดัดแปลงจาก วิจิตร และวชิรญา, 2563) ก่อนนำผงผักที่ได้จะนำไปผลิตข้าวเกรียบต่อไป

1.2 การศึกษาชนิดของผงผักที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบว่า

นำผงผักทั้ง 3 ชนิด คือ ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้ง จากข้อ 1.1 มาผลิตข้าวเกรียบว่า โดยดัดแปลงกรรมวิธีของ สุธรรมา และคณะ (2564) โดยนำแป้งข้าวเหนียว และผงผัก มาผสมกับน้ำเดือดจัด อัตราส่วน 2:1 มีอัตราส่วนผสมในแต่ละสูตร ดังตารางที่ 1 โดยปริมาณผงผักในสูตร คือ ร้อยละ 5 ของแป้งข้าวเหนียวนำไปตีในเครื่องผสม (Kitchen aid) (ยี่ห้อ Heavy duty รุ่น 5KPM50EWH ประเทศสหรัฐอเมริกา) ผสมด้วยความเร็วรอบอัตรา 2450 รอบ/นาที ให้เข้ากัน 10 นาที นำไปนึ่งไอน้ำร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำออกมาผสมในเครื่องผสมตีความเร็วรอบอัตรา 2450 รอบ/นาที ให้เนียน เป็นเวลา 20 นาที คลึงเป็นแผ่นขนาด 1.5 เซนติเมตร นำเข้าอบด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Memmert รุ่น UN 45 ประเทศเยอรมัน) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง 30 นาที แล้วนำไปทอดหม้อทอดไร้น้ำมัน

(ยี่ห้อ OTTO รุ่น CO-725 ประเทศไทย) อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที พลิกแผ่นข้าวเกรียบวาวทั้ง 2 ด้านให้สุกเท่ากัน จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาวเสริมผักชนิดที่ต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรพื้นฐาน	ชนิดของผงผัก		
		ผักคะน้า	ผักกาดฮ่องเต้	ผักกาดกวางตุ้ง
แป้งข้าวเหนียว	450	450	450	450
ผงผัก	0	22.5	22.5	22.5
น้ำเปล่า	300	300	300	300
น้ำตาลปีบ	100	100	100	100
น้ำมันพืช	40	40	40	40

1.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพเคมี กายภาพ และทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาวที่ผสมผงผัก 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกวางตุ้ง

1.2.1.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาว มาป่นให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่าด้วยเครื่องวัด Moisture balance (ยี่ห้อ OHAUS รุ่น MB25 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ คัดแปลงจาก สุธรรมา และธงชัย (2564)

1.2.1.2 วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาว มาป่นให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่าด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) (ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ คัดแปลงจาก สุธรรมา และธงชัย (2564)

1.2.1.3 วิเคราะห์ทางองค์ประกอบหลักอาหาร นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาวมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมันโดยวิธี Soxhlet extraction method ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method และปริมาณเยื่อใยรวม และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

1.2.1.4 การวัดอัตราการขยายตัว (เท่า) โดยวัดปริมาตรของแผ่นเกรียบวาวหลังการอบด้วยวิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา (Seed displacement method) อัตราการขยายตัวเท่ากับปริมาตรข้าวเกรียบวาวหลังการอบหารด้วยปริมาตรก่อนการอบ คัดแปลงจาก สุธรรมา และธงชัย (2564)

1.2.1.5 วิเคราะห์ค่าสี นำผลิตภัณฑ์ขนมข้าวเกรียบวาว มาป่นให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่าด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter (UltraScan VIS, Hunter Lab) ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึงความสว่างสีดำ และ 100 ความสว่างสีขาว) a* (เครื่องหมาย + หมายถึงสีแดง และ เครื่องหมาย - หมายถึงสีเขียว) และ b* (เครื่องหมาย + หมายถึงสีเหลือง และ เครื่องหมาย - หมายถึงสีน้ำเงิน) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ คัดแปลงจาก สุธรรมา และธงชัย (2564)

1.2.1.6 วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสนำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาว มาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) (TA.XT.plus; Stable micro systems Ltd.) ใช้หัวทดสอบขนาด P36 โดยทดสอบแรงกดสูงสุด (Maximum force; N) แสดงค่าความแข็ง (Hardness; N) ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาว ทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ

1.2.1.7 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวาว ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale test การให้คะแนนผลิตภัณฑ์ คือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 5 = เฉย ๆ และ 9 = ชอบมากที่สุด พิจารณาทางด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน โดยแบบทดสอบได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ RMUTL-IRB 064/2023

2) การศึกษาปริมาณผงผักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว

จากการคัดเลือกชนิดของผงผักที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 1 มาทำการศึกษาปริมาณผงผักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยทำการศึกษาปริมาณของผงผัก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 4, 6 และ 8 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว โดยมีอัตราส่วน แสดงในตารางที่ 2 มาผลิตเป็นข้าวเกรียบว่าวตามวิธีข้อ 1.2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี-กายภาพ คือ (ค่าสี อัตราการขยายตัว เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้น) และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point hedonic scale test

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวในปริมาณผงผักที่ผ่านการคัดเลือกจากหัวข้อที่ 1.2 แตกต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	ปริมาณผงผัก (ร้อยละ)			
	0	4	6	8
แป้งข้าวเหนียว	450	450	450	450
ผงผัก	0	18	27	36
น้ำเปล่า	300	300	300	300
น้ำตาลปีบ	100	100	100	100
น้ำมันพืช	40	40	40	40

3) การวิเคราะห์คุณภาพเคมี-กายภาพ และทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว

3.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว มาทดสอบหาค่าความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (รุ่น MB120; ยี่ห้อ OHAUS; ประเทศสหรัฐอเมริกา) เตรียมตัวอย่างบดให้ละเอียดชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ภาชนะใส่ตัวอย่างแล้วนำไปใส่เครื่องอินฟราเรดเพื่อวัดค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวทำการวัด 3 ซ้ำ บันทึกผลเพื่อหา

3.2 วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว มาทดสอบหาค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (รุ่น 4TE; ยี่ห้อ Aqua Lab; ประเทศสหรัฐอเมริกา) เตรียมตัวอย่างบดให้ละเอียดใส่ภาชนะใส่ตัวอย่างแล้วนำไปใส่ไปใส่เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระบันทึกค่าที่ได้โดยทำการวัด 3 ซ้ำ

3.3 วิเคราะห์ทางองค์ประกอบหลักอาหาร นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นแห้ง (ยี่ห้อ Thairgrinder รุ่น G-200 ประเทศจีน) เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มาวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet extraction method ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method และปริมาณเยื่อใยรวม และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

3.4 การวัดอัตราการขยายตัว (เท่า) โดยวัดปริมาตรของแผ่นเกรียบว่าวหลังการอบด้วยวิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา (Seed displacement method) อัตราการขยายตัวเท่ากับปริมาตรข้าวเกรียบว่าวหลังการอบหารด้วยปริมาตรก่อนการอบ (จริยา และนุชนตรง, 2560)

3.5 วิเคราะห์ค่าสี นำผลิตภัณฑ์ขนมข้าวเกรียบว่าว มาบดให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่าด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter (รุ่น Ultra Scan VIS; ยี่ห้อ Hunter Lab; ประเทศสหรัฐอเมริกา) ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100

โดย 0 หมายถึง ความสว่างสีดำ และ 100 ความสว่างสีขาว) a^* (เครื่องหมาย + หมายถึงสีแดง และ เครื่องหมาย - หมายถึง สีเขียว) และ b^* (เครื่องหมาย + หมายถึงสีเหลือง และ เครื่องหมาย - หมายถึงสีน้ำเงิน) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.6 วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสนำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว มาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) (TA.XT.plus, Stable micro systems Ltd.) ใช้หัวทดสอบขนาด P36 โดยทดสอบแรงกดสูงสุด (Maximum force; N) แสดงค่าความแข็ง (Hardness; N) ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว ทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ

3.7 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale test การให้คะแนนผลิตภัณฑ์คือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 5 = เฉย ๆ และ 9 = ชอบมากที่สุด พิจารณาทางด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน โดยแบบทดสอบได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เลขที่ RMUTL-IRB 064/2023

4) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและองค์ประกอบหลักอาหารของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ผ่านการคัดเลือก ในข้อที่ 2 มาทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคโดยทำการเก็บแบบสอบถามแบบ Central location test (CLT) ซึ่งแบบสอบถามแบ่งเป็นสามส่วนคือ ส่วนข้อมูลทั่วไป ส่วนพฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภค และส่วนการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผัก กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 200 คน โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนน ตามวิธี 5-Point hedonic scale test (5 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยแบบทดสอบได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เลขที่ RMUTL-IRB 064/2023

5) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) การประเมินการยอมรับของผู้บริโภค วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี วางแผนการทดลองแบบ t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สิ่งทดลองจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาชนิดของผงผักที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบว่าว

จากผลการศึกษาการเตรียมผงผัก ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้ง โดยการอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที พบว่า คุณภาพค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผงผักทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้ข้าวเกรียบว่าวมีค่าความสว่างต่ำ อยู่ในช่วง 40.98-42.26 ค่า a^* มีแนวโน้มเป็นสีเขียว มีค่าอยู่ในช่วง (-11.43)-(-13.40) และค่า b^* มีแนวโน้มเป็นสีเหลือง ในระดับที่สูง มีค่าอยู่ระหว่าง 34.22-35.08 จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าต่ำอยู่ในช่วง 0.33-0.34 สอดคล้องกับค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณต่ำ อยู่ในช่วง ร้อยละ 8.02-8.15 ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า a_w และค่าความชื้น ของผงผักกาดฮ่องเต้ ผักคะน้า และผักกาดกวางตุ้ง

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ชนิดของผงผัก		
	ผักกาดฮ่องเต้	ผักคะน้า	ผักกาดกวางตุ้ง
ค่าความสว่าง (L^*) ^{ns}	42.26±2.87	40.98±3.11	41.60±2.14
ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) ^{ns}	-12.22±0.58	-11.43±0.87	-13.40±2.59
ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ^{ns}	34.92±0.74	34.22±6.49	35.08±2.57
a_w ^{ns}	0.33±0.13	0.34±0.13	0.33±0.10
ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)	8.02±0.72	8.05±1.08	8.15±0.20

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$); ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n=3$)

เมื่อนำผงผักทั้งสามชนิดมาทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวโดยใช้ปริมาณผงผัก ร้อยละ 5 ของแป้งข้าวเหนียว พบว่า คุณภาพทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักทั้งสามชนิดมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นค่าความแข็งที่ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ในขณะที่ชนิดของผงผักที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4 จึงเห็นได้ว่าการเติมผงผักในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวส่งผลคุณภาพเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว แต่ในขณะที่เมื่อเติมผงผักต่างชนิดกันไม่ส่งผลต่อคุณภาพเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวของผักที่ต่างกัน

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวของชนิดผงผักที่ต่างกัน

คุณภาพทางเคมี-กายภาพ	ชนิดของผงผัก			
	พื้นฐาน	ผักคะน้า	ผักกาดฮ่องเต้	ผักกาดกวางตุ้ง
ค่าความสว่าง (L^*)	67.29±0.22 ^a	57.31±2.82 ^b	59.07±1.42 ^b	57.26±2.57 ^b
ค่าสีความเป็นสีแดง (a^*)	4.37±1.25 ^a	1.67±0.41 ^b	0.50±0.36 ^b	1.52±0.76 ^b
ค่าสีความเป็นสีเหลือง (b^*)	20.52±1.26 ^b	35.75±2.45 ^a	33.21±0.92 ^a	35.76±2.47 ^a
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	6.82±0.10 ^a	4.30±0.08 ^b	4.56±0.31 ^b	4.69±0.45 ^b
อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)	0.91±0.01 ^a	0.80±0.06 ^b	0.87±0.01 ^b	0.88±0.02 ^b
ความแข็ง (N) ^{ns}	1.67±0.11	1.46±0.11	1.58±0.11	1.46±0.11

หมายเหตุ: ^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$); ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n=3$)

จากการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวของชนิดผงผักที่ต่างกัน พบว่า ข้าวเกรียบว่าวผสมผงผักกาดกวางตุ้งมีคะแนนประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส สูงที่สุด เท่ากับ 7.30 และ 7.63 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบว่าวผสมผงผักชนิดอื่น ๆ ($p<0.05$) นอกจากนี้ข้าวเกรียบว่าวผสมผงผักกาดกวางตุ้งมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.76 แสดงดังตารางที่ 5 จึงเป็นผงผักที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปผลิตเป็นข้าวเกรียบว่าว

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวของชนิดผงผักที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ชนิดของผงผัก			
	พื้นฐาน	ผักกาดฮ่องเต้	ผักกาดกวางตุ้ง	ผักคะน้า
ลักษณะปรากฏ	6.53±1.25 ^c	6.56±1.10 ^c	7.30±1.26 ^a	6.80±1.42 ^b
สี	6.66±1.34 ^b	6.80±1.32 ^a	7.06±1.20 ^a	6.90±1.06 ^a
เนื้อสัมผัส	6.93±1.57 ^c	7.00±1.41 ^b	7.60±1.30 ^a	7.53±1.65 ^a
กลิ่นรส	5.03±2.00 ^c	6.56±1.65 ^b	7.63±1.10 ^a	6.50±1.27 ^b
ความชอบโดยรวม	6.20±1.39 ^b	6.50±1.47 ^b	7.76±1.00 ^a	7.53±0.78 ^a

หมายเหตุ: ^{a, b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n=3$)

2. ผลการศึกษาปริมาณของผงผักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว

ผลจากการศึกษาชนิดของผงผักที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบว่าว ในงานวิจัยเลือกผักกาดกวางตุ้งมาศึกษาปริมาณของผงผักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว (ร้อยละ 0, 4, 6 และ 8) พบว่า การเติมผงผักกาดกวางตุ้งเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวมีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 47.80, 41.17, 40.31 และ 37.28 ตามลำดับ ค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 5.87, 0.24, 0.16 และ 0.14 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 28.53, 27.47, 24.47 และ 17.75 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวที่เติมผงผักกาดกวางตุ้งเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความชื้นมีแนวโน้มลดลง เท่ากับ ร้อยละ 6.81, 4.92, 4.55 และ 4.29 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) และการเพิ่มผงผักมากขึ้นจะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของข้าวเกรียบว่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.86, 0.87, 0.87 และ 0.91 จากการวิเคราะห์ค่าความแข็งของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้งปริมาณ ร้อยละ 6 ส่งผลให้มีค่าความแข็งสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.71 N มีค่าใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) มีค่าเท่ากับ 1.79 N ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักที่ปริมาณแตกต่างกัน

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ปริมาณผงผัก (ร้อยละ)			
	0	4	6	8
ค่าความสว่าง (L^*)	47.80±2.64 ^a	41.17±1.95 ^b	40.31±1.54 ^c	37.28±0.87 ^d
ค่าสีความเป็นสีแดง (a^*)	5.87±1.32 ^a	0.24±0.13 ^b	0.16±0.16 ^c	0.14±0.04 ^d
ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)	28.53±0.34 ^a	27.47±0.69 ^b	24.47±0.69 ^c	17.75±0.69 ^d
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	6.81±0.10 ^a	4.92±0.06 ^b	4.55±0.30 ^c	4.29±0.07 ^d
อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)	0.86±0.01 ^b	0.87±0.02 ^b	0.87±0.02 ^b	0.91±0.05 ^a
ความแข็ง (N)	1.79±0.10 ^a	1.32±0.10 ^b	1.71±0.10 ^a	1.40±0.10 ^b

หมายเหตุ: ^{a, b, c, d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n=3$)

การเสริมผงผักกวางตุ้งในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ปริมาณแตกต่างกัน พบว่า ไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ และด้านสี ($p > 0.05$) พบว่า ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักที่ระดับ ร้อยละ 4 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.03 และ 7.00 ทั้งนี้สูตรที่เสริมผงผัก ร้อยละ 6 มีคุณลักษณะด้านกลิ่น และรสชาติสูงที่สุด เท่ากับ 7.13 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ ($p \leq 0.05$) และจากการทดสอบ

คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม พบว่า ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผัก ร้อยละ 6 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด เท่ากับ 7.06 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรเสริมผงผัก ร้อยละ 0 (ควบคุม) และ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.93 และ 6.46 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้งที่ปริมาณแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ปริมาณผงผัก (ร้อยละ)			
	0	4	6	8
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.70±1.39	6.16±1.59	6.26±1.46	6.53±1.65
สี ^{ns}	6.86±1.40	6.93±1.36	7.30±1.00	6.50±1.71
เนื้อสัมผัส	7.50±1.07 ^a	7.03±1.84 ^b	7.00±1.91 ^b	6.46±1.94 ^c
กลิ่นรส	5.93±1.74 ^{bc}	6.46±2.06 ^b	7.13±1.30 ^a	5.50±1.88 ^c
ความชอบโดยรวม	6.86±1.69 ^a	6.93±1.92 ^a	7.06±0.70 ^a	6.13±1.67 ^b

หมายเหตุ: ^{a, b, c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกวางตุ้ง

จากการศึกษาองค์ประกอบหลักทางอาหาร พบว่า ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกวางตุ้ง ร้อยละ 6 มีปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน และปริมาณเส้นใยสูงกว่าข้าวเกรียบว่าวสูตรพื้นฐาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.61, 7.18 และ 0.51 ตามลำดับ แต่มีปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต และความชื้นลดลง เท่ากับ ร้อยละ 5.63, 83.90 และ 2.68 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้ง

องค์ประกอบหลักทางอาหาร (ร้อยละ)	ชนิดของข้าวเกรียบ	
	ข้าวเกรียบว่าวสูตรพื้นฐาน	ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้ง ร้อยละ 6
ปริมาณเถ้า	0.26±0.01 ^b	0.61±0.01 ^a
ปริมาณโปรตีน	5.80±0.04 ^b	7.18±0.01 ^a
ปริมาณเส้นใย	0.22±0.01 ^b	0.51±0.03 ^a
ปริมาณไขมัน	6.95±0.04 ^a	5.63±0.01 ^b
ปริมาณความชื้น ^{ns}	2.98±0.03	2.68±0.01
คาร์โบไฮเดรต ^{ns}	84.01±0.03	83.90±0.00

หมายเหตุ: ^{a, b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$); ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกวางตุ้งมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 200 คน ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนน ตามวิธี 5-Point hedonic scale test พบว่า คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส (ผัก) รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และ ความชอบโดยรวม เท่ากับ 4.27, 4.59, 4.50, 4.57, 4.57 และ 4.57 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าการยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 9 ในการทดสอบผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็น ร้อยละ 53.0 และมีอายุส่วนใหญ่ 20-30 ปี ร้อยละ 44.0 รองลงมาคือ อายุ 31-40 ปี ร้อยละ 29.0 และมีอาชีพนักศึกษา ร้อยละ 39.0 รองลงมาคือ ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 27.0 ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าอร่อยผงผัก และให้การยอมรับและซื้อต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าอร่อยผงผัก ร้อยละ 100

ตารางที่ 9 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าอร่อยผงผักกวางตุ้ง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ยความชอบ
ลักษณะปรากฏ	4.27±0.58
สี	4.59±0.53
กลิ่นรส (ผัก)	4.50±0.56
รสชาติ	4.57±0.49
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	4.57±0.49
ความชอบโดยรวม	4.57±0.49

การอภิปรายผล

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพด้านสี ค่าความชื้น และ ค่า a_w ของผงผัก 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และ ผักกาดกวางตุ้ง แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เนื่องจากผงผักทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะสีเขียวจากธรรมชาติที่คล้ายคลึงกันผ่านกระบวนการเตรียมที่เหมือนกัน ได้แก่ การนำผักลงในน้ำที่มีการเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุในการเปลี่ยนแปลงสีของผัก (นิธิยา, 2557) ในการยับยั้งการเปลี่ยนสีของผักก่อนนำไปอบควรมีการแช่กรดซิตริกก่อนเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase) (ภฤติกา และสุนทร, 2560) ดังนั้นการลวกน้ำร้อนที่มีโซเดียมคลอไรด์ และแช่ในสารละลายกรดซิตริกจึงส่งผลให้ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของผงผักทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้การนำผักไปทำแห้งด้วยการควบคุมสภาวะอุณหภูมิเท่ากันมีผลให้ค่าความชื้น และค่า a_w มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน จากการนำผงผัก 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้งมาผลิตข้าวเกรียบว่า พบว่า ข้าวเกรียบว่ามีค่า L^* , a^* และ b^* ลดลง สอดคล้องกับค่า L^* , a^* และ b^* ในตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม เนื่องจากการเติมผงผักที่มีลักษณะเป็นสีเขียวที่เกิดจากองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุตามธรรมชาติของพืช (สุรรัตน์, 2546)

เมื่อนำมาผสมในแป้งที่มีสีขาวจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏเป็นสีเขียวตามวัตถุดิบที่เสริมเข้าไปจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L^* , a^* และ b^* ลดลง และเมื่อนำผงผักเสริมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่า พบว่า มีแนวโน้มอัตราการขยายตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน เนื่องจากผงผักที่เสริมเข้าไปกับแป้งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ แม้ว่าแป้งที่เติมเข้าไปจะมีสมบัติในการอุ้มน้ำสูงแต่ภายในส่วนผสมมีสัดส่วนของผงผักเสริมเข้าไปจึงมีการพองตัว หรือการขยายตัวที่ต่ำ ข้าวเกรียบว่าสูตรพื้นฐานมีอัตราการขยายตัวที่สูงเพราะแป้งข้าวเหนียวมีเม็ดสตาร์ชที่มีสมบัติการอุ้มน้ำเมื่อโดนความร้อนมีผลให้ทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของอะไมโลเพกตินจนเกิดการคลายตัวลงและจะจับตัวกับโมเลกุลของน้ำในส่วนผสมหรือเกิดการอุ้มน้ำเข้าไปภายในเม็ดสตาร์ชทำให้พองตัวขึ้นเรื่อย ๆ และเกิดความหนืดเรียกว่า การเกิดเจลลิตินเซชัน (Gelatinization) ถ้าให้ความร้อนเพิ่มขึ้นต่อไปทำให้เม็ดสตาร์ชถูกทำลายส่งผลให้โมเลกุลของอะไมโลเพกตินและอะไมโลสแตกตัวออกจากเม็ดสตาร์ชแขวนลอยในส่วนผสม เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นเกิดการคืนตัว (Retrogradation) ทำให้มีลักษณะเป็นเจลเกิดขึ้น (อรอนงค์, 2550) เมื่อนำไปย่างหรืออบจึงมีอัตราการขยายตัวสูงกว่าการเติมผงผักเข้าไปจะมีผลต่อ

การขยายตัวและการพองตัวของข้าวเกรียบ (Nurul et al., 2010; Neiva et al., 2011) องค์ประกอบที่ขัดขวางการพองตัวและขยายตัว จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ข้าวเกรียบว่าวที่เติมผักกาดกวางตุ้งได้รับคะแนนด้านสีและความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากผักกาดกวางตุ้งมีกลิ่นที่เหม็นเขียวน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรเสริมผักชนิดอื่น ๆ เมื่อนำไปลวกจะช่วยลดกลิ่นเหม็นเขียวได้มากขึ้น และมีลักษณะปรากฏเป็นสีเขียวธรรมชาติจึงส่งผลให้ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

จากผลการเสริมผงผักกาดกวางตุ้งในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0, 4, 6 และ 8 พบว่า ค่า L^* , a^* และ b^* มีค่าลดลง เนื่องจากการเติมผงผักที่มีลักษณะเป็นสีเขียวเมื่อนำมาผสมในแป้งที่มีสีขาวจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเขียวตามวัตถุดิบที่เสริมเข้าไปทำให้เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์ค่าความสว่างจึงมีค่าลดลงตามปริมาณผงผักที่มีปริมาณสูงขึ้นและมีผลให้ค่าความเป็นสีแดง และสีเหลืองลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมผงผักกวางตุ้งในส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวมีผลให้ค่า a_w และค่าความชื้น เพราะผงผักที่เสริมเข้าไปมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ เมื่อนำไปผสมในอัตราส่วนที่สูงขึ้นและอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวที่มีปริมาณลดลง โดยปกติแป้งข้าวเหนียวมีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดีเนื่องจากแป้งข้าวเหนียวมีองค์ประกอบของอะไมโลเพกตินเป็นส่วนมาก ซึ่งโมเลกุลของอะไมโลเพกตินตัวนี้เมื่อยึดโยงจับกันตามลักษณะโครงสร้างการแตกแขนง แล้วโครงสร้างของแป้งที่มีโมเลกุลสามารถมารวมจับกับน้ำและอุ้มน้ำได้ดี ข้าวเหนียวจึงพองตัวได้ดีเมื่อเจอความร้อนและสามารถจับตัวกันเป็นก้อน (จันทร์เพ็ญ, 2550) แต่มีอัตราส่วนของแป้งลดลงแล้วมีผงผักเข้ามาแทนที่สัดส่วนของแป้งจึงทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงเนื่องจากผงผักเป็นวัตถุดิบที่ผ่านการลวกและอบส่งผลให้โครงสร้างเนื้อเยื่อของผักเกิดการเสียสภาพไปและเมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งโครงสร้างเนื้อเยื่อของผักมีการจัดเรียงตัวกันใหม่ความเป็นรูพรุนมีปริมาณน้อยลงจึงส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง ดังนั้นเมื่อนำมาผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวและนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปจึงส่งผลให้ค่าความชื้นและค่า a_w มีค่าลดลงตามไปด้วย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้ง เปรียบเทียบกับข้าวเกรียบว่าวสูตรพื้นฐาน พบว่า ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้งมีปริมาณโปรตีน เส้นใยอาหาร และเถ้า สูงกว่าสูตรพื้นฐาน เนื่องจากผงผักกาดกวางตุ้งมีปริมาณโปรตีน เส้นใย และเถ้าเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 1.5, 1.1 และ 1.6 ตามลำดับ (สำนักโภชนาการ, 2561) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เสาวนีย์ และอบเชย (2560) กล่าวไว้ว่า ข้าวเกรียบงาสูตรทดแทนปลายข้าวสีเหลือง ร้อยละ 75 มีปริมาณโปรตีน และใยอาหารมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน เมื่อนำมาผสมกับแป้งข้าวเหนียวและส่วนผสมอื่น ๆ จึงส่งผลให้ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้งมีองค์ประกอบทางเคมีสูงขึ้นกว่าข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

บทสรุป

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผัก จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดกวางตุ้ง พบว่า ผงผักกาดกวางตุ้งเหมาะสมที่สุดในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว เนื่องจากได้คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสทุกด้านสูงที่สุด เมื่อนำผงผักกาดกวางตุ้งเสริมในข้าวเกรียบว่าวที่ปริมาณต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0 (ควบคุม), 4, 6 และ 8 แสดงให้เห็นว่า ผงผักกาดกวางตุ้ง ร้อยละ 6 เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบว่าวมากที่สุด เพราะมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรอื่น ๆ และเมื่อนำข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักกาดกวางตุ้ง ร้อยละ 6 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณเถ้า โปรตีน และเส้นใยสูงกว่าข้าวเกรียบว่าวสูตรพื้นฐาน เมื่อนำไปทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 200 คน พบว่า ให้การยอมรับและซื้อต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผัก ร้อยละ 100 จึงอาจสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงผักเป็นผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณนักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัย และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่สนับสนุนการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กฤติกา โพธิ์เย็น และสุนทรี สุวรรณสินธุ์. (2560). ผลของการลวกและการใช้กรดต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแก่งวันผิง. รายงานการวิจัย. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- จริญญา สุขจันทร์ และนุชนันดา ตาเยะ. (2560). การพัฒนาข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง. รายงานการวิจัย. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา.
- จันทร์เพ็ญ ไชยน้อย. (2550). ผลของคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้งผสม (แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุ) ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร และโภชนาการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิธิยา รัตนานนท์. (2557). เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.
- ปนพพัชร ภัทรจิตต์วิสัย และพรพาณี ชูเชิด. (2564). การผลิตข้าวเหนียวอบกรอบเสริมปลาหมึกอบแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 20(2): 173-182.
- วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิรญา เหลียวตระกูล. (2563). ผลการเตรียมชั้นต้นและอุณหภูมิการทำแห้งต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมีและปริมาณจุลินทรีย์ของผักพื้นบ้านอบแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.). 29(1): 135-145.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง องค์การมหาชน. (2557). ประโยชน์ของผักกวางตุ้ง หวานอร่อย วิตามินเยอะ สรรพคุณเพียบ. ค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2566. <https://food.trueid.net/detail/DbKqQW1ZnJ3r>.
- เสาวนีย์ ลาตน้อย และอบเชย วงศ์ทอง. (2560). การพัฒนากระบวนการผลิตและคุณภาพข้าวเกรียบจากปลายข้าวลินเหล็ก. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12(2): 19-27.
- สุพิชา วัฒนปรีชานนท์. (2558). การทำข้าวเกรียบวุ้นให้พองโดยใช้เครื่องไมโครเวฟร่วมกับอินฟราเรดแบบต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุริรัตน์ แซ่ลิ้ม. (2546). การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในผักบ่งชี้ที่รูดด้วยสารต่างชนิด โดยวิธี ยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม.
- สุธรรมา สุทธิโสภณ และธงชัย ศรีเมือง. (2564). การผลิตข้าวเกรียบวุ้นกล้วยหอมทอง. รายงานการวิจัย. สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ.

สำนักโภชนาการ. (2561). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. ค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2566.

<https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-food-composition-table>.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). ข้าว. รายงานการวิจัย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

AOAC (2000). Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Neiva C.R.P., Machado T.M., Tomita R.Y., Furlan E.F., Lemos Neto M.J. and Bastos D.H.M. (2011). Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. Cienc Tecnol Aliment Campinas. 31(4): 973-979.

Nurul H., Ang L.L., Chung X.Y. and Herpandi. (2010). Chemical composition, colour and linearexpansion properties of malaysian commercial fish cracker (keropok). Asian Journal of Food and Agro-Industry. 3(05): 473-482.