

Research Article

การผลิตข้าวเหนียวอบพองกรอบเสริมปลาทูน่าอบแห้ง

Production of Puff Sticky Rice Fortified with Tuna Powder

ปพนพัชร ภัทรจิตวิวัฒน์¹ และ พรพจน์ ชูเชิด^{1*}

Paponpat Pattarathitawat¹ and Pornpachon Chuchird^{1*}

¹ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย

¹ Department of Food and Nutrition Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

*E-mail: Pornpachon_c@rmutt.ac.th

Received: 29/12/2020; Revised: 29/04/2021; Accepted: 25/06/2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหาสูตรข้าวเหนียวอบพองกรอบเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งที่เหมาะสม เพื่อนำมาพัฒนาเป็นของว่างเพิ่มปริมาณโปรตีน ทำการศึกษาโดยแปรผันระดับของปลาทูน่าอบแห้งผง เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง ทำการศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ สเกลความชอบแบบ 9 ระดับ (9 points hedonic scales) สี (L^* a^* b^*) ปริมาณความชื้น ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าการพองตัว ทำการศึกษารเปรียบเทียบในตัวอย่างทั้ง 3 ข้าวเหนียวอบพองเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในระดับร้อยละ 2 มีคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เคมีและ ภายนอก สูงที่สุด โดยผู้บริโภคให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ 7.00 (ชอบปานกลาง) ด้านสี 6.63 (ชอบ) ด้านกลิ่น 6.77 (ชอบ) ด้านรสชาติ 6.43 (ชอบ) ด้านความกรอบ 7.27 (ชอบปานกลาง) ด้านความพองตัว 7.40 (ชอบปานกลาง) และความชอบโดยรวม 7.13 (ชอบปานกลาง) คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีพบว่ามีความสว่าง (L^*) 54.77 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) 5.57 ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) 21.13 ค่าความแข็ง 0.29 ค่าaw 0.38 อัตราการพองตัว 3.86 เท่า ความชื้นก่อนอบ 11.62 และความชื้นหลังอบ 5.41 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว, ข้าวเหนียวอบพองกรอบ, ปลาทูน่าผง, รสมีโซะ, พัฒนาผลิตภัณฑ์

Abstract

This research was aimed to study appropriate quantity of Tuna powder. The appropriated quantity of Tuna powder were varied at 2 4 and 6% of sticky rice flour. All of samples were analyzed sensory quality using 9 points hedonics scales color (L^* a^* b^*) moisture content (%) water activity (a_w) expansion volume. All of quality data were compared. It was found that Tuna powder effected to flavor, overall acceptance, L^* , hardness, water activity and moisture content (after). The consumers highest accepted at 2% of tuna powder. It showed appearance color flavor taste crispyness expansion and overall acceptant at 7.00 6.63 6.77 6.43 7.27 7.40 and 7.13 respectively. The physical and chemical quality in puff sticky rice was conducted in color (L^* a^* b^*) texture (hardness) water activity (a_w) expansion and Moisture content (before and after). The research showed that lightness (L^*) 54.77 redness (a^*) 5.57 yellowness (b^*) 21.13 hardness 0.29 N a_w 0.38 expansion 3.86 and Moisture content before 11.62 and after 5.41 respectively.

Keywords: Sticky rice, Puff sticky rice, tuna powder, miso flavor, product development

บทนำ

ข้าวเกรียบว้าวเป็นผลิตภัณฑ์พื้นเมือง ได้จากการนำข้าวเหนียวมาแช่น้ำแล้วนำไปนึ่งให้สุก หรือใช้แป้งข้าวเหนียวแทน ทำให้ละเอียด แล้วเติมส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาล ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปรีดเป็นแผ่นบาง นำไปทำให้แห้ง และก่อนบริโภคต้องนำมาให้ความร้อนด้วยการปิ้งบนเตาถ่าน จะได้ข้าวเกรียบว้าวที่มีลักษณะแผ่นกลม บาง สีขาว และขนาดใหญ่ ซึ่งข้าวเกรียบว้าวนี้มีส่วนประกอบของแป้งและน้ำตาลในปริมาณสูงแต่มีโปรตีนต่ำ จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ (Thatsanee, 2010)

กรรมวิธีในการผลิตข้าวเกรียบว้าว ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การแช่น้ำ เป็นการทำให้ข้าวสารเหนียวเกิดการอ่อนตัวลง ซึ่งทำได้โดยนำข้าวสารเหนียวไปแช่น้ำเป็นเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมง
2. การนึ่ง เป็นขั้นตอนการทำให้อาหารสุกด้วยไอน้ำ
3. การตำข้าวหรือการนวดผสม ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ จะต้องตำข้าวจนได้ข้าวที่แหลกละเอียดจริงๆ ไม่เช่นนั้นเวลาที่ปิ้งออกมาจะได้ข้าวเกรียบว้าวที่มีลักษณะไม่สวย ในขั้นตอนนี้จะมีการผสมน้ำตาลเพื่อเพิ่มรสชาติให้กับข้าวเหนียว ซึ่งจะทำให้การผสมหลังจากข้าวเหนียวถูกตามอย่างละเอียดและเกิดการเกาะตัวกันได้ดีแล้ว โดยจะค่อยๆทยอยเติมน้ำตาลลงไป จากนั้นตำต่อจนน้ำตาลและข้าวเหนียวผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันในปัจจุบันมีการพัฒนาการผลิตข้าวเกรียบว้าวโดยการใช้แป้งข้าวเหนียวแทนการใช้ข้าวเหนียวเพื่อลดเวลาในการผลิต (Panphen, 2001)

4. การเจาะ การทำให้เป็นแผ่นบางๆ ข้าวเกรียบที่มีชั้นบาง จะมีการพองตัวได้ดีกว่าข้าวเกรียบที่หนา ถ้ารีดเป็นแผ่นที่หนามากเกินไป เมื่อนำไปตากแดดจะทำให้แห้งช้า เวลาปิ้งจะพองตัวได้น้อยและช้า เนื้อแข็ง และขึ้นรูปไม่สวย แต่ถ้าลดความหนาของแผ่นข้าวเกรียบลง จะทำให้เกิดการพองตัวเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากแผ่นข้าวเกรียบบางเกินไป เวลาปิ้งจะแตกง่าย และถ้าแผ่นข้าวเกรียบมีความหนาและบางไม่เท่ากัน เวลาตากแดดจะทำให้แห้งไม่เท่ากัน เมื่อนำไปปิ้งจะเกิดการพองตัวไม่สม่ำเสมอและส่วนที่ไม่โป่งพองจะมีลักษณะแข็งเป็นไต

5. การทำแห้ง คือ การใช้ความร้อนในการกำจัดน้ำออกจากอาหาร การอบแห้งข้าวเกรียบจะใช้อุณหภูมิในการอบแห้งประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งความชื้นลดต่ำลงเหลือประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก จะส่งผลให้ข้าวเกรียบมีลักษณะการขยายตัวที่ดี ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับทำข้าวเกรียบที่ผ่านการทำแห้งแล้ว ควรมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 8-12 อย่างไรก็ตามถ้าข้าวเกรียบมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 7-8 จะส่งผลให้ข้าวเกรียบร้าว และแตกได้ง่าย แต่ถ้าข้าวเกรียบมีความชื้นสูงเกินไป เมื่อพองตัวจะทำให้เกิดรูพรุนขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้าง ไม่มีความสม่ำเสมอ ซึ่งจะแสดงถึงลักษณะของข้าวเกรียบคุณภาพต่ำ

6. การปิ้งหรือการย่าง เป็นการทำให้อาหารสุก โดยก่อนที่จะรับประทานข้าวเกรียบว่า จะต้องนำไปปิ้งหรือย่างก่อนด้วยการใช้ไฟอ่อนๆ ซึ่งในสมัยก่อนนิยมทำการปิ้งข้าวเกรียบว่ากันโดยใช้เชื้อเพลิงจำพวกไม้ฟืน โดยต้องหมั่นพลิกกลับไปมาให้สุกทั่วกันทั้งสองด้าน

ปลาทูน่า เป็นปลาทะเลน้ำลึกที่มีขนาดใหญ่ เนื้อของปลาทูน่าจะมีสีชมพูหรือแดงเข้มต่างจากปลาทั่วไปที่มีเนื้อสีขาว เนื้อของปลาทูน่าจะอุดมไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 โปรตีน วิตามินบี ธาตุซิลิเนียมและไอโอดีนที่ช่วยป้องกันโรคคอพอกในเด็ก มี DHA และ EPA ช่วยเสริมสร้างพัฒนาการทางสมองและร่างกายให้กับเด็กในวัยที่กำลังเจริญเติบโต (Sineewan, 2019)

มิโซะเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักของญี่ปุ่นที่มีวัตถุดิบเป็นข้าว ข้าวบาร์เลย์และถั่วเหลือง ขั้นตอนการทำมิโซะทำได้ดังนี้คือ การนำข้าวสุกหรือข้าวบาร์เลย์มาเคี่ยวเชื้อแอสเพอร์จิลลัสออไรเซ (Aspergillus oryzae) และบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าเป็นเวลา 48-50 ชั่วโมง ทำให้ได้โคจิของข้าวออกมา ในโคจิประกอบด้วยเอนไซม์สำคัญที่ผลิตโดยรา เช่น เอนไซม์โปรติเอสและอะไมเลส เพื่อย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในวัตถุดิบให้เป็นกรดอะมิโน น้ำตาลโมเลกุลคู่และโมเลกุลเดี่ยว ตามลำดับ รวมทั้งโมเลกุลสารที่ทำให้มิโซะมีกลิ่นรสที่ดี จากนั้นจะมีการเติมน้ำเกลือลงไปโคจิเพื่อรักษาสภาพของเอนไซม์และยับยั้งการเจริญของรา และทำการเติมน้ำตาลลงไปในส่วนผสมของถั่วเหลืองซึ่งสุกคละเอียดยกก่อนที่จะเติมน้ำเพื่อให้ได้ส่วนผสมของแข็งให้อยู่ในระหว่าง 50-52 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจะมีการเติมแลคติกแอซิด แบคทีเรีย (lactic acid bacteria) และยีสต์ลงไปในส่วนผสมและทำการหมักในสภาพปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 3 สัปดาห์ถึง 3 ปี (ตามชนิดของมิโซะที่ต้องการ) จนหมักได้ที่แล้วจึงนำผลผลิตที่ได้มาบดทำการฆ่าเชื้อและบรรจุภัณฑ์ (Siriporn, 1994)

ในปัจจุบันความนิยมในการบริโภคขนมขบเคี้ยวได้รับความนิยม แต่องค์ประกอบส่วนใหญ่ของขนมขบเคี้ยวประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต และมีการเติมแต่งกลิ่นรส เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีเมื่อบริโภคส่งผลทำให้เกิดภาวะ

โรคอ้วนหรือภาวะโภชนาการเกินได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวอบพองกรอบให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น โดยการนำเนื้อปลาทูน่าที่เหลือจากกระบวนการผลิตปลาทูน่ารมควันมาเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวอบพองกรอบ เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวอบพองกรอบ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากเนื้อปลาทูน่าให้มีความหลากหลายมากขึ้น

วิธีการทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมผงปลาทูน่าอบแห้ง

นำเนื้อปลาทูน่า (*Thunnus tonggol*) ไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำเนื้อปลาทูน่าอบแห้งไปบดด้วยเครื่องโม่แป้งให้เป็นผงละเอียด นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส

การผลิตข้าวเหนียวอบพองกรอบโดยใช้สูตรของ Supicha (2015)

มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 53 น้ำตาลทรายร้อยละ 11 น้ำร้อนร้อยละ 36 น้ำมันพืชสำหรับทาพิมพ์ ขั้นตอนการผลิตทำได้ดังนี้

1. ทำการผสมแป้งข้าวเหนียว น้ำตาล และน้ำร้อนให้เข้ากัน นวด เป็นเวลา 5-10 นาที
2. นำส่วนผสมที่นวดเรียบร้อยแล้วแบ่งเป็นก้อนขนาด 50 กรัม
3. รีดเป็นแผ่นบาง ๆ ในถุงพลาสติกที่ทำด้วยน้ำมันพืช
4. นำไปนึ่งบนลังถึง ใช้เวลา 5 นาที
5. นำแผ่นแป้งไปอบแห้งไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง
6. จากนั้นนำตัวอย่างแห้งที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวอบพองกรอบ

1. การศึกษาปริมาณผงปลาทูน่าอบแห้งที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวอบพองกรอบ

ทำการเสริมปริมาณของผงปลาทูน่าอบแห้ง โดยแปรผันปริมาณผงปลาทูน่าอบแห้งเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว จากนั้นนำตัวอย่างข้าวเหนียวอบพองกรอบมาทำวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

ค่าสี L^* a^* และ b^* โดยใช้เครื่อง Colorimeter (Minolta co., Ltd, Osaka, Japan)

ค่า Water Activity โดยใช้เครื่อง Aqualab water activity meter (model series 3, Decagon Device Inc., Pullman, USA.)

ค่าความแข็ง โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer (TA-XT2 Plus, Stable microsystems Co., Ltd., Surrey, UK)

อัตราการพองตัวด้วยการแทนที่ในเมล็ดงา (Seed displacement) ตามวิธีการของ Segnini et al., 2004

ปริมาณความชื้น AOAC, 2000

ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ ทดสอบความชอบแบบ 9 Points Hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Rung Test เพื่อคัดเลือกหาปริมาณผงปลาที่เหมาะสม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทำการเสริมปริมาณของผงปลาทูน่าอบแห้งลงในข้าวเกรียบว่าว โดยแปรปริมาณผงปลาทูน่าเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว จากนั้นนำไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความพองตัว และความชอบโดยรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่า

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณผงปลาทูน่าอบแห้ง (ร้อยละ)		
	2	4	6
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.00 ± 1.41	6.97 ± 0.89	6.90 ± 1.24
สี ^{ns}	6.63 ± 1.40	6.80 ± 0.93	6.57 ± 1.22
กลิ่น	6.77 ^a ± 1.04	6.47 ^{ab} ± 1.33	5.97 ^b ± 1.35
รสชาติ ^{ns}	6.43 ± 1.68	5.83 ± 1.39	5.67 ± 1.35
ความกรอบ ^{ns}	7.27 ± 1.20	7.17 ± 0.91	7.23 ± 1.17
ความพองตัว ^{ns}	7.40 ± 1.16	7.07 ± 0.83	7.07 ± 1.11
ความชอบโดยรวม	7.13 ^a ± 1.01	6.57 ^b ± 1.01	6.43 ^b ± 1.10

*ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าทั้ง 3 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความกรอบ และความพองตัว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่ามีความชอบในแต่ละด้านอยู่ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้ 6.90-7.00, 6.57-6.80, 5.67-6.43, 7.17-7.27 และ 6.43-7.13 ตามลำดับ ด้าน กลิ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าในปริมาณ

ร้อยละ 2 และ 4 มากที่สุดด้วยคะแนนความชอบ 6.77 และ 6.47 ตามลำดับ รองลงมาคือข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูนานใน ปริมาณร้อยละ 6 ด้วยคะแนนความชอบ 5.97 เนื่องจากผงปลาทูนานมีกลิ่นค่อนข้างแรง การนำผงปลาทูนานมาใส่ในข้าวเกรียบว่าวในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ข้าวเกรียบว่าวมีกลิ่นที่แรง จึงมีผลต่อความ ชอบด้านกลิ่นของผู้บริโภคได้ ด้าน ความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูนานในปริมาณ ร้อยละ 2 มากที่สุดด้วยคะแนนความชอบ 7.13 รองลงมาคือข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูนานในปริมาณร้อยละ 4 และ 6 ด้วยคะแนนความชอบ 6.57 และ 6.43 ตามลำดับ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบว่าวเสริมผง

ตารางที่ 2 ลักษณะของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูนาน

ปริมาณผงปลาทูนาน (ร้อยละ)	รูปภาพ	ลักษณะ
1		- มีลักษณะเป็นแผ่นสีเหลืองสีน้ำตาลอ่อน มีจุดสีน้ำตาลเล็กน้อย - มีลักษณะการพองตัวดีทั่วทั้งแผ่น กรอบ - รสชาติหวาน
2		- มีลักษณะเป็นแผ่นสีเหลืองสีน้ำตาลอ่อน มีจุดสีน้ำตาล - มีลักษณะการพองตัวดีทั่วทั้งแผ่น กรอบ - รสชาติหวาน มีกลิ่นปลาทูนาน
3		- มีลักษณะเป็นแผ่นสีเหลืองสีน้ำตาลอ่อน มีจุดสีน้ำตาลกระจายทั่วทั้งแผ่น - มีลักษณะการพองตัวดี มีบางจุดที่ไม่พองทำให้แข็ง - รสชาติหวาน มีกลิ่นปลาทูนานแรง

ปลา หนุ่ โดยแปรปริมาณผงปลาหนุ่เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้ง ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบว่าวแสดงในตารางที่ 2

จากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหนุ่อบแห้งด้วยการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* วัดค่า Water Activity ค่าความแข็ง อัตราการพองตัวด้วยเมล็ดงา (Seed displacement) และความชื้น ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหนุ่อบแห้ง

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณผงปลาหนุ่อบแห้ง (ร้อยละ)		
	2	4	6
ค่าสี			
L^*	58.80 ^a ± 0.78	52.87 ^c ± 0.65	54.77 ^b ± 1.27
a^* ^{ns}	4.47 ± 0.38	3.60 ± 0.53	5.57 ± 1.52
b^* ^{ns}	19.27 ± 0.95	17.77 ± 1.37	21.13 ± 3.78
ความแข็ง (N)	0.59 ^a ± 0.02	0.51 ^b ± 0.03	0.29 ^c ± 0.01
a_w	0.28 ^c ± 0.00	0.35 ^b ± 0.01	0.38 ^a ± 0.00
อัตราการพองตัว (เท่า) ^{ns}	7.83 ± 2.73	5.77 ± 1.12	3.86 ± 0.16
ความชื้น (ร้อยละ)			
ก่อนอบ ^{ns}	11.05 ± 1.40	13.14 ± 1.89	11.62 ± 1.07
หลังอบ	4.42 ^b ± 0.51	5.81 ^a ± 0.27	5.41 ^{ab} ± 0.55

*ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหนุ่อบแห้งด้วยการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* วัดค่า Water Activity ค่าความแข็ง อัตราการพองตัวด้วยเมล็ดงา (Seed displacement) และความชื้น ค่าสี L^* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหนุ่อบแห้งในปริมาณร้อยละ 2 มีค่าเฉลี่ยค่าความสว่างสูงที่สุดเป็น 58.80 ทำให้มีความสว่างมากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหนุ่อบแห้งในปริมาณร้อยละ 6 มีค่าเฉลี่ยเป็น 54.77 และข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาหนุ่อบแห้งในปริมาณร้อยละ 4 มีค่าเฉลี่ยความสว่างน้อยที่สุดเป็น 52.87 ทำให้มีความสว่างน้อยที่สุด ซึ่งเกิดจากผงปลาหนุ่อบแห้งมีสีน้ำตาลเมื่อใส่ในข้าวเกรียบว่าวจึงทำให้ความสว่างของข้าวเกรียบว่าวลดลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Adisara and Nattamol (2014) ที่ได้กล่าวว่าปริมาณของเนื้อปลา

ผลต่อการลดลงของค่าสีโดยเฉพาะค่าความสว่าง นอกจากนี้โมเลกุลของแอมิโลสที่มีอยู่ในแป้งเมื่อถูกทำให้สุกและปล่อยให้เย็นตัวลงจะเกิดการเรียงตัวใหม่ของแอมิโลสทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นผลึกส่งผลทำให้ข้าวเกรียบมีลักษณะที่ทึบมีผลต่อค่าความสว่างลดลงค่าสี (Nanthaya et al., 2019) ด้านค่าสี a^* ของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง พบว่าข้าวเกรียบว่าวมีค่าความเป็นสีแดงและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 6, 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ย $+a^* 5.57$, $+a^* 4.47$ และ $+a^* 3.60$ ตามลำดับ ข้าวเกรียบว่าวมีสีขาวอมน้ำตาลอ่อน เกิดจากผงปลาทูน่าที่ใส่ลงไป ด้านค่าสี b^* ของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง พบว่าข้าวเกรียบว่าวมีค่าความเป็นสีเหลืองและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 6, 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ย $+b^* 21.13$, $+b^* 19.27$ และ $+b^* 17.77$ ตามลำดับ

ค่าความแข็ง (Hardness) จากการวิเคราะห์พบว่าความแข็งของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 2 มีค่าเฉลี่ยค่าความแข็งสูงที่สุดเป็น 0.59 N รองลงมาคือข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 4 มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.51 N และข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 6 มีค่าเฉลี่ยค่าความแข็งน้อยที่สุดเป็น 0.29 N ทั้งนี้อาจเกิดจากการเรียงตัวของแอมิโลสเมื่อมีการเติมเนื้อปลาทูน่าเพิ่มจะมีผลต่อการลดการเกิดการเรียงตัวเป็นผลึกของแอมิโลสเมื่อเย็นตัวลง (Nanthaya et al., 2019) จึงทำให้ค่าความแข็งของข้าวเกรียบลดลง

ค่า a_w จากการศึกษพบว่าค่า a_w ของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 6 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 0.38 รองลงมาคือข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 4 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 และ 0.28 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวทำให้สามารถจัดให้เป็นอาหารในกลุ่มที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งสามารถที่จะทำให้เกิดการเก็บรักษาไว้ได้นาน (Sumonta, 2002)

ค่าอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวสูตรเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง พบว่าข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง มีอัตราการพองตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 2, 4 และ 6 มีอัตราการพองตัวเท่ากับ 7.83, 5.77 และ 3.86 เท่าตามลำดับ ค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งก่อนอบ พบว่าค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 4, 6 และ 2 มีค่าเฉลี่ยความชื้นเท่ากับร้อยละ 13.14, 11.62 และ 11.05 ตามลำดับ ค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งหลังอบ พบว่าค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทูน่าอบแห้งในปริมาณร้อยละ 4 มีค่าเฉลี่ยความชื้นหลังอบสูงที่สุดเป็น ร้อยละ 5.81 รองลงมาคือข้าวเกรียบว่าวเสริม

ผงปลาทุ่นอบแห้งในปริมาณร้อยละ 6 และ 2 มีค่าเฉลี่ยความชื้นหลังอบเท่ากับร้อยละ 5.41 และ 4.42 ตามลำดับ ทั้งนี้ความชื้นก่อนอบและปริมาณเนื้อปลาที่มีผลต่อค่าการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว เนื่องจาก หากปริมาณความชื้นเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ต่ำจะทำให้เกิดการพองตัวได้ดีเพราะจะทำให้โครงสร้างของแป้งเกาะตัวกันแน่นเกิดทำให้เกิดการดันตัวออกมาได้มากในขณะที่ข้าวเกรียบที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูงจะทำให้โครงสร้างแป้งเกาะตัวกันหลวม ทำให้ลดการเกิดการพองตัวได้ (Adisara and Nattamol, 2014) เมื่อพิจารณาจากผลความชื้นก่อนอบซึ่งเป็นความชื้นของข้าวเกรียบก่อนที่จะนำไปทำให้เกิดการพองจะพบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าการพองตัวเปรียบเทียบพบว่าให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน แต่อัตราการพองตัวที่แตกต่างกันอาจเนื่องจากปริมาณโปรตีนเนื้อปลาที่มีอยู่ในข้าวเกรียบส่งผลให้อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบลดลง จากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวเสริมผงปลาทุ่นอบแห้งทั้ง 3 ระดับ พบว่าข้าวเกรียบว่าวที่เสริมปริมาณผงปลาทุ่นอบแห้งในปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักแป้งเป็นปริมาณที่ได้การยอมรับมากที่สุด โดยค่าความสว่างของข้าวเกรียบว่าวปริมาณร้อยละ 2 มีค่าความสว่างสูงสุด ข้าวเกรียบว่าวมีสีขาวนวลมีจุดสีน้ำตาลเล็กน้อยที่เกิดจากผงปลาทุ่นอบแห้ง ค่า a_w และค่าความชื้นของข้าวเกรียบว่าวในปริมาณร้อยละ 2 มีปริมาณน้อยที่สุด จึงส่งผลให้ข้าวเกรียบว่าวมีการพองตัวมากที่สุด สอดคล้องกับคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆ จะพบว่า มีปริมาณความชื้นและปริมาณ a_w ที่สูงจึงจะส่งผลต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในระยะยาวทำให้ลดการยอมรับของผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงเลือกข้าวเกรียบว่าวเสริมปริมาณผงปลาทุ่นอบแห้งปริมาณร้อยละ 2 เป็นสูตรที่ดีที่สุด

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณทุ่นอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 2 จะทำให้มีความชอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความพองตัว และความชอบโดยรวม คือ 7.00, 6.63, 6.77, 6.43, 7.27, 7.40 และ 7.13 ตามลำดับ มีค่าคุณภาพทางเคมี กายภาพ ดังนี้ สี ($L^* a^* b^*$) 58.80, 4.47 และ 19.27 ด้านเนื้อสัมผัส ค่าความแข็ง 0.59 N ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.28 อัตราการพองตัว 7.83 เท่า ปริมาณความชื้นทั้งหมดก่อนอบ ร้อยละ 11.05 และหลังอบ 4.42

เอกสารอ้างอิง

- AOAC, B. A. M. (2000). *Association of official analytical chemists. official method of analytical* (17th ed.). Maryland: Gaithersburg, Md.: AOAC international.
- Chosungnern, P. (2001). Rice Cracker (Kao Phong). *Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi*. (in Thai)
- Limsuwan, T. (2010). *Knowledge of rice food*. Amarin Publishing Bangkok. (in Thai)
- Mopoung, R., Tassana-Udom, U., & Yodphet, A. (2019). Effect of Wheat Flour Content on Characteristics of Spicy Fermented Fish Paste Crackers. *Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal*, 11(13), 1-14.
- Segnini, S., Pedreschi, F., & Dejmek, P., (2004). Volume measurement method of potato chips. *International Journal of Food properties*, 7(1), 37-44.
- Stonsaovapak, S. (1994). Miso: Soybean Fermented food. *Food Journal*, 3(24), 209-212.
- Tanpiphat, S. (2019). *Canned Tuna*. <https://www.amarin babyandkids.com/food-nutrition/kidsnutrition/tuna-can/>
- Tantasuttikul, A., & Samuankid, N. (2014). Development of Seasoning Fish Cracker. *Rajabhat Agriculture Journal*, 13(1), 71-79.
- Wattanaprachanon, S. (2015). *Production of Rice snak (Khaw Keriwb Waw) by Microwave infrared*. Kasetsart University. (in Thai)
- Wattanasinth, S. (2002). *Food Microbiology*. Thammasat Publishing. (in Thai)