การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ**

Development of Cracker Supplemented with Jasmine Rice Bran Powder**

โสรัจ วรชุม อินเกต และ ผกาวดี ภู่จันทร์*
[1]หลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Sorat worachum Inket and Pakawadee Phugan*
[1]Home Economics, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ โดยการเสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 15 25 และ 35 ของน้ำหนักแป้ง จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 25 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15 การเสริมผงรำข้าวหอมมะลิที่ ร้อยละ 25 พบว่าช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร วิตามิน B1 และ วิตามิน B3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.48 จากสูตรพื้นฐาน โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 25 ใน 100 กรัม มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 15.71±0.10 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 66.95±0.12 ไขมันร้อยละ 8.24±0.11 ความชื้นร้อยละ 6.81±0.06 เถ้าร้อยละ 2.29±0.09 ใยอาหาร 4.32±0.07 กรัม วิตามิน B1 1.68±0.13 มิลลิกรัม และวิตามิน B3 0.19±0.10 มิลลิกรัม การเสริมผงรำข้าวหอมมะลิในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น และมีค่าความกรอบเพิ่มขึ้น สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบพบว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนด จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบที่มีใยอาหารและวิตามินสูง เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่สนใจอาหารเพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ: ขนมปังกรอบ รำข้าว

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: Pakawadee@psru.ac.th

**กิตติกรรมประกาศ งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุนสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Abstract

The research aimed to develop a cracker product with enhanced nutrition, to study consumer's acceptance, and to explore chemical composition of the product by using jasmine rice bran powder supplement of 15, 25 and 35 percent of the starch weight. The result of the 100 consumers' acceptance study show that the customer's highest satisfaction value was for the product with 25 percent jasmine rice bran powder supplement, with no significant difference compared to the 15 percent jasmine rice bran powder supplement. The 25 percent jasmine rice bran powder supplement had increased nutritional value of protein, fat, carbohydrate, fiber, Vitamin B1, and Vitamin B3; the fiber increased by 31.48 percent from the normal composition. From the study of the chemical composition, it was indicated that the 100 grams of the product with 25% jasmine rice bran powder supplement was comprised of protein 15.71±0.10%, carbohydrate 66.95± 0.12%, fat 8.24±0.11%, moisture 6.81±0.06%, ash 2.29±0.09%, fiber 4.32±0.07 grams, vitamin B1 1.68±0.13 mg. and vitamin B3 0.19±0.10 mg. Increasing jasmine rice bran powder in volume resulted in a slightly increased a_w value of the product, and reduced the brightness. Moreover, the product was darker and had a higher crispy value. The microbial quality complies with the standard of community products. This research it created a functional food cracker, high in vitamins and fiber, for health-conscious consumers

Keywords: Cracker, Bran

บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของคนไทยมากขึ้น ขนมปังกรอบเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อีกอย่างหนึ่งที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภค เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบมีรสชาติอร่อย รับประทานง่าย สะดวกต่อการพกพา และมีอายุการเก็บรักษานาน ทำให้มีอุตสาหกรรมการผลิตเติบโตอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แต่ด้านใยอาหารที่มีประโยชน์ยังมีน้อย เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นแป้งสาลี (Puechkamut & Phewnim, 2011) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบมีคุณค่าทางโภชนาการน้อย ประกอบกับพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกมีพื้นที่ทำการเกษตรมากโดยเฉพาะการปลูกข้าวคิดเป็นร้อยละ 60 ของพื้นที่ทางการเกษตรทั้งหมด มีผลผลิต 1,758,327 ตัน (Phitsanulok Provincial Agricultural Extension Office, 2016) และผลิตผลที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเป็น ข้าวสาร ปลายข้าว รำละเอียด รำหยาบ และแกลบ (Khon Kaen Rice Seed Center, 2009) ในกระบวนการสีข้าวนอกจากจะได้เมล็ดข้าวเป็นผลผลิตหลัก ยังมีผลิตผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการได้แก่ จมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดหรือที่เรียกว่า “รำข้าวละเอียด” อีกประมาณร้อยละ 10.5 ของข้าวทั้งเมล็ด (Queen Sirikit Heart Center of the Northeast Khonkaen University, 2012) รำข้าวละเอียดมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ใยอาหาร และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วย วิตามินอี วิตามิน B1 (Thiamine) และวิตามิน B3 (Niacin) รวมไปถึงเกลือแร่ เช่น แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม และสังกะสี (Saunders, 1990) และจากการศึกษาของ Tubsree moungpluan (2012) พบว่า หลังจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหารน้ำมันรำข้าวและจมูกข้าว กลุ่มผู้บริโภคมีสุขภาพโดยรวมดีขึ้น คือ นอนหลับสนิท หายจากอาการอ่อนเพลีย ผิวพรรณสดใส อารมณ์ดี และมีการขับถ่ายดีเป็นปกติ นอกจากนี้รำข้าวยังประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์สำคัญในปริมาณสูง เช่น Ferulic acid, ɣ-oryzanol, Inositol, Hexaphosphate, Campesterol, b-sitosterol, Linoleic, Tocopherol, Tocotrienol, Salicylic acid, Caffeic acid, Coumaric acid และ Tricin โดยสารดังกล่าวมีประโยชน์ต่อร่างกายในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจและโรคมะเร็ง (Ryan, 2011) ปัจจุบันในจังหวัดพิษณุโลก รำข้าวมีราคาถูก เนื่องจากส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้ในการทำอาหารเลี้ยงสัตว์ โดยทั่วไปราคาของรำข้าวประมาณกิโลกรัมละ 4 - 5 บาท ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นถึงประโยชน์ของรำข้าว โดยคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมรำข้าวหอมมะลิ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการเพิ่มทางเลือกหนึ่งแก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงรำข้าวหอมมะลิ

1.1 การเตรียมผงรำข้าวหอมมะลิ

เตรียมผงรำข้าวละเอียด โดยการคัดเลือกรำข้าวหอมมะลิ (พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105) ชนิดรำละเอียด จากโรงสีข้าว อ.พรหมพิราม จ. พิษณุโลก นำมาอบด้วยเตาอบไฟฟ้าอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (Nindo et al., 2003) นาน 15 - 20 นาที จนรำข้าวมีกลิ่นหอม นำรำข้าวที่ผ่านการอบมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารแห้ง จนละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้งขนาด 30 เมช จะได้ผงรำข้าวหอมมะลิ ทำการเก็บใส่ภาชนะบรรจุเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 - 8 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

1.2 การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีผงรำข้าวหอมมะลิ

1.2.1 วิตามิน B1 (Thiamine) และ วิตามิน B3 (Niacin) ตามวิธีของ AOAC (2000)

1.2.2 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ตามวิธีของ AOAC (2000)

2. การศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด

ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมปังกรอบ โดยการผลิตขนมปังต้นแบบ 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (Thumrongchote et al., 2005) สูตรที่ 2 (Maeban, 2009) สูตรที่ 3 (Sriratanaalam, 2015) แสดงส่วนผสมในตารางที่ 1 และแสดงวิธีการผลิตขนมปังกรอบในข้อ 2.1 - 2.3 และทำการผลิตขนมปังกรอบตามวิธีการของผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังกล่าว จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบทั้ง 3 สูตร ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 - Point Hedonic Scales พิจารณาทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์จากค่า 1 - 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) (Chamber IV & Wolf, 1996) เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนความชอบสูงสุด

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐาน		
	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
แป้งขนมปัง	1300	2750	900
ยีสต์แห้งชนิดผง	15	30	9
น้ำเย็น	750	750	-
น้ำอุ่น	-	-	510
นมผงขาดมันเนย	60	-	-
น้ำตาลทรายขาว	60	250	-
เกลือป่น	15	45	15
เนยขาว	80	150	-
ไข่ไก่	1 ฟอง	3 ฟอง	-
นมสด	-	750	-
สารเสริมคุณภาพ (K.S.505)	-	45	-

หมายเหตุ : สูตรที่ 1 (Thumrongchote et al., 2005) สูตรที่ 2 (Maeban, 2009) สูตรที่ 3 (Sriratanaalam, 2015)

2.1 วิธีการผลิตขนมปังกรอบ สูตรที่ 1

ส่วนผสมที่ 1 (Sponge)

1. เคล้าแป้งขนมปังที่ร่อนแล้ว 1000 กรัม กับยีสต์ผงพอเข้ากัน เทลงในเครื่องตี ใช้หัวตีรูปตะขอ

2. เทน้ำเย็น 550 กรัม ลงไปนวดกับแป้ง ใช้ความเร็วในการนวดปานกลาง นวดจนแป้งสามารถเป็นก้อน นำก้อนแป้งที่ได้ไปหมักในภาชนะที่ทาไขมันบางๆ จนขึ้นเป็น 2 เท่า ใช้เวลาประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง

ส่วนผสมที่ 2 (Sponge - Dough)

1. เคล้าแป้งขนมปังที่เหลือกับนมผง ให้เข้ากันเทลงในเครื่องตี ใช้หัวตีรูปตะขอ

2. เทน้ำเย็นลงไป ใส่ไข่ไก่ลงไปในของเหลว คนให้เข้ากัน เทลงไปรวมกับแป้งในเครื่องนวด ใช้พายยางตะล่อมให้ส่วนผสมเข้ากัน ฉีกก้อน Sponge ที่หมักจนขึ้นฟูดีแล้ว เป็นก้อนกลมเล็กๆ นวดรวมกับแป้งในข้อ 2 ใส่เนยขาวนวดต่อจนเนียน หมักในภาชนะที่ทาไขมันบางๆ พักไว้ประมาณ 60 นาที จากนั้นตัดโดก้อนละ 500 กรัม คลึงให้กลม พักต่ออีก 15 นาทีหรือจนกระทั่งขึ้นเป็น 2 เท่า

3. คลึงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านกว้างให้เล็กกว่าพิมพ์ที่จะอบประมาณ 1 นิ้ว ด้านยาวเท่ากับพิมพ์ม้วนให้เป็นรูปหมอน บีบรอยต่อให้สนิท วางในพิมพ์ที่ทาไขมัน กดให้แป้งแบนเสมอกัน ปิดฝาพักให้ขึ้นได้เกือบเต็มพิมพ์

4. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ ประมาณ 30 นาที แล้วทำการเปิดฝาอบต่ออีก 5 นาทีหรือจนกระทั่งสุก เอาออกจากเตาอบ นำขนมปังออกจากพิมพ์วางบนตะแกรงพักทิ้งให้เย็นนำไปตัดเป็นแผ่นบางๆ ทาเนย นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ ประมาณ 10-15 นาที หรือจนขนมปังสุกเหลืองกรอบ

2.2 วิธีการผลิตขนมปังกรอบ สูตรที่ 2

1. เคล้าแป้งขนมปังที่ร่อนแล้วกับสารเสริมคุณภาพ (K.S.505) ใส่อ่างผสม เติมยีสต์ผงพอเข้ากัน พักไว้ จากนั้นผสมไข่ไก่ นมสด น้ำเย็น น้ำตาลทราย และเกลือ ลงในอ่างผสมคนให้เข้ากัน

2. นำส่วนผสมในข้อ 1 นวดพอเข้ากัน ใส่เนยขาว นวดต่อจนเนื้อเนียน จึงนำออกมาพักไว้ 15 - 20 นาที แบ่งแป้งก้อนละ 500 - 800 กรัม พักไว้อีก 10 นาที แล้วม้วนแป้งเป็นท่อนกลมยาว ใส่พิมพ์ปิดฝา พักแป้งไว้จนขึ้นฟู นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส ประมาณ 45 - 50 นาทีหรือจนกระทั่งสุก เอาออกจากเตาอบแล้วนำขนมปังออกจากพิมพ์วางบนตะแกรงพักทิ้งให้เย็นนำไปตัดเป็นแผ่นบาง ๆ นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 - 15 นาที หรือจนขนมปังสุกเหลืองกรอบ

2.3 วิธีการผลิตขนมปังกรอบ สูตรที่ 3

เคล้าแป้งขนมปังที่ร่อนแล้วกับยีสต์ผงและเกลือพอเข้ากัน พักไว้ เกลี่ยตรงกลางให้เป็นหลุม เติมน้ำอุ่น คลุกส่วนผสมทั้งหมดต่อให้เข้ากันนวดจนเป็นก้อน วางก้อนแป้งลงบนกระดานนวดแป้งหรือโต๊ะสะอาด ใช้มือค่อย ๆ นวดให้เข้ากันจนเป็นก้อน ใช้ฝ่ามือส่วนล่างรีดแป้งให้ยืดออกแล้วพับครึ่งลงมานวดต่อจนเนื้อเนียนและจับตัวเป็นก้อนกลม ใส่พิมพ์ที่มีฝาปิด พักให้ขึ้น นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 - 30 นาทีหรือจนกระทั่งสุก เอาออกจากเตาอบแล้วนำขนมปังออกจากพิมพ์วางบนตะแกรงพักทิ้งให้เย็นนำไปตัดเป็นแผ่น นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 - 15 นาที หรือจนขนมปังสุกเหลืองกรอบ

3. การศึกษาปริมาณรำข้าวที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

นำผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดจากข้อ 2 มาเสริมผงรำข้าวหอมมะลิลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐาน ในปริมาณร้อยละ 0 15 25 และ 35 ของน้ำหนักแป้ง และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการทดสอบคุณภาพดังนี้

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 - Point Hedonic Scales พิจารณาทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์จากค่า 1 - 9 (1 = ไม่ชอบมาก ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิที่ได้คะแนนความชอบสูงสุด

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1 ค่าสี L* a* b* วัดค่าด้วยเครื่องวัดสี (Color Reader CR -10, Japan) รายงานเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง – เขียว (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง – น้ำเงิน (b*)

3.2.2 ค่า a_w รายงานเป็นค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ (Rotbonic Hygrolab รุ่น Alimentatore AC1207 PER AW)

3.2.3 ค่าความกรอบ วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ (Texture Analyzer รุ่น TA. XT. plus) โดยทำการทดสอบในลักษณะของแรงกด ด้วยการกด 3 จุด (3-Point Bending test) ความเร็วในการกด 1 mm/s กดจนกระทั่งแผ่นตัวอย่างขนมปังกรอบแตกออกจากกัน ระยะทางที่ตัวอย่างต้านแรงกดก่อนที่จะแตกหักใช้เป็นค่าความกรอบ ทำซ้ำตัวอย่างละ 10 ครั้ง

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิที่ได้คะแนนความชอบสูงสุด

3.3.1 วิตามิน B1 (Thiamine) และ วิตามิน B3 (Niacin) ตามวิธีของ AOAC (2000)

3.3.2 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ตามวิธีของ AOAC (2000)

3.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังกรอบเลขที่ มผช. 523/2555 ได้แก่

3.4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.2 แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.4.3 สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.5 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.6 เอสเชอริเชีย โคไล ต้องน้อยกว่า 3 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.7 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนี ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) สำหรับทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference Test (LSD) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงรำข้าวหอมมะลิ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงรำข้าวหอมมะลิ พบว่าในผงรำข้าวหอมมะลิ 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณสูง ร้อยละ 64.22 เส้นใยอาหารร้อยละ 6.36 มีวิตามิน B1 0.473 มิลลิกรัม และวิตามิน B3 0.20 มิลลิกรัม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของผงรำข้าวหอมมะลิใน 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละของน้ำหนัก)
ความชื้น	10.22±0.11
โปรตีน	13.76±0.08
เถ้า	4.24±0.12
ไขมัน	7.56±0.05
คาร์โบไฮเดรต	64.22±0.10
ใยอาหาร	6.36±0.07 กรัม ต่อ 100 กรัม
วิตามิน B1 (Thiamine)	0.473±0.04 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
วิตามิน B3 (Niacin)	0.20±0.09 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

2. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐาน ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งพิจารณาในเรื่องของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรที่ 1 Thumrongchote et al. (2005) ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมทุกคุณลักษณะสูงกว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรที่ 2 Maeban (2009) และสูตรที่ 3 Sriratanaalam (2015) ($p \leq 0.05$) ตามลำดับ อาจเป็นผลมาจากขนมปังสูตรที่ 1 มีลักษณะที่กรอบร่วน มีกลิ่นหอมของนมมากกว่าสูตรอื่น (ตารางที่ 3) จึงเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรที่ 1 เพื่อทำการศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐาน		
	ขนมปังสูตร 1	ขนมปังสูตร 2	ขนมปังสูตร 3
ลักษณะที่ปรากฏ	8.70±0.06[a]	7.48±0.09[b]	6.78±0.08[c]
สี	8.08±0.10[a]	7.30±0.06[b]	6.38±0.07[c]
กลิ่น	8.40±0.07[a]	7.30±0.06[b]	6.40±0.07[c]
รสชาติ	8.60±0.07[a]	7.40±0.07[b]	6.60±0.07[c]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	8.50±0.07[a]	7.40±0.07[b]	6.50±0.07[c]
ความชอบโดยรวม	8.60±0.07[a]	7.40±0.07[b]	6.50±0.07[c]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบ 100 ซ้ำ

ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการศึกษาปริมาณผงรำข้าวที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

3.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

จากการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15 25 35 ของน้ำหนักแป้ง พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรที่ 2 (เสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 25) ได้รับคะแนนการยอมรับทุกคุณลักษณะ มาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรที่ 2 มีกลิ่นหอมมากกว่าขนมปังกรอบสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 นอกจากนี้การเสริมผงรำข้าวหอมมะลิจะช่วยให้กลิ่นรสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ เมื่อเติมลงในปริมาณที่เหมาะสม จึงเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรที่ 2 เพื่อทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

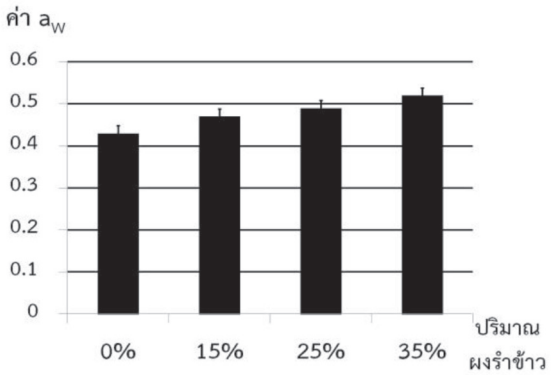
คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ		
	สูตรที่ 1 รำข้าว (15%)	สูตรที่ 2 รำข้าว (25%)	สูตรที่ 3 รำข้าว (35%)
ลักษณะที่ปรากฏ	6.90±0.16^{ab}	7.34±0.13^{a}	6.58±0.14^{b}
สี	6.90±0.17^{a}	7.00±0.16^{a}	6.38±0.16^{b}
กลิ่น	6.64±0.16^{b}	6.98±0.17^{a}	6.24±0.18^{b}
รสชาติ	6.74±0.20^{a}	6.92±0.21^{a}	5.78±0.17^{b}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.68±0.20^{a}	6.90±0.17^{a}	5.90±0.18^{b}
ความชอบโดยรวม	7.04±0.18^{a}	7.14±0.19^{a}	6.20±0.18^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบ 100 ซ้ำ
ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

3.2.1 ค่า a_w

จากการทดลองนำผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15 25 และ 35 ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวมีค่า a_w เพิ่มขึ้นเมื่อเสริมผงรำข้าวในปริมาณสูงขึ้น (ภาพที่ 1) อาจเป็นผลมาจากในรำข้าวมีส่วนประกอบของน้ำมันประมาณ 16 - 32% จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น (Gunstone, 1996) อย่างไรก็ตามการเสริมผงรำข้าวหอมมะลิในปริมาณสูงสุด (ร้อยละ 35) ยังคงมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งอยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ (Pornchalempong & Pattanpanone, 2016)



ภาพที่ 1 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 0 15 25 และ 35

3.2.2 ค่าสี L*a*b*

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพทางด้านค่าสี (L*) ค่าความสว่าง (a*) ค่าสีแดง (b*) ค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ พบว่าเมื่อเสริมผงรำข้าวในปริมาณสูงขึ้นผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบมีค่าความสว่างลดลง ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากการเสริมผงรำข้าว เนื่องจากรำข้าวมีลักษณะที่เป็นผงละเอียด มีสีเหลือง - สีน้ำตาลอ่อน (Saunders, 1990) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าสี L*a*b* ของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

ขนมปังกรอบ	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
สูตรพื้นฐาน	88.11±0.05	11.17±0.09	15.97±0.11
รำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15	71.04±0.07	6.24±0.16	24.68±0.14
รำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 25	63.78±0.04	6.45±0.15	27.76±0.13
รำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 35	54.05±0.06	3.85±0.15	28.62±0.16

3.2.3 ค่าความกรอบ

จากการทดลองนำผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ทั้ง 3 สูตรการทดลอง ทำการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ค่าความกรอบ) พบว่า เมื่อเติมผงรำข้าวในปริมาณมากขึ้นผลิตภัณฑ์มีค่าความกรอบเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความกรอบของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมรำข้าวหอมมะลิ

คุณลักษณะ	รำข้าว 0%	รำข้าว 15%	รำข้าว 25%	รำข้าว 35%
ค่าความกรอบ (กรัม)	498.89±73.43	718.92±93.08	966.81±96.75	1440.37±339.07

3.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 25 ใน 100 กรัม พบว่า ในผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ มีเส้นใยอาหารสูง และมีวิตามิน B1 และ วิตามิน B3 เพิ่มขึ้นจากสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบสูตรพื้นฐานและผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 25 ใน 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	สูตรพื้นฐาน ปริมาณ (ร้อยละ)	เสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 25 ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น *	7.70±0.11	6.81±0.06
โปรตีน *	15.22±0.14	15.71±0.10
เถ้า *	2.76±0.09	2.29±0.09
ไขมัน *	7.92±0.10	8.24±0.11
คาร์โบไฮเดรต *	66.40±0.13	66.95±0.12
ใยอาหาร *	1.36±0.11 กรัม ต่อ 100 กรัม	4.32±0.07 กรัม ต่อ 100 กรัม
วิตามิน B1 (Thiamine) *	0.176±0.12 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม	1.68±0.13 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
วิตามิน B3 (Niacin) *	0.06±0.10 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม	0.19±0.10 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังกรอบเลขที่ มผช.523/2555 พบว่า คุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 25

รายการทดสอบจุลินทรีย์	ผลการทดสอบ (ปริมาณ)
Total Plate Count	2.1×10^2 Cfu/g
Salmonella spp.	Not Detected
Staphylococcus aureus	<10 est. Cfu/g
Bacillus cereus	<10 Cfu/g
Clostridium perfringens	<10 Cfu/g
Escherichia coli	<3 MPN/g
Yeast and Mold	<10 est. Cfu/g

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15 25 35 ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15 และ 25 มากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 35 อาจเป็นผลมาจากการเติมผงรำข้าวในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลให้เนื้อสัมผัสของขนมปังกรอบมีความแข็งเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srijesdaruk & Uriyapongson (2008) ได้ทำการศึกษาเรื่องกระบวนการรักษาสภาพรำข้าวเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมรำข้าวที่ระดับร้อยละ 10 15 และ 20 พบว่าคุกกี้เสริมรำข้าวร้อยละ 10 ซึ่งเป็นระดับที่น้อยที่สุดได้รับการยอมรับสูงสุด และจากการศึกษา ค่า a_w และค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าว พบว่าเมื่อเติมผงรำข้าวในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ ค่า a_w อาจเป็นผลมาจากในรำข้าวมีส่วนประกอบของน้ำมันประมาณ 16 - 32% จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น (Gunstone, 1996) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.55 ซึ่งอยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ (Pornchalempong & Pattanpanone, 2016) ค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaisatien (1993) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ โดยการประเมินค่าความแข็ง พบว่าเมื่อผสมรำข้าวที่ระดับเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของคุกกี้จะเพิ่มขึ้น จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง และวิตามิน B1 และ B3 เพิ่มขึ้นจากสูตรพื้นฐาน อาจเป็นผลมาจากรำข้าว เนื่องจากรำข้าวประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และวิตามินสูง จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิจึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินและใยอาหาร ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัตถุดิบจากผลพลอยได้ทางการเกษตร

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ โดยการเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 15 25 และ 35 ของน้ำหนักแป้ง จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 25 (ของน้ำหนักแป้ง) มากที่สุด และจากการทดสอบองค์ประกอบทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 25 มีโปรตีนร้อยละ 15.71±0.10 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 66.95±0.12 ไขมันร้อยละ 8.24±0.11 ความชื้นร้อยละ 6.81±0.06 เถ้า ร้อยละ 2.29±0.09 ใยอาหาร 4.32±0.07 g/100 g วิตามิน B1 1.68±0.13 mg/100 g และวิตามิน B3 0.19±0.10 mg/100 g การเสริมผงรำข้าวหอมมะลิในปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีค่าความสว่างลดลง ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังส่งผลให้

ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิมีค่าความกรอบเพิ่มขึ้น คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์พบว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังกรอบเลขที่ มผช.523/2555 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเส้นใยอาหาร วิตามิน B1 และวิตามิน B3 เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรพื้นฐาน

References

A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis.* (17th ed.), Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.

Chamber IV, E. & Wolf, M.B. (1996). *Sensory testing methods.* 2nd ed. Philadelphia: USA. American Society for Testing and Materials. USA.

Chaisatien, K. (1993). *Rice Bran as a Source of Dietary Fiber in Low-Calorie Cookies.* Department of Food Technology, Chulalongkorn University.

Gunstone, F. (1996). *Fatty Acid and Lipid Chemistry.* Chapman & Hall, New York.

Khon Kaen Rice Seed Center. (2009). *Rice Seed Message.* Retrieved April 6, 2016, fromhttp://www.ricethailand.go.th/rice_11Nov09.pdf.

Maeban. (2009). *THE BREAD BOOK.* Bangkok: Maeban.

Nindo, C.I., Sun, T., Wang, S.W., Tang, J. & Powers, J.R. (2003). Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie,* 36, 507-516.

Phitsanulok Provincial Agricultural Extension office. (2016). *Basic data.* Retrieved June 10, 2016, from http://Chmthai.onep.go.th/chm/doc.

Pornchalempong, P. & Rattanpanone, N. (2016). *Water activity.* Retrieved June 15, 2016, from http:// http://foodnetworksolution.com/

Puechkamut, Y. & Phewnim, W. (2011). Quality Improvement of Sandwich Bread Substituted Wheat Flour with Soy Milk Residue. *The Journal of KMUTNB,* 21(3), 607-616.

Queen Sirikit Heart Center of the Northeast Khonkaen University. (2012). *Bran healthful.* April April 9, 2015, from http://www.heart.kku.ac.th.

Ryan, E.P. (2011). Bioactive food components and health properties of rice bran. *Journal of the American Veterinary Medical Association,* 238(5), 593-600.

Saunders, R.M. (1990). The properties of rice bran as a food stuff. *Cereal Food World,* 35(7), 632–662.

Sriratanaalam, S. (2015). *Square Gata Hitotsu de Kantani Oishi Chigiri Pan.* Bangkok: Amarin.

Srijesdaruk, V., & Uriyapongson, J. (2008). Stabilization process for rice bran for value added nutrition. *J. KKU Res,* 13(2), 255-235.

Thumrongchote, D., Junlaya, W., & Wongphaisanrit, R. (2005). *Gluten-free bread.* Bangkok: Phetpraguy.

Tubsree moungpluan, C. (2012). *The Results of consuming Dietary Suplement P2PluS rice Bran and Germ Oil.* The Research of Patomsit Company Limited Pathumtanee Thailand.

Translated Thai References

กรุณา ชัยเสถียร. (2536). *การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ.* คณะเทคโนโลยีอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉลวย ทับศรี ม่วงพรวน (2555). *การศึกษาผลการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหารน้ำมันรำข้าวและจมูกข้าว P2PLUS.* บริษัท ปฐมสิทธิ์ จำกัด จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย.

ดวงฤทัย ธำรงโชติ วิภาวัน จุลยา และ รุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. (2548). *ขนมปังปลอดกลูเตน.* กรุงเทพ: เพชรประกาย.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2559). *แอคติวิตีของน้ำ.* สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2559, สืบค้นจาก http://foodnetworksolution.com/

แม่บ้าน. (2552). *THE BREAD BOOK.* กรุงเทพ: แม่บ้าน.

ยุพร พืชกมุทร และ วิญญ์ ผิวนิ่ม. (2554). การปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 หน้า 607-616

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ และจันทนี อุริยะพงศ์สรรค์ 2551. กระบวนการรักษาสภาพรำข้าวเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ. วารสารงานวิจัย มช ปีที่ 13 (ฉบับที่ 2 มีนาคม): 225-235

ศูนย์เมล็ดพันธ์ข้าวขอนแก่น. (2552). *ข่าวสารเมล็ดพันธุ์ข้าว.* สืบค้นเมื่อ 6 เมษายน 2558, สืบค้นจาก http:www.ricethailand.go.thrice_11Nov09.pdf.

ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2555). *รำข้าวบำรุงสุขภาพ.* สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2558, สืบค้นจาก http://www.heart.kku.ac.th.

ศศิวิมล ศรีรัตนอร่าม. (2558). *ขนมปังสี่เหลี่ยมสไตล์ญี่ปุ่น.* กรุงเทพ: อมรินทร์

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดพิษณุโลก. (2559). *ข้อมูลพื้นฐาน.* สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2559, สืบค้นจาก http://Chmthai.onep.gto.th/chm/doc.

คณะผู้เขียน

อาจารย์โสรัจ วรชุม อินเกต

อาจารย์ประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000
e-mail: Soras@psru.ac.th

อาจารย์ผกาวดี ภู่จันทร์

อาจารย์ประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000
e-mail: Pakawadee@psru.ac.th