

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงในขนมกรอบเค็ม**
The Substitution of Wheat Flour with Red Jasmine Rice Flour
in Savory Crispy Snack (Krob Khem)**

ธัญชา ไสยพันธ์ นิชา ตันติเอมอน และธีรนุช ฉายศิริโชติ*
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Thanatcha Saiyaphun Nicha Tunti-Emon and Teeranuch Chysirichote*
¹School of Culinary Art, Suan Dusit University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวหอมมะลิแดงทดแทนแป้งสาลี (2) คำนวณคุณค่าทางโภชนาการ (3) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และ (4) คำนวณต้นทุนการผลิตของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง ดำเนินการทดลองโดย นำแป้งข้าวหอมมะลิแดงทดแทนแป้งสาลีในระดับร้อยละ 15, 30 และ 45 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีม่วงเข้มขึ้นและมีความแข็งเพิ่มขึ้น จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่า กรอบเค็มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ได้รับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี และความกรอบอยู่ในระดับสูงกว่าตัวอย่างอื่นอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ($p \leq 0.05$) กรอบเค็มที่พัฒนานี้มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 50.03, 8.83 และ 15.13 ตามลำดับ มีค่าความแข็ง 63.82 นิวตัน ตำรับกรอบเค็มนี้ประกอบด้วยแป้งสาลี แป้งข้าวหอมมะลิแดง น้ำกะทิ ไข่ไก่ น้ำปูนใส เกลือ และน้ำมันพืช ร้อยละ 42.80, 18.35, 19.57, 12.23, 2.45, 0.20 และ 4.40 ตามลำดับ และส่วนของน้ำเคลือบ ประกอบด้วย น้ำตาลทราย น้ำ น้ำปลา เกลือ รากผักชี กระเทียม พริกไทย และน้ำมันพืช ร้อยละ 53.69, 20.13, 5.38, 1.34, 1.34, 6.71, 1.34 และ 10.07 ตามลำดับ ด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่ากรอบเค็มนี้ 100 กรัม ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหารร้อยละ 35.79, 6.56, 6.63, 45.38, 5.64 และ 2.81 ตามลำดับ และมีพลังงานทั้งหมด 267.43 กิโลแคลอรี ผู้บริโภคจำนวน 120 คนยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ร้อยละ 98.33 และตัดสินใจซื้อร้อยละ 95 ผลิตภัณฑ์นี้มีต้นทุนการผลิต 10.78 บาท ต่อ 120 กรัม

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิแดง แป้งข้าวหอมมะลิแดง อาหารว่าง กรอบเค็ม

Abstract

The objectives of this research were (1) to study the quantity of red jasmine rice flour which substitute wheat flour, (2) to calculate the nutritional value, (3) to study the consumer acceptance and (4) to calculate the production cost of Krob Khem substituted wheat flour with red jasmine rice flour. The red jasmine rice flour was substituted wheat flour at the level of 15%, 30% and 45% of total wheat flour weight. The results showed that increasing the red jasmine rice flour substitution levels caused darker violet and increased the hardness. Sensory evaluation by 50 panelists with 9-point hedonic scales showed that Krob Khem which substituted with red jasmine rice flour at 30% had liking score in appearance, color, and crispness higher than the others with moderate liking score ($p \leq 0.05$). The color of this developed product indicated that the values of lightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) were 50.03, 8.83 and 15.13, respectively. In addition, the hardness value of this product was 63.82 N. The suitable formula of Krob Khem was composed of 42.80% all-purpose flour, 18.35% red jasmine rice flour, 19.57% coconut milk, 12.23% egg, 2.45% limewater, 0.20% salt and 4.40% vegetable oil. For the glaze was composed of 53.69% sugar, 20.13% water, 5.38% fish sauce, 1.34% salt, 1.34% coriander root, 6.71% garlic, 1.34% pepper and 10.07% vegetable oil. The nutritional value of this product (100g) composed with moisture, protein, fat, carbohydrate, ash and fiber 35.79, 6.56, 6.63, 45.38, 5.19 and 2.81 g, respectively. And the calculated total calorie of product (100 g) was 267.43 Kcal. 120 consumers accepted this product which equal to 98.33% and 95% of them decided to buy it. Besides, its production cost was 10.78 baht per 120 g.

Keywords: Red Jasmine Rice, Red Jasmine Rice Flour, Snack, Krob Khem

บทนำ

ประเทศไทยมีการปลูกข้าวตั้งแต่เมื่อราวห้าพันปีก่อน คนไทยบริโภคข้าวเฉลี่ย 100-104 กิโลกรัมต่อคน ต่อปี และในอีก 10 ปีข้างหน้า คาดว่าการบริโภคข้าวของประชาชนอาจจะลดลงต่ำกว่า 100 กิโลกรัมต่อคน ต่อปี (Thailand Development Research Institute, 2015) ข้าวหอมมะลิแดงจัดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถปลูกได้ทุกภาค เกิดจากการข้ามสายพันธุ์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะคล้ายข้าวเหนียวแต่มีสีแดง (Division of Rice Research and Development, 2016) มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีเยื่อหุ้มเมล็ด สีแดงเข้ม กลิ่นหอมเหมือนข้าวหอมมะลิ แต่มีวิตามิน และเกลือแร่สูงกว่าข้าวขาว มีใยอาหารสูงถึง 10.62 กรัม ต่อ 100 กรัม (Immark, 2008) ข้าวหอมมะลิแดงเริ่มเป็นที่นิยมในกลุ่มคนที่รักสุขภาพ จึงเกิดการแปรรูปเป็นแป้งเพื่อสะดวกแก่การนำมาประกอบอาหารในรูปแบบอื่น ๆ เช่น นำมาไม่แห้งเป็นแป้งข้าว (Family Tree Foods, Co. Ltd., 2013)

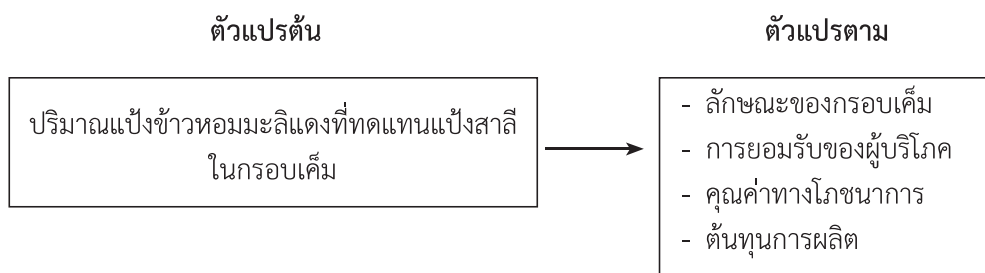
กรอบเค็ม ถูกเผยแพร่ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) เป็นอาหารว่างไทยโบราณ มีรสคล้ายครองแครงกรอบ (King Rama 2 Foundation Under the Patronage of His Majesty, 2014) กรอบเค็มมีส่วนผสมของแป้งสาลีเอนกประสงค์ ไข่ไก่ น้ำกะทิ น้ำปูนใส น้ำมันพืช น้ำตาลทราย และเกลือ นวดจนเข้ากัน ตัดเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน นำไปทอดจนสุกกรอบ จากนั้นนำมาคลุกเคล้ากับน้ำเคลือบที่มีส่วนผสมของ น้ำตาลทราย น้ำ น้ำปลา เกลือ รากผักชี กระเทียม และพริกไทยโขลก ทำให้กรอบเค็มมีรสหวานและเค็ม (Office of the Royal Society, 2011)

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงคุณค่าทางอาหารและแนวโน้มที่สามารถนำแป้งข้าวหอมมะลิแดงเป็นส่วนหนึ่งในขนมและอาหารว่างไทยจึงนำแป้งข้าวหอมมะลิแดงมาทดแทนแป้งสาลีในกรอบเค็ม เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจากการใช้แป้งข้าว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์จากข้าวไทยที่หลากหลาย และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกรอบเค็ม โดยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวหอมมะลิแดงทดแทนแป้งสาลีในกรอบเค็ม
2. เพื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของกรอบเค็มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อกรอบเค็มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง
4. เพื่อคำนวณต้นทุนการผลิตของกรอบเค็มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. อุปกรณ์

1.1. อุปกรณ์ในการผลิตกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ SDS รุ่น 3S/NEW SUJ/JWP นาฬิกาจับเวลา เทอร์โมมิเตอร์แบบตัวเลข ดิจิตอล ยี่ห้อ Oemgenuine เครื่องผสมแบบแนวตั้งและหัวตีตะขอ ยี่ห้อ Kitchen Aid รุ่น K5SS Heavy duty USA ไม้บรรทัด และอุปกรณ์งานครัว ได้แก่ กระทะ ตะหลิว กระชอนกรองน้ำมัน ครก ลูกครก อ่างผสม พายยาง แผ่นรองอบ ไม้คลึงแป้ง ลูกกลิ้งตัดพาย ตะแกรงพักขนม มีด และเชียง

1.2 อุปกรณ์ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ในการทดสอบ และแบบสอบถาม

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าทางกายภาพ

เครื่องวัดค่าสี (Handy Colorimeter) รุ่น P2132 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

รุ่น TAXT2i หัวกดแบบ Part Code. HDP/BWS กำหนดค่าพารามิเตอร์ของระยะทางที่กดหัวลงไปในตัวอย่าง 30% และความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัด (Test speed) 2.0 mm/sec

1.4 โปรแกรมคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ Nutrisurvey (2007)

2. วัตถุดิบในการผลิตที่ใช้ในการผลิตกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

2.1 แป้งสาลีเนกประสงค์ (ตรา ว้าว)

2.2 แป้งข้าวหอมมะลิแดง (บริษัท แฟมิลีฟู้ดส์ จำกัด)

2.3 กะทิ ยูเอชที (ตรา ขาวเกาะ)

2.4 ไข่ไก่ (ตรา ซีพี)

2.5 ปูนแดง (ตลาดเทเวศร์) ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:20

2.6 น้ำมันรำข้าว (ตรา คิง)

2.7 น้ำตาลทราย (ตรา มิตรผล)

2.8 เกลือป่น (ตรา ประทุมทรัพย์)

2.9 รากผักชี (ตลาดเทเวศร์)

2.10 กระเทียม (ตลาดเทเวศร์)

2.11 พริกไทยเม็ดขาว (ตรา ไร่ทิพย์)

2.12 น้ำปลา (ตรา ทิพรส)

2.13 ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (Polypropylene-PP)

3. วิธีการทดลอง

3.1 การศึกษาตำรับที่เหมาะสมของกรอบเค็มเพื่อนำมาทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิแดง

งานวิจัยนี้ใช้ตำรับจาก E-learning for Professional Development Project (2007) เป็นตำรับพื้นฐานของตัวกรอบเค็มและตำรับของ Wongfak & Mingkwan (2006) เป็นตำรับพื้นฐานของน้ำเคลือบกรอบเค็ม ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และภาพที่ 2 นำมาทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงโดยปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ระดับร้อยละ 0 (ตำรับพื้นฐาน), 15, 30 และ 45 โดยน้ำหนักของแป้งสาลีเนกประสงค์ จากนั้นนำกรอบเค็มที่ผลิตได้มาประเมินลักษณะที่ได้และวัดคุณภาพ

คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* a^* b^*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) ซึ่งแสดงค่าสีในเทอมของค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ค่าความเป็นสีแดง (Redness, a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness, b^*) และเนื้อสัมผัส โดยใช้หัวกดแบบ Part Code. HDP/BWS กำหนดค่าพารามิเตอร์ของระยะทางที่หัวกดลงไปในตัวอย่าง 30% และความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัด (Test speed) 2.0 mm/sec

คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale test) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน คัดเลือกตำรับที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเพื่อทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 1 กรอบเค็มตำรับพื้นฐาน

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ
แป้งสาลีอเนกประสงค์	250	61.15
กะทิ	80	19.57
ไข่ไก่	50	12.23
น้ำปูนใส	10	2.45
เกลือ	0.8	0.20
น้ำมันพืช	18	4.40
รวม	408.8	100

ที่มา: E-learning for Professional Development Project. (2007)

ตารางที่ 2 น้ำเคลือบกรอบเค็ม

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ
น้ำตาลทราย	80	53.69
น้ำ	30	20.13
น้ำปลา	8	5.38
เกลือ	2	1.34
รากผักชีโขลกละเอียด	2	1.34
กระเทียมโขลกละเอียด	10	6.71
พริกไทยโขลกละเอียด	2	1.34
น้ำมันพืช	15	10.07
รวม	149	100

ที่มา: Wongfak, A. & A. Mingkwan. (2006)

ตัวกรอบเค็ม

นำส่วนของแห้งผสมกับส่วนของเหลวผสมให้เข้ากัน ใส่น้ำมัน และนวดต่อจนเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน
พักไว้ 30 นาที



นำมอดตัดน้ำหนักก้อนละ 80 กรัม รีดให้เป็นแผ่นบางขนาด 20x20 เซนติเมตร
และตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2x5 เซนติเมตร



นำลงทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 175°C (347°F) 4 นาที นำขึ้น พักให้สะเด็ดน้ำมัน

น้ำเคลือบกรอบเค็ม

นำน้ำตาล น้ำปลา เกลือ และน้ำ ตั้งกระทะด้วยไฟอ่อนจนน้ำตาลละลายหมด
ใส่รากผักชี กระเทียม และพริกไทย ที่โขลกละเอียด คนผสมจนส่วนผสม
ถึงอุณหภูมิ 110-112°C (230-233.6°F)



แป้งกรอบเค็มที่ทอดแล้วลงคลุกเคล้ากับน้ำเคลือบ เคลือบให้ทั่วตัวแบ่งที่อุณหภูมิ 120°C (248°F)
นำออกจากกระทะพักไว้ให้เย็น และเก็บใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท

ภาพที่ 2 วิธีการผลิตกรอบเค็มตำรับพื้นฐาน

ที่มา: Applied from Wongfak, A. & A. Mingkwan. (2006)

3.2 การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง
นำกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษาคุณค่า
ทางโภชนาการ ได้แก่ น้ำ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้าใยอาหาร และพลังงานโดยใช้โปรแกรม
NutriSurvey (2007)

3.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง
นำกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษา
การยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสซึ่งให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ
(9-Point hedonic scale test) และข้อมูลทัศนคติที่มีต่อกรอบเค็มนี้ด้วยวิธี Central location test (CLT)
กับกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 120 คน สถานที่คือ โรงอาหาร และอาคารเฉลิมพระเกียรติ ศูนย์วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

3.4 การคำนวณต้นทุนการผลิตของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง
นำตำรับของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ได้รับการคัดเลือกมา
คำนวณต้นทุนการผลิต คือ ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้จริง รวมกับร้อยละของส่วนที่หาค่าไม่ได้คิดเป็นร้อยละ 5
(Gaowmanee, et. al., 2013)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการพัฒนากบเค็มตำรับพื้นฐาน และตำรับกบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete randomized design) ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD (Randomized complete block design) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยค่า F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาตำรับที่เหมาะสมของกบเค็มเพื่อนำมาทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิแดง

การศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ทดแทนแป้งสาลีในกบเค็มสูตรพื้นฐานที่ระดับร้อยละ 15, ร้อยละ 30 และร้อยละ 45 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด พบว่า การเพิ่มปริมาณการทดแทนของแป้งข้าวหอมมะลิแดงมีผลให้กบเค็มมีสีม่วงที่เข้มขึ้นและกลิ่นข้าวหอมมะลิแดงเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อรสชาติของกบเค็มทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบ โดยกบเค็มที่ผ่านการเคลือบจะมีกลิ่นกระเทียม รากผักชี และพริกไทย มีรสค่อนข้างหวานและเค็มเล็กน้อย

1.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ประกอบด้วยค่าสี และเนื้อสัมผัส แสดงดังตารางที่ 3

นำกบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงระดับต่าง ๆ ที่ผ่านการทอดแต่ไม่เคลือบน้ำเคลือบเปรียบเทียบกับกบเค็มตำรับพื้นฐาน (ตำรับควบคุม) พบว่า

ด้านค่าสี มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าแสดงสีเหลืองน้ำเงิน (b^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ค่าแสดงสีแดง (a^*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากแป้งข้าวหอมมะลิแดงมีสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงหรือดำในชั้นรำของข้าว (Sustainable Agriculture Foundation Thailand, 2014) และมีเบต้าแคโรทีน เป็นรงควัตถุสีแดง-ส้มเข้มที่พบมากในพืชและผลไม้ ละลายได้ในน้ำ (Pornchalermpong, P. & N. Ratanapanon, 2010) นอกจากนี้ การทอดยังส่งผลให้อาหารเกิดสีเหลือง ดังนั้นการเพิ่มแป้งข้าวหอมมะลิแดงในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นกบเค็มจะมีสีเข้มขึ้น

ด้านเนื้อสัมผัส (Texture) ของกบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง ด้านความแข็งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ด้านความกรอบปราศไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิแดงในตำรับส่งผลต่อค่าความแข็งของกบเค็ม โดยค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าไม่มีกลูเตนซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดี และมีความยืดหยุ่น (Wongprateep & Jitsuwan, 2011) ดังนั้นกบเค็มผสมแป้งข้าวหอมมะลิแดงจึงมีการขยายตัวไม่ดี ส่งผลให้แป้งกบเค็มมีความแน่น และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Muadiad, 2015 ทำการศึกษาการทดแทนรำข้าวในผลิตภัณฑ์โรตีกบเค็ม พบว่า โรตีกบเค็มที่ทดแทนรำข้าวในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณกลูเตนมีการพัฒนาโครงสร้างโดลดลง และปริมาณน้ำที่น้อยจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างกลูเตนที่ไม่ดีทำให้โดมีความแข็งและขาดง่ายเมื่อมีแรงดึงเกิดขึ้น นอกจากนี้ ในระหว่างการทอดแผ่นแป้งจะได้รับความร้อนโดยมีน้ำมันเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อนซึ่งสูงกว่า 170°C

ทำให้น้ำภายในชิ้นแผ่นแข็งเตี๋อด น้ำระเหยจากภายในสู่ภายนอกทำให้ความชื้นของอาหารลดลงและผิวหน้าแห้งกรอบ (Pornchalermpong and Rattanapanon, n.d.)

ตารางที่ 3 ค่าคุณภาพทางกายภาพของกรอบเค็มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ผ่านการทอดแต่ไม่เคลือบน้ำตาลเคลือบ

คุณลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ทดแทนแป้งสาลีในกรอบเค็ม (ร้อยละ)			
	0 (ตำรับพื้นฐาน)	15	30	45
ค่าสี				
L *	62.40 ^a ±1.31	51.57 ^b ±1.55	50.03 ^b ±1.91	45.60 ^c ±0.56
a * ^{ns}	6.87±0.95	7.93±1.06	8.83±1.26	9.33±1.85
b *	25.23 ^a ±0.43	18.20 ^b ±1.03	15.13 ^{bc} ±0.80	13.17 ^c ±0.93
เนื้อสัมผัส				
ความแข็ง (N)	54.48 ^d ±34.96	60.17 ^c ±29.17	63.82 ^b ±20.82	66.48 ^a ±14.28
ความกรอบเปราะ ^{ns} (N)	60.37±8.87	60.85±5.24	60.56±7.18	60.32±8.36

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ± S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อกรอบเค็มในด้านความชอบโดยแบ่งเป็นส่วนของกรอบเค็มที่ทอดแล้ว และส่วนของกรอบเค็มเมื่อเคลือบแล้ว ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale test) กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ดังตารางที่ 4

ส่วนของกรอบเค็มที่ทอดแล้ว พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ย ด้านกลิ่น รสชาติ การตกค้างในปาก และความชอบโดยรวมของกรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ปริมาณร้อยละ 15, 30 และ 45 ของน้ำหนักแป้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ด้านลักษณะปรากฏ พบว่ากรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 15 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมดได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง กรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 45 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนด้านสี พบว่า กรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 15 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมดได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง กรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 45 ของน้ำหนักแป้ง มีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ด้านความกรอบ พบว่า กรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 30 และ 45 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมดได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง กรอบเค็มที่ทดแทนด้วย

แป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนของกรอบเค็มเมื่อเคลือบแล้ว พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะการเคลือบ กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ของกรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาจจะเป็นไปได้ว่าน้ำเคลือบที่เคลือบแป้งกรอบเค็มมีลักษณะเป็นของเหลว จึงทำให้กรอบเค็มที่ผ่านการเคลือบและไม่ผ่านการเคลือบมีความแตกต่างกันจึงมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และความชอบของผู้ทดสอบกรอบเค็มที่ได้

ดังนั้นจึงเลือกกรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ปริมาณร้อยละ 30 ของปริมาณแป้งในตำรับ ซึ่งประกอบด้วยแป้งสาลีร้อยละ 42.80 แป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 18.35 น้ำกะทิร้อยละ 19.57 ไข่ไก่ร้อยละ 12.23 น้ำปูนใสร้อยละ 2.45 เกลือร้อยละ 0.20 และน้ำมันพืชร้อยละ 4.40 เพื่อการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้บริโภค 50 คนที่มีต่อกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงทั้ง 3 ระดับ

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยของกรอบเค็มที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง (ร้อยละ)		
	15	30	45
กรอบเค็มที่ทอดแล้ว			
ลักษณะปรากฏ	7.06 ^a ± 1.38	7.02 ^a ± 1.33	6.58 ^b ± 1.44
สี	7.12 ^a ± 1.22	6.74 ^{ab} ± 1.35	6.28 ^b ± 1.45
กลิ่น ^{ns}	7.02 ± 1.19	6.82 ± 1.22	6.78 ± 1.29
รสชาติ ^{ns}	6.48 ± 1.40	6.70 ± 1.37	6.88 ± 1.50
ความกรอบ	6.36 ^b ± 1.50	6.86 ^{ab} ± 1.51	7.34 ^a ± 1.58
การตกค้างในปาก ^{ns}	6.26 ± 1.40	6.58 ± 1.36	6.76 ± 1.47
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.76 ± 1.22	6.92 ± 1.22	7.04 ± 1.37
กรอบเค็มเมื่อเคลือบแล้ว			
ลักษณะการเคลือบ ^{ns}	7.34 ± 1.24	6.98 ± 1.29	6.84 ± 1.42
กลิ่น ^{ns}	7.20 ± 1.11	7.10 ± 1.34	6.90 ± 1.37
รสชาติ ^{ns}	7.20 ± 1.55	7.20 ± 1.46	7.16 ± 1.51
ความกรอบ ^{ns}	7.02 ± 1.10	6.70 ± 1.31	7.12 ± 1.43
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.22 ± 1.20	6.92 ± 1.30	7.18 ± 1.39

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) : ± S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2. ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

จากการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบระหว่างกรอบเค็มที่ผ่านการเคลือบดำรับพื้นฐาน และกรอบเค็มที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 5 โดยกรอบเค็มที่พัฒนานี้จำนวน 100 กรัม พบว่า กรอบเค็มดำรับทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิแดงมีใยอาหารและเถ้า ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีแร่ธาตุมีปริมาณสูงกว่ากรอบเค็มดำรับพื้นฐาน (ดำรับควบคุม)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของกรอบเค็มทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิแดงต่อ 100 กรัมอาหาร

สารอาหาร	กรอบเค็มดำรับพื้นฐาน (ดำรับควบคุม)	กรอบเค็มดำรับทดแทน แป้งข้าวหอมมะลิแดง
พลังงาน (Kcal)	266.26	267.43
น้ำ (g)	38.33	35.79
โปรตีน (g)	7.63	6.56
ไขมัน (g)	6.46	6.63
คาร์โบไฮเดรต (g)	44.4	45.38
เถ้า (g)	3.18	5.64
ใยอาหาร (g)	2.45	2.81

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

ผลการยอมรับของผู้บริโภคกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงที่ผ่านการคัดเลือก โดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 120 คน โดยผู้บริโภคเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 61.67) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 38.33) โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีช่วงอายุอยู่ที่ 20–30 ปี (ร้อยละ 65.83) มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 77.50) และเป็นนักเรียนหรือนักศึกษา (ร้อยละ 64.17) พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยส่วนกรอบเค็มที่ทอดแล้วในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง คะแนนความชอบเฉลี่ยของกรอบเค็มเมื่อเคลือบแล้วในด้านลักษณะการเคลือบ กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ดังตารางที่ 6 ซึ่งผู้บริโภคยอมรับกรอบเค็มนี้ร้อยละ 98.33 และหากมีการวางจำหน่าย จะเลือกซื้อร้อยละ 95

ตารางที่ 6 คะแนนผลการศึกษาการยอมรับกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

N = 120

สารอาหาร	กรอบเค็มดำรับพื้นฐาน (ดำรับควบคุม)	กรอบเค็มดำรับทดแทน แป้งข้าวหอมมะลิแดง
กรอบเค็มไม่เคลือบ		
ลักษณะปรากฏ	7.30 ± 0.96	ชอบปานกลาง
สี	7.21 ± 0.90	ชอบปานกลาง
กลิ่น	7.33 ± 0.88	ชอบปานกลาง
รสชาติ	7.35 ± 1.03	ชอบปานกลาง
ความกรอบ	7.49 ± 1.03	ชอบปานกลาง
ความชอบโดยรวม	7.67 ± 0.88	ชอบปานกลาง
กรอบเค็มเคลือบแล้ว		
ลักษณะการเคลือบ	7.72 ± 0.89	ชอบปานกลาง
กลิ่น	7.46 ± 0.86	ชอบปานกลาง
รสชาติ	7.96 ± 0.82	ชอบปานกลาง
ความกรอบ	7.43 ± 0.91	ชอบปานกลาง
ความชอบโดยรวม	7.84 ± 0.73	ชอบปานกลาง

หมายเหตุ: ± S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4. ผลการคำนวณต้นทุนการผลิตของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตของกรอบเค็ม พบว่าดำรับพื้นฐานมีต้นทุนการผลิตทั้งหมด 9.77 บาท ต่อ 120 กรัม และดำรับทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดง ที่ได้รับการยอมรับ ในปริมาณร้อยละ 30 มีต้นทุนการผลิตทั้งหมด 10.78 บาท ต่อ 120 กรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เนื่องจากการวิจัยนี้ใช้โปรแกรมคำนวณคุณค่าทางโภชนาการซึ่งมีความคลาดเคลื่อน เช่น ปริมาณไขมันที่หลงเหลือจากการทอด เป็นต้น
2. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
3. ควรศึกษาเรื่องอายุการเก็บรักษาของกรอบเค็มทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิแดงในสภาวะบรรจุแบบต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- Division of Rice Research and Development. (2016). *Rice Knowledge*. Retrieved June 1, 2018, from <http://brrd.in.th/rkb/contents/view/category:17/title:index.php-file=content.php&id=90.htm>.
- E-learning for Professional Development Project. (2007). *Krob Khem*. Retrieved March 3, 2018, from http://edltv.vec.go.th/index.php?option=com_edl&task=course&view=lesson&lid=164&pid=163.
- Family Tree Foods, Co. Ltd. (2013). *Red Jasmine Rice Flour*. Retrieved August 25, 2018, from <http://www.familyfarmorganic.com>.
- Gaowmanee, T., B. Prapluettrakul & N., Poonnakasem. (2013). *Teaching Math for Cooking Literature*. Bangkok: DEOL Digital Print Co.LTD. (In Thai).
- Immark, S. (2008). *Organic Agriculture Project-Sukhothai Airport*. Retrieved September 14, 2018, from kaohomsukhothai.in.th.
- Muadiad, K. (2015). *Development of Crispy Roti Supplemented with Rice Bran*. Research Report. Songkhla: Songkhla Rajabhat University. (In Thai).
- King Rama 2 Foundation Under the Patronage of His Majesty. (2014). *Thai Dessert in Rattanakosin Era*. Retrieved June 19, 2018, from <http://www.kingrama2found.or.th/index.php>.
- Office of the Royal Society. (2011). *Crispy Salted: Krob Khem*. Retrieved June 14, 2018, from <http://www.royin.go.th/dictionary>.
- Pornchalermping, P. & N. Ratanapanon. (2010). *Polyphenol*. Retrieved August 25, 2018, from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3145/polyphenol>.
- Pornchalermping, P. and Ratanapanon, N. (n.d.). *Frying*. Retrieved June 4, 2020, from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0347/frying>.
- Sustainable Agriculture Foundation Thailand. (2014). *Nutrition Value of Local Thai Rice*. Retrieved August 29, 2018, from http://www.sathai.org/autopagev4/show_page.php.
- Thailand Development Research Institute. (2015). *The Decreasing Trend of Rice Consumption*. Retrieved August 23, 2018, from <https://tdri.or.th/2016/01/aec-rice-balance-sheet>.
- Wongfak, A. & A. Mingkwan. (2006). *Crispy Salty and Crispy Curl (Krob Khem - Krong Krang Krob)*. Bangkok: Maebann Co.Ltd. (In Thai).
- Wongprateep, N. & J. Jitsuwan. (2011). *Development of Production and Shaping Crispy Krong Krang from Rice Flour*. Retrieved September 14, 2018, from <http://www.clinictech.most.go.th/online/usermanage/FinalReport/201231185321.pdf>.

คณะผู้เขียน

นางสาวธัชชา ไสยพันธ์

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
204/3 ถนนสีรินธร แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

นางสาวณิชา ตันติเอมอร

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
204/3 ถนนสีรินธร แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช ฉายศิริโชติ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
204/3 ถนนสีรินธร แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
e-mail: chtnuch@hotmail.com