

ผลของปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่ใช้ทดแทน แป้งมันสำปะหลังบางส่วนต่อคุณลักษณะของข้าวเกรียบ

Effect of tapioca flour partial substitution with Chum Phae ruby rice flour on the characteristics of crackers

จิราภรณ์ บุราคร, ปราณต์ ปิ่นทอง¹, อนูรัฐ รัมมะพันธ์¹, พรประภา ทองใบ¹,
มนทกานต์ เอี่ยมแก้ว¹, ณัฐชา ศิริวาริน¹

Jiraporn Burakorn, Pran Pinthong¹, Anurat Rammaphan¹, Pornprapa Tongbai¹,
Montakan Aimkaew¹, Nattacha Siriwarin¹

รับบทความ 3 ตุลาคม 2566 แก้ไขบทความ 20 พฤษภาคม 2567 ยอมรับตีพิมพ์ 28 พฤษภาคม 2567

บทคัดย่อ

ข้าวทับทิมชุมแพเป็นข้าวเจ้าที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ภายหลังการหุงสุกจะมีสีแดงไล่คล้ายกับสีของทับทิม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง งานวิจัยนี้ได้นำปลายข้าวทับทิมชุมแพมาบดเป็นผงแป้งข้าวทับทิมชุมแพ จากนั้นนำแป้งข้าวทับทิมชุมแพไปทดแทนแป้งมันสำปะหลังในปริมาณต่าง ๆ ที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลังทั้งหมด จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความกรอบมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพทำให้ค่าความกรอบลดลง เมื่อวิเคราะห์ค่าสี พบว่าข้าวเกรียบทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยข้าวทับทิมชุมแพจะมีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลอมแดง เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบที่มีต่อข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมข้าวเกรียบทับทิมชุมแพสูตรที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 มากที่สุด การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีผลต่อคะแนนความชอบในทุกด้าน เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการข้าวเกรียบทับทิมชุมแพและข้าวเกรียบมันสำปะหลัง พบว่าข้าวเกรียบทับทิมชุมแพมีโปรตีนสูงกว่าข้าวเกรียบมันสำปะหลังกว่า 97.25 เท่า มีธาตุเหล็กมากกว่า 1.93 เท่า และมีใยอาหารมากกว่า 5.29 เท่า มีพลังงานทั้งหมดน้อยกว่า และมีพลังงานจากไขมันน้อยกว่าอีกด้วย แสดงให้เห็นว่าข้าวเกรียบทับทิมชุมแพเหมาะสมที่จะบริโภคเป็นอาหารเพื่อสุขภาพมากกว่าข้าวเกรียบมันสำปะหลัง

คำสำคัญ: ข้าวเกรียบ, แป้งข้าวทับทิมชุมแพ, แป้งมันสำปะหลัง

¹กองผลิตภัณฑอาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Abstract

Tubtim Chumphae rice has a red seed coat. Cooked Tubtim Chumphae rice have a clear red color similar to the color of ruby which has a high nutritional value. In this research, Tubtim Chumphae rice was ground into powder of Tubtim Chumphae rice flour. Then Tubtim Chumphae rice flour was used to replace various amounts of tapioca flour at 0% (control recipe), 40%, 50%, 60% and 70% of the total weight of tapioca flour. Tubtim Chumphae crackers were analyzed for the physical properties, the sensory characteristic consumer liking and nutritional values. The results showed that an increasing the level of substitution of tapioca flour with Tubtim Chumphae rice flour, crispness were different ($p \leq 0.05$). An increasing Tubtim Chumphae rice flour, the crispness decreased. The results of color values showed that the crackers replacing tapioca flour with Tubtim Chumphae rice flour were light brown to reddish brown. In addition, rice crackers that replaced tapioca flour with Tubtim Chumphae rice flour were evaluated the consumer liking. The panelists gave the highest overall liking for the Tubtim Chumphae rice cracker recipe that replaces 40% of tapioca flour with Tubtim Chumphae rice flour. The comparison of nutritional values of Tubtim Chumphae rice crackers and tapioca crackers found that protein, iron and dietary fiber content in Tubtim Chumphae crackers were 97.25, 1.93 and 5.29 times higher than those in tapioca crackers, respectively. By the way, their energy from fat were less than that in tapioca crackers. Therefore, Tubtim Chumphae crackers are more suitable to be consumed as a health food than tapioca crackers.

Keywords: Cracker, Tubtim Chumphae rice flour, Tapioca flour

¹Food Products and Food Contact Materials Division, Department of Science Service

*Corresponding author e-mail address: montakan.ak@gmail.com, swr.nc@gmail.com

1. บทนำ (Introduction)

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยข้าวเกรียบที่นิยมรับประทาน ได้แก่ ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบแครอท ข้าวเกรียบเผือก และข้าวเกรียบเห็ดหอม เป็นต้น การผลิตข้าวเกรียบสามารถจำแนกออกเป็นในระดับอุตสาหกรรม ระดับครัวเรือน หรือผลิตโดยกลุ่มแม่บ้านตามพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศ [1] ส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบจะเป็นแป้ง เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และแป้งมันสำปะหลัง แล้วนำมาบดผสมด้วยเนื้อสัตว์หรือผักและเครื่องปรุงรสให้เข้ากัน จากนั้นทำให้สุกและทำให้แห้งก่อนนำไปทอดหรืออบเพื่อรับประทาน ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่วางจำหน่ายแบ่งได้ 2 ประเภทคือ ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ยังไม่ได้ทอดหรืออบ และข้าวเกรียบสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ทอดหรืออบแล้ว พร้อมทั้งจะรับประทานได้ [2]

แป้งชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบมีผลต่อการพองตัว ความเรียบของผิว และการบิดงอหรือการม้วนตัวของข้าวเกรียบ เนื่องจากปริมาณอะไมโลส อะไมโลเพกทิน โครงสร้าง ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้ง แป้งที่นิยมใช้ผลิตข้าวเกรียบคือแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากมีผลต่อการพองตัวดีกว่าแป้งชนิดอื่น [3] แป้งที่มีปริมาณของอะไมโลเพกทินสูง และอะไมโลสน้อย เช่น แป้งข้าวเหนียว (ร้อยละอะไมโลเพกทินต่ออะไมโลส 100 : 0) แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละอะไมโลเพกทินต่ออะไมโลส 83 : 17) โครงสร้างภายในเม็ดแป้งถูกออกแบบเป็นกึ่งก้านสาขามากกว่า และอุณหภูมิเจลาติไนซ์ต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช ทำให้มีการพองตัวมากกว่าจึงเหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ประเภททอดกรอบ [4] อย่างไรก็ตามมีการศึกษาการนำแป้งชนิดต่าง ๆ มาทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ หรือปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ การใช้แป้งข้าวฟ่างร้อยละ 50 ร่วมกับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 30 และส่วนประกอบอื่น ๆ [5] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับข้าวเกรียบ ได้แก่ การเสริมโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน [6] การใช้แป้งข้าวสังข์หยด ร้อยละ 40 ในการผลิตข้าวเกรียบ [7] ข้าวเกรียบงาดำเสริมสมุนไพโร โดยใช้แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 26.8 [8]

ข้าวทับทิมชุมแพ หรือข้าวพันธุ์ กข69 เป็นข้าวเจ้าที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ไวต่อแสง ต้นสูง ภายหลังการหุงสุกจะมีสีแดงใส คล้ายกับสีของทับทิม (Ruby) มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ประกอบด้วยปริมาณฟีนอลิก 4,661.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และปริมาณฟลาโวนอยด์ 2,989.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และข้าวทับทิมชุมแพมีปริมาณ อะไมโลสต่ำ (ร้อยละ 12.53) [9-10] ในขณะที่แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ 19-22) ข้าวทับทิมชุมแพจึงได้รับการส่งเสริมให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ [11-12] เนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการของข้าวทับทิมชุมแพที่สูงกว่าข้าวปกติทั่วไปนั้น จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวทับทิมชุมแพเป็นข้าวแต่น [9] พบว่า ที่อัตราส่วนการผสมข้าวเหนียวร้อยละ 60 ต่อข้าวทับทิมชุมแพ ร้อยละ 40 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปและได้รับการประเมินความพึงพอใจจากผู้บริโภคอยู่ในระดับดีมากทั้งด้านสี กลิ่นรส และรสชาติเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 100 เนื่องจากปริมาณอะไมโลสในแป้งข้าวเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งต่อการพองตัวของข้าวแต่น โดยระหว่างการให้ความร้อนเกิดเจลาติไนซ์ของสตาร์ช อะไมโลสในแป้งข้าวทำให้โครงร่างภายในเม็ดแป้งแข็งแรง จับตัวกันแน่นส่งผลให้ขึ้นรูปยากและติดพิมพ์ และภายหลังการทำแห้งพบว่า ผิวด้านนอกของข้าวแต่นมีลักษณะเป็นฟิล์มใสเคลือบไว้ ทำให้ไอน้ำไม่สามารถดันออกมาได้ผลิตภัณฑ์จึงไม่เกิดการพองตัว [13-14]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้าวหักทับทิมชุมแพที่ได้จากการสีข้าวมาทดแทนแป้งมันสำปะหลังสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับปลายข้าวทับทิมชุมแพตลอดจนเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวทับทิมชุมแพและผู้ประกอบการอาหารพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วิธีการวิจัย (Experimental methods)

2.1 การเตรียมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ข้าวหักทับทิมชุมแพ จากสหกรณ์ชุมชนบ้านผาง อำเภอบ้านผาง จังหวัดขอนแก่น นำมาเตรียมเป็นแป้งข้าวทับทิมชุมแพ โดยแยกสิ่งเจือปนออก ใส่เมล็ดข้าวลงในเครื่องบดแห้ง (JING GONG YI, JGY-2500B, ประเทศจีน) บดเป็นผงแป้ง นำแป้งที่ได้บรรจุในถุงซิปล็อก เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นำมาศึกษาปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

2.2 การเตรียมข้าวเกรียบทอดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

นำแป้งข้าวทับทิมชุมแพไปทดแทนแป้งมันสำปะหลังปริมาณต่าง ๆ ที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแห้งแป้งมันสำปะหลังทั้งหมด โดยสูตรที่ไม่มีแป้งข้าวทับทิมชุมแพจะใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำตาลและเกลือ นวดให้เข้ากันโดยใช้ความร้อน บั่นเป็นก้อน นำไปนึ่งให้สุกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง นำไปหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน (FED, Binder, ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนข้าวเกรียบสุก พองตัว นำออกมาวางให้สะเด็ดน้ำมัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ พร้อมเติมแก๊สไนโตรเจนปริมาณ 10 กรัม ปิดปากถุงให้สนิทด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ (DZQ-400TE, KS SEALER, ประเทศไทย) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ได้ข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน หลังจากนั้นพัฒนาสูตรตามตารางที่ 1 ได้ข้าวเกรียบ 5 สูตร นำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยเทคนิค 9-Point Hedonic Scale ดังข้อ 2.3 และ 2.4 จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมการพัฒนาลักษณะข้าวเกรียบ

สูตร	แป้งมัน สำปะหลัง (กรัม)	แป้งข้าวทับทิม ชุมแพ (กรัม)	น้ำตาล (กรัม)	เกลือ (กรัม)	น้ำร้อน (กรัม)
สูตรที่ 1 (สูตรพื้นฐาน)	100	0	2	1	5
สูตรที่ 2	60	40	2	1	5
สูตรที่ 3	50	50	2	1	5
สูตรที่ 4	40	60	2	1	5
สูตรที่ 5	30	70	2	1	5

2.3 การประเมินคุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบ

2.3.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable Micro System, TA-XT Plus, ประเทศอังกฤษ) โดยทดสอบแรงกด (Compression test) วัดค่าความเปราะ (Fracturability) และค่าความกรอบ (Crispness) ใช้หัววัด Crisp Fracture Rig ความเร็วของหัววัด (Test speed และ pre-test speed) 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะในการเคลื่อนที่ของหัววัด 5 มิลลิเมตร และ Load cell เท่ากับ 50 กิโลกรัม กดลงตรงกลางของตัวอย่าง วัดค่าจำนวน 8 ซ้ำ

2.3.2 สี

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างข้าวเกรียบด้วยเครื่องวัดสี (HunterLab, Minisacn EZ, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ระบบ CIE โดยค่า L* แสดงถึงค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 (มืด ถึง สว่าง) ค่า a* แสดงถึงค่าสีเขียว-สีแดง (+a* ถึง -a*) ค่า b* แสดงถึงค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน (+b* ถึง -b*) วัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

2.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวเกรียบทับทิมชุมแพและข้าวเกรียบมันสำปะหลังด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเกรียบ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Points Hedonic Scale) โดยมีค่าคะแนน ดังนี้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 60 คน ทดสอบตัวอย่างที่ละ 1 ตัวอย่าง ในบุชทดสอบชิมโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 23 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50-70 จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อไป

2.5 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

นำตัวอย่างข้าวเกรียบที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงาน ไขมัน โคเลสเตอรอล โปรตีน คาร์โบไฮเดรต โซเดียม วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียมและเหล็ก [15-19]

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

รายงานค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 24

3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 ลักษณะของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

จากการนำแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 0, 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะข้าวเกรียบที่ผลิตจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 4 ระดับ และข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง (a) ข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง (b) ข้าวเกรียบที่ผลิตจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 (c) ข้าวเกรียบที่ผลิตจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 (d) ข้าวเกรียบที่ผลิตจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 60 (e) ข้าวเกรียบที่ผลิตจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70

3.2 ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

งานวิจัยนี้ได้รายงานการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของตัวอย่างข้าวเกรียบในรูปของค่าความเปราะ (Fracturability) คือแรงกดครั้งแรกซึ่งทำให้ตัวอย่างแตกหัก และความกรอบ (Crispness) คือจำนวนพีคที่เกิดจากการแตกหักในระหว่างการกดตัวอย่าง [19-20] ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของตัวอย่างข้าวเกรียบ (ตารางที่ 2) พบว่า เมื่อทำการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ค่าความกรอบของข้าวเกรียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าความกรอบลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพ และค่าความเปราะของตัวอย่างข้าวเกรียบทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากแป้งที่มีองค์ประกอบของอะไมโลเพกทินสูง เช่น แป้งข้าวเหนียว (ร้อยละ 100) แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ 83) จะทำให้ผลิตภัณฑ์หลังการทอดมีลักษณะใสและพองกรอบ อีกทั้งโครงสร้างของอะไมโลเพกทินมีก้านสาขาจำนวนมาก มีผลให้แป้งเกิดการพองตัวและการละลายดีขึ้น นอกจากนี้เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพทำให้ค่าสีของข้าวเกรียบเปลี่ยนแปลงไปแสดงในตารางที่ 2 พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของข้าวเกรียบลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง

(a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อธิบายได้จากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) กับโปรตีนจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น [13] อีกทั้งเนื่องจากธรรมชาติของแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่มีสารต้านอนุมูลอิสระที่มีสีแดงเป็นองค์ประกอบ [9-10] ค่าความเป็นสีแดงจึงเพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

คุณภาพทางกายภาพ	ปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพ (ร้อยละ)				
	0	40	50	60	70
เนื้อสัมผัส					
ความเปราะ ^{ns} (นิวตัน)	2.02±1.4	1.62±1.6	1.51±0.8	1.51±0.6	1.49±1.0
ความกรอบ	10.5±5.9 ^a	6.00±1.8 ^b	3.88±1.4 ^b	3.50±1.9 ^b	3.25±1.7 ^b
สี					
L*	58.65±0.7 ^a	36.27±1.4 ^b	33.03±0.8 ^c	30.15±1.5 ^d	27.43±1.4 ^e
a*	0.33±0.1 ^d	3.75±0.2 ^e	4.29±0.1 ^b	4.42±0.4 ^b	5.52±0.3 ^a
b*	6.95±1.4 ^d	11.39±0.4 ^c	12.69±0.5 ^b	13.61±0.3 ^b	17.65±0.1 ^a

ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลังทั้งหมด ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (ดังตารางที่ 3) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพทั้ง 5 สูตร ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่น (7.10 คะแนน) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางเช่นเดียวกับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย (6.7 คะแนน)

ด้านคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นรสของสูตรที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 ไม่แตกต่างกับสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 และคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับคุณภาพทางกายภาพ พบว่าข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 และ 50 มีความกรอบ และความสว่างน้อยกว่าสูตรควบคุมแต่ผู้ทดสอบก็ให้คะแนนความชอบมากกว่า (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่ร้อยละ 40, 50, 60 และ 70 มีผลต่อคะแนนความชอบในทุกด้านแต่เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 60 และ 70 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ดังนั้นข้าวเกรียบที่ทดแทน

แป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลังทั้งหมด เป็นสูตรที่เหมาะสม จึงคัดเลือกสูตรนี้สำหรับการทดลองต่อไป

ตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

ปริมาณแป้งข้าว ทับทิมชุมแพ (ร้อยละ)	คะแนนความชอบเฉลี่ย					
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
0	6.8±1.4 ^b	6.2±1.5 ^b	5.5±1.6 ^b	5.2±1.3 ^c	7.1±1.1 ^a	5.6±1.5 ^{bc}
40	7.6±0.9 ^a	7.1±0.8 ^a	6.7±1.6 ^a	7.5±1.0 ^a	7.5±0.8 ^a	7.1±1.1 ^a
50	6.8±1.9 ^b	6.6±2.4 ^{ab}	6.6±2.1 ^a	6.3±2.1 ^b	6.4±1.8 ^b	6.0±2.1 ^b
60	4.8±1.5 ^c	5.3±1.6 ^c	5.4±1.8 ^b	4.9±1.6 ^{cd}	5.5±1.5 ^c	5.1±1.3 ^{cd}
70	4.2±1.1 ^d	4.3±1.6 ^d	5.0±1.3 ^b	4.4±1.3 ^d	4.9±1.0 ^d	4.6±1.0 ^d

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

3.4 ผลคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม) พบว่าข้าวเกรียบที่ผสมแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีโปรตีนสูงกว่าข้าวเกรียบที่ผสมมันสำปะหลังมากกว่า 97.25 เท่า (ตารางที่ 3) มีธาตุเหล็กมากกว่า 1.93 เท่า และมีใยอาหารมากกว่า 5.29 เท่า แต่ทว่ามีพลังงานทั้งหมดและมีพลังงานจากไขมันน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าข้าวเกรียบที่ผสมแป้งข้าวทับทิมชุมแพเหมาะสมที่จะบริโภคเป็นอาหารเพื่อสุขภาพมากกว่าข้าวเกรียบมันสำปะหลัง

ตารางที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม)

รายการทดสอบ	หน่วย	ข้าวเกรียบทับทิมชุมแพ (ปริมาณต่อ 100 กรัม)	ข้าวเกรียบมันสำปะหลัง (ปริมาณต่อ 100 กรัม)
พลังงานทั้งหมด	กิโลแคลอรี	504	592
พลังงานจากไขมัน	กิโลแคลอรี	212	391
ไขมันทั้งหมด	กรัม	23.5	43.4
ไขมันอิ่มตัว	กรัม	13.0	28.7
โคเลสเตอรอล	มิลลิกรัม	0	0.01
โปรตีน (Nx6.25)	กรัม	3.89	0.04
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	กรัม	69.24	50.40

รายการทดสอบ	หน่วย	ข้าวเกรียบทับทิมชุมแพ (ปริมาณต่อ 100 กรัม)	ข้าวเกรียบมันสำปะหลัง (ปริมาณต่อ 100 กรัม)
ใยอาหาร	กรัม	2.17	0.41
น้ำตาล	กรัม	0	0
โซเดียม	มิลลิกรัม	6.97	3.16
วิตามินเอ	ไมโครกรัม อาร์อี	0	0
วิตามินบี 1	มิลลิกรัม	0.65	0.76
วิตามินบี 2	มิลลิกรัม	0	0
แคลเซียม	มิลลิกรัม	17.7	21.6
เหล็ก	มิลลิกรัม	0.89	0.46

4. สรุป (Conclusion)

จากการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่ใช้ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนต่อคุณลักษณะของข้าวเกรียบ โดยทำการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่มีปริมาณต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลังทั้งหมด พบว่า ค่าความกรอบของข้าวเกรียบลดลงเมื่อทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ซึ่งข้าวเกรียบที่ประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวมีค่าความกรอบมากที่สุด (10.5 ± 5.9 นิวตัน) เนื่องจากคุณสมบัติของอะไมโลเพกทินที่มีปริมาณสูงในแป้งมันสำปะหลัง ทำให้ข้าวเกรียบเกิดการพองตัว กรอบ และการละลายของเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น ในขณะเดียวกันค่าความสว่าง (L^*) ของข้าวเกรียบลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากรงควัตถุสีแดงโดยธรรมชาติของแป้งข้าวทับทิมชุมแพรวมถึงผลของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบข้าวเกรียบสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 มากที่สุด ข้าวเกรียบทับทิมชุมแพมีโปรตีน ธาตุเหล็ก และใยอาหารสูงกว่าข้าวเกรียบมันสำปะหลัง มีพลังงานทั้งหมดและพลังงานจากไขมันน้อยกว่าแสดงให้เห็นว่าข้าวเกรียบทับทิมชุมแพเหมาะสมที่จะบริโภคเป็นอาหารเพื่อสุขภาพมากกว่าข้าวเกรียบมันสำปะหลัง

5. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] ศรายุทธ์ สมประสงค์. ผลของอุณหภูมิและการใช้น้ำมันทอดซ้ำต่อการดูดซับน้ำมัน เนื้อสัมผัสและสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2551.
- [2] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้าวเกรียบ. มอก. 701-2530. กรุงเทพฯ: สมอ.; 2530.
- [3] อรุณฯ สีหามาลา. การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2545.
- [4] สุทธิณี สีสั่งข์. คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 1 มีนาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200722153849_1_file.pdf
- [5] ศิวาพร ศิวเวช, สลักจิต สืบพงษ์ศิริ. ข้าวเกรียบข้าวฟ่าง. วารสารอาหาร. 2536;26(4-6):80-7.
- [6] สมชาย ประภาวัต, เพลินจิต ตังคณะกุล, ชิดชม อีรวงะ. การทำข้าวเกรียบเสริมโปรตีนด้วยแป้งผสมของถั่วลิสง ถั่วเหลืองและงา. วารสารโภชนาการ. 2533;24(2):154-6.

- [7] อภิวัน สมบูรณ์दारกุล, ปัญญรัตน์ ลือขจร, จิราพร ศรีสายะ, วนิดา บุรีภักดี. การใช้ข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าว [รายงานการวิจัยคณะศิลปศาสตร์]. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย; 2560.
- [8] อัจฉรา ดลวิทยาคณ. การพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบงาดำเสริมสมุนไพร. วารสารอาหาร. 2550;37(1):83-92.
- [9] ศรายุทธ ชัยพร, สุกัลยา เชิญขวัญ. การพัฒนาแปรรูปข้าวทับทิมชุมแพ (กข69) ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านโคกสว่าง อำเภอแวงใหญ่ จังหวัดขอนแก่น. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. 2565;10(2):148-58.
- [10] รณชัย ช่างศรี, สุพัฒนา บุรีรัตน์, ธัญวราภรณ์ ปรงช้อง, อโณทัย เพ็ญเรือง, อำนวย พงษ์พันธ์, ธนพัฒน์ รุ่งวัฒนพงษ์, และคณะ. ข้าวเจ้าพันธุ์ กข69 (ทับทิมชุมแพ). วารสารวิชาการข้าว. 2559;7(2):30-46.
- [11] กล้านรงค์ ศรีรอต, กาญจนา กุโรจนวงศ์, วิไล สันติโสภาคี. โครงสร้างของอะมิโลส อะมิโลเพกทินและคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังที่สกัดได้จากเกษตรศาสตร์ 50 ในอายุต่าง ๆ กัน. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36; วันที่ 3-5 ก.พ. 2541; กรุงเทพฯ. [กรุงเทพฯ]: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2541. น. 248.
- [12] Ponglong J, Senggunprai L, Tungsutjarit P, Changsri R, Proongkhong T, Thawornchinsombut S, et al. Hydrolysate and ethanolic extract of Tubtim-Chumphae rice bran improve insulin resistance in high fat-high fructose diet fed rats. Srinagarind Med J. 2018;33(5):59.
- [13] Sriroth K, Piyachomkwan K. Starch technology. Bangkok: Kasetsart University Press; 2007.
- [14] Shaf M, Baba WN, Masoodi FA. Composite four blends: influence of particle size of water chestnut four on nutraceutical potential and quality of Indian fat bread. J Food Meas Charact. 2017;11:1094-105.
- [15] AOAC International. HPLC post-column derivatization environmental food and feed analysis product testing solutions. Mountain View (CA): Pickering Laboratories; 2019.
- [16] AOAC International. Official methods of analysis. Methods 920.87, 922.06, 977.20, 985.29, 985.35, 994.10, and 996.06. Rockville (MD): AOAC International; 2023.
- [17] ASEAN Network of Food Data Systems. ASEAN manual of food analysis. Bangkok: Institute of Nutrition, Mahidol University; 2011.
- [18] AOAC International. Methods of analysis for nutrition labeling. Arlington (VA): AOAC International; 1993.
- [19] ธัญญภรณ์ ศิริเลิศ. การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 2560;3(1):6-13.
- [20] วีระเดช กนกเมธากุล, นัฐวงศ์ เฟื่องไพบุลย์, รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทอดจากกล้วยน้ำว้า. ใน: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22; 25 มี.ค. 2564; ขอนแก่น. [ขอนแก่น]: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2564. น. 512-524.