การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

Development of Steamed Bun (Mantou) Products Supplemented with Tubtim Chumphae Rice (RD69) Flour

ธนวรรณ เพ็งชัย, กษมา ชารีโคตร, ศรัญญา วอขวา, ศยามน ปริยาจารย์, เอกชัย จารุเนตรวิลาส, เพลินพิศ แจ้งโพธิ์นาค และ ศริสา ทวีแสง*

Tanawan pengchai, Kasama chareekhot, Saranya waokha, Sayamon pariyajan, Ekachai Jarunetwirat, Ploenpit Jangponak and Sarisa Thaweesang*

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

*Email: sarisa248@hotmail.com

Received: May 30, 2023; Revised: August 08, 2023; Accepted: September 01, 2023

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากส่วนผสมของแป้งข้าวทับทิมชุมแพและเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวไทย โดยศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในปริมาณที่เหมาะสม โดยศึกษาปริมาณการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 0 10 20 และ 30 กรัม พบว่าปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพ มีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมั่นโถว ซึ่งเมื่อมีการเติมปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพเพิ่มขึ้น ทำให้หมั่นโถวมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม เป็นสูตรผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดที่คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.26 ผลิตภัณฑ์หมั่นโถวมีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม มีความยืดหยุ่น สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมอ่อนของข้าวทับทิมชุมแพ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ โปรตีน เส้นใย และสารประกอบฟีนอลิกสูง ซึ่งผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจากแป้งสาลีเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม มีค่าความชื้น 34.38 % โปรตีน 7.26 % ไขมัน 7.90 % เถ้า 2.59 % ปริมานเส้นใย 0.24 % คาร์โบไฮเดรต 47.63% และปริมาณฟีนอลิกสูงถึง 405.88 mg GAE/100 g ของตัวอย่าง และมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 64.44 5.56 และ 14.75 ตามลำดับ

คำสำคัญ : หมั่นโถว, แป้งข้าว, ข้าวทับทิมชุมแพ

Abstract

The objective of this study was to develop a nutritious steam bun (mantou) product from a mixture of Tubtim Chumpae rice flour and to be a guideline for the development of processed products from Thai rice. To study the appropriate amount of Tubtim chumphae rice flour supplemented with in steam bun (mantou) products. The study of supplymented with 0, 10, 20, 30 grams of Tubtim chumphae rice flour found that the amount of Tubtim Chumphae rice flour affected the texture of steam bun (mantou) products. Tubtim Chum Pae rice flour was added increased the steam bun (mantou) had more hardness.

From the sensory evaluation, it was found that 10 g, had overall accepted score of 7.26 were flexible, light brown color, and had a mild aroma of Tubtim Chumphae rice. Including high nutritional value, consisting of carbohydrates, fats, minerals, proteins, fibers, and high phenolic compounds. 10 grams of steam bun (mantou) from wheat flour supplemented with Tubtim Chumpae rice flour had 34.38% moisture content, 7.26% protein, 7.90% fat, 2.59% ash, 0.24% fiber content, 47.63% carbohydrates and phenolic content were high as 405.88 mg GAE/100g sample. The color values of L* a* b* were 64.44, 5.56 and 14.75, respectively.

Keywords : Steamed Bun (Mantou), Rice Flour, Tubtim Chumpae Rice Flour

1. บทนำ

ข้าว เป็นหนึ่งในธัญพืชหลักที่มีความสำคัญ และเป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญสำหรับประชากรโลกโดยเฉพาะในแถบทวีปเอเชีย โดยมีพื้นที่เพาะปลูกมากอยู่ในแถบประเทศไทย จีน เกาหลี และญี่ปุ่น โดยเฉพาะประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตข้าวรายใหญ่ และมีความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์ข้าว จำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้าวไม่มีสี (non-pigmented rice) เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเมล็ดสี (pigmented rice) ซึ่งหมายถึงข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีตามพันธุกรรม เช่น สีแดง สีน้ำตาล สีม่วง สีม่วงดำ เนื่องจากรงควัตถุกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและเมล็ดข้าวยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ [1,2] ปัจจุบันข้าวเมล็ดสีไทยได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอย่างมากจากทั้งผู้บริโภคในประเทศและต่างประเทศ จากความโดดเด่นด้านสีสวยงาม ความหอม ความนุ่มและประโยชน์จากใยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระของรงควัตถุในข้าว ข้าวเมล็ดสีไทยที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมนิล ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวสังข์หยด และข้าวลืมผัว เป็นต้น [3]

ข้าวทับทิมชุมแพ หรือข้าวพันธุ์ กข69 เป็นข้าวเจ้าสายพันธุ์ SRN 060008-18-1-5-7-CPA-20 ไม่ไวต่อแสง ทรงต้นกอตั้งสูง ลำต้นแข็ง ใบสีเขียวปลายลักษณะรวงแน่นปานกลาง โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงถึง 797 กิโลกรัมต่อไร่ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สายพันธุ์กลาย ต้นเตี้ย มีลักษณะต้านทานต่อโรคไหม้ ไม่ไวต่อแสง เป็นพันธุ์แม่กับข้าวเจ้าพันธุ์สังหยดพัทลุง ซึ่งเป็นข้าวเจ้าที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ไวต่อแสง ต้นสูง เป็นพันธุ์พ่อ [4] ลักษณะพิเศษของข้าวสายพันธุ์นี้ คือ ภายหลังการหุงสุกจะมีสีแดงใสคล้ายกับสีของทับทิม (ruby) เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวทั่วไป พบว่ามีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระฟีนอลิกทั้งหมด 7,804 mgGAE/100 g และ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 5,233 mgGAE/100 g และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ซึ่งแสดงโดยค่า IC_{50} ของข้าวทับทิมชุมแพมีค่าเท่ากับ 2.68 mg/ml ซึ่งจะแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง (IC_{50} เท่ากับ 5.88 mg/ml) [4] โดยสารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนช่วยในการลดระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด ช่วยทำให้เม็ดเลือดแดงไม่จับตัวกันเป็นก้อนจนอุดตัน และยังมีคุณประโยชน์ในด้านการขับถ่าย บำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคความจำเสื่อม [5,6] หรืออาจนำไปใช้เพื่อการป้องกันและ/หรือรักษาภาวะความดันเลือดสูง [7] มีรายงานการวิจัยของคำรบและคณะ [3] เกี่ยวกับการทดสอบค่าดัชนีน้ำตาลโดยประมาณหรือ pGI (predicted glycemic index ; pGI) ซึ่งเป็นการทดสอบการย่อยในสภาวะจำลองหรือในหลอดทดลอง (In vitro digestion method) พบว่า ค่า pGI ของข้าวเมล็ดสีทับทิมชุมแพ มีค่าเท่ากับ 77.05 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า pGI ของข้าวเหนียว เช่น ข้าวลืมผัว (92.86) โดยในกลุ่มข้าวเจ้าข้าวทับทิมชุมแพจัดอยู่ในกลุ่มของข้าวที่มีค่า pGI สูง (มากกว่า 70) แต่ยังมีค่าน้อยกว่าข้าวขาวหอมมะลิ ซึ่งมีค่า GI อยู่ในช่วง 109 ซึ่งข้าวที่มีค่า pGI ต่ำนั้นแสดงให้เกิดว่าเกิดการย่อยได้ช้ากว่าข้าวที่มีค่า pGI สูง ดังนั้นในกลุ่มข้าวเจ้าการรับประทานข้าวเมล็ดสี อย่างเช่น ทับทิมชุมแพจึง

เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคในแง่ของการควรคุมระดับน้ำตาลในเลือด อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าข้าวทับทิมชุมแพได้รับการส่งเสริมให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ [8] แต่โดยส่วนใหญ่จะจำหน่ายในลักษณะของเมล็ดข้าวสารพร้อมรับประทาน และมีส่งเสริมให้เกิดการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น นำมาผสมกับข้าวเหนียว 60% และข้าวทับทิมชุมแพ 40% เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น [9] และนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มฟังก์ชันจากข้าวสีไทยพันธุ์ทับทิมชุมแพ 100% [10] ซึ่งยังขาดความหลายหลายในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของข้าวหรือแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคมากขึ้น

หมั่นโถว เป็นอาหารจีนชนิดหนึ่ง มีกระบวนการแปรรูปโดยนำแป้งสาลีนำมานวด หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และนึ่งซึ่งหมั่นโถวแบบดั้งเดิมมีทั้งแบบที่มีไส้และไม่มีไส้ โดยแบบไม่มีไส้เหมาะจะใช้รับประทานกับอาหารอื่นหรือในสมัยก่อนมักนิยมใช้ติดตัวยามเดินทางไกล เพราะเสียยากกว่าแบบที่มีไส้ หมั่นโถวมีรูปร่างลักษณะและรสชาติคล้ายซาลาเปา เนื่องจากมีกระบวนการแปรรูปเหมือนกัน แต่มีความแตกต่างกันที่ซาลาเปาเป็นแป้งสาลีนึ่งทรงกลมและใส่ไส้ที่มีรสชาติต่าง ๆ ไว้ข้างใน ส่วนหมั่นโถวอาจทำแบบมีไส้หรือไม่มีไส้ก็ได้ และซาลาเปามักจับเป็นรูปจีบด้านบนส่วนหมั่นโถวทำผิวด้านบนให้เรียบและเนียนคล้ายกับผิวหน้าของคน โดยเหตุที่ซาลาเปาต้องมีไส้เสมอ ในปัจจุบันหมั่นโถวจึงมักทำเป็นแบบไม่มีไส้เพื่อให้ต่างออกไป และหมั่นโถวที่ทำขายในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นแบบไม่มีไส้ ดังนั้นจึงอาจอธิบายได้ว่าหมั่นโถว คือซาลาเปาแบบไม่มีไส้ [11]

หมั่นโถว มีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี แต่แป้งสาลีที่ใช้ส่วนใหญ่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยในแป้งสาลีจะมีองค์ประกอบของโปรตีนที่เรียกว่ากลูเตน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะนุ่ม และมีความยืดหยุ่น ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ขนมที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบ [12] หมั่นโถว จัดอยู่ในขนมปังไอน้ำ (Steam bun) ที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ [13] ดังนั้นหากนำแป้งข้าวทับทิมชุมแพมาเสริมกับแป้งข้าวสาลีเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีคุณค่าทางโภชนาการด้านสารต้านอนุมูลอิสระจากแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวที่พัฒนามาจากข้าวท้องถิ่นของไทย มีลักษณะเด่นทางด้านเป็นข้าวเมล็ดสี ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงมาใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่พร้อมรับประทาน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงศึกษาการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมแป้งสาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวทับทิมชุมแพ เพื่อให้ได้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยทั่วไป และวิเคราะห์ถึงปริมานสารฟีนอลิกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีส่วนผสมของข้าวทับทิมชุมแพ และเป็นการเพิ่มทางเลือกสำหรับผู้บริโภคในการบริโภคผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากข้าวทับทิมชุมแพ

2. วัสดุและวิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

เตรียมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ (Tubtim chumphae rice flour) ด้วยเครื่องอบแห้ง โดยการนำข้าวทับทิมชุมแพนำมาคัดเลือกสิ่งสกปรกออก และนำข้าวทับทิมชุมแพใส่ลงในถาดถาดละ 250 กรัม จากนั้นนำไปให้อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ JSR รุ่น JSOF -250) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดละเอียดอเนกประสงค์ครัวเรือนเชิงพานิชย์ (ยี่ห้อ KEIAS model:EP201) เมื่อบดเสร็จแล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 80 mesh และเก็บแป้งข้าวทับทิมชุมแพในภาชนะบรรจุกันความชื้น เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 การหาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพต่อการผลิตหมั่นโถว

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในผลิตภัณฑ์หมั่นโถว 4 สูตร ได้แก่ สูตรมาตรฐาน สูตรที่ 1 ไม่เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ (แป้งสาลี) สูตรที่ 2 เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม สูตรที่ 3 เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 20 กรัมและสูตรที่ 4 เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 30 กรัม ซึ่งสูตรที่ใช้ในการทำหมั่นโถวดัดแปลงมาจากศรีเวียง [14] ดังแสดงในตารางที่ 1

กรรมวิธีการผลิตหมั่นโถวเริ่มต้นด้วย การผสมแป้งตามอัตราส่วนในตารางที่ 1 โดยร่อนแป้งสาลีและแป้งเค้ก แป้งข้าวทับทิมชุมแพ ผงฟู สารเสริมคุณภาพขนมปังลงในอ่างผสม ผสมให้เข้ากันจากนั้นเติมยีสต์ลงไป ตามด้วยละลายน้ำตาลและเกลือลงในน้ำเปล่า เทส่วนผสมที่เป็นของเหลวลงในอ่างผสมที่เตรียมไว้ โดยค่อยๆ เทสลับกับตะล่อมส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมไข่ขาวและนวด

ประมาณ 20 นาที เติมเนยขาว นวดต่ออีก 10 นาที จนส่วนผสมเข้าที่แป้งไม่ติดมือ พักก้อนโดในอ่างผสมปิดด้วยฟิล์มถนอมอาหารหรือฝาปิดภาชนะ พักไว้ 20 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อโดขึ้นเป็น 2 เท่า จากนั้นนำก้อนแป้งโดออกมาไล่อากาศ ตัดแบ่งเป็นก้อน ก้อนละ 13 กรัม คลึงให้กลมเรียบเนียนแล้วขึ้นรูปเป็นวงกลมวางบนกระดาษไข พักไว้อีกครั้ง 10 นาที จากนั้นนำไปใส่ในลังถึงและนึ่งด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที นึ่งประมาน 15-20 นาที

2.3 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab รุ่น CX 1463 (USA) การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวัดสี ทำการวัดโดยเตรียมแป้งหมั่นโถวตามสูตรและวิธีการในข้อ 2.2 และวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ Brookfield รุ่น CT3 ใช้หัววัด TA25/1000 Cylinder ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มม. สำหรับการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวัดเนื้อสัมผัสทำการวัดโดยเตรียมแป้งหมั่นโถวตามสูตรและวิธีการในข้อ 2.2 แต่ลดปริมาณปริมาณแป้งให้เหลือ ก้อนละ 6 กรัม เพื่อให้มีขนาดพอเหมาะกับการวัดเนื้อสัมผัส จากนั้นนำตัวอย่างหมั่นโถวนึ่งให้สุก และตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และนำตัวอย่างมาวางบนกึ่งกลางของเครื่องวิเคราะห์ โดยสภาวะของการวัดมีดังต่อไปนี้ pre-test และ post-test speed (2.00 mm/s), test speed (2 mm/s), trigger load (10g) และ distance 10.0 mm จากนั้นเปรียบเทียบลักษณะดังกล่าวระหว่างผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจากแป้งสาลี (สูตรควบคุม) กับสูตรที่เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 20 และ 30 กรัม ทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 1 ส่วนผสมการทำผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจากแป้งสาลีเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)	สูตรที่ 4 (กรัม)
แป้งสาลี	40	40	40	40
แป้งเค้ก	10	10	10	10
แป้งข้าวทับทิมชุมแพ	0	10	20	30
ยีสต์	1	1	1	1
เกลือ	1	1	1	1
น้ำตาล	12	12	12	12
ผงฟู	1	1	1	1
เคเอส 505 (สารเสริมคุณภาพขนมปัง)	1	1	1	1
น้ำสะอาด	25	25	25	25
ไข่ขาว	3	3	3	3
เนยขาว	6	6	6	6

ที่มา : Sriwiang [14]

2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาของคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่แสดงความสมัครใจในการเข้าร่วมทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

2.5.1 การเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์

ตัวอย่างเป็นหมั่นโถวสูตรมาตรฐาน สูตรที่ 1 (แป้งสาลี) และสูตรที่ 2 (เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม) โดยแต่ละสูตรจะทำการเก็บในถุงบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์หมั่นโถวทั้ง 2 สูตรมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วิเคราะห์ประมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า และปริมาณเส้นใย ด้วยวิธี AOAC, 2019 [15] และหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณโดยผลต่าง (by difference) ดังนี้ คาร์โบไฮเดรต(%) = 100-%ความชื้น - %ไขมัน - %โปรตีน - %เถ้า - %เส้นใย

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Independent Sample t-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

นำผลิตภัณฑ์หมั่นโถวทั้ง 2 สูตร มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 80 mesh เก็บตัวอย่างผงหมั่นโถวในถุงฟลอยด์ที่ -20 องศาเซลเซียส การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างผงหมั่นโถวดัดแปลงวิธีของ Shao และคณะ [16] โดยชั่งตัวอย่างผงหมั่นโถวปริมาณ 5 กรัม เติมสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 (v/v) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นทำการโฮโมจิไนซ์เพื่อให้ตัวอย่างละเอียด ทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 คืน นำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 จำนวน 3 รอบและทำการปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำสารละลายที่สกัดได้มาวิเคราะห์หาปริมาสารฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content, TPC) ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV-1900 (Japan) โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Kubola และคณะ [17] และ Shao และคณะ [16] โดยคำนวณหาปริมาณสารดังกล่าวจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid equivalent, GAE)ในรูปของมิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของหมั่นโถว (mg GAE/100g sample) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Independent Sample t-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows Version 22

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของหมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ผลการศึกษาลักษณะสีของหมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ แสดงดังตารารางที่ 2 พบว่าค่าความสว่าง (L*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีค่าความสว่างสูงที่สุดเท่ากับ 78.00 และเมื่อเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพปริมาณเพิ่มขึ้นที่ปริมาณ 10, 20 และ 30 กรัม พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีค่าลดลงตามปริมาณการเพิ่มแป้งข้าวทับทิมชุมแพ มีค่าเท่ากับ 60.44 60.73 และ 60.09 ตามลำดับ ซึ่งแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีรงควัตถุคือ แอนโทไซยานิน เป็นสารให้สีม่วง-แดง [5,6] เมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีสีขาว ความสว่างของผลิตภัณฑ์จะมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการเติมแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีค่าแนวโน้มผกผันกับ

ค่าความเป็นสีแดง (a*) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพปริมาณค่าความเป็นสีแดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าความเป็นสีแดง (a*) ของสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 1.48 และค่าความเป็นสีแดง (a*) ของสูตรเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่ปริมาณ 10, 20 และ 30 กรัม มีค่าความเป็นสีแดง (a*) เท่ากับ 5.56, 7.30 และ 7.46 ตามลำดับ เนื่องจากข้าวทับทิมชุมแพ เป็นข้าวเมล็ดสีซึ่งมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่ให้สีโทนม่วงแดง ตามลักษณะพันธุกรรม [3] เมื่อมีการเสริมปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณเพิ่มมากขึ้น ค่าสี a* จึงมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ สำหรับค่าสีเหลือง (b*) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) สูงที่สุดเท่ากับ 18.76 และสูตรที่ 4 (เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 30 กรัม) มีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ต่ำที่สุดเท่ากับ 13.71 ซึ่งการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งสาลีและแป้งเค้กที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักมีสีขาว รวมทั้งเนยที่มีสีเหลืองอ่อน ซึ่งที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่คงที่ ส่วนแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีเฉดสีม่วงแดง ส่งผลให้สูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีผลทำให้ค่าสีเหลืองลดลงตามระดับการเพิ่มแป้ง

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งสูงสุด คือสูตรที่ 4 (เสริมข้าวทับทิมชุมแพ 30 กรัม) มีค่าความแข็งเท่ากับ 5.74 N ส่วนสูตรที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งต่ำสุด คือสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีค่าความแข็งเท่ากับ 3.98 N จากผลการทดลองพบว่า หมั่นโถวที่ไม่เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ (แป้งสาลี) มีค่าแรงกดต่ำสุด ส่วนหมั่นโถวที่เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ค่าแรงกดสูงสุดมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในแป้งสาลีโปรตีนที่ทำให้เกิดกลูเตนซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่น เหนียวนุ่ม และกลูเตนสามารถเก็บก๊าซ CO_2 ที่ผลิตขึ้นโดยยีสต์หรือผงฟูไว้ได้ [12,18] ดังนั้นแรงที่ใช้ในการกดจึงน้อยกว่าหมั่นโถวที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

สำหรับค่าการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) และค่าทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อมีการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ค่าการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) และค่าทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวทับทิมชุมแพไม่มีกลูเตนเหมือนแป้งสาลี จึงสามารถดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าแป้งสาลี [18] ซึ่งผลิตภัณฑ์หมั่นโถวมีแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักที่ประกอบด้วยโปรตีนกลูเตน ซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวจะมีลักษณะเป็นยางเหนียวและยืดหยุ่น ซึ่งกลูเตนประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิด ได้แก่ กลูเตนิน (glutenin) เป็นโปรตีนที่ช่วยให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ถูกผลิตขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักโดยยีสต์หรือผงฟู ซึ่งเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ซาลาเปาหรือหมั่นโถว และไกลอะดิน (gliadin) เป็นโปรตีนที่ช่วยให้กลูเตนมีสมบัติ ยืดตัวและมีความยืดหยุ่น ดังนั้นเมื่อปริมาณของแป้งข้าวทับทิมชุมแพเพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลต่อการเกิดการรวมตัวของโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินเป็นกลูเตนที่ไม่แข็งแรง เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี) ซึ่งจะมีผลทำให้การขยายตัวและกักเก็บก๊าซ CO_2 ไว้ภายในโครงสร้างโดลดลงในระหว่างกระบวนการหมัก [19] ผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่ได้จึง มีลักษณะแข็งร่วนแตกง่ายไม่ทนต่อการเคี้ยวและมีความยืดหยุ่นน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพิชญา [20] Zhu และ Sun [21] Cao และคณะ [22] และ Sun และคณะ [23] พบว่าการทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ (10-30%) การเสริมแป้งมันเทศสีม่วง (5–50%) การทดแทนด้วยแป้งมันฝรั่ง (10 – 50%) และการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งจมูกข้าวสาลี (3 – 12%) ที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมั่นโถว คือ มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ค่าการเกาะรวมตัวกัน ค่าทนต่อการเคี้ยวและค่าความยืดหยุ่นมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี)

3.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพทางด้านลักษณะปรากฏ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สูตรที่ใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 กรัม มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.20, 6.86, 6.83 และ 6.63 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากการพิจารณาลักษณะปรากฏ โดยทั่วไปผู้ทดสอบชิมจะพิจารณาขนาด รูปร่าง สีของผลิตภัณฑ์ในเบื้องต้น จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพจะได้คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าสูตรที่มีเฉพาะแป้งสาลี ซึ่งอาจเป็นลักษณะปรากฏในด้านสีที่แปลกใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์หมั่นโถว

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สูตรที่ใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 กรัม มีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีเท่ากับ 5.20, 6.90, 6.93 และ 6.03 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย โดยคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีของหมั่นโถวสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีต่ำที่สุดเท่ากับ 5.20 เนื่องจากการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้สีของหมั่นโถวเปลี่ยนแปลงมีสีเข้มค่อนไปทางสีม่วงแดง เนื่องจากเมล็ดข้าวทับทิมชุมแพ มีรงควัตถุที่สำคัญ คือ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารให้สีม่วง-แดง[4] เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปให้เป็นแป้งทำให้ได้เป็นแป้งที่มีลักษณะสีแดงอ่อนที่เป็นสีของข้าวทับทิมชุมแพ แป้งข้าวทับทิมชุมแพจึงมีสีเข้มกว่าสีของแป้งสาลี ซึ่งเป็นผลทำให้การประเมินคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของหมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถว (กรัม)			
	0	10	20	30
L^*	78.00 ^{a} ±0.56	64.44 ^{b} ±2.24	60.73 ^{c} ±0.54	60.09 ^{c} ±0.95
a^*	1.48 ^{c} ±0.40	5.56 ^{b} ±1.28	7.30 ^{a} ±0.42	7.46 ^{a} ±0.56
b^*	18.76 ^{a} ±0.32	14.75 ^{b} ±3.39	14.56 ^{b} ±1.33	13.71 ^{b} ±1.15
Hardness (N)	3.98 ^{b} ±1.20	4.34 ^{b} ±0.69	4.66 ^{ab} ±0.19	5.74 ^{a} ±0.19
Cohesiveness	0.71^{a}±0.63	0.72 ^{a} ±0.17	0.69 ^{ab} ±0.14	0.64^{b}±0.22
Springiness ^{ns} (mm)	10.98±3.41	9.37±0.13	10.03±2.41	8.62±0.22
Chewiness (mJ)	55.90^{a}±3.78	45.65 ^{b}±1.23	41.30 ^{b} ±6.67	29.64 ^{c}±5.67

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ns หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สูตรที่ใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 กรัม มีค่าเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่นเท่ากับ 5.10, 6.46, 5.96, และ 6.10 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย สูตรที่คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นของหมั่นโถวสูงที่สุดคือ สูตรที่ 2 (สูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 6.46 สูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยความชอบความชอบด้านกลิ่นต่ำที่สุดคือ สูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีคะแนนเฉลี่ยความชอบ เท่ากับ 5.10 ซึ่งการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีผลในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยเป็นกลิ่นของข้าวหุงสุก ซึ่งตามปกติผลิตภัณฑ์ซาลาเปาหรือหมั่วโถวจะมีกลิ่นหมักอ่อน ๆ ที่เกิดจากการทำงานของยีสต์ในระหว่าง

การหมักโดของแป้งสาลี การเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพจากการนำข้าวทับทิมชุมแพที่นำมาทำแป้ง ไม่ผ่านการขัดสี ข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีจะเรียกว่าข้าวกล้อง เมื่อยังเป็นข้าวกล้อง จะมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดดเด่นแตกต่างจากข้าวสีอื่นหรือข้าวที่ผ่านการขัดสีแล้ว ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นที่แตกต่างกัน [5,6]

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านรสชาติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่ใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 กรัม มีค่าเฉลี่ยความชอบทางด้านรสชาติ เท่ากับ 6.90, 6.96, 6.06, และ 6.16 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย สูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านรสชาติสูงที่สุดคือ สูตรที่ 2 (สูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.96 ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) ซึ่งพบว่าการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของรุจิราและคณะ [24] ที่ได้ศึกษาการใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ โดยรายงานว่าเมื่อผสมแป้งข้าวกับแป้งสาลีชนิดแป้งเค้กทำให้การยอมรับในคุณภาพผลิตภัณฑ์เค้กลดต่ำลงตามอัตราการเพิ่มแป้งข้าวเมื่อประเมินโดยวิธีประสาทสัมผัส ซึ่งอาจเกิดจากความคุ้นเคยของผู้บริโภคต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลีเป็นหลักจึงทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าว ดังนั้นการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ในสูตรที่ 2 (สูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม) เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นทางด้านรสชาติมากที่สุด [5,6]

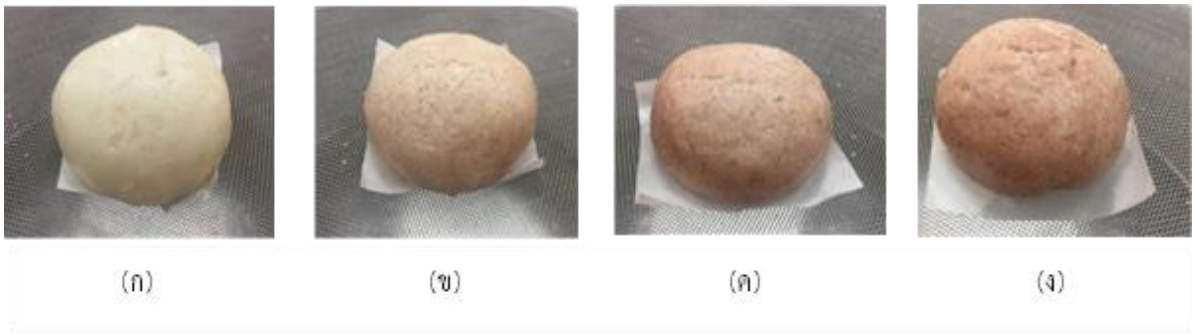
การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความนุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่ใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 กรัม มีค่าเฉลี่ยความชอบด้านความนุ่มเท่ากับ 7.13, 6.96, 6.83, และ 6.63 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง สูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มสูงที่สุดคือ สูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 และสูตรที่ 2 (สูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 6.96 เนื่องจากแป้งสาลีมีส่วนประกอบที่แตกต่างจากแป้งชนิดอื่น คือ กลูเตน ซึ่งกลูเตนจะทำหน้าที่เป็นตัวเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ ทำให้เกิดโครงร่างของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อที่โปร่ง เมื่อแป้งได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิระดับที่เกิดเจลาติไนท์ จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าแป้งสาลีเกิดเจลาติไนท์ก่อนแป้งทับทิมชุมแพ แป้งสาลีจึงเกิดการพองตัวและแตกตัวของเม็ดแป้งได้เต็มที่มากกว่าแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่มีลักษณะความละเอียดของเนื้อแป้งที่น้อยกว่าแป้งสาลี ทำให้สูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีความนุ่มมากกว่าสูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวข้าวทิมชุมแพ [5,6]

สำหรับการพิจารณาค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบชิม พบว่า สูตรที่ 2 เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม มีคะแนนเฉลี่ยของความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างควบคุม (สูตรที่ 1) และสูตรอื่น ๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.26 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยเพื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านอื่น ๆ นั้นพบว่า การเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในระดับที่สูงทำให้คะแนนความชอบด้านอื่นๆ มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งคะแนนการยอมรับโดยรวมนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพิชญา [25] ได้รายงานถึงค่าคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมนิล 10% และ 20% สูงกว่าผลิตภัณฑ์หมั่นโถวสูตรควบคุมดังนั้นการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม จึงมีผลต่อความชอบโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรแป้งข้าวสาลี (สูตรที่ 1) เมื่อนำผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีส่วนประกอบของแป้งทับทิมชุมแพไปนึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ดี เนื้อนุ่มและมีกลิ่นรสที่หอมอ่อน ๆ ของข้าวทับทิมชุมแพ ซึ่งแตกต่างจากสูตรควบคุมที่มีเพียงแป้งสาลี

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของหมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถว (กรัม)			
	0	10	20	30
ลักษณะปรากฏ [ns]	6.20±1.95	6.86±1.54	6.83±1.23	6.63±1.29
สี	5.20 [b]±2.32	6.90 [a]±1.42	6.93 [a]±1.31	6.03 [b]±1.42
กลิ่น	5.10 [b]±2.09	6.46[a]±1.16	5.96 [a]±1.24	6.10 [a]±1.15
รสชาติ	6.90 [a]±1.06	6.96 [a]±1.56	6.06 [b]±1.77	6.16 [ab]±1.57
ความนุ่ม	7.13 [a]±1.33	6.96 [a]±1.37	6.00 [b]±1.66	6.16 [b]±1.59
ความชอบโดยรวม	6.36 [b]±1.60	7.26 [a]±1.41	6.46 [b]±1.45	6.40 [b]±1.32

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ns หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์หมั่นโถวทั้ง 4 สูตร (ก) สูตรที่ 1 แป้งข้าวสาลี (ข) สูตรที่ 2 เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม (ค) สูตรที่ 3 เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 20 กรัม และ (ง) สูตรที่ 4 เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 30 กรัม

3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหมั่นโถวเสริมข้าวทับทิมชุมแพ

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางการกายภาพและการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ซึ่งพบว่าการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัมหรือสูตรที่ 2 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด และรวมทั้งมีคุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) จึงได้นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี เปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4 ปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนของหมั่นโถวทั้งสองสูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลิตภัณฑ์หมั่นโถวสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) และสูตรที่ 2 (เสริมแป้งทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม) ความชื้นเท่ากับ 33.92 และ 34.38 % ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเป็นโดยหมั่นโถวจัดอยู่ในประเภทของขนมปังไอน้ำ ใช้การนึ่งเพื่อให้แป้งสุก จึงทำให้มีปริมาณความชื้นสูง ซึ่งปริมาณความชื้นเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหารซึ่งมีผลต่อรสชาติ เนื้อสัมผัสและน้ำหนักตลอดจนอายุการเก็บรักษาของอาหารด้วย [13] ส่วนปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์หมั่นโถวสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) และสูตรที่ 2 (เสริมแป้งทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม) มีค่าเท่ากับ 7.01 และ 7.26 % ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ทั้งสูตรไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการแปรรูปหมั่นโถวคือแป้งสาลี โดยมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับปริมาณโปรตีนของแป้งสาลีทางการค้า (ตราว่าว) พบว่ามีโปรตีนเท่ากับ 10.26 % และแป้งข้าวหอมมะลิมีโปรตีนเท่ากับ 6.82% [26] ซึ่งการเสริมแป้งข้าว

ทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม และแป้งข้าวมีโปรตีนต่ำกว่าแป้งสาลี การเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพจึงไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์หมั่นโถวทั้งสองสูตรแตกต่างกัน

ปริมาณเถ้าและปริมาณไขมัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์หมั่นโถวสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีปริมาณเถ้า 2.67 % และสูตรที่ 2 (เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม) มีปริมาณเถ้า 2.59 % และปริมาณไขมันของสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 10.50% และ 7.90% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องรายงานการวิจัยของสุพัตราและคณะ [26] ได้สรุปว่าแป้งสาลีมีปริมาณเถ้า และปริมาณไขมันสูงกว่าแป้งข้าว ดังนั้นผลิตภัณฑ์หมั่นโถวที่มีเฉพาะแป้งสาลีจึงมีปริมาณเถ้าและไขมันสูงกว่าหมั่นโถวสูตรเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยของผลิตภัณฑ์หมั่นโถว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 10 กรัม มีปริมาณเส้นใยเท่ากับ 0.24 ซึ่งสูงกว่า สูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีปริมาณเส้นใยเท่ากับ 0.16 % ซึ่งการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพเข้าไปนั้นจึงเป็นการเพิ่มปริมาณเส้นใยเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเส้นใยคือที่พบในแป้งข้าวทับทิบชุมแพเป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ให้สี ซึ่งไม่ผ่านการขัดสีออก รวมทั้งมีรายงานเปรียบเทียบระหว่างปริมาณเส้นใยของแป้งข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวขาว กับปริมาณเส้นใยที่พบในแป้งสาลีทางการค้า ซึ่งพบว่า แป้งข้าวมีปริมาณเส้นใยสูงกว่าแป้งสาลี [20,26]

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

องค์ประกอบทางเคมี (%)	**ปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถว (กรัม)**	
	0	**10**
ความชื้น [ns]	33.92±0.25	34.38±0.99
เถ้า	2.67 [a] ±0.00	2.59 [b] ±0.01
โปรตีน [ns]	7.01±0.20	7.26±0.14
ไขมัน	10.50 [a] ±1.12	7.90 [b] ±0.09
เส้นใย	0.16 [b] ±0.04	0.24 [a] ±0.00
คาร์โบไฮเดรต[ns]	46.19±1.12	47.63±0.73
Total Phenolic (mg GAE/100g sample)	77.45 [b] ±16.98	405.88 [a] ±14.70

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ns หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สำหรับการหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณโดยผลต่าง (by difference) พบว่าปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพที่เสริมเข้าในปริมาณ 10 กรัมไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของปริมาณคาร์โบโฮเดรตในผลิตภัณฑ์ ($p>0.05$) ซึ่งสูตรที่ 1 (แป้งสาลี) มีปริมาณคาร์โบโฮเดรต 46.19 % และสูตรที่ 2 (เสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม) มีปริมาณคาร์โบโฮเดรต 47.63 %

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์หมั่นโถว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรควบคุมมีปริมาณสารฟีนอลิก เท่ากับ 77.45 mgGAE/100g ของตัวอย่าง ซึ่งน้อยกว่าสูตรที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพโดยมีปริมาณสารฟีนอลิก เท่ากับ 405.88 mgGAE/100g ของตัวอย่าง เนื่องจากข้าวทับทิมชุมแพมีคุณสมบัติเฉพาะคือ มีปริมาณ

สารฟีนอลิกสูง [4] เมื่อเสริมในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจึงเกิดความแตกต่างอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารที่สูงจากเดิม และมีความแตกต่างจากท้องตลาดทั่วไป ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบำรุงร่างกายให้แข็งแรง ป้องกันโรค และมีปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ วิตามินอี และแกมม่าออไรซานอลสูงรวมทั้งมีฤทธิ์ในการ ต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเป็นมะเร็ง

4. สรุปผลการทดลอง

แป้งข้าวทับทิมชุมแพประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในแป้งข้าวสาลี เมื่อศึกษาลักษณะสีของเนื้อของหมั่นโถวเสริมแป้งทับทิมชุมแพ พบว่า มีสีที่เข้มกว่าหมั่นโถวจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากแป้งทับทิมชุมแพ ข้าวทับทิมชุมแพจัดอยู่ในกลุ่มข้าวเมล็ดสีที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีตามพันธุกรรม จึงส่งผลต่อสีของผลิตภัณฑ์หมั่นโถว การนำแป้งข้าวทับทิมชุมแพมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วยด้วยการเสริมแป้งข้าวทับทิม ชุมแพทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หมั่นโถวรูปแบบใหม่ โดยหมั่นโถวที่เสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 10 กรัม ซึ่งหมั่นโถวมีลักษณะปรากฏสีม่วง-แดงตามธรรมชาติ และมีความสม่ำเสมอของสี มีกลิ่นรสที่ดี และลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง รวมทั้งยังมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรแป้งข้าวสาลีที่ไม่มีการเสริมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ ดังนั้นการเสริมด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพในผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการโดยการเพิ่มสารฟีนอลิกให้กับผลิตภัณฑ์หมั่นโถว

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Ministry of Agriculture and Cooperatives. “Thai Agricultural Standards: Thai Colored Rice Standard No. TAS 4006 – 2017”, *Office of Standards National agricultural products and food Ministry of Agriculture and Cooperatives*. 2017 (in Thai).

[2] Y. Shao, Z. Hu, Y. Yu, R. Mou, Z. Zhu, and T. Beta, “Phenolic acids, anthocyanins, proanthocyanidins, antioxidant activity, minerals and their correlations in non-pigmented, red, and black rice,” *Food Chem*, vol. 239, pp. 733-741. 2018.

[3] K. Samavardhana, P. Phrigboonchan, T. Supavititpatana, and P. Supavititpatana, “Predicted glycemic index of color rice varieties grown in Thailand,” *Khon Kaen Agriculture Journal*, suppl, no.1, pp. 124-129. 2022 (in Thai).

[4] R. Changsri, S. Bureerat, T. Prungkong, A. Pengrueng, A. Pongpanus, “RD6 9 (Tubtim Chumphae), a non-glutinous rice variety,” *Thai Rice Research Journal*, vol.7 , no.2 , pp. 3 0 - 4 6 . 2016 (in Thai.)

[5] J. Ponglong, L. Senggunprai, P. Tungsutjarit, R. Changsri, T. Proongkhong, S. Thawornchinsombut and P. Pannangpetch, “Hydrolysate and ethanolic extract of Tubtim-Chumphae rice bran improve insulin resistance in high fat-high fructose diet fed rats,” *Srinagarind Medical Journal*, vol.33, no. 5, 2018.

[6] U. Wattanakul, and W. Wattanakul, “Storage times of stale Tub Tim Chumphae paddy rices to proteins, fats content and bioactive compounds,” *Research report*. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang. 5 7 p. 2019 (in Thai).

[7] S. Chumjit, W. Sangartit, U. Kukongviriyapan, P. Pakdeechote, V. Kukongviriyapan and S. Thawornchinsombat, “Effects of Tubtim Chum Phae rice bran hydrolysates on blood pressure and oxidative stress in L-NAME-induced hypertensive rats,” *KKU Research Journal* (Graduate Studi25), vol.17, no.3, pp.19-29, 2017.

[8] P. Chutimanukul, C. Jeankham and S. Ngamluan, “Effect of calcium silicate from cement industry

on growth, yield, and silicon accumulation of Riceberry and Tubtim Chumphae rice varieties," *Khon Kaen Agriculture Journal*, vol.49, no. 3, pp. 577-585, 2021 (in Thai).

[9] S. Chaiyaporn and S. Choenkwan, "Processing of Tubtim Chumphae Rice (RD6 9) of Ban Khok Sawang Housewives Group Community Enterprise, Wang Yai District, Khon Kaen Province," *Journal of Community Development and Lift Quality*, vol.10, no. 2, pp.148-158, May – Aug, 2022 (in Thai).

[10] K. Kongyungyean. Functional Drink product development. National News Bureau of Thailand [Online]. (2021). [Cited May 19, 2023]. Available : https://thainews.prd.go.th/th/news/print_news/TCATG211123165420438

[11] Office of the Royal Society. Mantou and Salapoa. [Online]. (2012). [Cited July 26, 2023]. Available:http://legacy.orst.go.th/?knowledges%

[12] J. Jammek, and O. Naiwikul, *Introduction to Bakery Technology*. (10th edition), Bangkok: Kasetsart University Press, 2010 (in Thai).

[13] S. Chompuja, "Development of healthy steamed bun (Mantou) products with vegetable Chaya (Tree spinach) juice supplement," *Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal*, vol.6, no. 2, pp. 21-31. 2020 (in Thai).

[14] S. Tipkanon, "Development of mantou product from composite wheat flour and rice flour," Graduate School, Kasetsart University, Bangkok, 2001 (in Thai).

[15] AOAC International. "Official methods of analysis of AOAC international (2 1st ed.)," The Association of Official Analysis Chemists, 2019.

[16] Y. Shao, F. Xu, X. Sun, J. Bao, and T.Beta, "Identification and quantification of phenolic acids and anthocyanins as antioxidants in bran, embryo and endosperm of white, red and black rice kernels (Oryza sativa L.)," *Journal of Cereal Science,* vol. 59, pp. 211-218, 2014.

[17] J. Kubola, S. Siriamornpun, and N. Meeso, "Phytochemical, vitamin C and sugar content of Thai fruits," *Food Chemistry*, vol. 126, pp. 972- 981, 2011

[18] S. Sinthawalai and K. Janchad, *Science and Technology of Baking I Volume 1*. Science of Baking. Bangkok: P.L.A., 2001 (in Thai).

[19] P. Kaur, P. Sharma, V. Kumar, A. Panghal, J. Kaur, and Y. Gat, "Effect of addition of flaxseed flour on phytochemical, physicochemical, nutritional, and textural properties of cookies,"*Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences,* vol.18, pp. 372-377. 2019.

[20] S. Khumkhom, "Effect of Riceberry Flour on Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Steamed Bun," *Thai Science and Technology Journal,* vol. 28, no. 11 Nov, 2020 (in Thai).

[21] F. Zhu, and J. Sun, "Physicochemical and sensory properties of steamed bread fortified with purple sweet potato flour," *Food Bioscience*, vol.30, Aug, 100411, 2019.

[22] Y. Cao, F. Zhang, P. Guo, S. Dong, and H. Li, "Effect of wheat flour substitution with potato pulp on dough rheology, the quality of steamed bread and in vitro starch digestibility," *LWT Food Sci. Technol,* vol.111, pp. 527-533, 2019.

[23] R. Sun, Z. Zhang, X. Hu, Q. Xing, and W. Zhuo, "Effect of wheat germ flour addition on wheat flour, dough, and Chinese steamed bread properties," *Journal of Cereal Science,* vol. 64, pp. 153-158, 2015.

[24] R. Preecha, S. Wongpiyachon and N. Kongseree.. "Productdevelopment from wheat-rice composite flour for cake and cookies," IN *Rice*

and rice products research program, pp.553-607. Kasetsart University., Bangkok, 2000 (in Thai).

[25] S. Khumkhom. "Substitution of wheat flour with Hom Nil rice flour affects physicochemical characteristics, antioxidant activities, and sensory acceptance of Chinese steamed bread (Mantou)." *RMUTP Research Journal*, vol.14, no.2, Jul-Dec 2020 (in Thai).

[26] S. Lerswanichwatana, P. Chompreeda, V.Haruthaithanasan and K. Sriroth, "Development of curry puff from composite wheat and fragrance rice flour." In Proceeding of *41 th Kasetsart University Annual Conference*, Bangkok Thailand, Feb. 3-7, 2003, pp. 323-330 (in Thai).