

การประยุกต์ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้

Utilization of Paka-Umpoul Defatted Rice Bran Flour in Cookies

ภัทราภรณ์ แก้วกูล^{*1} อภิชากร ดวงแพญศิริกุล¹ และณัฐพัทธ์ ฉลาดมาก²

Phattaraporn Kaewkool^{*1} Apichargorn Dangkhapensirikul¹, & Nutpaphat Chaladmak²

¹ สาขาวิชาธุรกิจการแปรรูปอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

² สำนักงานส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

¹ Food Processing Business Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University

² Academic Promotion and Registration Office, Surindra Rajabhat University

Submitted 12/09/2022 ; Revised 28/10/2022 ; Accepted 31/10/2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน โดยแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันที่ผลิตได้มีองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน แคลเซียม โพแทสเซียม และใยอาหารร้อยละ 5.69, 16.07, 10.80, 9.92, 57.52 และ 6.66 ตามลำดับ พบปริมาณสารแกมมา-โอไรซานอล 0.115 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ 63.69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เตรียมผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการทดสอบความชอบจากผู้ทดสอบทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน สามารถคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้มีองค์ประกอบของไขมันและใยอาหารสูงขึ้นร้อยละ 2.18 และ 2.86 มีปริมาณสารแกมมา-โอไรซานอล 0.068 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ 30.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จากการตรวจสอบทางกายภาพ พบว่า ความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีค่าลดลงเมื่อปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.19 เป็น 0.35 เมื่อตรวจสอบทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน: (คุกกี้ มผช.118/2555) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

คำสำคัญ : คุกกี้ แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน แป้งสาลี

***ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)**

E-mail: p_kaewkool@yahoo.com

Abstract

This research studied and developed cookie products from Paka-Umpoul defatted rice bran flour partial replacement for wheat flour. The chemical composition of Paka-Umpoul defatted rice bran flour consisted of moisture, protein, fat, ash, carbohydrate, and dietary fiber by 5.69%, 16.07%, 10.80%, 9.92%, 57.52% and 6.66%, respectively, the gamma-oryzanol content was 0.115 mg/100 g and the antiradical activity was 63.69 mg/100 g. Cookie products were prepared in which Paka-Umpoul defatted rice bran flour was substituted for wheat flour at 5 levels of 0%, 10%, 20%, 30%, and 40%, and sensory acceptance was assessed using 30 quasi-trained test subjects. It was found that Paka-Umpoul defatted rice bran flour could be selected as a 40% replacement for wheat flour. The higher substitution with Paka-Umpoul defatted rice bran flour resulted from a higher content of ash and dietary fiber by 2.18% and 2.86%, gamma-oryzanol content of 0.068 mg/100 g, and antiradical activity of 30.75 mg/100 g., lower lightness (L^*) values and free water content (a_w) was increased from 0.19 to 0.35, and microbial quality was in the Thai industry-standard institute: cookies (TISI.118/2555) that are not more than 1×10^6 log CFU/g.

Keywords: cookies, Paka-Umpoul defatted rice bran flour, wheat flour

บทนำ

ประเทศไทยมีข้าวหลากหลายสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกัน ข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่เป็นพืชหลักของการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ กระบวนการสีข้าวเปลี่ยนนอกจากจะได้เมล็ดข้าวเป็นผลผลิตหลักยังมีรำข้าวเป็นผลผลิตพลอยได้ประมาณร้อยละ 10.5 ของเมล็ดข้าวทั้งเมล็ด โดยรำข้าวเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยสารอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ ไขมันร้อยละ 12.45 โปรตีนร้อยละ 10.90 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45.31 และใยอาหารร้อยละ 13.51 ของน้ำหนักรำข้าว [1], [2] นอกจากนี้ในรำข้าวยังพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) ได้แก่ กรดฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ วิตามินอี และสารแกมมา-โอไรซานอล (γ -oryzanol) สารเหล่านี้มีส่วนช่วยในการบำรุงสายตา บำรุงระบบสื่อประสาท ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง และโรคสมองเสื่อม เป็นต้น และยังมีส่วนช่วยในการสร้างคอลลาเจนช่วยชะลอวัย [2], [3] จากการออกเก็บข้อมูลด้านอาหารตามวัฒนธรรมในเขตพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พบว่า กลุ่มเกษตรกรบางพื้นที่รวมกลุ่มปลูกและอนุรักษ์ข้าวพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดสุรินทร์มีความต้องการที่จะแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวและผลพลอยได้ให้มีความหลากหลายและสร้างจุดเด่นให้ผลิตภัณฑ์เพื่อความมั่นคงทางอาหาร ข้าวปากอำปิลเป็นข้าวเจ้าพื้นเมืองสุรินทร์ มีถิ่นกำเนิดแถบตะเข็บชายแดนไทยกัมพูชา เมื่อสุกแก่เปลือกของข้าวมีสีเหลืองอ่อน เหลืองเข้ม และสีดำคล้ำในเปลือกเดียวกัน เมล็ดข้าวเรียวยาว เมื่อขัดขาวจะมีสีขาวเหมือนข้าวหอมมะลิ แต่เมล็ดจะเล็กและมีความใสแวววาวกว่า เมื่อสีเป็นข้าวกล้องจะมีสีเขียวน้ำตาลอ่อน ๆ รสชาตินุ่มเหนียวหนึบ ๆ เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ข้าวปากอำปิลเป็นข้าวโภชนาการสูง คือ มีธาตุเหล็ก 0.46 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ลูทีน 0.0036 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินอี 0.0226 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม [4] แนวทางหนึ่งที่จะเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของข้าวปากอำปิล รวมทั้งตอบสนองกระแสตลาดทางด้านอาหารเชิงสุขภาพ ด้วยการนำแป้งรำข้าวปากอำปิลสกัดน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้อย่างมีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลีในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้อย่างเช่น การใช้ผงเมล็ดฟักทอง [5] การใช้แป้งเผือก [6] การใช้กากถั่วเขียว [7] การใช้แป้งกล้วยดิบ [8] และ การใช้แป้งข้าวหอมนิล [9] เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดประยุกต์ใช้แป้งรำข้าวปากอำปิลสกัดน้ำมันมาเป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์คุกกี้อยู่เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร เพิ่มคุณค่าให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้อย่างสุขภาพ และเป็นสินค้าเชิงวัฒนธรรมของพื้นที่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปากอำปิลสกัดน้ำมัน
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้อย่างใช้แป้งรำข้าวปากอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมัน

1.1 นำรำข้าวปกากำปิลซึ่งเป็นรำข้าวพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดสุรินทร์ จากตำบลโคโค อำเภอมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โดยผ่านการขัดสีไม่เกิน 24 ชั่วโมง มาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง [10] ทำการสกัดน้ำมันออกจากรำข้าวด้วยเครื่องบีบน้ำมันแบบสกรูเพรส (cold oil screw press) ขนาด 2 แรงม้า กำลังไฟ 1,500 วัตต์ สภาวะการบีบที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นบดรำข้าวปกากำปิลที่ผ่านการสกัดน้ำมันด้วยเครื่องบดไฟฟ้าร่อนผ่านตะแกรกร่อนขนาด 60 เมช จะได้แป้งรำข้าว ปกากำปิลสกัดน้ำมันที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร บรรจุในถุงพอยล์แบบสุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 - 8 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมัน

นำแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันที่เตรียมได้จากข้อ 1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร ตามวิธี AOAC.[11]

1.2.1 การวิเคราะห์สารแกมมา-โอโรซานอล ดัดแปลงวิธีของ Perretti et al.[12] โดยการนำแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันที่เตรียมได้จากข้อ 1.1 มาชั่งน้ำหนัก 10 กรัม ทำการสกัดด้วยเมทานอลปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร นำสารสกัดแป้งรำข้าวไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแกมมา-โอโรซานอล ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer (ยี่ห้อ Perkin elmer รุ่น Lampda 365) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 315 นาโนเมตร จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณของแกมมา-โอโรซานอลต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่างแป้งรำข้าวโดยการเทียบกับกราฟมาตรฐาน

1.2.2 การทดสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Kwaw et al.[13] ด้วยการเตรียมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ในเมทานอล จากนั้นปิเปตสารสกัดแป้งรำข้าวจากข้อ 1.2.1 ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ปริมาณ 3 มิลลิลิตร (A_{sample}) เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ในที่มืด 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างควบคุม (A_{control}) โดยใช้เมทานอลแทนสารสกัดแป้งรำข้าว วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer (ยี่ห้อ Perkin elmer รุ่น Lampda 365) คำนวณกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในหน่วยเป็นร้อยละของการยับยั้ง (%Inhibition) ดังสมการ % inhibition = $\{1 - (A_{\text{sample}} / A_{\text{control}})\} \times 100$

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกีโดยใช้แป้งรำข้าวข้าวปากลำบิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

2.1 สูตรพื้นฐานการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี

สูตรพื้นฐานการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์คุกกี

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งสาลี	500	44.52
ผงฟู	8	0.72
เนยสด	300	26.71
น้ำตาลไอซิ่ง	250	22.26
ไข่ไก่	50	4.45
นมข้นจืด	15	1.34

ที่มา: (อริสรา รอดมัย และ อรุณา จิตรวโรภาส) [9]

โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณแป้งรำข้าวปากลำบิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกีแป้งรำข้าวปากลำบิลสกัดน้ำมันแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยส่วนผสมอื่นๆ คงที่ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 5 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้แป้งรำข้าวปากลำบิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ

สิ่งทดลอง	ระดับการทดแทน (ร้อยละ)
1	0
2	10
3	20
4	30
5	40

การผลิตคุกกีทำได้โดยร่อนแป้งสาลีและผงฟู หรือแป้งสาลีผสมแป้งรำข้าวปากลำบิลสกัดน้ำมัน และผงฟู นำแป้งที่ร่อนได้พักไว้ จากนั้นตีเนยสดให้ขึ้นฟู ค่อยๆ ใส่น้ำตาลไอซิ่งทีละน้อยจนหมด ใส่ไข่ไก่ทีละฟอง ความเร็วสูง จึงนำแป้งที่ร่อนแล้ว นมข้นจืด ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำออกจากเครื่อง ตักส่วนผสมใส่กระบอก หรือปั่นเป็นก้อนกลมขนาด 10 กรัม วางในภาชนะที่ทาด้วยเนยขาว นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 15-20 นาที หรือจนกระทั่งสุกนำออกจากเตา พักไว้สักครู่ จึงเอาออกจากถาดอบ ทิ้งให้เย็นบรรจุใส่ภาชนะบรรจุ เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (HE 631001)¹ ของผลิตภัณฑ์คุกกี้

โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน เสรีตัวอย่างคุกกี้ตัวอย่างละ 1 ชิ้น ในภาชนะสีขาว ทดสอบความชอบ แบบ 9 Point Hedonic Scale Scoring Test โดยให้ผู้ทดสอบชิมคุกกี้และให้คะแนนความชอบตามคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น (แป้งรำข้าวสาคัดน้ำมัน) รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ทดสอบ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS for Windows) นำผลที่ได้มาคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน

นำผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันที่ผ่านการคัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพ แสดงรายละเอียดดังข้อ 1.2 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี วัดด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab (รุ่น Color Flex ประเทศสหรัฐอเมริกา) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วัดด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (ยี่ห้อ Aqualab รุ่น Series 3 TE ประเทศสหรัฐอเมริกา) และวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ เชื้อโคลิฟอร์ม และ ยีสต์และรา ตามวิธี AOAC.[11] เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันที่เตรียมได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนัก)	แป้งสาลี [14]	แป้งสาลี [15]	แป้งรำข้าวปกาอำปิล สกัดน้ำมัน*
ความชื้น	9.45±0.12	14.22±0.07	5.69±0.10
โปรตีน	11.31±0.11	10.65±0.01	16.07±0.01
ไขมัน	3.78±0.1	1.73±0.01	10.80±0.08
เถ้า	2.54±0.11	1.23±0.02	9.92±0.03
คาร์โบไฮเดรต	73.90±1.23	72.17±0.00	57.52±0.18
ใยอาหาร	1.31±0.02	0.59±0.01	6.66±0.04

¹HE 631001 หนังสือแสดงผ่านการรับรองจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
การประยุกต์ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนัก)	แป้งสาลี [14]	แป้งสาลี [15]	แป้งข้าวปกาอำปิล สกัดน้ำมัน*
สารแกมมา-โอโรซานอล (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	-	-	0.115±0.68
กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	-	-	63.69±0.53

หมายเหตุ *ค่าที่ได้จากการรายงานผลของห้องปฏิบัติการกลาง สาขาขอนแก่น

สัญลักษณ์ (-) หมายถึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์

จากตารางที่ 3 พบว่า คุณภาพของแป้งข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีที่รายงานโดย Fabian et al. [14] และ Chopra et al. [15] จะเห็นว่าแป้งข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด และใยอาหารสูงกว่าแป้งสาลี และยังพบสารแกมมา-โอโรซานอล 0.115 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ 63.69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ไม่พบในแป้งสาลีที่ผ่านการขัดขาว [16] ดังนั้นแป้งข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันจึงเหมาะที่นำมาเป็นวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลีในการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้เชิงสุขภาพ

2. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่ระดับต่าง ๆ

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	รูปภาพ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส
0		- มีสีเหลืองนวล - ผิวหน้าเรียบเนียนทั่วชิ้นคุกกี้ - มีกลิ่นเนยสด - มีรสหวาน - มีความกรอบ เวลาเคี้ยวร่วนซุย
10		- มีสีเหลืองอมน้ำตาลเล็กน้อย - ผิวหน้าเรียบเนียน ปรากฏโพรงอากาศบริเวณขอบชิ้นคุกกี้เล็กน้อย - มีกลิ่นเนยสด - มีรสหวาน - มีความกรอบ เวลาเคี้ยวร่วนซุย
20		- มีสีเหลืองอมน้ำตาล - ผิวหน้ามีรำข้าวกระจายตัว และปรากฏโพรงอากาศในชิ้นคุกกี้เล็กน้อย - มีกลิ่นเนยสด - มีรสหวาน - มีความกรอบ เวลาเคี้ยวร่วนและแน่นเนื้อเล็กน้อย
30		- มีสีเหลืองอมน้ำตาล - มีกลิ่นเนยสด - มีรสหวาน - ผิวหน้ามีการกระจายตัวของรำข้าว ปรากฏโพรงอากาศในชิ้นคุกกี้เล็กน้อย - มีความกรอบ เวลาเคี้ยวร่วนและแน่นเนื้อ

ตารางที่ 4 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี บางส่วนที่ระดับต่าง ๆ (ต่อ)

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	รูปภาพ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส
40		- มีสีน้ำตาลอ่อนกว่าสูตรอื่น - ผิวหน้ามีรำข้าวกระจายตัว และปรากฏโพรงอากาศชัดเจนทั่วชิ้น - มีกลิ่นเนยสด - มีรสหวาน - มีความกรอบ และมีความแน่นเนื้อมากกว่าสูตรอื่น

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อใช้ปริมาณแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันที่ระดับมากขึ้น จะทำให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีสีเข้มขึ้นเปลี่ยนจากสีเหลืองนวลเป็นสีน้ำตาลอ่อน ผิวหน้ามีรำข้าวกระจายตัวทั่วชิ้นเป็นโพรงอากาศ กรอบ และแน่นเนื้อมากขึ้น ตามระดับของแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี โดยการเพิ่มปริมาณแป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีมากขึ้นไม่บดบังกลิ่นเนยสด และรสชาติในผลิตภัณฑ์คุกกี้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเนยสดและรสชาติหวานไม่ต่างจากสูตรพื้นฐาน ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบทั้งฝึกฝน ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี บางส่วนระดับต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทน (ร้อยละ)				
	0	10	20	30	40
ลักษณะปรากฏ	8.03 ^a ±0.98	7.61 ^{ab} ±0.93	7.37 ^b ±0.91	7.32 ^b ±0.91	7.21 ^b ±0.91
สี	8.02 ^a ±0.97	7.47 ^b ±0.97	7.24 ^{bc} ±0.98	7.00 ^c ±0.97	7.01 ^c ±0.97
กลิ่น ^{ns}	7.56±0.93	7.26±0.93	7.10±0.91	7.07±0.98	7.08±0.91
รสชาติ	7.81 ^a ±0.91	7.62 ^{ab} ±0.93	7.44 ^{bc} ±0.93	7.26 ^c ±0.93	7.33 ^{bc} ±0.93
เนื้อสัมผัส	7.92 ^a ±0.97	7.67 ^{ab} ±0.97	7.57 ^b ±0.93	7.46 ^b ±0.93	7.48 ^b ±0.93
ความชอบโดยรวม	7.88 ^b ±0.97	7.64 ^{bc} ±0.93	7.44 ^{cd} ±0.97	7.24 ^d ±0.97	8.00 ^a ±0.00

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่น ที่ผู้ทดสอบมีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าว ปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq 0.05$) โดยถ้าพิจารณาจากความชอบโดยรวม พบว่า คุกกี้ที่ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 8.00 อยู่ในระดับความชอบมาก) อีกทั้งการใช้ปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันที่ระดับสูง กว่าจะตอบโจทย์ความเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ในเชิงสุขภาพมากกว่า ดังนั้น คุกกี้ที่ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 จึงถูกคัดเลือกเป็นสูตรที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพ ทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของคุกกี้ที่ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 เทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ไม่ทดแทนแป้งสาลี (ร้อยละ 0) ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของ ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ไม่ใส่ทดแทนและคุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40

องค์ประกอบทางเคมี*		ระดับของการทดแทน (ร้อยละ)	
		0	40
ความชื้น		1.95 ^a ±0.95	2.34 ^b ±0.98
โปรตีน ^{ns}		7.17±0.98	8.15±0.95
ไขมัน ^{ns}		23.01±0.93	24.79±0.95
เถ้า		0.90 ^a ±0.95	2.18 ^b ±0.97
คาร์โบไฮเดรต ^{ns}		66.97±0.96	62.54±0.98
ใยอาหาร		ND	2.86±0.95
สารแกมมา-โอโรซานอล (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)		ND	0.068±0.02
กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)		ND	30.75±0.03
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสี	L*	27.03 ^a ±0.01	24.48 ^b ±0.01
	a*	3.70 ^b ±0.01	4.37 ^a ±0.01
	b*	19.74 ^a ±0.01	17.68 ^b ±0.01
ค่า a _w		0.19 ^b ±0.95	0.35 ^a ±0.93

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ไม่ใส่ทดแทนและคุกกี้แบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี*	ระดับของการทดแทน (ร้อยละ)	
	0	40
คุณภาพทางจุลชีววิทยา (โคโลนีต่อกรัม)*		
เชื้อโคโลฟอร์ม	<3.0	<3.0
ยีสต์และรา	<10	<10

หมายเหตุ * ค่าที่ได้จากการรายงานผลของห้องปฏิบัติการกลาง สาขาขอนแก่น

ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$)

ND แสดงถึงไม่พบ

จากตารางที่ 6 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหารเพิ่มขึ้น โดยโปรตีนและไขมันที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ไม่มีการทดแทนแป้งสาลี ดังนั้นแบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีปริมาณเถ้าและใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.18 และร้อยละ 2.86 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันเป็นแหล่งใยอาหารที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

ฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 คือ มีสารแกมมา-โอไรซานอลเท่ากับ 0.068 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 30.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งไม่พบในผลิตภัณฑ์คุกกี้ไม่ทดแทนแป้งสาลี แสดงให้เห็นว่าแบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันมีประโยชน์ต่อการส่งเสริมสุขภาพ โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีส่วนช่วยบำรุงสายตา บำรุงระบบสื่อประสาท ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง และโรคสมองเสื่อม เป็นต้น และยังมีส่วนช่วยในการสร้างคอลลาเจนช่วยชะลอวัย [2], [3]

คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าสี ด้านความสว่าง (L^*) ด้านค่าสีแดง (a^*) และด้านค่าสีเหลือง (b^*) และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ทั้งสองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใส่ปริมาณแบ่งรำข้าวปกากำปิลสกัดน้ำมันที่ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 มีค่า L^* ลดลงจาก 27.03 เป็น 24.48 และ ค่า b^* ลดลงจาก 19.74 เป็น 17.68 สอดคล้องกับภาพและผลในตาราง

ที่ 4 ทั้งนี้เพราะแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อนเมื่อเทียบกับแป้งสาลีที่มีสีขาวออกเหลือง ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามสีของปริมาณแป้งรำข้าว [17] ค่า a_w จะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.19 เป็น 0.35 เพราะองค์ประกอบของน้ำมันในรำข้าวมีประมาณร้อยละ 16 - 32 ทำให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น [18] แต่อย่างไรก็ตามค่า a_w ยังต่ำกว่า 0.6 ซึ่งอยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ [19] และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์คุกกี้ทั้งสอง พบว่า มีจำนวนโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3.0 โคโลนีต่อกรัม และจำนวนยีสต์และรานน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน

จากผลองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าคาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร ร้อยละ 5.69, 16.07, 10.80, 9.92, 57.52 และ 6.66 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Neeta et al. [20], Mishra, N. [21] และ Sudha et al. [22] รายงานถึงองค์ประกอบหลักของรำข้าวสกัดน้ำมัน คือ ความชื้นร้อยละ 4.80-13.30 โปรตีนร้อยละ 13.80-16.60 ไขมันร้อยละ 0.33-20.15 เถ้าร้อยละ 6.84-11.60 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 49.82-61.46 และใยอาหารร้อยละ 4.75-13.10 ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสกัดน้ำมันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้อง เช่น ความแปรปรวนของพันธุ์ข้าว สภาพแวดล้อม เครื่องจักรและกระบวนการแปรรูปที่เกี่ยวข้อง เช่น การสีข้าว และการสกัดน้ำมันรำข้าว [23] นอกจากนี้ในรำข้าวยังพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ [2], [3] จากองค์ประกอบทางเคมีของแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันจึงมีคุณสมบัติที่ดีในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลีให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้

2. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

จากการประยุกต์ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน 5 ระดับ ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลี เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและความชอบของผู้ทดสอบ ผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 ถูกคัดเลือกจากค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบ โดยปริมาณแป้งรำข้าวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น เห็นได้จากปริมาณเถ้าและใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.18 และ 2.86 ซึ่งใยอาหารจะช่วยให้ระบบขับถ่ายดี ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ พบสารแกมมา-โอไรซานอลและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่างๆ ต่อโรคที่สัมพันธ์กับอาหารและช่วยชะลอวัย [2], [3] เมื่อพิจารณาค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้จะมีค่าความสว่างลดลงเมื่อปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีสีน้ำตาลเข้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน สอดคล้องกับงานวิจัยของบุญยกฤต และคณะ [17] พบว่า เมื่อคุกกี้มีปริมาณรำข้าวหอมมะลิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของคุกกี้ลดลง หมายถึงคุกกี้มีความเข้มของสีดำเพิ่มขึ้น เมื่อมีการทดแทนรำข้าวหอมมะลิร้อยละ 20 ค่า a_w เป็นดัชนี

บอกถึงปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันที่ทดแทนแป้งสาลี จาก 0.19 เป็น 0.35 แต่ยังมีค่าต่ำกว่า 0.6 ซึ่งอยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ [19] ดังนั้นผลิตภัณฑ์คุกกี้จึงจัดเป็นอาหารกลุ่มที่มีความชื้นต่ำสามารถเก็บรักษาได้นาน และผลทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีจำนวน โคลิฟอร์มน้อยกว่า 3.0 โคโลนีต่อกรัม และจำนวนยีสต์และราอย่างน้อย 10 โคโลนีต่อกรัม อยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: คุกกี้ (มผช. 118/2555) [24] ที่กำหนดไว้ให้มีเชื้อจุลินทรีย์ได้ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วนร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลี จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและความชอบของผู้ทดสอบทั้งฝึกฝน คุกกี้ที่ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 เป็นสูตรที่ถูกคัดเลือกเป็นสูตรที่เหมาะสม มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 8.00 อยู่ในระดับความชอบมาก) ทำการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งรำข้าวปกาอำปิลทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ไม่ทดแทน โดยมีเถ้าและใยอาหารสูงขึ้นร้อยละ 2.18 และ 2.86 ปริมาณสารแอมมา-โอไรซานอล 0.115 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ 63.69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม การทดแทนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันในปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลค่าความสว่าง (L^*) ลดลงผลิตภัณฑ์คุกกี้มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น และมีค่า a_w เพิ่มขึ้น คุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: คุกกี้ (มผช. 118/2555) [24] ดังนั้นการประยุกต์ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีเพื่อเป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์คุกกี้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร เพิ่มคุณค่าให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้เชิงสุขภาพ และเป็นสินค้าเชิงวัฒนธรรมของพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- [1] Jiratchaya W, Chaiwat A, Apinya S, Mintra S, Warintorn R, Chanakan P., & Korawan S., (2022). Comparative analysis of nutritional components and phytochemical attributes of selected Thai rice bran. *Frontiers in Nutrition*, 9, 833730.
- [2] Moongngarm, A., Daomukda, N., & Khumpika, S. (2012). Chemical compositions, phytochemicals, and antioxidant capacity of rice bran, rice bran layer, and rice germ. *Apcbee Procedia*, 2, 73–7.

- [3] Issara, U., & Rawdkuen, S. (2016). Rice bran: a potential of main ingredient in healthy beverage. *International Food Research Journal*, 23(6), 2306-2318.
- [4] แผนงานฐานทรัพยากรอาหาร สำนักงานกองทุน สนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2553). มหัทศจรยพันธ์ ข้าวพื้นบ้านคุณค่าทางโภชนาการของสายพันธุ์ข้าวท้องถิ่น. [ออนไลน์], สืบค้นจา <https://prachatai.com/journal/2008/09/18027> (14 ตุลาคม 2565).
- [5] Garsa, A. (2020). Preparation and nutritional properties of cookies from the partial replacement of wheat flour using pumpkin seeds powder. *World Journal of Environmental Biosciences*, 9(2), 48-56.
- [6] Allen, T. A., Quast, E., Bertran, L. C., & Balny, E. M. (2016). Partial substitution of wheat flour with taro (*Colocasia esculenta*) flour on cookie quality, *Revista de Ciências Exatas e Naturais*, 18(2), 202-212.
- [7] นวพร ลาภส่งผล นันทิดา บุญเสงี่ยม และ ดวงหทัย ใจเสาะ. (2559). ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยโปรตีนจากถั่วเขียวต่อคุณภาพของคุกกี้เนย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 47(2)(พิเศษ), 293-296.
- [8] Norhidayah, M., Noorlaila, A., & Nur Fatin Izzati, A. (2014). Textural and sensorial properties of cookies prepared by partial substitution of wheat flour with unripe banana (*Musa x paradisiaca* var. Tanduk and *Musa acuminata* var. Emas) flour. *International Food Research Journal*. 21(6), 2133-2139
- [9] อริสรา รอดมัย และ อรุมา จิตรวโรภาส. (2550). การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร*, 3(1), 37-43.
- [10] คงศักดิ์ ศรีแก้ว, เฉลิมพร ทองพูน, ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา, ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา, และเมธาวินี ประดิษฐ์. (2553). กระบวนการอย่างง่ายในการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันรำข้าวบิเบียน. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่*, 2(6), 43-52.
- [11] AOAC. (2012). *Official method of analysis* (19th ed). Washington DC: The Association of Official Analytical Chemists Inc.
- [12] Perretti, G., Miniati, E., Montanari, L., & Fantozzi, P. (2003). Improving the value of rice by-products by SFE. *Journal of Supercritical Fluids*, 26, 63-71.
- [13] Kwaw, E., Ma, Y., Tchabo, W., Apaliya, M. T., Wu, M., Sackey, A. S., & Tahir, H. E. (2018). Effect of lactobacillus strains on phenolic profile, color attributes and antioxidant activities of lactic-acid-fermented mulberry juice. *Food Chemistry*, 250, 148-154.
- [14] Ugwuona, F., Ukom, A., Ejinkeonye, B., Obeta, N., & Ojinnaka, M. (2021). Exploring the possibilities of some selected flour blends for the development of bakery products:

- Comparison with some physicochemical and functional properties of wheat flour. *Food Science and Technology International*, 29(2), 105-114.
- [15] Chopra, N., Dhillon, B. Rani, R., & Singh, A. (2018). Physico nutritional and sensory properties of cookies formulated with quinoa, sweet potato and wheat flour blends. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(3), 798-806.
- [16] Gani, A., Wani, SM., Masoodi, FA., & Hameed, G. (2012). Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: a review. *Journal of Food Processing & Technology*, 3(3), 1000146.
- [17] บุญยกุลธ รัตนพันธุ์, วัชร สึงห์หง, อนง หาลี, พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากรำข้าวหอมนิล (หน้า 233-239). ใน การประชุมวิชาการระดับชาติของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ครั้งที่ 2. กาญจนบุรี.
- [18] Gunstone, F. (1996). *Fatty acid and lipid chemistry*. New York: Chapman & Hall.
- [19] วิวัฒน์ หวังเจริญ. (2010). แอคติวิตีของน้ำและการศึกษาอายุการเก็บรักษาของอาหารแห้ง. *Food*, 40(4), 277-281.
- [20] Neeta, K., Neelam, K. V., & Priyanka R. (2018). Nutrient composition of full fat and defatted rice bran. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37(1), 77-80.
- [21] Mishra, N. (2017). Utilization of waste defatted rice bran in formulation of functional cookies and its effect on physiochemical characteristic of cookies. *International Journal of Advanced Science and Research*, 2(5), 64-6.
- [22] Sudha, S., Gopala, K., & Asna, U. (2011). Physio-chemical characteristics of defatted rice bran and its utilization. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 478-483.
- [23] Kalpanadevi, C., Vasudeva, S., & Subramanian, R. (2018). Influence of milling on the nutritional composition of bran from different rice varieties. *Food Science and Technology*, 55(6), 2259-2269.
- [24] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2555). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: คุกกี้ 118/2555*. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.