วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 29 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2567
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 29 (No.3) September – December 2024 บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

Development of Lum-Duan Cookies Mixed with Riceberry Rice

ณปภา หอมหวล[1] และ อัจฉริยะกูล พวงเพ็ชร์[2*]

Napapha Homhual[1] and Aschariyakul Puangphet[2*]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีและศิลปะการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ประเทศไทย

[2]สาขาวิชาอาหารและโภชนาการประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ประเทศไทย

Department of Technology and Culinary Art, Faculty of Science and Technology,

Phetchaburi Rajabhat University, Thailand

Department of Applied Food and Nutrition, Faculty of Science and Technology,

Phetchaburi Rajabhat University, Thailand

Received : 14 June 2024, Received in revised form : 20 August 2024, Accepted : 20 August 2024

Available online : 12 September 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยโบราณที่มีรูปลักษณ์สวยงาม คล้ายกับดอกลำดวน แต่มักพบปัญหาในการผลิตและจำหน่าย อาทิ รูปทรงขนมเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายในระหว่างการขนส่งหรือรอจำหน่าย ผิวด้านนอกขนมมีความชื้น ทำให้ติดที่ตัวบรรจุภัณฑ์ในขณะบรรจุ ส่งผลให้เกิดลักษณะที่ไม่น่ารับประทาน อีกทั้งในกระบวนการผลิตขนมชนิดนี้ต้องอาศัยความประณีต ทำให้ใช้เวลาในการผลิต โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนในรูปแบบของคุกกี้ และศึกษาการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนการใช้แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนเพื่อเพิ่มคุณประโยชน์ในเชิงสุขภาพ ตลอดจนวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

วิธีดำเนินการวิจัย : คัดเลือกสูตรพื้นฐานสำหรับพัฒนาคุกกี้ลำดวน โดยใช้สูตรของขนมกลีบลำดวนที่แตกต่างกัน 4 สูตร จากนั้นนำไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน สูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดจะถูกนำมาทำการพัฒนาสูตรคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่แทนที่แป้งสาสีในสูตรคุกกี้ลำดวน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ตามลำดับ สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด จะถูกนำไปพัฒนาและศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษา

ผลการวิจัย : ผลการวิจัยพบว่าสูตรพื้นฐานของขนมกลีบลำดวนที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดคือสูตรที่ดัดแปลงจาก Karedee, (2014) ประกอบด้วยแป้งอเนกประสงค์ ร้อยละ 47.62 น้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 23.81 น้ำมันพืช ร้อยละ 23.81 และเนยขาว ร้อยละ 4.77 อัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่แทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ คือ ร้อยละ 30 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) ในส่วนของการพัฒนาคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอรี่ ใช้วิธีการปรับเนื้อสัมผัส

ของผลิตภัณฑ์โดยการลดการใช้น้ำมันพืช และเพิ่มส่วนผสมของเนยขาว และขึ้นรูปของผลิตคุกกี้โดยใช้พิมพ์ ตามวิธีการผลิตคุกกี้แบบกด โดยคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานประมาณ 538.23 กิโลแคลอรี่ และจากการศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่าคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “คุกกี้” (มผช. 118/2555)

สรุปผลการวิจัย : สูตรพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเป็นคุกกี้ลำดวนประกอบด้วย แป้งสาลีสำหรับทำเค้ก ร้อยละ 47.62 น้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 23.81 น้ำมันพืช ร้อยละ 23.81 และเนยขาว ร้อยละ 4.77 และอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่แทนแป้งสาลี คือ ร้อยละ 30 การพัฒนาคุกกี้ลำดวนใช้วิธีการปรับลักษณะของขนมกลีบลำดวนให้มีลักษณะคล้ายคุกกี้ โดยการปรับลดปริมาณน้ำมันพืชและเพิ่มส่วนผสมของเนยขาว ขึ้นรูปขนมอาศัยวิธีการทำคุกกี้ในรูปแบบของคุกกี้กด ทั้งนี้คุกกี้ลำดวน 100 กรัม ให้พลังงานประมาณ 538.23 กิโลแคลอรี่ และคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของคุกกี้ลำดวนในระยะเวลา 2 เดือน ยังอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถบริโภคได้

คำสำคัญ : ขนมกลีบลำดวน ; คุกกี้ ; ข้าวไรเบอร์รี่

Abstract

Background and Objectives : Gleeb Lamduan is a traditional Thai dessert known for its beautiful appearance, resembling Lamduan flowers. However, there are challenges in its production and distribution, such as the dessert easily changing shape during transportation or storage for sale. The outer surface of the dessert is moist, causing it to stick to the packaging during packing, resulting in an unappetizing appearance. Additionally, the production process of this dessert requires meticulousness and time. This research aimed to develop Gleeb lamduan dessert in the form of cookies and study the use of rice berry instead of wheat flour in Lamduan cookie products to increase health benefits. The nutritional values, chemical quality, physical properties, and microbial properties of Lamduan cookie products mixed with Riceberry rice were analyzed.

Methodology : For the selection of the basic recipe in order to develop Lamduan cookies using 4 different recipes for Gleeb Lamduan, a sensory preference test with 100 general consumers was conducted. The basic recipe that received the highest liking score was used to develop the Lamduan Cookie recipe. The appropriate ratio of Riceberry rice instead of wheat flour in the Lamduan cookie recipe at 6 levels, namely 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%, respectively, was studied. The recipe that received the highest liking score was developed, investigated for the appropriate form of the product, and analyzed the nutritional value, chemical, physical, and microbial quality for assessment of shelf life.

Main Results : The results showed that the basic recipe for Gleeb Lamduan dessert that received the highest liking score was the recipe adapted from Karedee (2014), consisting of 47.62% cake flour, 23.81% icing sugar, 23.81% rice bran oil, and 4.77% white butter. The appropriate ratio for using Riceberry rice instead of all-purpose wheat flour was 30%, which obtained the highest overall acceptability by panelists ($p \leq 0.05$). In the development of Lamduan cookies mixed with Riceberry rice, the adjustment of the texture of the product involved reducing the amounts of vegetable oil and adding of shortening, the molds were then used for forming of cookies by the production method of pressed cookies. The nutritional value of 100 grams of Lamduan cookies mixed with Riceberry rice provides approximately 538.23 kilocalories of energy. After studying the chemical, physical, and microbial quality of Lamduan cookies mixed with Riceberry rice for a period of 2 months, it was found that the physical characteristics had slightly changed, while the microbial quality remained according to the community product standard "Cookies" (TCPS:118/2012).

Conclusions : The basic recipe for developing Lamduan cookies included 47.62% cake flour, 23.81% icing sugar, 23.81% rice bran oil, and 4.77% shortening butter. The optimal substitution ratio for using Riceberry rice flour instead of all-purpose flour was 30%. The development of Lamduan cookies involves modifying the traditional Gleeb Lamduan dessert to resemble cookies by reducing the amount of vegetable oil and increasing the amount of shortening. The cookies are shaped using the pressed cookie method. The 100 grams of Lamduan cookies contained approximately 538 kilocalories of energy. The chemical, physical, and microbial qualities of the Lamduan cookies remained according to the criteria for consumption over 2 months.

Keywords : Gleeb Lamduan dessert ; cookies ; Riceberry rice

***Corresponding author. E-mail** : aschariyakul.pua@mail.pbru.ac.th

บทนำ

เพชรบุรีเป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงด้านขนมหวาน นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของวัตถุดิบท้องถิ่นสำหรับการทำขนมเป็นจำนวนมาก อาทิ น้ำตาลโตนด มะพร้าว และข้าว เป็นต้น นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่รู้จักเพชรบุรีในนามของเมืองขนมหวาน (Boonpienpon & Wongwiwattana, 2021) โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการเก็บข้อมูลจากผู้ประกอบการขนมไทย บริษัท เพชรบุรี ไทยดีเสิร์ท (บ้านเดือนขนมไทย) ซึ่งเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายขนมไทยในจังหวัดเพชรบุรี พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่ได้รับความนิยมสูงสุดในการจำหน่าย คือ ขนมหม้อแกง ฝอยทอง และขนมกลีบลำดวน ตามลำดับ โดยขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยโบราณ ที่นิยมใช้ในงานพิธีสำคัญหรือตามเทศกาลต่างๆ เป็นขนมที่มีลักษณะคล้ายกับดอกของต้นลำดวน ซึ่งเป็นลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของขนมชนิดนี้ นอกจากรูปลักษณ์ที่สวยงามแล้วขนมกลีบลำดวนยังมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์จาก

ควันเทียนร่วมอยู่ด้วย (Nimeplub, 2021) อย่างไรก็ตามขนมกลีบลำดวนที่มีจำหน่ายในจังหวัดเพชรบุรีส่วนใหญ่มีการจำหน่ายในรูปของฝาก แต่รูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย ยังไม่มีความหลากหลายมากนัก โดยส่วนใหญ่จะมีการสร้างความแตกต่างในด้านของการแต่งกลิ่น สีและรสชาติ นอกจากนั้นจากการสอบถามข้อมูลข้อมูลจากผู้ประกอบการ เกี่ยวกับปัญหาที่พบในการจำหน่ายขนมกลีบลำดวนพบว่าในการจัดจำหน่ายบางครั้งเกิดปัญหากับรูปทรงของขนม คือรูปทรงขนมเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายในระหว่างการขนส่งหรือการเก็บรักษาเพื่อรอจำหน่าย หรือในบางครั้งแป้งบางส่วนจากตัวขนมติดที่ตัวบรรจุภัณฑ์ ทำให้เกิดลักษณะที่ไม่น่ารับประทาน รวมถึงในระหว่างหยิบรับประทานอาจมีแป้งบางส่วนติดที่มือ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมหลักของขนมคือแป้งสาลี น้ำตาล และน้ำมัน (Nimeplub, 2021) ทำให้เนื้อสัมผัสของขนมมีลักษณะที่ค่อนข้างร่วน เกิดการเสียรูปทรงได้ นอกจากนั้นการบริโภคขนมที่มีส่วนผสมของแป้งและน้ำตาลในปริมาณมากก็อาจส่งผลทางด้านลบต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ (Ratanopas, 2019)

คุกกี้เป็นอาหารว่างประเภทขนมอบหรือเบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยจากรายงานการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากรไทย จากสำนักงานสถิติแห่งชาติที่ได้รายงานไว้ในปี 2556 พบว่าคนไทยมีการบริโภคอาหารว่างมากถึงร้อยละ 79.3 ซึ่งจากรายงานดังกล่าวบ่งชี้ให้เห็นว่าอาหารว่างเริ่มเข้ามามีบทบาทกับการบริโภคอาหารของคนไทยมากขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวส่งผลธุรกิจต่อการขยายตัวของธุรกิจประเภทอาหารว่างตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารว่างประเภทเบเกอรี่ คุกกี้จัดเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับเป็นที่นิยม โดยปัจจุบันมีการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์คุกกี้ให้มีความแปลกใหม่ มีความทันสมัย (Phugan *et al.,* 2021) รวมถึงตอบโจทย์กับกระแสสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้หลากกลายกลุ่มมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาที่พบเกี่ยวกับขนมกลีบลำดวนในข้างต้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนในรูปแบบใหม่ โดยการนำวิธีการทำคุกกี้มาผสมผสานกับการทำขนมกลีบลำดวน เพื่อลดปัญหาเรื่องเนื้อสัมผัสของขนม และมีการปรับรูปแบบของขนมให้มีความสะดวกต่อการผลิตและจัดจำหน่าย แต่ยังคงความเป็นเอกลักษณ์ขนมกลีบลำดวน นอกจากนั้นยังมีการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เป็นเพาะปลูกในจังหวัดเพชรบุรี มาเป็นส่วนผสมในขนมกลีบลำดวน เนื่องจากข้าวชนิดนี้อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูง อาทิ วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน และใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Mungkung *et al.,* 2024 ; Rujirapisit *et al.,* 2012) รวมไปถึงสมบัติในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ อาทิ ความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ ระดับน้ำตาลในเลือด ไขมันในเลือด ตลอดจนความสารถในการต้านการอักเสบในร่างกาย (Arjinajarn *et al.,* 2017 ; Leardkamolkarn *et al.,* 2011) ซึ่งปัจจุบันมีการนำเอาข้าวที่เพาะปลูกในประเทศไทยมาใช้ทดแทนแป้งสาลีผลิตภัณฑ์ขนมอบ ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเลือกในเชิงสุขภาพแก่ผู้บริโภค รวมถึงผู้แพ้ หรือไม่สามารถรับประทานแป้งสาลีได้ รวมถึงเป็นการลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้าวสาลี ที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ (Kraboun, *et al.,* 2020 ; Shesot, *et al.,* 2021 ; Ranok & Kupradit, 2020)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจริยธรรมในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี วันที่รับรอง 13 ธันวาคม พ.ศ. 2565 เลขที่ใบรับรอง 6/2565

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน สำหรับนำไปเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาคุกกี้ลำดวนในขั้นตอนต่อไป โดยคัดเลือกสูตรขนมกลีบลำดวนที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 สูตร (Table 1) จากนั้นศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรพื้นฐานของคุกกี้ลำดวน โดยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ทำการประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม กับผู้ทดสอบที่เป็นบริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน โดยสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด จะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ในลำดับถัดไป

Table 1 Basic formulas of Gleeb Lamduan

Ingredients (%)	Basic formulas			
	F1	F2	F3	F4
Cake flour	-	-	-	47.62
All-purpose flour	47.06	42.31	40.74	-
Fine sugar	29.41	38.46	37.04	-
Icing sugar	-	-	-	28.57
Lard	23.53	-	14.81	-
Vegetable oil	-	19.23	-	23.81
Egg yolk	-	-	7.41	-

N.B.: F1 adapted from Songpranam, (2004); F2 adapted from Karedee, (2014); F3 adapted from Thonanon & Kongpun. (2002). F4 adapted from Julya, (2014).

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

2.1. เตรียมข้าวไรซ์เบอร์รี่ผง (ดัดแปลงจากวิธีของ Raungrusmee, *et al.,* 2018)

ข้าวไรซ์เบอรี่ ที่เพาะปลูกแบบปลอดสารเคมี จากวิสาหกิจชุมชนศูนย์ข้าวชุมชนตำบลไร่มะขาม อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ถูกนำมาอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำให้เป็นผงด้วยการบดละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นผสม (SHARP รุ่น EMC-15) และกรองผ่านตะแกรงขนาดอนุภาค 60 Mesh จากนั้นนำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงที่ได้ไปบรรจุในถุงฟอยล์แบบสุญญากาศ เพื่อรอใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป

2.2. ศึกษาอัตราส่วนการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน

สูตรพื้นฐานของขนมกลีบลำดวนที่ได้รับการคะแนนความชอบสูงสุดจากการศึกษาก่อนหน้า ถูกนำมาศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงที่ระดับที่แตกต่างกันทั้งหมด 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ตามลำดับ จากนั้นศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรพื้นฐานของคุกกี้ลำดวน โดยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ทำการประเมินคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม กับผู้ทดสอบที่เป็นบริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน โดยสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด จะถูกนำไปศึกษาในลำดับถัดไป

2.3. การพัฒนาสูตรและรูปแบบคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

พัฒนาสูตรคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยการนำสูตรขนมกลีบลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้จากการศึกษาในข้อ 2.2 นำมาปรับรูปแบบการผลิตขนมให้มีลักษณะคล้ายกับคุกกี้ ทั้งนี้เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องเนื้อสัมผัสของขนม ที่ผิวด้านนอกขนมมีความชื้น ทำให้ติดที่ตัวบรรจุภัณฑ์ในขณะบรรจุ นอกจากนั้นยังทำการศึกษารูปแบบการขึ้นรูปขนม ที่จะให้สามารถช่วยให้การผลิตทำได้ง่ายขึ้น แต่ยังคงความเป็นเอกลักษณ์ของดอกลำดวน

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ ด้วยวิธีการส่งวิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารทั้งหมด 15 รายการ ประกอบด้วย พลังงานทั้งหมด พลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โคเลสเตอรอล โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม และธาตุเหล็ก

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับการพัฒนาแล้วจากข้อ 2.3 ถูกนำมาบรรจุถุงพลาสติกชนิด PET จากนั้นทำการปิดผนึกให้สนิทด้วยความร้อน และนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 วัน โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ทุก ๆ 30 วัน โดยคุณภาพที่ทำการศึกษาประกอบด้วย

4.1 คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยค่า L* (ความสว่าง) ค่า a* (สีเขียว-แดง) ค่า b* (สีน้ำเงิน-เหลือง) โดยใช้เครื่องวัดสี Data color (QC set) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4.2 คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ค่าแอคติวิตี้ของน้ำ (Water activity; a_w) ในผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง a_w meter (AQUA LAB, USA) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value ;PV) ตามวิธีมาตรฐานของ AOCS Official Method Cd 8-53 (1997)

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “คุกกี้” (มผช. 118/2555) ประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001) *Salmonella* spp. (ISO 6579-1, 2017) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2016) *Bacillus*

cereus (BAM, 2012) *Clostridium perfingens* (BAM, 2001) *Escherichia coli* (BAM, 2017) ยีสต์ (BAM, 2001) และเชื้อรา (BAM, 2001)

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

การศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมกลีบลำดวนโดยคัดเลือกจากสูตรขนมกลีบลำดวนที่มีการใช้ส่วนผสมที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 สูตร (Table 1) ลักษณะของขนมที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วแสดงดัง Figure 1

Figure 1 Basic formulas of Gleeb Lamduan

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบกับผู้ทดสอบทั้งหมด 100 คน ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 2 โดยจากผลการศึกษาพบว่าสูตรพื้นฐานสูตรที่ 4 ซึ่งเป็นสูตรที่ดัดแปลงมาจาก Julya (2014) มีส่วนผสมที่ประกอบด้วยแป้งเค้ก ร้อยละ 47.62 น้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 28.57 และน้ำมันพืช ร้อยละ 23.81 ได้คะแนนความชอบในทุก ๆ ด้าน สูงกว่าสูตรอื่น ๆ อีก 3 สูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงใช้สูตรที่ 4 เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ในลำดับถัดไป

Table 2 Sensory evaluation of Gleeb Lamduan from different 4 basic formulas

Attributes	Mean score			
	F1	F2	F3	F 4
Color	6.97 ± 0.68^{b}	6.53 ± 0.52^{c}	6.15 ± 0.27^{d}	8.10 ± 0.52^{a}
Odor	7.03 ± 0.63^{b}	6.53 ± 0.52^{c}	6.03 ± 0.66^{d}	8.34 ± 0.52^{a}
Taste	7.23 ± 0.63^{b}	6.55 ± 0.50^{c}	5.80 ± 1.00^{d}	7.97 ± 0.52^{a}
Texture	6.66 ± 0.65^{b}	6.53± 0.52^{b}	5.72 ± 0.77^{c}	8.47± 0.52^{a}
Overall acceptability	6.80 ± 0.63^{b}	6.45 ± 0.50^{c}	5.77 ± 0.45^{d}	8.48 ± 0.52^{a}

N.B.: Means ± standard deviation with different letters within rows are significantly different ($p \leq 0.05$)

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

2.1. การศึกษาอัตราส่วนของข้าวไรซ์เบอร์ที่เหมาะสมในการพัฒนาคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

ข้าวไรซ์เบอร์ที่ถูกเตรียมในรูปแบบผง ถูกนำมาผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้ส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กในสูตรพื้นฐานที่แตกต่างกันทั้งหมด 6 ระดับ โดยพบว่าการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อลักษณะปรากฏทางด้านสี และเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนอย่างชัดเจน โดยอัตราส่วนการทดแทนแป้งสาลีด้วยข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่สูงขึ้น ส่งผลให้สีของขนมกลีบลำดวนมีลักษณะสีดำเพิ่มขึ้นตามลำดับ นอกจากนั้นยังส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมที่หยาบและร่วนเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใช้อัตราส่วนของข้าวไรซ์เบอร์ผงที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงใน Figure 2

Figure 2 The replacement of cake flour with Riceberry rice powder at six different ratios in Lum-Duan cookies

จากผลการศึกษาการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ใน Table 3 พบว่า การใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กที่อัตราส่วนร้อยละ 30 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ ด้านสูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงทดแทน

แป้งสาลีที่อัตราส่วนร้อยละ 50 พบว่าได้รับคะแนนความชอบในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 3 Sensory evaluation of Lumduan cookies by replacement cake flour with Riceberry rice powder

Attributes	Ratio of Riceberry rice powder replacing wheat flour (%)					
	0	10	20	30	40	50
Color	8.00 ± 0.61^{ab}	6.97 ± 0.39^{c}	7.23 ± 0.56^{bc}	8.40 ± 0.65^{a}	7.33 ± 0.54^{b}	6.15 ± 0.66^{d}
Odor	7.90 ± 0.85^{b}	7.03 ± 0.73^{cd}	7.25 ± 0.59^{cd}	8.35 ± 0.55^{a}	7.85 ± 0.51^{b}	7.63 ± 0.65^{c}
Taste	7.85 ± 0.39^{b}	7.45 ± 0.66^{c}	7.85 ± 0.92^{b}	8.14 ± 0.88^{a}	7.00 ± 0.90^{cd}	6.80 ± 0.70^{d}
Texture	7.90 ± 0.67^{bc}	7.80 ± 0.65^{c}	8.00 ± 0.75^{b}	8.36 ± 0.39^{a}	7.00 ± 0.42^{cd}	6.78 ± 0.97^{d}
Overall acceptability	7.95 ± 0.41^{b}	7.85 ± 0.78^{c}	8.00 ± 0.75^{b}	8.45 ± 0.65^{a}	7.65 ± 0.54^{c}	6.89 ± 0.55^{d}

N.B.: Means ± standard deviation with different letters within rows are significantly different ($p \leq 0.05$)

2.2. การพัฒนาสูตรและรูปแบบคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

ในการพัฒนาสูตรและรูปแบบคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ในครั้งนี้ ได้ทำการพัฒนาโดยนำเอาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนแบบดั้งเดิมจากผู้ประกอบการมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยปัญหาที่พบ อาทิ ด้านเนื้อสัมผัสของขนมที่มีความชื้นและร่วนง่ายทำให้เวลาที่บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์แล้ว ในระหว่างที่มีการขนส่งหรือรอจำหน่าย เนื้อของขนมบางส่วนมีการหลุดออกมาติดที่ตัวบรรจุภัณฑ์ที่ห่อหุ้ม ทำให้สินค้ามีลักษณะที่ไม่สวยงาม และอาจส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงกระบวนการผลิต ในส่วนของการขึ้นรูปขนมให้มีลักษณะเป็นกลีบของดอกลำดวนแบบ 3 มิติ จะต้องใช้ความประณีตและเวลาในการผลิตที่ค่อนข้างมาก ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงทำการแก้ปัญหาด้านเนื้อสัมผัสของขนม โดยการปรับลดปริมาณน้ำมันพืชจากสูตรพื้นฐานที่ทำการศึกษาลงร้อยละ 80 จากปริมาณเดิมที่ใช้ และแทนที่ส่วนผสมของน้ำมันที่หายไปโดยการเพิ่มส่วนผสมที่เป็นเนยขาวชนิดที่ไม่มีส่วนผสมของไขมันชนิดทรานส์ลงในสูตรที่อัตราส่วนร้อยละ 18.67 นอกจากนั้นได้มีการปรับรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้มีความกลมกล่อมมากขึ้นโดยการเพิ่มส่วนผสมของเกลือป่นลงในสูตรร้อยละ 0.38 และในส่วนของการผลิต ได้มีการพัฒนารูปทรงของขนมให้เป็นรูปแบบที่สามารถผลิตได้ง่าย แทนการผลิตขนมแบบดั้งเดิมที่ใช้วิธีการนำส่วนผสมของขนมที่ผ่านการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วมาปั้นและค่อย ๆ นำมาประกอบกันให้เป็นรูปทรงดอกลำดวน ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยความประณีตและชำนาญ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการนำเอาวิธีการทำคุกกี้ ในรูปแบบคุกกี้กด(pressed cookies) มาประยุกต์ใช้กับการผลิตขนม โดยมีขั้นตอนในการขึ้นรูป 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1. ขึ้นรูปขนมเพื่อให้ได้ลักษณะของกลีบดอกลำดวนในลักษณะ 2 มิติก่อน โดยใช้พิมพ์สแตนเลสรูปกลีบดอกลำดวนที่มีลักษณะเป็นดอกไม้ 3 กลีบ กดลงบนส่วนผสมของขนมที่ผ่านการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว

2. ทำการเพิ่มส่วนของเกสรดอก โดยนำส่วนผสมที่เหลือจากการกดมาปั้นให้เป็นทรงกลม และนำไปวางไว้บริเวณกึ่งกลางดอกก่อนที่จะนำขนมเข้าอบ ทั้งนี้เพื่อให้ยังคงเอกลักษณ์ความเป็นดอกลำดวนของขนมอยู่ ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย และช่วยลดขั้นตอนของการประกอบขึ้นรูปขนมจากวิธีดั้งเดิม นอกจากนั้นได้มีการปรับเพิ่มระยะเวลาในการอบจากเดิมที่ใช้ระเวลาในการอบขนม 15 นาที เป็น 25 นาที เพื่อให้ขนมมีเนื้อสัมผัสที่แห้งมากขึ้น โดยลักษณะของขนมดั้งเดิมและขนมที่ผ่านการพัฒนาแล้วดังแสดงใน Figure 3

Figure 3 Lum-Duan cookies mixed with Riceberry rice

3. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ลำดวน 100 กรัม พบว่า พบว่าให้พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 538.23 กิโลแคลอรี่ โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 63.24 กรัม ไขมัน 29.15 กรัม โปรตีน 5.73 กรัม ใยอาหาร 1.14 กรัม ในขณะที่แร่ธาตุพบว่าแร่ธาตุที่พบมากคือ โซเดียม 148.67 และแคลเซียม 10.48 มิลลิกรัม ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 4 ทั้งนี้ในการผลิตคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ 1 ชิ้น พบว่ามีน้ำหนัก 6 กรัม ซึ่งจะให้พลังงานเท่ากับ 32.29 กิโลแคลอรี่

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาคุณภาพด้านเคมีของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยการวิเคราะห์ค่า PV เพื่อพิจารณาการเกิดกลิ่นหืน ค่า a_w และค่าความชื้น (Moisture content) พบว่าที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่า PV ค่า a_w และค่าความชื้นของคุกกี้มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในส่วนของค่า a_w มีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่เกิน 0.6 ในขณะที่ค่าความชื้นมีปริมาณไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามปริมาณความชื้นที่กำหนดไว้ในมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “คุกกี้” (มผช. 118/2555) ดังแสดงใน Table 5

Table 4 The nutrition content of Lamduan cookies mixed with Riceberry rice per 100 g

Nutrient (100 g)	Content
Total energy (kcal)	538.23
Energy from fat (kcal)	262.35
Total fats (g)	29.15
Saturated fat (g)	16.82
Cholesterol (g)	Not detected
Protein (g)	5.73
Carbohydrate (g)	63.24
Fiber (g)	1.14
Sugar (g)	26.00
Sodium (mg)	148.67
Vitamin A (µg)	Not detected
Vitamin B1 (mg)	0.028
Vitamin B2 (mg)	Not detected
Calcium (mg)	10.48
Iron (mg)	0.71
Ash (g)	0.75
Moisture content (g)	1.13

Table 5 Physical and chemical quality of Lumduan cookies mixed with Riceberry rice for 60 days

Period	Color			Water activity	Peroxide Value	Moisture content
(Days)	L*	a*	b*	(a_w)	(mEq/kg)	(%)
0	69.27± 0.32	4.26± 0.51	5.57± 0.20	0.142 ± 0.004	4.44± 0.08	1.24± 0.21
30	66.21±0.19	4.02± 0.32	4.40± 0.11	0.174 ± 0.007	5.52± 0.05	1.08± 0.35
60	64.68±0.45	4.45± 0.13	4.42± 0.38	0.219± 0.005	5.53± 0.07	2.02± 0.47

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “คุกกี้” (มผช. 118/2555) ดังแสดงใน Table 6 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 60 วัน คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอยู่ในเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าที่ระยะเวลาดังกล่าวผลิตภัณฑ์ยังมีความปลอดภัยในการบริโภค

Table 6 Microbial quality of of Lumduan cookies mixed with Riceberry rice for 60 days

Microorganism lists	Storages times (Days)			Community product standard "cookies" (TCPS:118/2012).
	0	30	60	
Total Plate Count (CFU/g)	<10	<10	<10	<1x10^4 colony / g of sample
Bacillus cereus (CFU/g)	<10	<10	<10	<1x10^3 colony/ g of sample
Clostridium perfringens (CFU/g)	<10	<10	<10	<1x10^3 colony/ g of sample
Staphylococcus aureus (CFU/g)	<10	<10	<10	<10 colony/ g of sample
Escherichia coli (MPN/g)	<3.0	<3.0	<3.0	< 3 / g of sample
Salmonella spp. (CFU/g)	Not dectected per 25 g	Not dectected per 25 g	Not dectected per 25 g	Not detected in 25 g of sample
Yeasts (CFU/g)	<10	<10	<10	<100 colony/ g of sample
Molds (CFU/g)	<10	<10	<10	<100 colony/ g of sample

วิจารณ์ผลการวิจัย

สูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรที่ดัดแปลงมาจาก Julya (2014) โดยได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ ด้านสูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 1) โดยเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของสูตรพื้นฐานที่ทำการศึกษาทั้ง 4 สูตร พบว่าสูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงมากจาก Julya (2014) เป็นเพียงสูตรเดียว ที่มีการใช้แป้งเค้กหรือแป้งสาลีชนิดเบา ซึ่งแป้งสาลีชนิดนี้เป็นแป้งที่มีองค์ประกอบของโปรตีนต่ำ (ประมาณร้อยละ 7-9) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีอเนกประสงค์และแป้งขนมปัง ที่มีองค์ประกอบของโปรตีนเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยเนื้อแป้งมีความเนียน ละเอียด มีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ (Naiwikun & Chaemmek, 2010) เมื่อนำมาทำขนมแล้วจึงทำให้ขนมมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แห้ง กรอบและเนียน กว่าขนมกลีบลำดวนอีก 3 สูตร ที่ใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ ทั้งนี้เนื่องจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ เป็นแป้งสาลีที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10-11 จัดเป็นแป้งสาลีที่มีปริมาณโปรตีนปานกลาง เนื้อแป้งมีความหยาบกว่าแป้งเค้กเล็กน้อย มีความสามารถในการดูดน้ำได้ดีกว่าแป้งเค้ก ซึ่งเป็นผลมาจากโปรตีนในแป้งสามารถเกิดปฏิสัมพันธ์ (interaction)

กับน้ำและสตาร์ชได้ ทำให้แป้งที่มีโปรตีนในปริมาณมากสามารถเกิดปฏิสัมพันธ์กับน้ำได้ในปริมาณมากด้วยเช่นกัน (Schopf & Scherf, 2021) ส่งผลให้ขนมที่ผ่านการผลิตด้วยแป้งชนิดนี้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียดน้อยกว่าสูตรที่ใช้แป้งเค้ก นอกจากนั้นในสูตรนี้ยังเป็นสูตรที่มีการใช้ปริมาณน้ำตาลที่น้อยกว่าสูตรอื่น ๆ จึงอาจส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภคได้ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคปัจจุบันหันมาให้ความสนใจสุขภาพมากขึ้น มีการหลีกเลี่ยง หรือพยายามลด อาหารที่มีรสหวาน เค็ม และมัน เพื่อลดผลความเสี่ยงที่จะกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว (Kanthong, 2015) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาในด้านสี ยังพบว่าสูตรที่ 3 เป็นสูตรที่มีสีเหลืองมากกว่าสูตรอื่น ๆ (Figure 1) ทั้งนี้เนื่องจากสูตรนี้เป็นสูตรที่มีการใช้ไข่แดงเป็นส่วนผสม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ไม่ได้ใช้ไข่แดงเป็นส่วนผสม จะพบว่าขนมมีสีที่ขาวนวลมากกว่า ทั้งนี้ขนมที่มีลักษณะของสีเหลืองที่มากไปส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสีของขนม ทำให้ขนมจากสูตรดังกล่าวได้รับคะแนนที่ต่ำกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ในส่วนของการการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่นั้น การศึกษาในครั้งนี้เลือกใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี เนื่องจากจังหวัดเพชรบุรีมีแหล่งเพาะปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่สำคัญ โดยเฉพาะในเขตตำบลไร่มะขาม ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่อินทรีย์ที่ผ่านการดำเนินงานภายใต้วิสาหกิจศูนย์ข้าวชุมชนตำบลไร่มะขาม จังหวัดเพชรบุรี (Sukhonthara, 2016) โดยข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวสายพันธุ์ผสมระหว่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวหอมนิล มีลักษณะเด่น คือ เป็นข้าวเจ้าที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วงจนเกือบดำ อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อาทิ สารแอนโธไซยานิน แกมมาโอไรซานอล และเบต้าแคโรทีน นอกจากนั้นยังอุดมไปด้วยใยอาหาร และวิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Nachaisin *et al.,* 2016) อย่างไรก็ตามการทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กด้วยข้าวไรซ์เบอร์รี่ในคุกกี้กลีบลำดวนนั้นสามารถทดแทนได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถทดแทนแป้งสาลีได้ทั้งหมด เนื่องจากแป้งสาลีมีคุณสมบัติที่แตกต่างกับข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ ในแป้งสาลีจะมีโปรตีน 2 ชนิด คือ กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ที่สามารถรวมตัวกันและเกิดโครงสร้างกลูเตนที่มีลักษณะเป็นร่างแหที่ช่วยกักเก็บอากาศไว้ในโครงสร้าง (Gallagher *et al*., 2004) ทำให้ขนมที่ใช้แป้งสาลีเป็นส่วนผสมมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ฟู ไม่แน่นจนเกินไป ในขณะที่แป้งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่สามารถเกิดโครงสร้างกลูเตนได้ การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพียงอย่างเดียวจึงส่งผลให้คุกกี้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น แข็ง มีความแห้ง ร่วน และมีการเกาะตัวกันที่ไม่ดีตลอดจนมีสีที่คล้ำตามลักษณะของสีข้าว โดยจะมีสีที่คล้ำมากขึ้นตามปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้นดัง Figure 2 ซึ่งลักษณะที่กล่าวมาอาจจะส่งผลต่อการความชอบที่ลดลงของผู้บริโภคได้ โดยในการศึกษาของผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กที่อัตราส่วนร้อยละ 30 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ ด้านสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะเดียวกันการทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กด้วยข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงอัตราส่วนร้อยละ 50 กลับพบว่าเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบในทุก ๆ ด้าน น้อยที่สุด (Table 2) ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Sukkaseam & Niamsuk (2022) ที่ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในคุกกี้ตูเล และพบว่าการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่สูงขึ้นผลต่อค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น รวมถึงมีค่าการขยายตัวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากในข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่มีโปรตีนที่ทำให้เกิดโครงสร้างกลูเตน จึงส่งผลให้โครงสร้างขนมหลังอบไม่แข็งแรง เกิดการแผ่ขยายตัวได้มากขึ้น นอกจากนั้นในการศึกษาของ Kraboun *et al*., 2020 พบว่า

การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้ก 100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่าความแข็งของคุกกี้ปราศจากกลูเตนมีค่าที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนมีค่าความสว่างของสีคุกกี้ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม

ในส่วนของการพัฒนาสูตรขนมกลีบลำดวนให้มีรูปแบบของคุกกี้นั้น เนื่องจากคุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบ ที่มีส่วนผสมของแป้งสาลี น้ำตาล และเนยเป็นหลัก ซึ่งส่วนผสมหลักคล้ายกับส่วนผสมของขนมกลีบลำดวน แต่ลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้จะมีความแห้งและกรอบร่วนมากกว่า ทำให้เวลาบรรจุลงในซองบรรจุภัณฑ์แล้วยังคงรูปได้ดี ดังนั้นคณะผู้วิจัยใช้ลักษณะดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ โดยทำการพัฒนาสูตรโดยการปรับลดส่วนผสมของน้ำมัน ซึ่งเป็นส่วนผสมที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่ทำให้ขนมมีความชื้น และทดแทนส่วนของน้ำมันที่ลดลงโดยใช้เนยขาว เนื่องจากเนยขาวมีสมบัติในการช่วยกักเก็บอากาศไว้ในโครงสร้างของโด ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของขนม ทำให้ขนมมีความแข็งลดลง มีลักษณะที่กรอบ แห้งมากขึ้น ตลอดจนช่วยรักษาโครงสร้างของรูปทรงขนมทำให้ขนมที่ผ่านการอบแล้วมีรูปทรงที่ดี และมีลักษณะการเยิ้มของไขมันที่น้อย (Given,1994) อย่างไรก็ตามเนยขาวเป็นผลิตภัณฑ์ไขมันที่ได้จากการนำน้ำมันพืชมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) ลงไปในน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว หากเนยขาวที่ใช้ผ่านกระบวนการผลิต ด้วยวิธีการเติมไฮโดรเจนแบบไม่สมบูรณ์ (Partially hydrogenated oils, PHOs) จะก่อให้เกิดกรดไขมันชนิดทรานส์ (Lateh *et al.,* 2021) ซึ่ง เป็นไขมันที่สามารถก่อให้เกิดผลเสียกับร่างกายได้ โดยจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับคลอเรสเตอรอลชนิด LDL (Low-density lipoprotein cholesterol) ในขณะเดียวกันก็ไปลดระดับคลอเรสเตอรอล ชนิด HDL (High-density lipoprotein cholesterol) ทั้งนี้องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้มีการประกาศห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ไขมันที่ผลิตด้วยกระบวนการเติมไฮโดรเจนแบบไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดไขมันชนิดทรานส์ (Pakdeechanuan & Sahadsatam, 2020) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้เนยขาวชนิดที่ไม่มีส่วนประกอบของไขมันทรานส์ เพื่อป้องกันผลกระทบต่อร่างกายที่มาจากบริโภคไขมันทรานส์ที่จะเกิดขึ้นกับผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการลดส่วนผสมของไขมันลง หากไม่มีการทดแทนอาจจะส่งผลต่อคุณภาพของคุกกี้ได้ เนื่องจากไขมันเป็นส่วนผสมที่มีผลต่อคุณภาพของคุกกี้ (Jacob & Leelavathi, 2007) ในกระบวนการผลิตคุกกี้หากนำไขมันมาตีผสมกับน้ำตาล จะทำให้เกิดเป็นโพรงอากาศในโครงสร้างของโด และเมื่อนำไปผ่านการอบแล้ว เนื้อสัมผัสของคุกกี้จะมีลักษณะที่ กรอบ ร่วน ไม่แน่นหรือแข็งจนเกินไป (Mamat & Hill, 2014) อย่างไรก็ตามนอกจากการปรับส่วนผสมในสูตรแล้ว การปรับกระบวนการผลิตโดยการเพิ่มระยะเวลาในการอบจากสูตรขนมเดิม ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นที่ลดลง รวมถึงมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบ แห้ง ไม่ติดบรรจุภัณฑ์หลังจากการบรรจุ (Figure 3)

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่พบว่าคุกกี้ลำดวนปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 538.23 กิโลแคลอรี่ (Table 4) อย่างไรก็ตามปริมาณของคุกกี้ลำดวนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ 1 ชิ้น พบว่ามีขนาด 6 กรัม โดยจะให้พลังงานประมาณ 30 กิโลแคลอรี่ โดยปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อหนึ่งครั้งเท่ากับ 5 ชิ้น ซึ่งจากการผลทดลองในเบื้องต้น (Preliminary test) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน เปรียบเทียบกับคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ไม่ได้แสดงผล) พบว่าคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่จะมีองค์ประกอบส่วนของไขมัน ใยอาหาร และเถ้าที่สูงกว่าขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานอยู่ที่ ร้อยละ 42.1 307.5 และ 20.8 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นข้าวที่ผ่านการผลิตด้วยวิธีการกะเทาะเปลือก ไม่ผ่านการขัดสี เมล็ดข้าวยังมีส่วนของจมูกข้าว และ

รำข้าวติดอยู่ที่เมล็ด ซึ่งรำข้าวเป็นส่วนที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่หลายหลาย อาทิ ไขมัน ใยอาหาร โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสารต้านอนุมูลที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Nagendra *et al.,* 2011; Jirasatid, 2021) ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวในรำและจมูกข้าวส่งผลต่อปริมาณไขมัน ใยอาหารและเถ้าของคุกกี้ที่มีการใช้ส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยในส่วนของแร่ธาตุที่พบมากในคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ โซเดียม แคลเซียม และธาตุเหล็ก ตามลำดับ

ในส่วนของอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพด้านสี ประกอบด้วยค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่าคุกกี้ลำดวนที่อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลืองที่ลดลง ในขณะเดียวกันค่าความเป็นสีแดง มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้คุกกี้ลำดวนดูดซับความชื้นเข้าไปในโครงสร้างมากขึ้น จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีค่าสีแดงที่เข้มขึ้น และมีค่าความสว่างที่ลดลง (Fong-in *et al.,* 2021) ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w และ ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (Table 5) ทั้งนี้พบว่าผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Fong-in *et al.,* 2021 ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงของแครกเกอร์ข้าวก่ำพะเยาในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ลามิเนตพลาสติก ถุงโอเรียนโพลิโพรพิลีน และถุงพลาสติกใสโพลิโพรพิลีน มีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองที่ลดลง ในขณะเดียวกันก็มีค่าสีแดงที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาที่ 30 วัน ในขณะที่การศึกษาค่า a_w ของคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่นั้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.1- 0.2 โดยที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือนค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากในระหว่างการเก็บรักษาเกิดการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์รอบชิ้นอาหาร ซึ่งมีผลต่อการดูดซับความชื้นจากไอน้ำในบรรยากาศ ทำให้เกิดการถ่ายเทความชื้นที่อยู่ระหว่างชิ้นอาหารกับอากาศ ซึ่งส่งผลให้ ค่า a_w มีการเปลี่ยนแปลง (Panyoyai & Suwannalert, 2023) ทั้งนี้ค่า a_w เป็นค่าที่บ่งชี้ระดับปริมาณน้ำที่ต่ำที่สุดในอาหาร ที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญ ตลอดจนการนำไปใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ จัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร (Barbosa *et al*., 2007) ในส่วนของค่าความชื้นของคุกกี้ลำดวนในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน พบว่ามีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกับค่า a_w คือมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ยังมีค่าไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “คุกกี้” (มผช. 118/2555) ในส่วนของการศึกษาค่า PV ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาออโต้ออกซิเดชัน (Auto-oxidation) ที่นำไปสู่การเกิดหลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ โดยเพอร์ออกไซด์ เป็นผลิตภัณฑ์ตัวแรกที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาดังกล่าว (Rattanapanone, 2002) ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในหลายๆ ด้าน อาทิ กลิ่น สี และรสชาติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค (Sothornvitl, 2007) ทั้งนี้เนื่องจากคุกกี้ลำดวนมีส่วนผสมของไขมัน ดังนั้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา โดยจากการศึกษาพบว่าที่อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ 60 วัน มีค่า PV เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากปริมาณเริ่มต้น ลักษณะที่เกิดขึ้นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่า PV ที่พบในคุกกี้ลดไขมันด้วยถั่วพิวเรที่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่า PV อย่างชัดเจนเมื่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เข้าสู่ช่วงเดือนที่ 3 และเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 4 (Prasert & Boonkhun, 2023)

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 60 วัน (Table 6) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ยีสต์และเชื้อรา ที่พบในผลิตภัณฑ์ยังเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “คุกกี้” (มผช. 118/2555) ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w ที่พบในผลิตภัณฑ์ โดยตลอดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 60 วัน มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ ทั้งนี้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร การทำให้ค่า a_w ลดลงต่ำกว่า 0.6 จึงเป็นการลดความเสี่ยงในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Langkapin *et al*., 2023 ; Poolcharoensil *et al*., 2023)

สรุปผลการวิจัย

ในการพัฒนาคุกกี้ลำดวนผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าสูตรพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเป็นคุกกี้ลำดวนประกอบด้วย แป้งสาลีสำหรับทำเค้ก ร้อยละ 47.62 น้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 23.81 น้ำมันพืช ร้อยละ 23.81 และเนยขาว ร้อยละ 4.77 ในขณะที่อัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่แทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้ก คือ การใช้ข้าวไรซ์เบอรี่แทนแป้งสาลีสำหรับทำเค้กที่ร้อยละ 30 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุด โดยในการพัฒนาขนมกลีบลำดวนให้อยู่ในรูปแบบของคุกกี้ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการปรับลดน้ำมันมันรำข้าวซึ่งเป็นส่วนผสมที่เป็นของเหลว และปรับส่วนผสมของเนยขาวให้เพิ่มขึ้น เพื่อให้ลักษณะของขนมมีเนื้อสัมผัสที่คล้ายคุกกี้ และใช้วิธีการขึ้นรูปขนมโดยใช้วิธีการทำคุกกี้แบบคุกกี้กด (pressed cookies) แทนวิธีการปั้นแบบดั้งเดิม เพื่อให้การผลิตสามารถทำได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลำดวน 100 กรัม พบว่าให้พลังงานประมาณ 538.23 กิโลแคลอรี่ ในขณะที่การศึกษาอายุการเก็บรักษาเบื้องต้นที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ยังอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถบริโภคได้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ต้องขอขอบพระคุณการพัฒนาการวิจัยการเกษตร จากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ผ่านทางแผนงานวิจัย RAINS for Western Food Valley ประจำปีงบประมาณ 2564 ร่วมกับผู้ประกอบการบริษัท เพชรบุรี ไทยดีเสิร์ท จำกัด ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงาน ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม และโรงเรียนการอาหารนานาชาติเพชรบุรี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Arjinajarn, P., Chueakula, N., Pongchaidecha, A., Jaikumkao, K., Chatsudthipong, V., Mahatheeranont, S., Norkaew, O., Chattipakorn, N., & Lungkaphin, A. (2017). Anthocyanin-rich Riceberry rice bran extract attenuates gentamicin-induced hepatotoxicity by reducing oxidative stress, inflammation and apoptosis in rats. *Biomedicine & pharmacotherapy, 92*, 412-420.

Barbosa, C., Gustavo, V., Schmidt, S. J., & Labuza, T. P. (2007). *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*. Ames, Los Angeles: Blackwell.

Boonpienpon, N.,& Wongwiwattana, B. (2021). The Management of Traditional Thai Desserts to Promote Souvenir Business in Phetchaburi. *Journal of Public Administration and Politics, 10*(2), 62-75.

Fong-in, S., Kadwilard, J., Lainchuea, S., Sanegkham, S., Dokkham, W. , & Phandaeng, P. (2021). Effect of Packaging on Quality Changes of Black Glutinous Rice (Kham Phayao) Cracker during Storage. *Burapha Science Journal*, *26*(1), 33-45. (in Thai)

Gallagher, E., Gormley,T.R., & Arendt, E.K. (2004). Recent advances in the formulations of gluten-free cerealbased products. *Trends in Food Science and Technology*, *15*,143-152.

Given, P. S. 1994. Influence of fat and oil–physicochemical properties on cookie and cracker manufacture. In Faridi, H. (ed). The Science of Cookie and Cracker Production. New York: Chapman and Hall.

Jacob, J., & Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering, 79*(1), 299-305.

Jirasatid, S. (2021). Effect of Riceberry rice bran on product development of functional drinkable goat milk yogurt. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, *31*(2), 356-366. (in Thai)

Julya, W. (2014). *Aspicious thai desserts*. Bangkok: Phetpraguy. (in Thai)

Kanthong, H. (2015). Stevia sweet and healthy herb. *Food Journal*, *45*(3), 41-44. (in Thai)

Karedee, K. (2014). Thai Desserts. Bangkok: Maeban. (in Thai)

Kraboun, K., Punumong, P., Rojsuntornkitti, K., Kongbangkerd, T., Tantivititapong, I., Junthong, N., Roipomma, P., & Saimek, M. (2020). Effect of Riceberry rice Rice Flour and Glutinous Rice Flour on Some Qualities of Gluten-Free Cookies. *Rajabhat Agriculture Journal*, *19* (1), 20-27. (in Thai)

Langkapin, J., Parnsakhorn, S., & Oupathumpanont, O. (2023). Effects of drying temperatures and times on the Beta-carotene content and physical properties of osmosis Mayongchit product. *Burapha Science Journal*, *28* (3), 2034-2053. (in Thai)

Lateh, P., Sensana, S., Sulong, S., & Posokaboot, S. (2021). Impact of Trans-Fat Consumption and Guideline of Safety Consumption from Trans-Fat. *Journal of Health Science of Thailand, 30*(Suppl 2), S367-S375. (in Thai)

Leardkamolkarn, V., Thongthep, W., Suttiarporn, P., Kongkachuichai, R., Wongpornchai, S., & Wanavijitr, A. (2011). Chemopreventive properties of the bran extracted from a newly-developed Thai rice: The Riceberry rice. *Food chemistry, 125*(3), 978-985.

Mamat, H., & Hill, S. E. (2014). Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. *Journal of food science and technology, 51*, 1998-2005.

Mungkung, R., Dangsiri, S., Satmalee, P., Surojanametakul, V., Saejew, K., & Gheewala, S. H. (2024). The nutrition-environment nexus assessment of Thai Riceberry rice product for supporting environmental product declaration. *Environment, Development and Sustainability, 26*(2), 4487-4503. (in Thai)

Nachaisin, M., Teeta, S., Deejing, K., Ponken, T. & Pharanat, W. (2016). *Development of Riceberry nutrition instant rice; high in anthocyanin for healthy elderly person*. Physics program, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. 1-75. (in Thai)

Nagendra, P, M., Sanjay, K., Shravya, K, M., Vismaya, M., & Nanjunda, S, S. (2011). Health benefits of rice bran-a review. *Journal of Nutrition & Food Sciences, 1*(3), 1-7.

Naiwikun, O., & Chaemmek, C. (2010). *Basic baking science and technology*. Bangkok: Kasetsart University Press, 224 p. (in Thai)

Nimeplub, S. (2021). *Product development of gluten-free Khanom Gleeb-Lamduan (Thai shortbread cookies) from Job's Tears flour*. Master's thesis, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)

Pakdeechanuan. P., & Sahadsatam, A. (2020). Trans Fatty Acids Content in Non-dairy Cream, Margarine and Shortening Products Distributed in Pattani Provinc. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal, 13*(1). 1-11. (in Thai)

Panyoyai, N., & Suwannalert, P. (2023). Changes in relative humidity on crispness of dried sheet food produced by Thai community. *Burapha Science Journal*, *28*(2), 1324-1340. (in Thai)

Phugan, P., Nuchim, P., Satam, N., & Pransua, A. (2021). Development of cookies with fiber supplementation from pineapple residues of baking by a charcoal stove. *Srinakharinwirot University Journal of Sciences and Technology, 13*(25), 97-109. (in Thai)

Poolcharoensil, N., Uthai, N., Thawerattanon, N., Yampuang, R., Subanmanee, N. , & Klungvijit, S. (2023). Effect of storage time on chemical, physical and microorganism quality of Kanom Nah Nuan. *Journal of Home Economics*, *66*(1), 120-130. (in Thai)

Prasert, W., & Boonkhun, C. (2023). Utilization of bean puree as a fat replacer in cookies. *Journal of Food Research and Product Development*, *53*(1), 19-37. (in Thai)

Ranok, A., & Kupradit, C. (2020). Effect of whey protein and Riceberry rice flour on quality and antioxidant activity under gastrointestinal transit of gluten-free cookies. *AIMS Agriculture and Food, 5*(3), 434-448.

Ratanopas, W. (2019). Good eat for good health in the 21st century. *The Golden Teak: Science and Technology Journal, 4*(1), 1-14. (in Thai)

Rattanapanone, N. (2002). *Food chemistry*. Bangkok: Odeon Store. 487 p. (in Thai)

Raungrusmee, S., Jadwong, K., & Wongtong, O. (2018). Development of sandwich bread formulation substituted wheat with Riceberry rice bran. *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)*, *13*(1), 123-138. (in Thai)

Rujirapisit, P., Sangkaeo, W., & Ieowsakulrat, S. (2012). Nutritional value of 9 rice cultivars. *Agricultural Science Journal, 43*(2), 173-176. (in Thai)

Schopf, M., & Scherf, K. A. (2021). Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. *Foods, 10*(2), 1-13.

Shesot, T., Noeisungnoen, S., Arnun, A., & Phugan, P. (2021). Product development of cookies Singapore from Ricerberry bran flour by using rice bran oli shortening to substitute white butter. *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)*, *16*(1), 141-154. (in Thai)

Songpranam, P. (2004). *Thai food*s. Bangkok: SE-ED. (in Thai)

Sothornvitl, R. (2007). *Introduction to food chemistry and microbiology*. Bangkok: Kasetsart University Press. 231 p. (in Thai)

Sukhonthara, S. (2016). Development of germinated Riceberry rice Thai egg custard with reduced sugar. *Srinakharinwirot Science Journal*, *32* (2), 195-209.

Sukkaseam, K., & Niamsuk, J. (2022). Effect of substitution of wheat flour with Riceberry rice flour on physical and sensory qualities in Tuile cookies. The 9th Nakhonratchasima College Conference 2022, 516-525. (in Thai)

Thonanon, T., & Kongpun, S. (2002). *Tamrab Ahan Witthayalai Nai Wang*. Bangkok: Saengdaet publisher. (in Thai)