

ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทาร์ต

จิราภัทร โอทอง¹ และ กฤษณธร สาเอี่ยม^{2*}

¹คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

¹168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวังชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

²1 ถนนอุทองนอก แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

รับบทความ 7 กรกฎาคม 2567 แก้ไขบทความ 24 มกราคม 2568 ตอบรับบทความ 11 มีนาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทาร์ต โดยสูตรผลิตภัณฑ์ทาร์ตพื้นฐานมีส่วนประกอบดังนี้ แป้งสาลีร้อยละ 49 นมข้นหวานร้อยละ 6 นมข้นจืดร้อยละ 5 เนยเค็มร้อยละ 32 น้ำตาลร้อยละ 7 และเกลือร้อยละ 1 นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตสูตรพื้นฐานมาศึกษาการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีที่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ประเมินคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (สูตรพื้นฐาน) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่พัฒนามาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม จากการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า L^* และค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า a^* และค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 มีคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เหมาะสมที่สุด มีค่า $L^* = 33.28$, $a^* = 5.62$, $b^* = 8.15$ และค่าความแข็ง $= 12.68$ N และมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสอยู่ที่ 7.55 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลาง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่พัฒนาได้ไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่พัฒนาได้มีปริมาณแอมโนไคยานิน ความชื้น ไขมัน และเยื่อใยที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และเถ้าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่; แป้งสาลี; ผลิตภัณฑ์ทาร์ต; ทดแทน

Effect of Wheat Flour Substitution with Riceberry Flour on Qualities of Tart Product

Jirapat Othong¹ and Kitsanatorn Saeiam^{2*}

¹Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

¹168 Thanon Sri Ayuthaya, Wachira Phayaban, Dusit District, Bangkok, 10300

²1 U Thong Nok Road, Dusit, Dusit District, Bangkok, 10300

Received 7 July 2024; Revised 24 January 2025; Accepted 11 March 2025

Abstract

This research aims to the study of effect of wheat flour substitution with riceberry flour on qualities of tart product. The basic tart product formula has the following ingredients: wheat flour 49%, sweetened condensed milk 6%, evaporated milk 5%, salted butter 32%, sugar 7%, and salt 1%. The basic tart formula was to study the wheat flour was replaced with riceberry flour in 4 labels 25%, 50%, 75%, and 100%. The physical quality and sensory quality were assessed in comparison with the control sample (Basic formula). Then the developed tart product was studied in chemical composition compared with the control sample. The study found that when the amount of riceberry flour increased, the L* value and b* value of the tart product decreased with statistical significance at the ($p \leq 0.05$) level, while a* value and hardness values increased with statistical significance at the ($p \leq 0.05$) level. Tart products that use 50% riceberry flour instead of wheat flour have the most suitable physical quality and sensory quality. That had $L^* = 33.28$, $a^* = 5.62$, $b^* = 8.15$, and hardness = 12.68 N, and the average sensory quality at 7.55 was moderate liking. The 50% riceberry flour in tart product was studied for chemical composition and compared with the control sample. The developed tart product had the higher anthocyanin, moisture, fat, and fiber ($p \leq 0.05$). Carbohydrates, protein, and ash were lower ($p \leq 0.05$).

Keywords : Riceberry flour; Wheat flour; Tart product; Replacement

* Corresponding Author. Tel.: +669 8455 1711, E-mail Address: Kitsanatorn.sa@ssru.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่ให้ความนิยมในการรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมอบหรือเบเกอรี่เป็นทั้งอาหารหลักและอาหารว่างในชีวิตประจำวันซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากเพราะมีรูปแบบที่หลากหลายและมีความสะดวกในการบริโภคสามารถรับประทานร่วมกับชาและกาแฟได้ [1] จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่พบว่า ในปี 2566 ที่ผ่านมาประชากรส่วนใหญ่ให้ความสนใจบริโภคเค้ก พาย และทาร์ตอยู่ที่ 8,600 ล้านกิโลกรัมต่อปี โดยซื้อเพื่อบริโภคเองและซื้อเป็นของฝากให้ผู้อื่นด้วย [2]

ทาร์ตเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีลักษณะเป็นแป้งพายกรอบร่วนที่นุ่มไส้ไว้ โดยตัวไส้มีทั้งไส้คาวและไส้หวานและจะต้องไม่มีแป้งปิดด้านบน [3] ส่วนผสมหลักของทาร์ต คือ แป้งสาลี เหนย นมข้นจืด ไข่ไก่ เกลือ และน้ำตาล เนื่องจากทาร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใส่ไส้ได้หลากหลายรสชาติ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่บริโภคได้ง่ายและสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย แต่ทาร์ตมีแป้งสาลีขัดขาวเป็นส่วนประกอบหลักซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยหากบริโภคมากเกินไปจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานและโรคอ้วนได้

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Ricberry) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa* เป็นข้าวที่พัฒนาจากข้าวเจ้าหอมนิลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พันธุ์พ่อ) กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 สถาบันวิจัยข้าว (พันธุ์แม่) ลักษณะประจำพันธุ์คือมีความสูง 106 เซนติเมตร อายุการเก็บเกี่ยว 130 วัน เมล็ดเรียวยาว สีม่วงดำ ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีใยอาหารซึ่งอยู่ในรำข้าวช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นช้ากว่าการบริโภคข้าวกล้องและข้าวขัดขาวทั่วไปจึงเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวาน มีสรรพคุณช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ช่วยทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น [4] โดยมีงานวิจัยพบว่า ผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ดื่มเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นเวลา 3 เดือน มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

[5] ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ช่วยลดการสะสมของไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อไขมันและช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดส่งผลให้ช่วยรักษาโรคอ้วนได้ [6] นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอร์รียังช่วยให้รู้สึกอิ่มนานขึ้นและชะลอการดูดซึมของน้ำตาลหลังมื้ออาหารได้อีกด้วย [7] คุณค่าทางโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่มีดังนี้ ธาตุเหล็ก 13-18 mg/kg, ธาตุสังกะสี 31.9 mg/kg, โอมะก้า 325.51 mg/100 g, วิตามินอี 678 µg/100 g, โฟเลต 48.1 µg/100 g, เบต้าแคโรทีน 63 µg/100 g, สารประกอบโพลีฟีนอล 113.5 mg/100g, แทนนิน 89.33 mg/100 g และแกรมมาโอไรซานอล 462 µg/g ข้าวไรซ์เบอร์รียังมีสารต้านอนุมูลอิสระชนิดละลายในน้ำ 47.5 mg ascorbic acid equivalent/100 g และสารต้านอนุมูลอิสระชนิดละลายในน้ำมัน 33.4 mg Trolox equivalent/100g [8] รำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในระดับความเข้มข้น 15.7 mg./100 g และรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่า ORAC ถึง 400 Trolox eq./g ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยา oxidation จากอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะหลอดเลือดอุดตัน มะเร็ง พาร์กินสัน และอาการอักเสบต่างๆ [9] นอกจากนี้ยังมีการนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่หลากหลายจากงานวิจัยพบว่า การนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์บราวนี่มีลักษณะความแน่นเนื้อของเนื้อสัมผัสที่ลดลง เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่มีโปรตีนกลูเตนิน (Glutenin) และ โกลอะดิน (Gliadin) ที่มีคุณสมบัติการรวมตัวเป็นร่างแหและเก็บกักก๊าซไว้ได้ซึ่งทำให้ขนมอบมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มจึงทำให้ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ได้ร้อยละ 25 [10] และจากงานวิจัยยังพบว่า การนำรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนวิช พบว่า การใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนมปังแซนวิชมีความแข็ง

ของเนื้อสัมผัสที่สูงขึ้นและค่าความยืดหยุ่นของขนมปังลดลง เนื่องจากขนมปังแซนวิชที่มีการใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีปริมาณกลูเตนที่เป็นส่วนประกอบลดลง และข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณใยอาหารที่สูงส่งผลให้ขนมปังแซนวิชมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นทำทดแทนแป้งสาลีได้ร้อยละ 20 ซึ่งทำให้มีความแข็งแรงไม่แตกต่างจากขนมปังแซนวิชสูตรควบคุม [11] เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ ทางผู้วิจัยจึงนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ทาร์ตเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้น มีปริมาณใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นและเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมกับผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ทาร์ตนี้ทำด้วยวิธีการโม่แห้ง โดยนำข้าวไรซ์เบอร์รี่จากกลุ่มเกษตรกรโรงสีหิรัญมิตร จังหวัดเพชรบุรี ใส่ลงในเครื่องบดแห้ง (Jiangxi, China) กดเปิดเครื่องเพื่ออบเป็นระยะเวลา 5 นาที กดปิดเพื่อพักเครื่อง 1 นาที และปั่นต่อเป็นระยะเวลาอีก 5 นาที จากนั้นนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ พลังงาน ความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เเยื่อใย และเถ้า และศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน

2.2 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ทดแทนแป้งสาลี

สูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้เป็นปัจจัยควบคุมเป็นของ [12] ซึ่งมีส่วนผสมที่ดังนี้ แป้งสาลีอเนกประสงค์ร้อยละ 49 นมข้นหวานร้อยละ 6 นมข้นจืดร้อยละ 5 เนยเค็มร้อยละ 32 น้ำตาลร้อยละ

7 และเกลือร้อยละ 1 และมีการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีที่ 4 ระดับ คือร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของส่วนผสมทั้งหมด วิธีการทำผลิตภัณฑ์ทาร์ต คือ ใส่ส่วนผสมลงในเครื่องผสมอาหาร (KitchenAid Artisan Series Tilt-Head Stand Mixer, KitchenAid, USA) ตีส่วนผสมต่างๆให้เข้ากันด้วยหัวตีตะกร้อ ความแรงระดับ 10 นาน 3 นาที จากนั้นใส่แป้ง เกลือ และเนยแข็งสับละเอียดลงไปผสมนาน 5 นาที ใส่ไข่ลงไปลดความแรงลงเหลือระดับ 7 จนแป้งเริ่มเกาะตัวเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นปิดเครื่อง นำแป้งที่ได้ใส่ลงในอ่างผสมขนาดแบ่งจนเป็นเนื้อเดียวกันนาน 3 นาที จากนั้นพักแป้งไว้ในตู้เย็น 30 นาที นำแป้งที่ได้ไปรีดให้เป็นแผ่นให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร กดตามรูปพิมพ์ ใช้ส้อมจิ้มให้เกิดรูบนตัวแป้งนำเข้าอบอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

ตารางที่ 1 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่มีการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี 4 ระดับ

วัตถุดิบ	ปริมาณ (%)			
	0%	25%	50%	100%
แป้งสาลี	49	36.75	24.5	0
นมข้นหวาน	6	6	6	6
นมข้นจืด	5	5	5	5
เนยเค็ม	32	32	32	32
น้ำตาล	7	7	7	7
เกลือ	1	1	1	1
แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	0	12.25	24.5	49

นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) และค่าเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ทาร์ตจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมที่สุด

2.3 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

2.3.1 การวัดค่าสี

นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตมาบดให้ละเอียดวัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab (Hunter Lab Digital Colorimeter Color Global, Colourflex EZ, USA) และแสดงออกมาในค่า L^* , a^* , และ b^* วัดทั้งหมด 10 ซ้ำ

2.3.2 การวัดค่าเนื้อสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. และสูง 2 ซม. มาวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (LLOYD, TA. Plus, USA) วัดค่าความแข็ง (Hardness) ใช้หัววัดแบบ Knife Edge with Slotted Insert (HDP/BS) โดยกำหนดความเร็วของหัววัดเนื้อสัมผัสเป็น 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะทดสอบ (Test speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาทีและความเร็วหลังทดสอบ (Post-test speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาที กำหนดเป็น distance โดยกำหนดระยะการกดหัววัดเนื้อสัมผัสเป็น 20 มิลลิเมตร และกดลงบนตัวอย่างทาร์ตเพื่อวัดค่าความแข็งจำนวน 10 ซ้ำ

2.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

นำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และผลิตภัณฑ์ทาร์ตมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน เกลือ และเยื่อใย [9] สำหรับคาร์โบไฮเดรตใช้การคำนวณ คาร์โบไฮเดรต (%) = $100 - (\text{ความชื้น (\%)} + \text{โปรตีน (\%)} + \text{ไขมัน (\%)} + \text{เยื่อใย (\%)} + \text{เถ้า (\%)})$

2.5 การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน

นำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และผลิตภัณฑ์ทาร์ตมาวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธีการของฟิเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential) ตามวิธีการ [13]

2.6 การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ

เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบที่ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (โดย คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ประเมินจำนวน 80 คน นำตัวอย่างบรรจุตัวอย่างลงในถุงพลาสติก มีการใช้รหัสเลข 3 ตัวแทนชื่อตัวอย่าง โดยเลขที่ใช้ได้จากตารางเลขสุ่ม และมีการล้างปากด้วยดื่มน้ำในระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่าง

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำมาวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ในการประเมินคุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี และ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยกำหนดให้ผู้ทดสอบชิมเป็นแหล่งความแปรปรวนระหว่างบล็อก ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test และ วิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

เมื่อนำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาไม่แห้งจนเป็นแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากนั้นนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณแอนโทไซยานิน ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เกลือ คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ 100 g มีแอนโทไซยานินร้อยละ 10.56 ซึ่ง [14] ได้ศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าว 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย หอมใบเตย ไรซ์เบอร์รี่ นิลสุรินทร์ และทับทิมชุมแพ พบว่า ข้าวพันธุ์นิลสุรินทร์ ปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุดรองลงมา คือ ไรซ์เบอร์รี่ และทับทิมชุมแพ ตามลำดับ (27.58 27.58 และ 21.71 mg

/ 100 g ตามลำดับ) นอกจากนี้ [15] ได้ศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกใน 5 จังหวัดของประเทศไทย คือ เชียงใหม่ ลำปาง เพชรบูรณ์ สิงห์บุรี และสุรินทร์ พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในจังหวัดลำปางมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือ 300 mg / 100 g รองลงมาคือจังหวัดเพชรบูรณ์มีปริมาณ 100 mg / 100 g ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณของแอนโทไซยานินในข้าวนั้นแตกต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สถานที่ปลูกและสภาพอากาศของพื้นที่ปลูกซึ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในงานวิจัยปลูกที่จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่จากตัวอย่าง 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณในหน่วย บริโภค 100 กรัม
สารแอนโทไซยานิน (%)	10.56
ความชื้น (%)	4.70
โปรตีน (%)	10.63
ไขมัน (%)	3.26
เยื่อใย (%)	0.95
เถ้า (%)	1.18
คาร์โบไฮเดรต (%)	79.28

ตารางที่ 2 แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีโปรตีนร้อยละ 10.63 และเยื่อใยร้อยละ 0.95 ซึ่งใกล้เคียงกับ [16] ข้าวไรซ์เบอร์รี่มี โปรตีนร้อยละ 7.84-9.25 และเยื่อใยร้อยละ 1.82-2.40 และใกล้เคียงกับ [15] พบว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีโปรตีนร้อยละ 8.34 และเยื่อใยร้อยละ 2.73 ด้วยเหตุนี้การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในผลิตภัณฑ์อาหารจึงเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนและเยื่อใยจึงเป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากแอนโทไซยานินอีกด้วย

3.2 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี

เมื่อนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาทดแทนแป้งสาลีที่เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทาร์ตทั้ง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 จากนั้นนำมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) และค่าความแข็งเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีค่า L^* และค่า b^* ลดลง ส่วนค่า a^* และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างควบคุมมีค่า L^* และค่า b^* สูงที่สุด คือ 55.29 และ 29.97 และมีค่า a^* และค่าความแข็งน้อยที่สุด คือ 4.46 และ 3.42 N และผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ร้อยละ 100 มีค่า L^* และค่า b^* น้อยที่สุด คือ 29.93 และ 6.82 ตามลำดับ ส่วนค่า a^* และค่าความแข็งมากที่สุด คือ 6.07 และ 18.98 N ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ส่งผลคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทาร์ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีน้ำเงินม่วงแก่พืช ซึ่งมีคุณสมบัติในการละลายน้ำด้วยเหตุนี้เมื่อใส่แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ลงในผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่มีนมข้นจืดซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบแอนโทไซยานินจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงละลายออกมาผสมกับส่วนผสมอื่นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสีน้ำเงินม่วงซึ่งต่างจากผลิตภัณฑ์ทาร์ตสูตรควบคุมที่ไม่ใส่แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่จะมีสีน้ำตาลและสีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่มีลักษณะเป็นสีน้ำเงินม่วงที่เข้มข้น เกิดจากการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีปริมาณของสารแอนโทไซยานินที่ละลายออกมาเพิ่มขึ้น เนื่องจากแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นสารให้สีตามธรรมชาติ โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่างซึ่งจะมีสีน้ำเงินเข้มในสภาวะที่เป็นด่าง (pH มากกว่า 7) มีสีม่วงเมื่อเป็นกลาง (pH 7) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงชมพูในสภาวะที่เป็นกรด (pH น้อยกว่า 7) [16]

ปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ทาร์ตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 100 มีค่าความแข็งสูงสุด และผลิตภัณฑ์ทาร์ตตัวอย่างควบคุมมีค่าความแข็งน้อยที่สุด เนื่องจากแป้งสาลีมีโปรตีนกลูเตนินและโปรตีนไกลอะดิน เมื่อมีการใส่ของเหลวและนวดผสมแป้งสาลี โปรตีนกลูเตนินและโปรตีนไกลอะดินจะเกิดการรวมตัวกันและสร้างพันธะไดซัลไฟด์จึงเกิดเป็นโปรตีนกลูเตนที่มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่นขึ้น [17] ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลีมีความนุ่มและยืดหยุ่น ด้วยเหตุนี้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตตัวอย่างควบคุมที่ใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียวจึงมีค่าความแข็งน้อยที่สุด ส่วนผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีทั้ง 4 ระดับจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ในแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังมีใยอาหารเป็นส่วนประกอบ โดยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ 100 กรัม มีเยื่อใยร้อยละ 0.95 (ตารางที่ 2) จากคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของใยอาหาร เพราะเส้นใยอาหารมีองค์ประกอบเป็นโพลีแซคคาไรด์ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) เพราะมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระเป็นจำนวนมากจึงสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ ด้วยเหตุนี้เส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำ [18] และมีความสามารถในการกักเก็บน้ำและความสามารถในการพองตัวส่งผลให้เมื่อผสมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ลงในผลิตภัณฑ์ทาร์ต ใยอาหารในข้าวไรซ์เบอร์รี่จะดูดซับน้ำจากส่วนผสมอื่นเอาไว้ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อใยอาหารเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ [19] พบว่า เมื่อปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้นส่งผลให้บราวนี่มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยบราวนี่ที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 0 มีค่าน้อยที่สุดคือ 1.31 Kg และบราวนี่ที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 100 มีค่าความแข็งสูงสุด คือ 3.32 Kg

3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี

เมื่อนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาทดแทนแป้งสาลีที่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น รสชาติ ความกรอบร่วน และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ และสี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p > 0.05$) ซึ่งตัวอย่างควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบร่วน และความชอบโดยรวมสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.60, 7.60, 8.13, 7.90, 7.93 และ 8.20 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 100 ได้รับคะแนนเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบร่วน และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.30, 7.03, 7.18, 6.88, 6.70 และ 6.91 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เนื่องจากการเติมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกลิ่นของข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มากเกินไปและมีรสชาติที่ขมมากขึ้นทำให้ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุดด้านความกรอบร่วนพบว่า การเติมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ความกรอบร่วนของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณเส้นใยหยาบที่สูงซึ่งไปขัดขวางการเกิดโครงสร้างกลูเตนในผลิตภัณฑ์ และทำให้ปริมาณของกลูเตนินและไกลอะดินลดลงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถขึ้นฟูและกัก

เก็บน้ำและอากาศไว้ได้ทำให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะที่แห้งและร่วน [10], [11] ดังนั้นปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีคือร้อยละ 50 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีในด้านรสชาติและความกรอบร่วนที่ยังเป็นลักษณะที่ของผลิตภัณฑ์ทาร์ตส่วนในด้าน

ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางที่ 7.58, 7.36, 7.58 และ 7.55 ตามลำดับ ซึ่งผู้ทดสอบให้ยอมรับลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25, 75 และ 100

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีทั้ง 4 ระดับ

คุณภาพทางกายภาพ	ลักษณะปรากฏ	ค่าสี			ค่าความแข็ง (N)
		L*	a*	b*	
ตัวอย่างควบคุม		55.29±0.59 ^a	4.46±0.06 ^c	29.97±0.11 ^a	3.42±0.39 ^d
ร้อยละ 25		48.05±0.10 ^b	5.35±0.01 ^b	9.50±0.24 ^b	9.67±0.47 ^c
ร้อยละ 50		37.94±0.50 ^c	5.62±0.05 ^b	8.15±0.09 ^c	12.68±0.44 ^b
ร้อยละ 75		33.28±1.38 ^c	5.90±0.02 ^b	6.44±0.02 ^d	16.85±0.73 ^b
ร้อยละ 100		29.93±0.58 ^d	6.07±0.01 ^a	6.82±0.03 ^d	18.98±0.58 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

ค่า L* คือ ความสว่าง มีค่า 0 – 100, ค่า a* คือ ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a* เป็น + คือ ออกสีแดง และ a* เป็น - คือ ออกสีเขียว) และค่า b* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b* เป็น + คือ ออกสีเหลือง และ b* เป็น - คือ ออกสีน้ำเงิน)

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีทดแทนแป้งสาลีทั้ง 4 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	ตัวอย่างควบคุม	ร้อยละ 25	ร้อยละ 50	ร้อยละ 75	ร้อยละ 100
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.60±1.13	7.21±0.96	7.58±0.83	7.52±1.18	7.30±1.03
สี ^{ns}	7.60±1.10	6.85±1.15	7.36±1.14	7.21±1.19	7.03±1.14
กลิ่นแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี	8.13±1.01 ^a	7.36±1.06 ^{bc}	7.58±1.17 ^b	7.39±1.27 ^{bc}	7.18±1.21 ^c
รสชาติแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี	7.90±1.13 ^a	7.42±1.15 ^{ab}	7.42±1.20 ^{ab}	6.97±1.10 ^b	6.88±1.27 ^b
ความกรอบร่วน	7.93±0.94 ^a	7.55±0.83 ^b	7.45±1.09 ^b	6.88±1.19 ^{bc}	6.70±0.97 ^c
ความชอบโดยรวม	8.20±1.16 ^a	7.52±0.94 ^b	7.55±0.97 ^b	7.00±1.03 ^{bc}	6.91±0.79 ^{bc}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง มีค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p > 0.05$)

3.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่พัฒนา

นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 50 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณแอนโทไซยานิน ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า เมื่อใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 50 ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$) โดยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รีส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีปริมาณความชื้น ไขมัน และเยื่อใยเพิ่มขึ้นมีค่าร้อยละ 3.59, 31.38 และ 0.56 ตามลำดับ ส่วนโปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตลดลง มีค่าร้อยละ 7.54, 0.91 และ 43.07 ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีทดแทนแป้งสาลียังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มอีกด้วย คือ ร้อยละ 3.44 เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี 100 กรัม มีแอนโทไซยานิน ร้อยละ 10.56 ไขมัน ร้อยละ 3.26 และเยื่อใย ร้อยละ

0.95 (ตารางที่ 2) ส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ความชื้น ไขมัน และเยื่อใยเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ทาร์ตซึ่งปริมาณของใยอาหารและแอนโทไซยานินส่งผลให้ร่างกายมีสุขภาพดี โดยแอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ไม่สามารถย่อยใยอาหารได้จึงไม่ให้พลังงานและเส้นใยอาหารสามารถจับกับคอเลสเตอรอลและไขมันช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดป้องกันโรคท้องผูกและเป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้ ทำให้ระบบการขับถ่ายดีขึ้น [17] นอกจากนี้แอนโทไซยานินเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพช่วยต้านอนุมูลอิสระ ลดอาการอักเสบโดยเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและกระดูกอ่อนจึงลดการทำลายจากอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังช่วยปกป้องหลอดเลือดโดยการขยายหลอดเลือดและกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ลดคอเลสเตอรอลในเลือดโดยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว [16] ด้วยเหตุนี้การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีทดแทนแป้งสาลีจึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ทาร์ต

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตสูตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ระดับร้อยละ 50 จากตัวอย่าง 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณในหน่วยบริโภค 100 กรัม	
	ตัวอย่างควบคุม	ร้อยละ 50
แวนิลา	-	3.44±0.001
ความชื้น*	1.47±0.007	3.59±0.12
โปรตีน*	8.31±0.02	7.54±0.13
ไขมัน*	28.57±0.02	31.38±0.13
เยื่อใย*	0.41±0.02	0.56±0.05
เถ้า*	1.15±0.007	0.91±0.02
คาร์โบไฮเดรต*	60.5±0.02	43.07±0.01

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

4. สรุป

ระดับการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 50 เพราะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมีสี กลิ่น และรสชาติที่ผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระดับขอบปานกลางอยู่ที่ 7.55 และมีความแข็งที่ตรงตามลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ทาร์ต นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีปริมาณแวนิลาและเส้นใยที่เพิ่มขึ้น จึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์ทาร์ตอีกด้วย เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่อุดมไปด้วยแวนิลาและใยอาหารซึ่งมีร้อยละ 10.96 และ 0.95 ตามลำดับ

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Nutasuton, A. Noysumran, N. Homhual and N. Satsue, "Development of Riceberry Rice Flour Sweet Bread Product," *Rajabhat*

Maha Sarakham University Journal, vol. 17, no. 3, pp. 159-165, 2023.

- [2] Department of International Trade Promotion (DITP), "Bakery Industry Trends in the United States," [Online]. Available: <https://www.ditp.go.th/post/et6qzhjykv2924obj7bvk93>. [Accessed: Feb. 12, 2024].
- [3] My cooking School 101, "Sweet Tart," [Online]. Available: <https://www.pholfoodmafia.com/wp-content/uploads/2017/08/23SweetTart.pdf>. [Accessed: Jan. 19, 2024].
- [4] Rice Science Center, Kasetsart University, "Riceberry rice Thailand's antioxidant-packed nutraceutical and super food!," [Online]. Available: <https://dna.kps.ku.ac.th/index.php/research-develop/rice-research-and%20knowledge/272-riceberry-rice-thailand-s-antioxidant-packed-nutraceutical-and-super-food>. [Accessed: Feb. 14, 2024].
- [5] S. Arunrungsawat, N. Chomsri and L. Inklap, "The Effect of Riceberry Rice Drink Consumption on Glycated Hemoglobin (HbA1c) in Elderly with Type 2 Diabetes." *Christian University of Thailand journal*, Vol. 43, no. 3, pp. 355-364, 2018.
- [6] P. Kongthitlerd, T. Suantawee, H. Cheng, T. Thilavech, M. Mampae, and S. Adisakwattana. "Anthocyanin-Enriched Riceberry Rice Extract Inhibits Cell Proliferation and Adipogenesis in 3T3-L1 Preadipocytes by Downregulating Adipogenic Transcription Factors and Their Targeting Genes." *Nutrients*, vol. 12, no. 8, pp. 1-18, 2020.

- [7] N. Muangchan, B. Khiewwan, S. Chatree, K. Pongwattanapakin, N. Kunlaket, T. Dokmai, and R. Chaikomin. "Riceberry rice (*Oryza sativa* L.) slows gastric emptying and improves the postprandial glycaemic response." *British Journal of Nutrition*, vol. 128, no. 3, pp. 424-432, 2022.
- [8] Rice Science Center, Kasetsart University, "Riceberry rice," [Online]. Available: <https://dna.kps.ku.ac.th/index.php/articles-ricersc-rgdu-knowledge/29-2015-03-27-02-0415/53-Riceberry>. [Accessed: Feb. 5, 2024].
- [9] Center for Continuing Pharmacy Education, "Free Radicals and Antioxidants," [Online]. Available: https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=204. [Accessed: Jan. 24, 2024].
- [10] P. Sinchaipanit, K. Budpong, S. Disnil and R. Twichatwitayakul, "Influences of Rice Berry Flour as a Wheat Flour Substitute in Brownie: Textural and Quality Attributes," *SDU Research Journal Sciences and Technology*, vol. 10, No. 2, pp. 69-80, 2017.
- [11] S. Raungrusmee¹, K. Jadwong¹ and O. Wongtong, "Development of Sandwich Bread Formulation Substituted Wheat Flour with Riceberry Bran," *Phranakorn Rajabhat Research Journal (Science and Technology)*, vol. 13, no. 1, pp. 123-138, 2018.
- [12] N. Paesure, *Bakey recipe in Teaching Publications Bakery*, 1st ed. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University Press, 2022.
- [13] S. Rittorn and S. Meerod. "Determination of Anthocyanin and Study the pH on Stability of Riceberry" in *Proceedings of the 5th National Academic Conference*, 2018, pp. 518-525.
- [14] V. Raksaphon, P. Thammapat, and S. Phimrat. "Phytosterols and bio-active compounds in some rice varieties." *PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL*, vol. 20, no. 1, pp. 106-112, 2023.
- [15] N. Settapramote, T. Laokuldilok, D. Boonyawan, and N. Utama-ang "Physiochemical, Antioxidant Activities and Anthocyanin of Riceberry Rice from Different Locations in Thailand". *Food and Applied Bioscience Journal*, vol. 6 no. (Special Issue on International Conference on Food and Applied Bioscience), pp. 84-94, 2018.
- [16] S. Sapantupong, "Development of Bread with Riceberry Rice Bran," *RMUTP Research Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 186-195, Dec. 2019.
- [17] S. Khumkhom, "Effect of Riceberry Flour on Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Steamed Bun" *Thai Science and Technology Journal*, vol. 28, no. 11, pp. 2025 – 2038, Nov. 2020
- [18] J. Tonabut. "Development OF Khanom SOMMANAT SUPPLEMENTED WITH POMELO ALBEDO FIBERS." *Research and Development Journal Science and Technology*, vol. 16, no. 1, pp. 1-15, 2021.
- [19] N. Khamklin, N. Yossombat, S. Phumchuen, S. Sungsub, and U. Chattong "Effect of Riceberry flour on physico-chemical and

sensory properties of brownie”. in
*Proceedings of the National Academic
Conference “Innovation and Technology:*

Research from Knowledge towards
Sustainable Development” 2017, pp. 758 –
764.

