



KKU SCIENCE JOURNAL

Journal Home Page : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ>

Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand



การใช้ประโยชน์จากผักพื้นบ้านภาคใต้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

Utilization of Southern Indigenous Vegetables to Enhance the Nutritional Value of Bread

ดลฤดี พิชัยรัตน์^{1*} และ นพรัตน์ มะเห¹

Donrudee Pichairat^{1*} and Nopparat Mahae¹

¹สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง 92150

¹Department of Food Industry, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang, 92150, Thailand

บทคัดย่อ

ผักพื้นบ้านภาคใต้เป็นแหล่งของใยอาหารและสารพฤกษเคมีที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากผักพื้นบ้านภาคใต้ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยศึกษาชนิดของผักพื้นบ้านภาคใต้ (มันปู ผักเหลียง ผักกาดนกเขา และหูกหมู) และปริมาณของผงผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง (ร้อยละ 2 4 6 และ 8 โดยน้ำหนัก) รวมทั้งศึกษาคุณภาพของขนมปัง ผลการศึกษา พบว่า ใบมันปูเป็นผักพื้นบ้านที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากมีปริมาณใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด การใช้ผงใบมันปูทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง พบว่าขนมปังที่ได้มีค่าความสว่าง (L*) ปริมาตรจำเพาะ และคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสลดลง เนื้อสัมผัสมีความแข็งและแข็งมากขึ้น ตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูได้สูงถึงร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก โดยยังคงได้ขนมปังที่มีคุณภาพและคุณลักษณะใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นการใช้ผงใบมันปูทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังจึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ได้

ABSTRACT

Southern indigenous vegetables are valuable sources of dietary fiber and phytochemicals with good antioxidant properties. This research aimed to investigate Southern indigenous vegetables' utilization to enhance bread's nutritional value. The study focused on suitable species of Southern indigenous vegetables (man pu (*Glochidion wallichianum* Mull.Arg.), phak liang (*Gnetum gnemon* L. var. *tenerum* Markgr.), phak kad nok khao (*Gynura pseudochina* (L.) DC.), and mui (*Micromelum pubescens* Blume)) and the appropriate quantities of vegetable powder (2%, 4%, 6% and 8% by weight) to substitute wheat flour in bread production, as well as to evaluate the quality of the bread. The result showed that man pu leaf

*Corresponding Author, E-mail: donrudee.J@rmuts.ac.th

Received date: 13 March 2025 | Revised date: 30 May 2025 | Accepted date: 2 June 2025

doi: 10.14456/kkuscij.2025.18

was suitable for utilization because it contained the highest dietary fiber, total phenolic compounds, and antioxidant activity. Substituting wheat flour with man pu leaf powder in bread production, the bread exhibited decreased brightness (L^*), specific volume, and sensory liking scores. The texture in terms of dryness and hardness was increased as the man pu leaf powder increased ($p < 0.05$). However, man pu leaf powder substitution at 4% resulted in bread qualities and characteristics similar to the control bread. Additionally, the bread showed increased nutritional value, particularly in terms of dietary fiber, total phenolic compounds, and antioxidant activity. Therefore, using man pu leaf powder as a substitute for wheat flour in bread products improved their nutritional value.

คำสำคัญ: ผักพื้นบ้านภาคใต้ คุณค่าทางโภชนาการ ขนมปัง

Keywords: Southern Indigenous Vegetable, Nutritional Value, Bread

บทนำ

ผักพื้นบ้านเป็นพืชท้องถิ่นที่พบขึ้นเองตามธรรมชาติบริเวณป่า สวน นา ริมแม่น้ำ ลำคลอง หรืออาจนำมาปลูกไว้ใกล้บ้านเพื่อสะดวกในการบริโภคและใช้ประโยชน์ (พรปรีดิ์, 2560) สามารถหาได้ง่าย มีราคาถูก ปลอดภัยจากยาฆ่าแมลงและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง พื้นที่ภาคใต้มีสภาพภูมิประเทศที่เป็นป่า ภูเขา และทะเล มีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นที่เอื้อต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ส่งผลให้มีผักพื้นบ้านมากมายหลากหลายชนิด เช่น มันปู มะม่วงหิมพานต์ จิก ผักกาดนกเขา หมุยพาไหม ลูกเนียง ลูกเหรียง สะตอ ผักเหมียง ผักกูด และตำมั่ง นิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปสดเป็นเครื่องเคียงเพื่อลดความเผ็ดร้อนของอาหาร หรือนำมาปรุงด้วยการต้ม ผัด หรือแกง เป็นอาหารชนิดต่าง ๆ (สุภาพร, 2555) ซึ่งผักพื้นบ้านภาคใต้เป็นแหล่งของวิตามิน แร่ธาตุ โยอาหาร ตลอดจนสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น เบต้าแคโรทีน สารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี (วิชุดาและคณะ, 2544; Kongkachuichai *et al.*, 2015) โดยโยอาหารช่วยให้ระบบทางเดินอาหารและระบบการขับถ่ายเป็นไปโดยปกติ และช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด (อนุสร, 2560) ขณะที่สารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยป้องกันเซลล์และเนื้อเยื่อจากการถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ (Tharasena and Lawan, 2014) การบริโภคผักพื้นบ้านจึงให้ประโยชน์ต่อร่างกายในการช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ และหลอดเลือด เบาหวาน ความดัน และมะเร็งได้ (Tharasena and Lawan, 2014; Kongkachuichai *et al.*, 2015) มีรายงานการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านภาคใต้ พบว่าผักพื้นบ้านได้หลายชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยผักเหลียงมีโปรตีนและวิตามินซีสูง ผักโขมแดงมีแคลเซียมและเบต้าแคโรทีนสูง ขณะที่ใบตำมั่งมีปริมาณกากใยสูง นอกจากนี้ยังพบว่าใบมันปูและใบมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง เมื่อเทียบกับผักพื้นบ้านชนิดอื่น ๆ เช่น ผักเหลียง หน่อเหรียง ผักหวานป่า ผักกูด ผักโขม และผักชีล้อม เป็นต้น (วิชุดาและคณะ, 2544; Kongkachuichai *et al.*, 2015)

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมบริโภคในปัจจุบัน เนื่องจากให้ความสะดวกในการรับประทาน หาซื้อได้ง่าย มีหลากหลายรูปแบบ และสามารถบริโภคแทนอาหารมื้อหลักได้ จึงตอบสนองต่อการดำเนินชีวิตประจำวันที่รีบเร่งของผู้บริโภคในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ขนมปังมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลี ยีสต์ เกลือ และน้ำ และอาจเติมส่วนผสมอื่น ๆ เช่น น้ำตาล ไข่ นม และไขมัน (นภสรพีและสวามินี, 2564) มีการไปไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักและมีปริมาณไขมันสูง ปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยนำผักและพืชชนิดต่าง ๆ มาใช้เสริมหรือทดแทนแป้งสาลี เพื่อเพิ่มปริมาณโยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน หรือโปรตีนในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เช่น ขนมปังเสริมผงใบผักโขม ขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงแครอท ผงใบผักทองและผงใบมะรุ้ม เป็นต้น (ปรรัตน์, 2561; Odunlade *et al.*, 2017; Junejo *et al.*, 2021; Nudel *et al.*, 2023) ปรรัตน์ (2561) ศึกษาการใช้ผงแครอททดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์

ขนมปังที่ระดับร้อยละ 5 10 และ 15 โดยน้ำหนัก พบว่าการใช้ผงแครอททดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้น 3 เท่า เบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น 2.5 เท่า เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม โดยขนมปังที่ได้มีคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุม ขณะที่ Odunlade *et al.* (2017) ศึกษาการใช้ผงใบฟักทอง ผงใบมะเขือและผงใบผักโขม ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ระดับร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ได้ขนมปังที่มีปริมาณโปรตีน กากใย แร่ธาตุ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น แต่จะมีปริมาตรและคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุม

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงสนใจนำผักพื้นบ้านภาคใต้มาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยศึกษาชนิดของผักพื้นบ้านภาคใต้ และปริมาณของผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง รวมทั้งศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ช่วยให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการบริโภคขนมปังเพิ่มขึ้น และเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากผักพื้นบ้านภาคใต้นอกเหนือจากการใช้บริโภคโดยตรง อีกทั้งยังช่วยให้ผักพื้นบ้านภาคใต้เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาชนิดของผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์

ผักพื้นบ้านภาคใต้ 4 ชนิด ได้แก่ มัณปู (*Glochidion wallichianum* Mull.Arg.) ผักเหลียง (*Gnetum gnemon* L. var. *tenerum* Markgr.) ผักกาดนกเขา (*Gynura pseudochina* (L.) DC.) และหมุย (*Micromelum pubescens* Blume) จากอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (แสดงดังรูปที่ 1) ที่เก็บเกี่ยวในช่วงเช้าและเก็บไว้ไม่เกิน 6 ชั่วโมงก่อนการทดลอง นำมาแยกเอาเฉพาะส่วนใบที่มีความแก่ - อ่อนในระยะกลาง โดยใช้ใบที่นับจากส่วนยอดใบที่ 4 - 6 3 - 4 3 - 5 และ 9 - 14 ตามลำดับ ล้างน้ำและซับน้ำให้แห้ง บดด้วยเครื่องบดสับอาหาร (ยี่ห้อ Philips รุ่น HR1393 ประเทศไทย) เป็นเวลานาน 2 นาที นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคัดเลือกชนิดผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ โดยพิจารณาจากคุณภาพทางเคมีของผักพื้นบ้าน



(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 1 ผักพื้นบ้านภาคใต้ที่ใช้ในการศึกษา; มัณปู (a) ผักเหลียง (b) ผักกาดนกเขา (c) หมุย (d)

2. การเตรียมตัวอย่างผักพื้นบ้านภาคใต้และศึกษาคุณภาพ

ผักพื้นบ้านภาคใต้ที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 1 นำมาแยกเอาส่วนใบที่มีความแก่ - อ่อนในระยะกลาง ล้างน้ำและสะเด็ดน้ำให้แห้ง นำไปทำแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด (ยี่ห้อ Owner food รุ่น TD-10A ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก นำไปบดด้วยเครื่องบดสับอาหาร ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 Mesh บรรจุถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์ ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี และใช้ในการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากผักพื้นบ้าน

3. การศึกษาปริมาณผงผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมในการผลิตขนมปัง

ศึกษาปริมาณผงผักพื้นบ้านที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลี (แป้งขนมปัง) ในการผลิตขนมปังที่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 6 และ 8 โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับขนมปังสูตรควบคุม โดยขนมปังสูตรควบคุมมีส่วนผสมประกอบด้วย แป้งสาลี 600 กรัม น้ำตาล 90 กรัม เกลือ 8 กรัม ยีสต์ 10 กรัม ไข่ 50 กรัม วิปปิ้งครีม 150 กรัม และน้ำ 230 กรัม ทำการผลิตขนมปังโดยเทแป้งสาลีที่ร่อนแล้วและยีสต์ลงในเครื่องผสม (ยี่ห้อ Link Rich รุ่น HS20 ประเทศจีน) จากนั้นละลายน้ำตาลและเกลือในน้ำ แล้วเติมลงในส่วนผสม นวดผสมพอให้เข้ากัน แล้วเติมไข่ไก่ วิปปิ้งครีม และนวดผสมต่อประมาณ 30 นาที จนได้ก้อนโดที่เรียบเนียนและยืดหยุ่น จากนั้นนำก้อนโดออกจากเครื่องผสม คลึงให้เป็นก้อนกลม พักก้อนโดไว้ในตู้หมักแป้ง (ยี่ห้อกล้วยน้ำไท รุ่น PR10 ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที เมื่อครบเวลานำก้อนโดมา นวดไล่อากาศออก ตัดแบ่งก้อนโดก้อนละ 180 กรัม คลึงกลม พักไว้ 10 นาที เพื่อให้แป้งคลายตัว เมื่อครบเวลา ริดก้อนโดให้เป็นแผ่น แล้วม้วนเป็นท่อนยาว พับตะเข็บให้แน่น วางในพิมพ์ที่ทาเนยขาวไว้ และพักไว้ประมาณ 30 นาที จนโดขึ้นเกือบเต็มพิมพ์ แล้วนำมาอบในเตาอบแก๊ส (ยี่ห้อกล้วยน้ำไท รุ่น KTO14 ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 - 20 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เลือกขนมปังสูตรที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากคุณภาพด้านต่าง ๆ

4. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากผักพื้นบ้าน

ขนมปังผักพื้นบ้านสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการศึกษาข้อ 3 นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เปรียบเทียบกับขนมปังสูตรควบคุม

5. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.1 ค่าสี วัดค่าสี L* (ค่าความสว่าง) a* (+ ค่าความเป็นแดง /- ค่าความเป็นสีเขียว) และ b* (+ ค่าความเป็นสีเหลือง/- ค่าความเป็นสีน้ำเงิน) ของผงผักพื้นบ้านภาคใต้และเนื้อขนมปัง (crumb) ด้วยเครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Flex EZ45-0 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ การเตรียมตัวอย่างเพื่อวัดค่าสีของเนื้อขนมปัง ตัดขนมปังเป็นแผ่นหนา 10 มิลลิเมตร วัดค่าสีบริเวณตำแหน่งตรงกลางของแผ่นขนมปัง

5.2 ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง (specific volume) ตรวจวัดปริมาตรจำเพาะของขนมปัง ตามวิธีของ Ding *et al.* (2019) โดยชั่งน้ำหนักขนมปัง และวัดปริมาตรของขนมปังด้วยวิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงาในภาชนะที่ทราบปริมาตร ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณค่าปริมาตรจำเพาะของขนมปัง ดังสมการ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (cm}^3\text{/g)} = \text{ปริมาตรของขนมปัง} / \text{น้ำหนักของขนมปัง}$$

5.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง ตรวจวัดค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าความเคี้ยวได้ (chewiness) ของขนมปังด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT plusC ประเทศอังกฤษ) ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Teng *et al.* (2018) โดยเตรียมตัวอย่างเนื้อขนมปังขนาด 20x20x20 มิลลิเมตร เลือกการทดสอบแบบ Texture Profile Analysis (TPA) โดยใช้หัววัด cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) กำหนดให้ Test Speed เท่ากับ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดร้อยละ 40 ของความสูงตัวอย่าง ทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

6.1 องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผักพื้นบ้านภาคใต้ ผงผักพื้นบ้านภาคใต้และผลิตภัณฑ์ขนมปัง ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน โยอาหารและคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ ตามวิธีของ AOAC. (2000) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)} = 100 - (\text{เถ้า} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{โยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)})$$

6.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

6.2.1 การเตรียมสารสกัด

ผักพื้นบ้านภาคใต้ เตรียมสารสกัดตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Ismail *et al.* (2004) โดยใช้ตัวอย่างผักพื้นบ้านบดละเอียด 2 กรัม ต่อเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร 50 มิลลิลิตร สกัดด้วยเครื่องเขย่า (ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Laboshake LS2-230 ประเทศเยอรมัน) ที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ขนมปัง เตรียมสารสกัดตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Juaniz *et al.* (2016) โดยใช้ตัวอย่างขนมปังที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง 1 กรัม ต่อเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร 50 มิลลิลิตร สกัดด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (ยี่ห้อ Hettich รุ่น UNIVERSAL 32R ประเทศเยอรมัน) ที่ความเร็ว 4000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

กรองสารสกัดผ่านกระดาษกรอง เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส นำไปใช้วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

6.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผักพื้นบ้านภาคใต้และขนมปัง ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ตามวิธีของ Zhang *et al.* (2013) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1800 ประเทศญี่ปุ่น) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (mg GAE/g dry weight) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

6.2.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านภาคใต้และขนมปัง โดยการวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ตามวิธีของ Zhang *et al.* (2013) ใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (Ferric Reducing Antioxidant Power, FRAP) ตามวิธีของ Benzie and Strain (1996) ใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลวิตามินซีต่อกรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (mg AAE/g dry weight) และมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (mg GAE/g dry weight) ตามลำดับ ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสขนมปังผักพื้นบ้านสูตรต่าง ๆ เปรียบเทียบกับขนมปังสูตรควบคุมเพื่อคัดเลือกสูตรขนมปังที่เหมาะสม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด โดยประเมินปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝน (Untrained panel) จำนวน 30 คน

8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผักพื้นบ้านและผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) และ Independent samples t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Window Version 20 (IBM ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาชนิดของผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีส่วนใบของผักพื้นบ้านภาคใต้ 4 ชนิด ได้แก่ มัันปู ผักเหลียง ผักกาดนกเขา และหญ่ แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ผักพื้นบ้านภาคใต้ทั้ง 4 ชนิด มีองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยจากผลการศึกษา พบว่า ผักกาดนกเขามีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมันสูงสุด ขณะที่มัันปูมีปริมาณใยอาหารสูงสุด สอดคล้องกับข้อมูลจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย สำนักโภชนาการ (2561) ที่พบว่าผักกาดนกเขามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 1.80 โดยน้ำหนัก (ร้อยละ 27.69 โดยน้ำหนักแห้ง) ซึ่งสูงกว่ามัันปูและผักกูด และข้อมูลจากฐานข้อมูลองค์ประกอบของอาหารไทย สถาบันโภชนาการ (2558) ที่พบว่ามัันปูมีปริมาณใยอาหารสูงเมื่อเทียบกับผักพื้นบ้านชนิดอื่นหลายชนิด เช่น ผักเหลียง ใบบัวบก ผักกูด ผักหวาน และใบมะม่วงหิมพานต์ โดยมีปริมาณใยอาหารร้อยละ 11.8 โดยน้ำหนัก (ร้อยละ 55.66 โดยน้ำหนักแห้ง)

ตารางที่ 1 คุณภาพทางเคมีส่วนใบของผักพื้นบ้านภาคใต้ 4 ชนิดที่ทำการศึกษา

คุณภาพทางเคมี	ชนิดผักพื้นบ้านภาคใต้			
	มัันปู	เหลียง	ผักกาดนกเขา	หญ่
1. องค์ประกอบทางเคมี				
- ความชื้น (% fresh weight)	73.40 ± 0.16 ^d	82.04 ± 0.07 ^b	89.36 ± 0.13 ^a	77.99 ± 0.14 ^c
- เถ้า (% dry weight)	5.14 ± 0.08 ^d	6.42 ± 0.27 ^c	16.52 ± 0.04 ^a	9.21 ± 0.24 ^b
- โปรตีน (% dry weight)	14.14 ± 0.30 ^c	27.21 ± 0.15 ^a	27.32 ± 0.12 ^a	25.10 ± 0.26 ^b
- ไขมัน (% dry weight)	0.94 ± 0.08 ^c	1.69 ± 0.03 ^b	2.96 ± 0.20 ^a	0.68 ± 0.05 ^d
- ใยอาหาร (% dry weight)	59.53 ± 0.49 ^a	38.61 ± 0.07 ^c	28.18 ± 0.36 ^d	46.10 ± 0.35 ^b
- คาร์โบไฮเดรต (% dry weight)	20.25 ± 0.45 ^c	26.07 ± 0.42 ^a	25.02 ± 0.14 ^b	18.91 ± 0.49 ^d
2. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g dry weight)	238.15 ± 0.77 ^a	17.31 ± 0.05 ^c	15.94 ± 0.29 ^c	50.37 ± 0.46 ^b
3. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ				
- DPPH (mg AA/g dry weight)	571.02 ± 0.14 ^a	6.06 ± 0.16 ^d	7.58 ± 0.06 ^c	17.88 ± 0.90 ^b
- FRAP (mg GAE/g dry weight)	96.17 ± 0.51 ^a	3.38 ± 0.05 ^d	4.16 ± 0.01 ^c	11.02 ± 0.08 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่ามัันปูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ หญ่ ขณะที่ผักเหลียงและผักกาดนกเขามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ด้านความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระพบว่าให้ผลที่สอดคล้องไปในทางเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด กล่าวคือ มัันปูมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (FRAP) สูงสุด รองลงมา คือ หญ่ ผักกาดนกเขาและผักเหลียงตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kongkachuichai *et al.* (2015) ที่พบว่าในผักพื้นบ้านภาคใต้ 15 ชนิดที่ทำการศึกษา มัันปูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เมื่อเทียบกับผักพื้นบ้านชนิดอื่น เช่น ใบมะม่วงหิมพานต์ เหยียง ผักเหมียง และผักกูด โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 4,762.76 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/100 กรัมตัวอย่าง และมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก 5,6843.30 ไมโครโมล

โทรอกซ์/100 กรัมตัวอย่าง ใบมันปูจึงเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Panpipat *et al.* (2010) ที่พบว่าสารสกัดจากใบมันปูมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ตรวจวัดด้วยวิธี DPPH ABTS และ FRAP) สูงสุดเมื่อเทียบกับผักพื้นบ้านภาคใต้ชนิดอื่น ได้แก่ ขะพลู กระถิน ลูกเนียง และสะตอ โดยเมื่อพิจารณาผลจากการศึกษาข้างต้น จะเห็นได้ว่าในผักพื้นบ้านภาคใต้ 4 ชนิดที่ทำการศึกษา ใบมันปูมีปริมาณใยอาหาร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ทั้งยังมีกลิ่นและรสชาติที่อ่อน ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียวและรสขมหรือฝาดที่จะรบกวนกลิ่นและรสชาติของอาหาร จึงเหมาะต่อการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้นจึงเลือกใบมันปูมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปังในการศึกษาต่อไป

2. ผลการศึกษาคุณภาพผงใบมันปู

ใบมันปูซึ่งเป็นผักพื้นบ้านที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปัง เมื่อทำแห้งและบดละเอียดได้ผงใบมันปูที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเขียวเข้มอมน้ำตาล เมื่อนำไปตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพและเคมีพบว่ามีความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 52.86 - 1.97 และ 23.29 ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของผงใบมันปูเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เป็นฟิโอดินซึ่งให้สีน้ำตาล อันเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับความร้อนขณะทำแห้ง (Khaled *et al.*, 2024) ส่งผลให้ผงใบมันปูที่เตรียมได้มีสีเขียวเข้มมากขึ้นเมื่อเทียบกับใบมันปูสด โดยผงใบมันปูมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.76 โดยน้ำหนัก มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 41.76 โดยน้ำหนักแห้ง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเท่ากับ 242.67 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง 571.54 มิลลิกรัมสมมูลวิตามินซี/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 102.52 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณใยอาหารและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าในผงใบมะขามจากการศึกษาของ Sanchez-Ortiz *et al.* (2024) และผงแครอทจากการศึกษาของ Pandey *et al.* (2024) ผงใบมันปูจึงเป็นแหล่งใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี

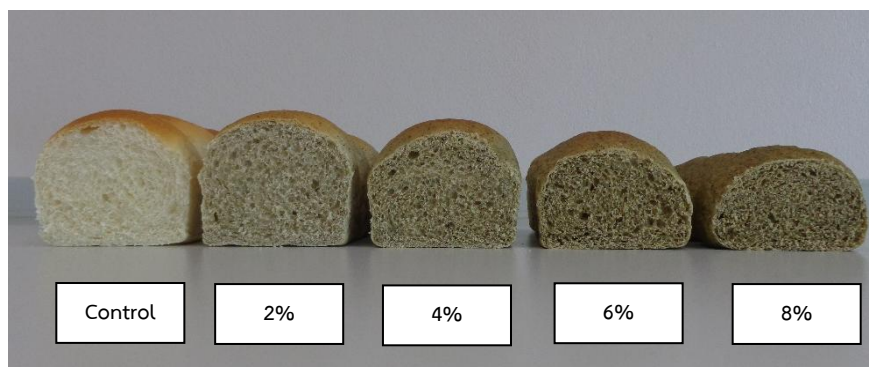
3. ผลการศึกษาปริมาณผงใบมันปูที่เหมาะสมในการผลิตขนมปัง

การใช้ผงใบมันปูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 2 4 6 และ 8 โดยน้ำหนัก ในการผลิตขนมปัง ได้ขนมปังที่มีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสแสดงดังรูปที่ 2 และ ตารางที่ 2 - 3

3.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูที่ระดับแตกต่างกัน (รูปที่ 2 และ ตารางที่ 2) ด้านค่าสี พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อขนมปัง (crumb) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเนื้อขนมปังมีแนวโน้มค่าความสว่าง (L^*) ลดลง และมีแนวโน้มค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น เมื่อระดับการทดแทนด้วยผงใบมันปูเพิ่มขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากสีและปริมาณของผงใบมันปูที่ใช้ รวมถึงการเกิดสารสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) และการคาราเมลไลเซชัน (caramellization reaction) จากองค์ประกอบของผงใบมันปูในระหว่างการผลิตขนมปัง (Hasan *et al.*, 2024) ส่งผลให้เนื้อขนมปังที่ได้มีสีเขียวเข้มอมน้ำตาล และมีสีเข้มเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนด้วยผงใบมันปูเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nudel *et al.* (2023) ที่พบว่าการพัฒนาขนมปังที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมะขามที่ระดับร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก ให้เนื้อขนมปังที่มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง และมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น จากปริมาณคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ในผงใบมะขาม ดังนั้นเมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ขนมปังที่ได้มีสีเขียวเข้มมากขึ้น เมื่อพิจารณาปริมาตรจำเพาะของขนมปัง (ตารางที่ 2) พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูในการผลิตขนมปัง ส่งผลให้ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยขนมปังที่ทดแทนด้วยผงใบมันปูที่ระดับร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก มีปริมาตรจำเพาะต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูมีผลให้ปริมาณแป้งสาลีและโปรตีนจากแป้งสาลี (กลูเตนิน ไกลอะดิน) ในส่วนผสมลดลง ส่งผล

ให้การเกิดกลูเตนซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ลดลง ประกอบกับใยอาหารจากผงใบมันปูมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำที่ดี จึงขัดขวางการดูดซึมน้ำและการเกิดโครงสร้างของกลูเตน ทำให้ได้มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นลดลง มีความสามารถในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักและการอบได้ไม่ดี มีการขยายตัวในระหว่างการอบต่ำ ขนมปังจึงมีปริมาตรจำเพาะลดลงตามระดับการทดแทนด้วยผงใบมันปูที่เพิ่มขึ้น (สิริมาและธีรรัตน์, 2558; จุฑามาศและวรลักษณ์, 2559; Xu *et al.*, 2021) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Junejo *et al.* (2021) ที่พบว่าการเสริมผงผักโขมในผลิตภัณฑ์ขนมปัง (ร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนักแห้ง) ส่งผลให้ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลง เนื่องจากการเติมผงผักโขมส่งผลให้ปริมาณโปรตีนกลูเตน (กลูเตนิน โกลอะดิน) ลดลง และก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกายภาพระหว่างน้ำกลูเตนและเยื่อใย ที่ไปขัดขวางการเกิดโครงสร้างของกลูเตน ขนมปังจึงมีปริมาตรลดลงเมื่อปริมาณการใช้ผงผักโขมเพิ่มขึ้น และผลการศึกษาของ Hasan *et al.* (2024) ที่พบว่าการใช้ผงเปลือกมะม่วงทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังที่ระดับร้อยละ 2.5 5 และ 7.5 โดยน้ำหนัก ส่งผลให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตรจำเพาะลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผงเปลือกมะม่วงมีส่วนประกอบของเส้นใยที่สามารถดูดซึมน้ำได้มาก จึงขัดขวางการเกิดกลูเตนและรบกวนการเกิดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีความสำคัญต่อโครงสร้างและการขยายตัวของโด ทำให้โครงสร้างของโดไม่สมบูรณ์ และยังส่งผลให้การเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการหมักลดลง



รูปที่ 2 ขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูที่ระดับต่าง ๆ

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง (ตารางที่ 2) พบว่า เมื่อระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูเพิ่มขึ้น มีผลให้ขนมปังมีค่าความแข็ง (hardness) และค่าความเคี้ยวได้ (chewiness) สูงขึ้น แต่จะมีค่าความยืดหยุ่น (springiness) ลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยขนมปังที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูที่ระดับร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก มีค่าความแข็งและค่าความเคี้ยวได้สูงสุด และมีค่าความยืดหยุ่นต่ำที่สุด ซึ่งการที่ขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้นและมีความยืดหยุ่นลดลงเมื่อระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูเพิ่มขึ้นนั้น เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณกลูเตนที่ลดลงและปริมาณของใยอาหารจากผงใบมันปูที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเกิดโครงสร้างของกลูเตนในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่งผลให้โดกักเก็บก๊าซได้น้อยลง ทำให้ขนมปังมีโครงสร้างที่แน่น ขนมปังที่มีระดับการทดแทนด้วยผงใบมันปูที่มากขึ้นจึงมีเนื้อสัมผัสที่แน่นแข็งขึ้น (Iraki *et al.*, 2015; Nouska *et al.*, 2024) ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณจำเพาะของขนมปัง กล่าวคือ เมื่อการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขนมปังมีปริมาตรลดลง ขนมปังมีความแน่นแข็งมากขึ้น มีค่าความเคี้ยวได้เพิ่มขึ้นและมีความยืดหยุ่นที่ลดลง ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Pandey *et al.* (2024) ที่พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงแครอทดำในปริมาณที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 2.5 5.0 7.5 และ 10) ส่งผลให้ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลง มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและมีค่าความยืดหยุ่นลดลง เนื่องจากการเติมผงแครอทมีผลให้โปรตีนกลูเตนลดลงและมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โครงสร้างของกลูเตนมีความแน่นมากขึ้น ทำให้กักเก็บอากาศได้น้อยลง เนื้อขนมปังจึงมีความแน่นแข็งและมีปริมาตรลดลง ด้านปริมาณความชื้นของขนมปัง พบว่าให้ผลที่สอดคล้องกับ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของขนมปัง โดยขนมปังมีปริมาณความชื้นลดลงตามระดับการทดแทนของผงไขมันปูที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ซึ่งการลดลงของปริมาณความชื้นเมื่อระดับการทดแทนด้วยผงไขมันปูเพิ่มขึ้นนั้น มีสาเหตุเนื่องมาจากปริมาณความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบที่แตกต่างกัน (Zhang *et al.*, 2023; Santamaria *et al.*, 2024) ซึ่งผงไขมันปูมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าแป้งสาลี ดังนั้นเมื่อปริมาณการใช้ผงไขมันปูเพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสมคงที่ จึงส่งผลให้ขนมปังที่มีการใช้ผงไขมันปูในปริมาณที่มากกว่ามีปริมาณความชื้นลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Odunlade *et al.* (2017) ที่พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบฟักทอง ผงใบมะเขือและผงผักโขมที่ระดับร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ในการผลิตขนมปังให้ขนมปังที่มีปริมาณความชื้นลดลงตามปริมาณการทดแทนด้วยผงผักที่เพิ่มขึ้นในทุกชนิดของผงผัก ($p < 0.05$) และจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง มีปริมาณกากใยเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการทดแทนด้วยผงผักเพิ่มขึ้น และผลการศึกษาของ Zhang *et al.* (2023) ที่พบว่าการผลิตขนมปังโดยทดแทนแป้งสาลีด้วยเมล็ดเมลอนที่ผ่านการสกัดไขมันออกที่ระดับร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก ให้ขนมปังที่มีปริมาณความชื้นลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับขนมปังสูตรควบคุม อันเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบที่แตกต่างกัน (แป้งสาลีมีความชื้นร้อยละ 13.8 เมล็ดเมลอนมีความชื้นร้อยละ 9.60 โดยน้ำหนัก) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ของปริมาณความชื้นในขนมปังสูตรควบคุมและขนมปังที่ทดแทนด้วยเมล็ดเมลอนที่ระดับร้อยละ 5 เนื่องจากการทดแทนในปริมาณน้อยจึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในระดับต่ำ และนอกจากความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของขนมปัง การอบขนมปังก็มีส่วนในการทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นของขนมปังได้เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงไขมันปูที่ระดับต่าง ๆ

คุณภาพ	Control	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงไขมันปู (ร้อยละ)			
		2	4	6	8
คุณภาพทางกายภาพ					
ค่าสี					
- L*	73.05 ± 0.07 ^a	58.40 ± 0.21 ^b	51.64 ± 0.06 ^c	46.40 ± 0.17 ^d	44.52 ± 0.45 ^e
- a*	1.52 ± 0.06 ^d	2.58 ± 0.08 ^c	3.08 ± 0.02 ^b	3.51 ± 0.02 ^a	3.41 ± 0.14 ^a
- b*	19.25 ± 0.24 ^b	18.18 ± 0.09 ^c	20.56 ± 0.33 ^a	20.77 ± 0.14 ^a	20.73 ± 0.10 ^a
ปริมาตรจำเพาะ (cm ³ /g)	3.78 ± 0.03 ^a	3.48 ± 0.02 ^b	3.45 ± 0.01 ^b	2.99 ± 0.02 ^c	2.36 ± 0.11 ^d
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
- Hardness (g)	89.65 ± 2.79 ^e	118.48 ± 6.50 ^d	140.53 ± 5.27 ^c	188.15 ± 2.47 ^b	360.77 ± 8.04 ^a
- Chewiness (g)	45.26 ± 2.01 ^d	51.15 ± 1.92 ^c	74.46 ± 2.10 ^b	78.40 ± 5.07 ^b	156.70 ± 1.57 ^a
- Springiness	0.89 ± 0.006 ^a	0.81 ± 0.001 ^b	0.80 ± 0.02 ^{bc}	0.78 ± 0.03 ^{cd}	0.76 ± 0.02 ^d
คุณภาพทางทางเคมี					
ความชื้น (% fresh weight)	33.62 ± 0.13 ^a	32.78 ± 0.17 ^b	32.48 ± 0.12 ^c	32.00 ± 0.12 ^d	31.84 ± 0.07 ^d

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังที่ใช้ผงไขมันปูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 3) พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงไขมันปูในปริมาณที่สูงขึ้น ส่งผลให้ขนมปังมีคะแนนความชอบในทุกด้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการทดแทนด้วยผงไขมันปูในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรลดลง มีสีเขียวน้ำตาลมากขึ้น มีกลิ่นและรสของไขมันปูแห้งเพิ่มขึ้น และมีเนื้อสัมผัสที่แน่น แห้งและแข็งมากขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกด้านของขนมปังลดลง โดยเฉพาะขนมปังที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงไขมันปูที่ระดับร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ที่มีคะแนนความชอบในทุกด้านต่ำสุด ขณะที่ขนมปังที่ใช้ผงไขมันปูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก มีคะแนน

ความชอบในทุกด้านไม่แตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุม ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับขนมปังใช้ผงไขมันปศุแทนแบ่งสาลีที่ระดับร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก ที่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมที่ไม่แตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุมเช่นกัน ($p > 0.05$) แต่มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสที่ต่ำกว่า ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุที่ระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะ	Control	ระดับการทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุ (ร้อยละ)			
		2	4	6	8
ลักษณะปรากฏ	7.77 ± 0.90^{ab}	7.97 ± 0.90^a	7.47 ± 0.90^{bc}	7.23 ± 0.68^c	6.63 ± 0.67^d
สี	7.97 ± 0.85^a	8.00 ± 0.64^a	7.77 ± 0.82^a	7.10 ± 0.48^b	6.67 ± 0.71^c
กลิ่น	7.57 ± 0.90^{ab}	7.93 ± 0.78^a	7.30 ± 0.65^{bc}	7.03 ± 0.72^{cd}	6.90 ± 0.71^d
รสชาติ	7.93 ± 0.74^a	7.97 ± 0.85^a	7.53 ± 0.94^{ab}	7.13 ± 0.73^{bc}	6.87 ± 0.86^c
ลักษณะเนื้อสัมผัส	8.13 ± 0.63^a	7.83 ± 0.79^a	7.33 ± 0.76^b	7.00 ± 0.69^b	6.53 ± 0.73^c
ความชอบรวม	7.97 ± 0.67^{ab}	8.20 ± 0.71^a	7.67 ± 0.76^b	7.00 ± 0.64^c	6.73 ± 0.64^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการศึกษาการพิจารณาเลือกปริมาณผงไขมันปศุที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังนั้น นอกจากพิจารณาจากปริมาณการทดแทนด้วยผงไขมันปศุที่มากที่สุดเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับขนมปังแล้ว ขนมปังที่ผลิตได้จะต้องคงคุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นปริมาณผงไขมันปศุที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดแทนแบ่งสาลีในการผลิตขนมปัง คือ ร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก เนื่องจากขนมปังสูตรที่มีการทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุที่ระดับดังกล่าวยังคงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและคุณลักษณะที่ดีของขนมปังใกล้เคียงกับขนมปังสูตรควบคุม ทั้งยังให้ประโยชน์ต่อผู้บริโภคได้เพิ่มขึ้น

4. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุ

ขนมปังที่ทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุที่ระดับร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีเปรียบเทียบกับขนมปังสูตรควบคุม ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ขนมปังที่ทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุที่ระดับร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุม ($p > 0.05$) แต่มีปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน และใยอาหารสูงกว่า และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำกว่าขนมปังสูตรควบคุม ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นเถ้า โปรตีน และไขมันของขนมปังที่พัฒนาได้มีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับขนมปังสูตรควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่ผงไขมันปศุที่นำมาใช้ในการศึกษามีองค์ประกอบของเถ้า โปรตีน และไขมันในปริมาณที่ไม่สูงมากนัก (มีปริมาณเถ้า โปรตีน และไขมันร้อยละ 5.32 9.20 และ 0.79 โดยน้ำหนักแห้ง) เมื่อนำมาใช้ทดแทนแบ่งสาลีในระดับต่ำ จึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวในผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน (สิริมาและธีรรัตน์, 2558) ประกอบกับการสูญเสียความชื้นของขนมปังในระหว่างการอบ จึงทำให้ขนมปังทั้ง 2 สูตรมีปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่าขนมปังที่มีการทดแทนแบ่งสาลีด้วยผงไขมันปศุมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกสูงกว่าขนมปังสูตรควบคุม ($p < 0.05$) ซึ่งไขมันปศุเป็นผักพื้นบ้านที่มีปริมาณใยอาหารและสารประกอบฟีนอลิกสูง ทั้งยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Kongkachuichai *et al.*, 2015) (ผงไขมันปศุมีปริมาณใยอาหารร้อยละ 41.76 โดยน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก 242.67 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัม น้ำหนักแห้ง 571.54 มิลลิกรัมสมมูลวิตามินซี/กรัม น้ำหนักแห้ง และ 102.52 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) การนำมาใช้ทดแทนแบ่งสาลีจึงให้ขนมปังที่มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น 1.61 เท่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้าน

อนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเพิ่มขึ้น 1.97 11.47 และ 9.72 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ ขนบึงสูตรควบคุม ทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการรับประทานขนบึงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nudel *et al.* (2023) ที่พบว่าขนบึงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมะรุมนที่ระดับร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก มีปริมาณเถ้า โปรตีน และใยอาหารสูงกว่าขนบึงสูตรควบคุม ($p < 0.05$) แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานต่ำกว่า และมีปริมาณความชื้นและไขมันที่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และผลการศึกษาของ Odunlade *et al.* (2017) ที่พบว่าขนบึงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบผักทองที่ระดับร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก มีปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าขนบึงสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำกว่า ทั้งนี้ การที่ขนบึงมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผงผักที่นำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนบึง

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมีของขนบึงสูตรควบคุมและขนบึงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูที่ระดับร้อยละ 4

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณ	
	ขนบึงสูตรควบคุม	ขนบึงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบมันปูที่ระดับร้อยละ 4
1. องค์ประกอบทางเคมี		
- ความชื้น (% fresh weight) ^{ns}	30.77 ± 0.16	30.66 ± 0.30
- เถ้า (% dry weight)	1.66 ± 0.05 ^b	1.91 ± 0.04 ^a
- โปรตีน (% dry weight)	10.05 ± 0.01 ^b	10.17 ± 0.01 ^a
- ไขมัน (% dry weight)	7.37 ± 0.06 ^b	7.66 ± 0.05 ^a
- ใยอาหาร (% dry weight)	3.15 ± 0.16 ^b	5.07 ± 0.07 ^a
- คาร์โบไฮเดรต (% dry weight)	77.77 ± 0.08 ^a	75.19 ± 0.05 ^b
2. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g dry weight)	1.55 ± 0.01 ^b	3.06 ± 0.02 ^a
3. สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน		
- DPPH (mg AA/g dry weight)	0.15 ± 0.01 ^b	1.72 ± 0.02 ^a
- FRAP (mg GAE/g dry weight)	0.072 ± 0.01 ^b	0.70 ± 0.01 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} (non significant) แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาชนิดของผักพื้นบ้านภาคใต้ที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ขนบึง พบว่า ใบมันปูเป็นผักพื้นบ้านที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขนบึงมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณใยอาหารทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เมื่อเทียบกับผักพื้นบ้านชนิดอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา และเมื่อนำมาทำแห้งและใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนบึง พบว่าให้ขนบึงที่มีสีซีขาวเข้มเพิ่มขึ้น มีปริมาณธาตุอาหารลดลง และมีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้น ตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณผงใบมันปูที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนบึง คือ ร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก เนื่องจากให้ขนบึงที่ยังคงคุณลักษณะที่ดีและมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับขนบึงสูตรควบคุม และมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะใยอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยขนบึงที่พัฒนาได้มีปริมาณใยอาหาร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกที่เพิ่มขึ้น 1.61 1.97 11.47 และ 9.72 เท่า เมื่อเทียบกับขนมปังสูตรควบคุม ดังนั้นการนำใบมันปูมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปัง นอกจากช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ อันจะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการบริโภคเพิ่มขึ้นแล้ว ยังเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากผักพื้นบ้านภาคใต้ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ พีรพัชระ และวรลักษณ์ ปัญญาธิพิงศ์. (2559). การใช้ประโยชน์จากเนื้อตาลสุกของชุมชนจังหวัดเพชรบุรีเพื่อผลิตขนมปัง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร 10(1): 168 - 178.
- นภัสรพี เหลืองสกุล และสวามินี นวลแขกกุล. (2564). Cooking Bible: Bakery. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง. หน้า 122 - 123.
- ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน. (2561). การทำแห้งกากแครอทและการนำไปใช้ในขนมปังเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ. วารสารวิทยาศาสตร์ มช. 46(1): 93 - 102.
- พรปวีณ์ คำหลวง. (2560). ภูมิปัญญาการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อประโยชน์ด้านสุขภาพของชาวบ้าน ตำบลศรีชะเกษ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์สาขาสหศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ปทุมธานี. 108 หน้า.
- วิชุดา เกตุใหม่, ทิพย์ทิศา สัมพันธ์มิตร และนันทิดา สุธรรมวงศ์. (2544). คุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน 4 ชนิด ที่คัดเลือกได้จากอำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 13(3): 133 - 140.
- สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2558). ฐานข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย, แหล่งข้อมูล: <https://inmu2.mahidol.ac.th/thaifcd/home.php>. ค้นเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2567.
- สิริมา ชินสาร และธีรรัตน์ อิทธิโสภณกุล. (2558). การใช้ประโยชน์จากเปลือกเงาะเป็นใยอาหารในอาหารเพื่อสุขภาพ. ใน: รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี. 74 หน้า.
- สุภาพร หนูสิงห์. (2555). การผลิตและการบริโภคผักพื้นบ้านของเกษตรกรจังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 122 หน้า.
- สำนักโภชนาการ. (2561). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรุงเทพฯ: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 23 - 42.
- อนุสรรา พลบง. (2560). การผลิตผงใยอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกเสาวรสสีม่วง และการประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารจำลองสำหรับผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี. 310 หน้า.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. USA: Association of Official Analysis Chemists.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The Frap Assay. Analytical biochemistry 239(1): 70 - 76.
- Ding, S., Peng, B., Li, Y. and Yang, J. (2019). Evaluation of specific volume, texture, thermal features, water mobility, and inhibitory effect of staling in wheat bread affected by maltitol. Food Chemistry 283: 123 - 130.

- Hasan, Md.M., Islam, Md.R., Haque, A.R., Kabir, Md.R. and Hasan, S.M.K. (2024). Fortification of bread with mango peel and pulp as a source of bioactive compounds: A comparison with plain bread. *Food Chemistry Advances* 5: 100783.
- Iraki, M., Katsantonis, D. and Kleisaris, F. (2015). Evaluation of quality attributes, nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. *Journal of Cereal Science* 65: 74 - 80.
- Ismail, A., Marjan, Z.M. and Foong, C.W. (2004). Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry* 87: 581 - 586.
- Juaniz, I., Ludwig, I.A., Huarte, E., Pereira-Caro, G., Moreno-Rojas, J.M., Cid, C. and Pena, M-P. (2016) Influence of heat treatment on antioxidant capacity and (poly) phenolic compounds of selected vegetables. *Food Chemistry* 197: 466 - 473.
- Junejo, S.A., Rashid, A., Yang, L., Xu, Y., Kraithong, S. and Zhou, Y. (2021). Effects of spinach powder on the physicochemical and antioxidant properties of *durum* wheat bread. *LWT-Food Science and Technology* 150: 112058.
- Khaled, B.M., Das, A.K., Alam, S.M.S., Saqib, N., Rana, Md.S., Sweet, S.R., Naznin, T., Hossain, Md.P., Sardar, S., Hossain, Z., Marzan, S. and Yesmin, A. (2024). Effect of different drying techniques on the physicochemical and nutritional properties of *Moringa oleifera* leaves powder and their application in bakery product. *Applied Food Research* 4: 100599.
- Kongkachuichai, R., Charoensiri, R., Yakoh, K., Kringkasemee, A. and Insung, P. (2015). Nutrients value and antioxidant content of indigenous vegetables from Southern Thailand. *Food Chemistry* 173: 38 – 846.
- Nouska, C., Irakli, M., Palakas, P., Lytou, A.E., Bouloumpasi, E., Biliaderis, C.G. and Lazaridou, A. (2024). Influence of sesame cake on physicochemical, antioxidant and sensorial characteristics of fortified wheat breads. *Food Research International* 178: 113980.
- Nudel, A., Cohen, R., Abbo, S. and Kerem, Z. (2023). Developing a nutrient-rich and functional wheat bread by incorporating *Moringa oleifera* leaf powder and gluten. *LWT-Food Science and Technology* 187: 115343.
- Odunlade, T.V., Famuwagun, A.A., Taiwo, K.A., Gbadamosi, S.O., Oyedele, D.J. and Adebooye, O.C. (2017). Chemical composition and quality characteristics of wheat bread supplemented with leafy vegetable powders. *Journal of Food Quality* 1: 9536716. doi: 10.1155/2017/9536716.
- Panpipat, W., Suttirak, W. and Chaijan, M. (2010). Free radical scavenging activity and reducing capacity of five southern Thai indigenous vegetable extracts. *Walailak Journal of Science and Technology* 7(1): 51 - 60.
- Pandey, P., Grover, K., Dhillon, T.S., Chawla, N. and Kaur, A. (2024). Development and quality evaluation of polyphenols enriched black carrot (*Daucus carota* L.) powder incorporated bread. *Heliyon* 10(3): e25109.

- Sanchez-Ortiz, L.K., Sanchez-Quezada, V., Gaytan-Martínez, M., Cuellar-Nunez, M.L. and Loarca-Pina, G. (2024). Influence in physicochemical, nutritional, and antioxidant properties by addition *Moringa oleifera* leaves in *Avena sativa* bread. Food Chemistry 460: 140743.
- Santamaria, M., Ruiz, M., Garzon, R. and Rosell, C.M. (2024). Comparison of vegetable powders as ingredients of flatbreads: technological and nutritional properties. International Journal of Food Science and Technology 59(10): 7203 - 7212.
- Teng, J., Li, Y., Yu, M., Zhao, Y., Hu, X., Tao, N. and Wang, M. (2018). Naringenin, a common flavanone, inhibits the formation of AGEs in bread and attenuates AGEs-induced oxidative stress and inflammation in RAW264.7 cells. Food Chemistry 269: 35 - 42.
- Tharasena, B. and Lawan, S. (2014). Phenolics, flavonoids and antioxidant activity of vegetables as Thai side dish. APCBEE procedia 8: 99 - 104.
- Xu, J., Li, Y. Zhao, Y., Wang, D. and Wang, W. (2021). Influence of antioxidant dietary fiber on dough properties and bread qualities: A review. Journal of Functional Foods 80: 104434.
- Zhang, G., Chatzifragkou, A., Charalampopoulos, D. and Rodriguez-Garcia, J. (2023). Effect of defatted melon seed residue on dough development and bread quality. LWT-Food Science and Technology 183: e114892.
- Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, M., Wei, Z., Zhang, Y. and Tang, X. (2013) Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China. Food Chemistry 136(3-4): 1169 - 1176.

