



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้ง มารศรี จันสี โสมรศมี กล้ากล่อมจิตร กรวิทย์ สักแกแก้ว และ นันธิดา แดงขาว*

สาขาศิลปการประกอบอาหาร คณะศิลปการประกอบอาหาร วิทยาลัยดุสิตธานี เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10250

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 27 มิถุนายน 2567

แก้ไข: 16 กันยายน 2567

ตอบรับการตีพิมพ์: 13 พฤศจิกายน 2567

ตีพิมพ์ออนไลน์: 4 ธันวาคม 2567

คำสำคัญ

ผงน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยง

สาหร่ายผักกาดทะเล

การทำแห้งแบบโฟมแม่ท

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

บทคัดย่อ

กล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงมีส่วนผสมของเครื่องเทศรวมทั้งสมุนไพรที่มีสรรพคุณหลากหลายส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาผลิตภัณฑ์ผงน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งโดยการทำแห้งแบบโฟมแม่ท (2) ศึกษาผลของการเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ จากการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำกล้วยเตี่ยวสุตรพื้นฐานด้วยวิธี 9-point Hedonic scale พบว่าสูตรพื้นฐาน SF3 มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นำสูตรพื้นฐาน SF3 มาพัฒนาเป็นผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแม่ท พบว่าการใช้ไข่ขาวเป็นสารที่ทำให้เกิดโฟมปริมาณร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นสารเพิ่มความคงตัวของโฟมปริมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก และทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 480 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ($p < 0.05$) จากการประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ จากนั้นศึกษาการประเมินทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งต่อผลิตภัณฑ์ผงน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด พบว่าการเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ผงน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงและสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่มีปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่สกัดได้และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการวิเคราะห์ DPPH ABTS และ FRAP จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์พบว่าอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร มพช.494/2547 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ผงน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงที่มีการทำแห้งแบบโฟมแม่ทเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้ง มีคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ดี มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ จึงมีศักยภาพที่จะพัฒนาในอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ต่อไป

บทนำ

กล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงเป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่นที่มีความสำคัญทางวัฒนธรรมและเศรษฐกิจของภาคตะวันออกของไทยโดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรี ความแตกต่างจากกล้วยเตี่ยวทั่วไปคือน้ำกล้วยเตี่ยวใช้สมุนไพรและเครื่องเทศหลากชนิดมาโขลกผสมกันก่อนใส่ในน้ำต้มกระดูก ซึ่งน้ำกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงทำให้หลายสูตรเนื่องจากใส่สมุนไพรและเครื่องเทศที่แตกต่างกันตามที่มีในพื้นที่นั้น แต่มีเอกลักษณ์เฉพาะของกล้วยเตี่ยวหมูเลี้ยงที่เหมือนกันคือการเติมสมุนไพรชื่อเร่งเป็นส่วนผสม ซึ่งเร่งเป็นพืชในวงศ์ *Zingiberaceae* และเร่งหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Etlingera punicea* (Roxb.) R.M. Smith จะให้กลิ่นหอมเย็นเฉพาะตัว มีรสเผ็ดร้อน (Thai Synchrotron National Lab, 2019) มีรายงานวิจัยพบว่าเร่งหอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและช่วยบรรเทาอาการทางระบบทางเดินอาหาร เช่น ช่วยขับลม

ช่วยเรื่องอาการท้องอืดเพื่อ จุกเสียด (Chinnasarn et al., 2019) ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในขณะที่สาหร่ายสีเขียวเป็นสาหร่ายที่นิยมรับประทานเนื่องจากโภชนาการสูงอย่างสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*) ที่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร โดยพบว่าสาหร่ายชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ผู้บริโภค เช่น คาร์โบไฮเดรต กากใย และมีโปรตีนที่สูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ในขณะที่มีไขมันต่ำ จึงจัดเป็นแหล่งของโปรตีนทางเลือกที่ดีและส่งผลดีต่อสุขภาพ (De Padua et al., 2004) ทั้งยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพค่อนข้างสูง ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ สารฟลาโวนอยด์ วิตามินอี และวิตามินซีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Yildiz et al., 2012; Mezghani et al., 2016) ประกอบกับปัจจุบันผู้บริโภคมีภาวะความเร่งรีบ และไม่สะดวกในการเตรียมอาหารด้วยตนเอง

*Corresponding author

E-mail address: Nantida.da@dtc.ac.th (N. Dangkhaw)

Online print: 4 December 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2024.53>

จึงมีความต้องการอาหารที่สะดวก รวดเร็ว แต่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการและส่งผลดีต่อสุขภาพ ในขณะที่ประเทศไทยอาหารผงหรือเครื่องปรุงรสพร้อมปรุงมีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากการขยายตัวของตลาดที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค (Poonnakasem et al., 2015; Munlum & Jungsi, 2024) ผลิตภัณฑ์อาหารแบบผงจึงถูกนำมาใช้ในการประกอบอาหาร เพราะมีความสะดวกและรวดเร็ว

การทำแห้งแบบโฟมเมท (Foam-mat drying) เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการกำจัดน้ำออกจากอาหาร ตลอดจนยังช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหารได้ดีกว่าวิธีการทำแห้งแบบวิธีอื่นทั่วไป (Sangamithra et al., 2015) โดยหลักการการทำแห้งคือต้องทำให้อาหารเหลวหรืออาหารกึ่งเหลวที่ต้องการทำแห้งมีลักษณะเป็นโฟมที่คงตัวในระหว่างการทำแห้ง การเกิดเป็นโฟมทำได้โดยการนำมาตีเพื่อเติมอากาศเข้าไปในอาหารบางชนิด เช่น นํ้านม ไข่ขาวมีองค์ประกอบของโปรตีนและสารโมโนกลีเซอไรด์ ซึ่งมีสมบัติทำให้เกิดโฟมและรักษาโฟมให้คงตัว แต่อาหารบางชนิดต้องใช้สารที่ทำให้เกิดโฟม ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีสมบัติเชิงหน้าที่ จากนั้นจึงนำมาทำแห้ง แล้วนำมาบดละเอียดให้เป็นผง ข้อดีของการทำให้อาหารเป็นโฟมก่อนคือเพิ่มอัตราการแห้งของอาหารให้เร็วขึ้น เพราะโครงสร้างของโฟมมีรูพรุน ทำให้เกิดพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้นํ้าระเหยออกจากอาหารได้ง่ายและใช้เวลาสั้นลงด้วย ซึ่งการทำอาหารได้สัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาที่สั้น ช่วยลดการสูญเสียคุณภาพอาหาร โดยเฉพาะการสูญเสียกลิ่นและการสูญเสียรสชาติของอาหาร และลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของอาหารกลุ่มวิตามินอีกด้วย (Ouppama, 2022)

จากข้อมูลงานวิจัยพบว่ามีการนำการทำแห้งแบบโฟมเมทมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย เช่น ผงนํ้าแกงเลียงพร้อมปรุง ซอสมะเขือเทศผง กล้วยผง (Thuwapanichayanan et al., 2008; Poonnakasem et al., 2015; Munlum & Jungsi, 2024) ในขณะที่พบว่ามีงานศึกษาการนำสาหร่ายฝักกาดทะเลอบแห้งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย เช่น สาหร่ายแผ่นทอดกรอบ ข้าวเกรียบผสมสาหร่าย (Hinsui et al., 2011; Supanpayak et al., 2020) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการผลิตผงนํ้าก้วยเตี่ยวหมูเลียงด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟมเมทเสริมด้วยสาหร่ายฝักกาดทะเลอบแห้งเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงนํ้าก้วยเตี่ยวหมูเลียงเสริมสาหร่ายฝักกาดทะเลอบแห้งเพื่อเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ให้กับชุมชนหรือผู้ที่สนใจ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบและผลิตนํ้าก้วยเตี่ยวหมูเลียงสูตรพื้นฐานและสาหร่ายฝักกาดทะเลอบแห้ง

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนวัตถุดิบสาหร่ายฝักกาดทะเลจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นศูนย์ศึกษาและพัฒนาการเพาะเลี้ยง แปรรูป ตลอดจนถ่ายทอดการเรียนรู้สู่ชุมชนหรือผู้สนใจเกี่ยวกับสาหร่ายฝักกาดทะเล และใช้สูตรการทำนํ้าก้วยเตี่ยวหมูเลียงจากจังหวัดจันทบุรีเป็นสูตรเบื้องต้น มาศึกษาและปรับปรุงสูตรพื้นฐานนํ้าก้วยเตี่ยวหมูเลียงเพื่อให้เป็นที่ยอมรับต่อผู้ทดสอบเป็นจำนวน 3 สูตร (SF1 SF2 และ SF3) ที่ระดับความหวานร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยมีส่วนผสมทั้งหมดดังแสดงใน Table 1 ขั้นตอนการเตรียมและผลิตได้นํ้าวัตถุดิบมาตัดแต่งและทำความสะอาด ต้มนํ้าจนเดือดที่อุณหภูมิ 98 ± 1 องศาเซลเซียส ใส่กระเทียม หอม ข่า ตะไคร้และกระดูกสันหลังหมูที่ผ่านการลวกแล้วต้มต่อจนเดือด จากนั้นใส่ส่วนผสมที่เหลือ (โป๊ยกั๊ก อบเชย ลูกกระวาน ลูกผักชี พริกไทยดำ เกลือ เห็ดหอม หัวไชเท้า สับปะรด เกลือ นํ้าตาลทรายขาว นํ้าตาลกรวด) ต้มต่อเป็นเวลา 2.50 ชั่วโมง จากนั้นใส่ส่วนผสมของซอสปรุงรส ซีอิ๊วดำ และผงเร่งหอม แล้วต้มต่อเป็นเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะวัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดได้ 14 ± 1 องศาบริกซ์ จากนั้นทิ้งให้อุณหภูมิลดลงเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

เตรียมสาหร่ายฝักกาดทะเลในรูปแบบผงแห้ง โดยนำสาหร่ายฝักกาดทะเลสดมาล้างนํ้าให้สะอาดจนกระทั่งไม่มีกรวด ทราย แล้วทิ้งให้สะเด็ดนํ้าเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิในการอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงหรือจนมีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 7 บดให้เป็นผงละเอียดโดยใช้เครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช บรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกแล้วบรรจุลงในถุงฟอยล์ (Limroongreungrat et al., 2016)

Table 1 Standard Moo-Liang noodle soup formulas

Ingredients (g)	Formulas		
	SF1	SF2	SF3
Water	10,000	10,000	10,000
Pork backbone	2,000	2,000	2,000
Garlic	60	60	60
Shallot	60	60	60
Galangal	180	180	180
Lemongrass	180	180	180
Reu-horn powder	5	5	5
Star anise	10	10	10
Cinnamon	20	20	20
White cardamom seed	5	5	5
Coriander seed	5	5	5
Black pepper	10	10	10
Dried goji	10	10	10
Dried Shiitake mushrooms	25	25	25
White radish	600	600	600
Peeled pineapple	500	500	500
Salt	60	60	60
White sugar	40	80	120
Rock sugar	40	40	40
Soy sauce	120	120	120

การประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงสูตรพื้นฐาน

ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-point Hedonic scale (Meilgaard et al., 2007) สอบถามความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่น (Odor) ความรู้สึกในปาก (Mouthfeel) ความรู้สึกหลังกลืน (Aftertaste) รสหวาน (Sweetness) รสชาติโดยรวม (Flavor) และความชอบโดยรวม (Overall liking) ตามลำดับ โดยในกระบวนการทดสอบทำการเสิร์ฟน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงพร้อมเส้นในอัตราส่วน 1.5:1 ที่อุณหภูมิ 80 ± 5 องศาเซลเซียส ปริมาณ 25 กรัม ให้กับผู้ทดสอบเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร โดยเติมน้ำคั้นในแต่ละครั้งของการทดสอบแต่ละสูตร โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องเป็นบุคคลที่มีอายุ 18-60 ปี ที่มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว โดยผู้วิจัยจะแจ้งข้อมูลที่อาจส่งผลต่อสุขภาพให้ผู้ร่วมวิจัยรับทราบก่อนการทดสอบ และมีเอกสารให้ความยินยอมจากผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละท่าน ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนถัดไป

การวิเคราะห์การทำแห้งแบบโคมเมทของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก

เตรียมน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงที่ได้ผ่านการคัดเลือก โดยใช้สารที่ทำให้เกิดโคม คือ โซเดียมคลอไรด์ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยน้ำหนักรวม และใช้คาร์บอกซีเมทิล

เซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose: CMC) ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เพื่อเป็นสารเพิ่มความคงตัวของโคม ที่ให้เกิดโคมด้วยเครื่องผสมอาหารหัวตีตระกร้อ ความเร็วสูงสุด (220 รอบต่อนาที) เป็นเวลา 4 นาที ติดตามคุณภาพทางกายภาพของโคม โดยตรวจวัดค่าความหนาแน่นของโคม ความคงตัวของโคมและการขยายตัวของโคมตามวิธีการของ Affandi et al. (2017) เลือกน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงจากการเติมโซเดียมคลอไรด์ เพื่อเป็นสารก่อโคมที่เหมาะสมที่สุดนำมาศึกษากระบวนการทำแห้งโคม

ศึกษากระบวนการทำแห้งโคม โดยผลิตโคมน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงในสภาวะที่ผ่านการคัดเลือก เกลี่ยโคมลงบนภาชนะที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร เข้าอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 480 นาที หรือจนกว่าโคมจะแห้ง จากนั้นบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียง ได้แก่ ร้อยละผลผลิต ความหนาแน่น วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) (CR-400, Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan) ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีตามวิธีของ AOAC (2005) ด้วยเครื่องวัด water activity (TH-500, AW sprint novasina, Neuheintrasse, Switzerland) วัดค่าความชื้นตามวิธีของ AOAC (2005) ค่า pH โดยเครื่อง pH meter (FiveEasy Benchtop F20, METTLER TOLEDO, Switzerland) ค่าดัชนีการละลายน้ำและดัชนีการคืนน้ำกลับ โดยเตรียมตัวอย่างน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียงผง 3 กรัม เติมน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ใส่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (WNE Series, Memmert, Germany) เป็น

เวลา 30 นาที นำตัวอย่างสารละลายไปปั่นเหวี่ยง 3,500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที (HERMLE Z 206 A, Wehingen, Germany) แยกส่วนใสไปบดด้วยตุบอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (Model 100-800, Memmert, Germany) ขำผ่นคั้น และหาค่าดัชนีการละลายและการดูดกลืนตามวิธีการของ Affandi et al. (2017) จากนั้นทำการคัดเลือกสภาวะการทำแห้งแบบโฟมเมทของน้ำกล้วยเตี้ยพมูเลียซึ่งเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนถัดไป การประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนผสมของสารห่วยผักกาดทะเลแห้งต่อผลิตภัณฑ์พมูเลียกล้วยเตี้ยพมูเลีย

เตรียมตัวอย่างพมูเลียกล้วยเตี้ยพมูเลียซึ่งผ่านการคัดเลือกโดยนำมาละลายในน้ำร้อนในอัตราส่วน 1:10 โดยน้ำหนัก จากนั้นเติมสารห่วยผักกาดทะเลอบแห้งในอัตราส่วนร้อยละ 0, 1, 2 และ 4 โดยใช้กล้วยเตี้ยพมูเลียที่ไม่ผ่านการทำแห้งเป็นตัวอย่างควบคุม ทำการเสิร์ฟน้ำกล้วยเตี้ยพมูเลียผสมกับเส้นกล้วยเตี้ยพมูเลียในอัตราส่วน 1:5 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 25 กรัม ให้กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ศึกษาหาอัตราส่วนผสมของสารห่วยผักกาดทะเลแห้งที่เหมาะสมต่อน้ำกล้วยเตี้ยพมูเลียพมูเลีย ด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้การให้คะแนนแบบ 9-point Hedonic scale ประเมินความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความรู้สึกในปาก ความรู้สึกหลังกลืน รสหวาน รสชาติโดยรวม และความชอบโดยรวม ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ผ่านกระบวนการพิจารณาการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยรังสิต (COA. No.RSUERB2024-035) การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์พมูเลียกล้วยเตี้ยพมูเลียและสารห่วยผักกาดทะเลอบแห้ง

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้ทั้งหมด (Total phenolic contents; TPC) โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu (ดัดแปลงจากวิธีของ Waterhouse, 2002) นำสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมน้ำละลาย Folin-ciocalteu reagent ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมเข้าด้วยกันด้วยเครื่อง vortex mixer วางทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที จากนั้นเติมน้ำละลาย Na_2CO_3 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 7.50 ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปแทนค่าในสมการของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แล้วคำนวณ จะได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่าง รายงานผลในหน่วยไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง ($\mu\text{mol gallic acid equivalent (GAE)}/100 \text{ g dry sample}$)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้ทั้งหมด (Total Flavonoid Content; TFC) (ดัดแปลงจากวิธีของ Salamatullah et al., 2024) โดยนำสารละลายตัวอย่างปริมาตร 625 ไมโครลิตร มาเติมน้ำละลาย NaNO_2 ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร

37.50 ไมโครลิตร จากนั้นเติม AlCl_3 ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 37.50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 300 ไมโครลิตร และเติม NaOH ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปแทนค่าในสมการของกราฟมาตรฐานของคาเทชิน คำนวณค่าปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่าง รายงานผลในหน่วยไมโครโมลสมมูลของคาเทชินต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง ($\mu\text{mol catechin equivalent (CE)}/100 \text{ g dry sample}$)

วิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity (ดัดแปลงจากวิธีของ Xie et al., 2008) โดยปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปแทนค่าการดูดกลืนแสงในสมการของกราฟมาตรฐาน คำนวณค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH รายงานผลในหน่วยไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง ($\mu\text{mol gallic acid equivalent (GAE)}/100 \text{ g dry sample}$)

วิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay (ดัดแปลงจากวิธีของ Tan & Chan., 2014) เตรียม FRAP reagent โดยมีวิธีการดังนี้ เตรียมสารละลาย TPTZ ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.50 มิลลิลิตร ใน HCl เข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ ผสมกับสารละลาย FeCl_3 ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.50 มิลลิลิตร แล้วเติม acetate buffer pH 3.60 ความเข้มข้น 300 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ลงไปผสมให้เข้ากัน ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำละลาย FRAP reagent 950 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร คำนวณค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP เปรียบเทียบกับสมการของกราฟมาตรฐาน รายงานผลในหน่วยไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง ($\mu\text{mol gallic acid equivalent (GAE)}/100 \text{ g dry sample}$)

วิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay (ดัดแปลงจากวิธีของ Re et al., 1999) เตรียม ABTS reagent โดยการเตรียมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บสารผสมที่ได้ไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง เจือจางสารละลายผสมที่ได้ด้วยเอทานอลความ

เข้มข้นร้อยละ 80 จนวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตรได้เท่ากับ 0.70 ± 0.02 หน่วย ปีเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติม ABTS reagent ปริมาตร 900 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร คำนวณค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS เทียบกับสมการของกราฟมาตรฐาน รายงานผลในหน่วยไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง ($\mu\text{mol gallic acid equivalent (GAE)}/100 \text{ g dry sample}$)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลีย

ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนพื้ปรุงรสอาหาร (Thai Community Product Standards, 2014) ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีการของ U.S. Food and Drug Administration (2001a) โคลิฟอร์มโดยวิธีเอ็มพีเอ็นตามวิธีการของ U.S. Food and Drug Administration (2020) ยีสต์และราตามวิธีการของ U.S. Food and Drug Administration (2001b)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์และประเมินผลข้อมูลทางด้านสถิติทั้งหมดด้วยด้วยโปรแกรม SPSS คำนวณค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตรพื้นฐาน

ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตรเบื้องต้น ความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความรู้สึกในปาก ความรู้สึกหลังกลืน รสหวาน รสชาติโดยรวม และความชอบโดยรวม แสดงดัง Table 2 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบที่มีต่อน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตรเบื้องต้นทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความรู้สึกในปาก ความรู้สึกหลังกลืน รสหวาน รสชาติโดยรวม และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วง 6.40 ± 1.10 - 6.90 ± 1 , 6.70 ± 1.10 - 7.10 ± 1.20 , 6.60 ± 1.10 - 7 ± 1 , 5.70 ± 1.10 - 7.20 ± 1 , 5.90 ± 1 - 6.60 ± 1 , 5.80 ± 1.10 - 6.70 ± 1 , 6.10 ± 1 - 7 ± 1.10 และ 6 ± 1.10 - 6.80 ± 1.10 ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงความชอบของผู้ทดสอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ ยกเว้นคุณลักษณะทางด้านสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และจากผลคะแนนจากการประเมินคุณลักษณะดังกล่าว พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบโดยรวมของก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตร SF3 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตรดังกล่าวมีอัตราส่วนผสมของน้ำตาลทรายขาวมากที่สุด จากการสอบถามผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ พบว่าน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตร SF3 มีรสชาติที่เข้มข้นประกอบกับกลิ่นหอมของสมุนไพรที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ จึงทำให้มีความเด่นของรสชาติและความชอบโดยรวมที่เด่นกว่าสูตรอื่น ในขณะที่น้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตร SF1 ซึ่งส่วนผสมของน้ำตาลทรายขาวน้อยที่สุด ส่งผลให้คะแนนความยอมรับต่อผู้บริโภคในทุกคุณลักษณะ (ยกเว้นค่าสี) มีคะแนนน้อยที่สุดเช่นกัน ดังนั้นจากผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังกล่าว จึงได้คัดเลือกน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตร SF3 ไปศึกษาการทำแห้งแบบโม่แมทต่อไป

Table 2 Sensory evaluation of standard Moo-Liang noodle soup formulas

Formulas	Sensory evaluation							
	Appearance	Color	Odor	Mouthfeel	Aftertaste	Sweetness	Flavor	Overall linking
SF1	6.40 ± 1.10^b	6.70 ± 1.10^a	6.60 ± 1.10^b	5.70 ± 1.10^b	5.90 ± 1^b	5.80 ± 1.10^b	6.10 ± 1^c	6 ± 1.10^b
SF2	6.90 ± 1^a	7.10 ± 1.20^a	7 ± 1^a	7.20 ± 1^a	6.60 ± 1^a	6.40 ± 1^a	6.40 ± 1.10^b	6.50 ± 1^a
SF3	6.90 ± 1.10^a	6.90 ± 1^a	6.90 ± 1.10^{ab}	6.90 ± 1^a	6.50 ± 1.10^a	6.70 ± 1^a	7 ± 1.10^a	6.80 ± 1.10^a

SF1 means 2 % sugar; SF2 means 4 % sugar; SF3 means 6 % sugar. Within a column, the average values with different letters are significantly different ($p < 0.05$). The values are expressed as mean±standard deviation (n=50).

ผลการวิเคราะห์การทำแห้งแบบโม่แมทของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก

ผลการศึกษาการทำแห้งแบบโม่แมทของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก โดยงานวิจัยนี้ใช้ไข่ขาวเป็นสารก่อโม่ในปริมาณที่แตกต่างกันและใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

(Carboxymethyl cellulose: CMC) เป็นสารเพิ่มความคงตัวของโม่ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก งานวิจัยนี้เลือกใช้ไข่ขาว เนื่องจากโปรตีนจากไข่ขาวเป็นสารก่อโม่ที่ดีเยี่ยมและถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาอย่างยาวนาน (Li et al., 2020) ในขณะที่ CMC มีความสามารถช่วยลดแรงตึงผิว เพิ่มความหนืดของโม่และรักษาความคงตัวของโม่

ในระบบในการทำแห้งแบบโฟมเมทไดดี (Yu et al., 2013) จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของลักษณะทางกายภาพของโฟมซึ่งประกอบไปด้วย ความหนาแน่น ความคงตัวและการขยายตัวของโฟมดังแสดงใน Table 3 พบว่าค่าความหนาแน่นของโฟมลดลง ในขณะที่ค่าความคงตัวและการขยายตัวของโฟมเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของไข่ขาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยทั่วไปการเกิดโฟมที่มากขึ้นขนาดใหญ่และมีความคงตัวสูงจะส่งผลให้เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งลดลง การเพิ่มความเข้มข้นของไข่ขาวจะส่งผลให้ความหนืดของระบบเพิ่มขึ้น โดยโปรตีนอัลบูมินในไข่ขาวจะทำหน้าที่เป็น amphoteric emulsifier เชื่อมประสานระหว่างเฟสน้ำและเฟสอากาศเข้าด้วยกันส่งผลให้โฟมมีความคงตัวและมีคุณภาพมากขึ้นในการทำแห้ง (Buljat et al., 2019) จากผลการศึกษารังนี้พบว่า การเพิ่มปริมาณไข่ขาวที่ร้อยละ 6 ของน้ำหนัก มีความคงตัวและการขยายตัวของโฟมแตกต่างกันไม่มีความสำคัญ ($p \geq 0.5$) เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ปริมาณไข่ขาวที่ร้อยละ 8 ของน้ำหนัก จึงคัดเลือกการใช้ไข่ขาวความเข้มข้นที่ร้อยละ 6 ของน้ำหนัก ไปใช้ในกระบวนการทำแห้งแบบโฟมเมทของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิทำแห้งที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ไข่ขาวความเข้มข้นที่สูงกว่าส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและการนำไปใช้ในระดับเชิงพาณิชย์ต่อไป

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลี้ยง (CMC ร้อยละ 1 และไข่ขาวร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก) ที่ระดับ

อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 480 นาที แสดงดัง Table 4 พบว่าค่าสีของผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลี้ยง มีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้นและค่าความเป็นสีแดง (a^*) ลดลงเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่งผลให้ค่าความเข้มของสีน้ำตาล (Browning index, BI) ลดลง ในขณะที่ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (A_w) และค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร (Thai Community Product Standards, 2014) ที่กำหนดให้ค่าวอเตอร์แอคทีวิตีต้องไม่เกิน 0.65 และค่าความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก โดยค่า A_w เป็นการแสดงปริมาณของน้ำอิสระในบริเวณพื้นผิวของผลิตภัณฑ์อาหาร ในขณะที่ค่าความชื้นจะวัดปริมาณน้ำที่มีอยู่จริงทั้งหมด ดังนั้นหากทั้งสองค่านี้มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีปริมาณสูงจะส่งผลต่อคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมี รวมถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร (Teoh et al., 2016) นอกจากนี้พบว่า ค่าดัชนีการละลายน้ำและค่าดัชนีการดูดน้ำกลับเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้น โดยค่าทั้งสองมีค่ามากที่สุดที่อุณหภูมิการทำแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส ดังนั้นจากการพิจารณาคุณสมบัติของค่าทางเคมีกายภาพเบื้องต้น จึงคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำแห้งแบบโฟมเมทไดดีที่สภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสต่อไป

Table 3 Foam physical properties of Moo-Liang noodle soup at different egg white levels

Physical qualities	Egg white (%)			
	2	4	6	8
Foam density (g/cm ³)	0.52±0.00 ^a	0.46 ±0.01 ^b	0.35 ± 0.00 ^c	0.33 ± 0.00 ^d
Foam stability (%)	93.33± 0.57 ^c	98.67±0.57 ^b	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a
Foam expansion (%)	92.93±1.08 ^d	118.56±1.40 ^c	191.82±1.19 ^a	193.83±1.15 ^a

Within a row, the average values with different letters are significantly different ($p < 0.05$). The values are expressed as mean±standard deviation (n=3).

Table 4 Physicochemical properties of dried Moo-Liang noodle soup powder at different temperatures

Physicochemical properties	Drying temperature (°C)		
	60	70	80
Yield (%)	16.69	16.84	17.09
Density (g/cm ³)	0.31±0.00 ^a	0.28±0.00 ^b	0.24±0.00 ^c
Color value			
L^*	65.89±0.93 ^b	70.58±0.26 ^a	70.69±0.12 ^a
a^*	5.49±0.13 ^a	4.69±0.04 ^b	4.72±0.08 ^b
b^*	20.86±0.49 ^a	20.76±0.23 ^a	21.8±1.13 ^a
Browning index (BI)	0.33±0.00 ^a	0.32±0.00 ^b	0.32±0.00 ^b
Water activity (A_w)	0.259±0.001 ^a	0.238±0.002 ^b	0.214±0.002 ^c
Moisture content (%)	5.38±0.12 ^a	4.29±0.05 ^b	2.95±0.14 ^c
pH	6.20±0.05 ^a	6.21±0.06 ^a	6.22±0.06 ^a
Water solubility index (%)	33.25±3.35 ^b	33.01±4.94 ^b	48.95±2.64 ^a
Water reabsorption index (%)	3.65±0.38 ^b	4.32±0.27 ^b	5.26±0.40 ^a

Within a row, the average values with different letters are significantly different ($p < 0.05$). The values are expressed as mean±standard deviation (n=3).

ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนผสมของ
สาหร่ายผักกาดทะเลแห้งต่อผลิตภัณฑ์ผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลีย

ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนผสม
ที่เหมาะสมของสาหร่ายผักกาดทะเลแห้งต่อผลิตภัณฑ์ผงน้ำก๋วยเตี๋ยว
หมูเลียที่ผ่านการทำแห้งแบบโฟมแมท (อุณหภูมิ 80°C เวลา 480
นาท) ดังแสดงใน Table 5 พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ผง
น้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียที่มีการผสมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งร้อยละ 1
(M2) มากที่สุดในส่วนมากของคุณลักษณะที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นคุณลักษณะด้านความหวานที่มีการยอมรับ
ไม่ต่างกัน โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง
(6.60 ± 0.90 - 7.40 ± 0.80) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ
ผลิตภัณฑ์ของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียแบบผงสูตร M2 ไม่แตกต่างจาก
ผลิตภัณฑ์น้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียแบบน้ำก่อนทำแห้งซึ่งเป็นตัวอย่าง
ควบคุม (Control) ในการประเมินคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ

กลิ่น ความรู้สึกในปาก ความรู้สึกหลังกลืน รสหวาน รสชาติโดยรวม
และความชอบโดยรวม ในขณะที่มีคะแนนความชอบคุณลักษณะ
ทางด้านสีมากกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่งแสดงถึงพฤติกรรมของผู้บริโภค
ที่ได้ศึกษาในครั้งนี้มีการยอมรับในผลิตภัณฑ์ผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียแบบ
ผงสูตร M2 ที่มีการผสมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งร้อยละ 1 จะช่วย
ทำให้น้ำก๋วยเตี๋ยวมีสีสนที่เพี้ยนที่น้อยรับแก่ผู้บริโภคมากขึ้น อย่างไรก็ตาม
ตามจากผลการศึกษาพบว่าการผสมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่มาก
ขึ้นส่งผลให้การยอมรับของผู้บริโภคโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ทั้งนี้จากการสอบถามผู้บริโภคพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติม
สาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่มากเกินไปส่งผลต่อกลิ่นรสและรสชาติ
โดยรวมต่อตัวอย่าง เนื่องจากปริมาณสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่
เพิ่มขึ้นจะไปรบกวนกลิ่นรสและรสชาติของน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลีย
ตลอดจนทำให้น้ำก๋วยเตี๋ยวมีความข้นหนืดมากเกินไป จึงส่งผลต่อ
คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่ลดลง

Table 5 Sensory evaluation of Moo-Liang noodle soup powder product mixed with dried sea lettuce

Formulas	Sensory evaluation							
	Appearance	Color	Odor	Mouthfeel	Aftertaste	Sweetness	Flavor	Overall linking
Control	7 ± 1.10^{abc}	6.90 ± 1.10^b	7.20 ± 1.10^a	7 ± 1.10^a	6.80 ± 1.10^a	6.90 ± 1^a	7 ± 1^a	6.90 ± 1.10^a
M1	6.60 ± 1^c	6.80 ± 1.10^b	6.60 ± 1^{bc}	6.20 ± 1^b	6.20 ± 1.10^b	6.40 ± 1.10^a	6.30 ± 0.90^b	6 ± 1^c
M2	7.40 ± 0.80^a	7.40 ± 0.90^a	6.90 ± 0.80^{ab}	6.60 ± 0.90^{ab}	6.60 ± 1^{ab}	6.60 ± 0.90^a	6.70 ± 0.90^{ab}	6.70 ± 0.90^{ab}
M3	7.10 ± 0.90^{ab}	7 ± 1^b	6.50 ± 0.90^c	6.40 ± 1.10^b	6.30 ± 1.10^b	6.60 ± 1^a	6.30 ± 1^b	6.30 ± 1^{bc}
M4	6.80 ± 1^{bc}	6.80 ± 1^b	6.60 ± 0.90^{bc}	6.30 ± 1^b	6.30 ± 1.10^b	6.60 ± 1.10^a	6.50 ± 1.20^b	6.30 ± 1.20^{bc}

Control means Moo-Liang noodle soup; M1 means Moo-Liang noodle soup powder mixed with 0 % dried sea lettuce; M2 means Moo-Liang noodle soup powder mixed with 1 % dried sea lettuce; M3 means Moo-Liang noodle soup powder mixed with 2 % dried sea lettuce and M4 means Moo-Liang noodle soup powder mixed with 4 % dried sea lettuce. Within a column, the average values with different letters are significantly different ($p < 0.05$). The values are expressed as mean $\pm$ standard deviation (n=50).

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์และ
กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียและ
สาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้ง

ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่
สกัดได้ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH
ABTS และ FRAP ของผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียที่ผ่านการคัดเลือกและ
สาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งดังแสดงใน Table 6 ซึ่งพบว่าปริมาณ
สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดรวมถึงสมบัติการต้าน
ออกซิเดชันของผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียมีค่ามากกว่าสาหร่ายผักกาด
ทะเลอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณ
สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของผงน้ำก๋วยเตี๋ยวหมู
เลียคือ $5,457.99 \pm 231.37$ ไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100
กรัมของตัวอย่างแห้ง และ 114.65 ± 20.18 ไมโครโมลสมมูลของคาเท
ชินต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้งตามลำดับ ในขณะที่สาหร่ายผักกาด
ทะเลอบแห้ง พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์
ทั้งหมด 60.39 ± 3.47 ไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม
ของตัวอย่างแห้งและ 11.85 ± 0.87 ไมโครโมลสมมูลของคาเทชินต่อ

100 กรัมของตัวอย่างแห้งตามลำดับ และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติ
การต้านอนุมูลอิสระซึ่งใช้วิธี DPPH, ABTS และ FRAP พบว่าผงน้ำ
ก๋วยเตี๋ยวหมูเลียมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 598.39 ± 33.42 ,
 75.36 ± 1.11 $5,854.84 \pm 106.42$ ไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ
100 กรัมของตัวอย่างแห้ง ทั้งนี้อาจเกิดจากการผลิตน้ำก๋วยเตี๋ยวหมู
เลียมีส่วนผสมที่เป็นเครื่องเทศและสมุนไพรอันเป็นแหล่งของสารต้าน
อนุมูลอิสระโดยธรรมชาติ โดยมีรายงานพบว่า กระเทียม หอมแดง ข่า
ตะไคร้ ผงเร่วหอม อบเชย ลูกกระวานขาว ลูกผักชี พริกไทยดำ มี
สมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยมีวิธีการทดสอบที่แตกต่างกันไป
(Chinnasarn et al., 2019; Adeyemo et al., 2023; Scandar et
al., 2023) นอกจากนี้ยังพบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผง
ตัวอย่างน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียตอบสนองต่อการตรวจสอบการหาค่าฤทธิ์
ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ดีที่สุด รองลงมาคือวิธี DPPH และ
ABTS เนื่องจากในกระบวนการเตรียมน้ำก๋วยเตี๋ยวหมูเลียมีการต้ม
ด้วยน้ำเป็นเวลานานจึงอาจส่งผลให้องค์ประกอบของสารประกอบทาง
ชีวภาพที่มีความเป็นขั้วสูงถูกสกัดออกมาได้มากและสามารถ
ตอบสนองต่อการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP ดีที่สุด ในขณะเดียวกันจาก

กระบวนการต้มดังกล่าวยังทำให้องค์ประกอบของน้ำมันที่มีอยู่ในกระตุมออกมาด้วยเช่นกัน จึงส่งผลทำให้สารประกอบทางชีวภาพที่มีความเป็นขี้ดต่ำสามารถละลายออกมาในระบบได้เช่นกัน จึงส่งผลให้ตอบสนองต่อการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ตีรอลงมา เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP สามารถตอบสนองต่อระบบที่เหมาะสมกับตัวอย่างที่สกัดด้วยน้ำ ในขณะที่การวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH จะตอบสนองดีต่อระบบที่มีความเป็นขี้ดต่ำกว่าน้ำ (Martysiak-Zurowska & Wenta, 2012; Berker et al., 2013) นอกจากนี้จากผลการวิจัยยังพบว่าสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งมีสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้ทั้งหมดรวมถึงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Table 6) จากรายงานโดยทั่วไปพบว่าสาหร่ายทะเลกลุ่มนี้มีสารประกอบทางชีวภาพที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและยังมีองค์ประกอบของพอลิแซ็กคาไรด์ รังควัตถุ กรดไขมัน วิตามินและเกลือแร่ โดยเฉพาะโปรตีนที่มีในปริมาณที่สูง (Bourguiba et al., 2017; Sundari & Wijaya, 2021; Pan-utai et al., 2022) ซึ่งส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์เนื่องจากฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารสามารถกำจัดอนุมูลอิสระที่เป็นอันตราย ส่งผลในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันและรักษาคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงป้องกันการ

เน่าเสียของอาหารได้ (Poljsak et al., 2021) ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้เป็นการยืนยันได้ว่าผลิตภัณฑ์ผงน้ำก้วยเตี่ยวหมูเสี่ยงพมรวมถึงสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้ง สามารถเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระอันเป็นผลดีต่อผู้บริโภค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผงน้ำก้วยเตี่ยวหมูเสี่ยง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผงน้ำก้วยเตี่ยวหมูเสี่ยงแสดงดัง Table 7 พบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) น้อยกว่า 10 CFU/g ไม่พบปริมาณยีสต์และรารวมถึงโคลิฟอร์มซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนพมปรุงรสอาหาร (Thai Community Product Standards, 2014) ที่กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1×10^4 CFU/g ปริมาณยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 CFU/g และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียต้องน้อยกว่า 3 MPN/g ซึ่งเป็นการยืนยันถึงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่ใช้ในการศึกษานี้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค นอกจากนี้ปริมาณของจุลินทรีย์เริ่มต้นจะส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยตรง หากผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นที่สูงจะส่งผลให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลดลง

Table 6 TPC, TFC, and antioxidant activities of Moo-Liang noodle soup powder product and sea lettuce extracts

Activities	Sample extracts	
	Moo-Liang noodle soup powder	sea lettuce
TPC ($\mu\text{mol GAE}/100\text{g dry sample}$)	5,457.99 $\pm$ 231.37 ^a	60.39 $\pm$ 3.47 ^b
TFC ($\mu\text{mol CE}/100\text{g dry sample}$)	114.65 $\pm$ 20.18 ^a	11.85 $\pm$ 0.87 ^b
DPPH ($\mu\text{mol GAE}/100\text{g dry sample}$)	598.39 $\pm$ 33.42 ^a	12.67 $\pm$ 0.99 ^b
ABTS ($\mu\text{mol GAE}/100\text{g dry sample}$)	75.36 $\pm$ 1.11 ^a	5.70 $\pm$ 0.15 ^b
FRAP ($\mu\text{mol GAE}/100\text{g dry sample}$)	5,854.84 $\pm$ 106.42 ^a	222.64 $\pm$ 3.48 ^b

TPC stands for total extractable phenolic content, TFC stands for total extractable flavonoid content, GAE represents gallic acid equivalent, and CE represents catechin equivalent. Within a row, the average values with different letters are significantly different ($p < 0.05$). The values are expressed as mean $\pm$ standard deviation ($n=3$).

Table 7 Microbiological qualities of Moo-Liang noodle soup powder product

Parameters	Moo-Liang noodle soup powder
Total viable count (CFU/g)	<25
Yeast and Mold count (CFU/g)	Not found
Coliform bacteria (MPN/g)	Not found

สรุปผลการวิจัย

น้ำก้วยเตี่ยวหมูเสี่ยงสูตรพื้นฐานที่มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายมากที่สุด SF3 มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการประเมินความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี ความรู้สึกในปาก ความรู้สึกหลังกลืน รสหวาน รสชาติโดยรวม และความชอบโดยรวม จึงถูกคัดเลือกนำไปศึกษาการทำแห้งแบบโม่เมท โดยการใช้ไข่ขาวเป็นสารที่ทำให้เกิดโม่ปริมาณร้อยละ 6 และใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

เป็นสารเพิ่มความคงตัวของโม่เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับการทำให้แห้งแบบโม่เมทที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 480 นาที และผลิตภัณฑ์ผงน้ำก้วยเตี่ยวหมูเสี่ยงเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งร้อยละ 1 (M2) โดยน้ำหนัก ได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์ผงน้ำก้วยเตี่ยวหมูเสี่ยงและสาหร่ายผักกาดทะเลแห้งมีปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้ทั้งหมดเท่ากับ 5,457.99 $\pm$ 231.37 ไมโครโม

ลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง และ 114.65 ± 20.18 ไมโครโมลสมมูลของคาเทชินต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้ง รวมถึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในด้วยวิธีการทดสอบ DPPH ABTS และ FRAP เท่ากับ 598.39 ± 33.42 75.36 ± 1.11 และ $5,824.84 \pm 106.42$ ไมโครโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของตัวอย่างแห้งตามลำดับ ผลผลิตที่มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร ดังนั้นผลิตภัณฑ์ผงน้ำกล้วยเดี่ยวหมูเลี้ยงที่มีการทำแห้งแบบโฟมแมทและเสริมสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ต่อไปได้ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เพิ่มเติมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีข้อมูลเพิ่มขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยวิทยาลัยดุสิตธานี ประจำปีการศึกษา 2566 และการสนับสนุนวัตถุดิบสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอกาบัง จังหวัดจันทบุรี

References

- Adeyemo, A. E., Omoba, O. S., Olagunju, A. I., & Josiah, S. S. (2023). Assessment of nutritional values, phytochemical content, and antioxidant properties of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) leaf and bulb. *Measurement: Food*, 10, 100091. doi: 10.1016/j.meaf00.2023.100091
- Affandi, N., Zzaman, W., Yang, T. A., & Easa, A. M. (2017). Production of Nigella sativa beverage powder under foam mat drying using egg albumen as a foaming agent. *Beverages*, 3(1), 9. doi: 10.3390/beverages3010009
- Association Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (18th ed.). Gaithersburg, Maryland, United States: Association Official Analytical Chemists International.
- Berker, K. I., Olgun, F. A. O., Ozyurt, D., Demirata, B., & Apak, R. (2013). Modified folin-ciocalteu antioxidant capacity assay for measuring lipophilic antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(20), 4783-4791. doi: 10.1021/jf400249k
- Bourguiba, I., Zahlila, A., Bouaïcha, N., Amri, M., & Mezghani, S. (2017). Antioxidant effect of the marine green alga *Ulva rigida* ethanolic precipitate in yeast cells and zebrafish embryos. *South African Journal of Botany*, 113, 253-260. doi: 10.1016/j.sajb.2017.09.001
- Buljat, A. M., Jurina, T., Tušek, A. J., Valinger, D., Kljusurić, J. G., & Benković, M. (2019). Applicability of foam mat drying process for production of instant cocoa powder enriched with lavender extract. *Food Technology and Biotechnology*, 57(2), 159-170. doi: 10.17113/ftb.57.02.19.6064
- Chinnasarn, S., Yuenyongputtakal, W., Krasaechol, N., Khaenman, M., & Chalongsan, A. (2019). Effect of processing on antioxidant activity of bustard cardamom powder. *Huachiew Chalemparakiet Science and Technology Journal*, 5(1), 41-51. (in Thai)
- Hinsui, J., Makchouy, U., & Woysin, W. (2011). Production of fried crispy sea lettuce (*Ulva rigida*). *Proceedings of the 49th Kasetsart university annual conference fisheries* (pp.517-526). Bangkok, Thailand: Kasetsart University. (in Thai)
- Limroongreungrat, K., Jaritkhuan, S., Suksomboon, A., & Vardhanaputi, B. (2016). *Development of healthy non-fried instant noodle supplemented with algae*. Chonburi, Thailand: Burapha University. (in Thai)
- Li, X., Murray, B. S., Yang, Y., & Sarkar, A. (2020). Egg white protein microgels as aqueous pickering foam stabilizers: bubble stability and interfacial properties. *Food Hydrocolloids*, 98, 105292. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105292
- Martysiak-Zurowska, D., & Wenta, W. (2012). A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 11(1), 83-89.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (2007). *Sensory evaluation techniques* (4th ed.). Florida, United States: CRC Press.
- Mezghani, S., Csupor, D., Bourguiba, I., Hohmann, J., Amri, M., & Bouaziz, M. (2016). Characterization of phenolic compounds of *Ulva rigida* (Chlorophyceae) and its antioxidant activity. *European Journal of Medicinal Plants*, 12(1), 1-9. doi: 10.9734/EJMP/2016/22935

- Munlum, S., & Junsi, M. (2024). Production of Kaeng Liang soup (Thai style spicy mixed vegetable soup) powder using foam-mat drying. *Journal of Current Science and Technology*, 14(1), 1-12. doi: 10.59796/jcst.V14N1.2024.13
- Ouppama, C. (2022). *Influence of foam-mat drying on quality, bioactive compounds and sensory evaluation of melon powder*. (Master's thesis). Nakhon Pathom, Thailand: Silpakorn University. (in Thai)
- De Padua, M. A., Fontoura, P. S. G., & Mathias, A. L. (2004). Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fascita* (Delile). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(1), 49-55. doi: 10.1590/S1516-89132004000100007
- Pan-utai, W., Pantoa, T., Roytrakul, S., Praiboon, J., Kosawatpat, P., Tamtin, M., & Thongdang, B. (2022). Ultrasonic-assisted extraction and antioxidant potential of valuable protein from *Ulva rigida* macroalgae. *Life (Basel)*, 13(1), 86. doi: 10.3390/life13010086
- Poljsak, B., Kovač, V., & Milisav, I. (2021). Antioxidants, food processing and health. *Antioxidants (Basel)*, 10(3), 433. doi: 10.3390/antiox10030433
- Poonnakasem, N., Laohasongkram, K., & Chaiwanichsiri, S. (2015). Influence of hydrocolloids on batter properties and textural kinetics of sponge cake during storage. *Journal of Food Quality*, 38(6), 441-449. doi: 10.1111/jfq.12167
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. doi: 10.1016/s0891-5849(98)00315-3
- Salamatullah, A. M., Ahmed, M. A., Hayat, K., Husain, F. M., Arzoo, S., Alzahrani, A., Alotaibi, A., Alyahya, H. K., & Ahmad, S. R. (2024). Different drying techniques effect on the bioactive properties of rose petals. *Journal of King Saud University-Science*, 36(1), 103025. doi: 10.1016/j.jksus.2023.103025
- Sangamithra, A., Sivakumar, V., Kannan, K., & John, S. G. (2015). Foam-mat drying of Muskmelon. *International Journal of Food Engineering*, 11(1), 127-137. doi: 10.1515/ijfe-2014-0139.
- Scandar, S., Zadra, C., & Marcotullio, M. C. (2023). Coriander (*Coriandrum sativum*) polyphenols and their nutraceutical value against obesity and metabolic syndrome. *Molecules*, 28(10), 4187. doi: 10.3390/molecules28104187
- Sundari, L. P. R., & Wijaya, P. A. W. (2021). Sea lettuce (*Ulva lactuca*) as a source of dietary antioxidant. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 5(4), 603-608. doi: 10.26538/tjnpr/v5i4.1
- Supanpayak, J., Chalermchaiwat, P., & Limsuwan, T. (2020). Effect of microwave puffing times on the physical and sensory properties of sea lettuce crackers. *Proceedings of the 58th Kasetsart university annual conference plants, animals, veterinary medicine, fisheries, agricultural extension and home economics* (pp. 643-652). Bangkok, Thailand: Kasetsart University. (in Thai) doi :10.14457/KU.res.2020.224
- Tan, Y. P., & Chan, E. W. C. (2014). Antioxidant, antityrosinase and antibacterial properties of fresh and processed leaves of *Anacardium occidentale* and *Piper betle*. *Food Bioscience*, 6, 17-23. doi: 10.1016/j.fbio.2014.03.001
- Teoh, L. S., Lasekan, O., & Azeez, S. (2016). Quality characteristics and volatile compounds of foam mat dried corn flour. *Journal of Food Quality*, 39(5), 456-464. doi: 10.1111/jfq.12219
- Thai Community Product Standards. (2014). *Food seasoning powder*. Accessed August 31, 2023. Retrieved from https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_1274.pdf. (in Thai)
- Thai Synchrotron National lab. (2019). *Application of "Reu Hom" essential oil, a new herbal alternative to natural antimicrobial substances*. Accessed August 31, 2023. Retrieved from <https://www.sri.or.th/th/slriresearch>. (in Thai)
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., & Soponronnarit, S. (2008). Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal of Food Engineering*, 86(4), 573-583. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.11.008

- U. S. Food and Drug Administration (FDA). (2001a). *US FDA: bacteriological analytical manual (Chap. 3). Silver Spring: FDA. Aerobic plate count*. Accessed May 1, 2024. Retrieved from <https://www.fda.gov/media/178943/download?attachment>.
- U. S. Food and Drug Administration (FDA). (2001b). *US FDA: bacteriological analytical manual (Chap. 18). Silver Spring: FDA. Yeasts, molds and mycotoxins*. Accessed May 1, 2024. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>.
- U. S. Food and Drug Administration (FDA). (2020). *US FDA: bacteriological analytical manual (Chap. 4). silver spring: FDA. enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. Accessed May 1, 2024. Retrieved from <https://www.fda.gov/media/182572/download?attachment>.
- Waterhouse, A. L. (2002). Determination of total phenolics. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current protocols in food analytical chemistry* (pp. 11.11-11.18). New York, United States: John Wiley & Sons, Inc.
- Xie, Z., Haung, J., Xu, X., & Jin, Z. (2008). Antioxidant activity of peptides isolated from alfalfa leaf protein hydrolysate. *Food Chemistry*, 111(2), 370-376. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.03.078
- Yildiz, G., Celikler, S., Vatan, O., & Dere, S. (2012). Determination of the anti-oxidative capacity and bioactive compounds in green seaweed *Ulva rigida* C. agardh. *International Journal of Food Properties*, 15(6), 1182-1189. doi: 10.1080/10942912.2010.517341
- Yu, J., Yang, J., Zeng, Q., & Huang, Y. (2013). Effect of carboxymethyl cellulose addition on the properties of Si₃N₄ ceramic foams. *Ceramics International*, 39(3), 2775-2779. doi: 10.1016/j.ceramint.2012.09.044

Research article

Product development of Moo-Liang noodle soup powder supplemented with dried sea lettuce (*Ulva rigida*)

Marasri Jungsi Sommarut Klamklomjit Korawit Sakkaekaew and Nantida Dangkhaw*

Culinary Arts Program, Faculty of Culinary Arts, Dusit Thani College, Prawet District, Bangkok Province, Thailand. 10250

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 27 June 2024

Revised: 16 September 2024

Accepted: 13 November 2024

Online published: 4 December 2024

Keyword

Moo-Liang noodle soup powder

sea lettuce

foam-mat drying

antioxidant activity

ABSTRACT

Moo-Liang noodle soup, a blend of spices and herbs, offers various health benefits to consumers. This research aimed to (1) develop a Moo-Liang noodle soup powder using the foam-mat drying method and (2) evaluate the effects of dried sea lettuce supplementation on the product's properties. Sensory evaluation of the basic noodle soup formula, conducted using a 9-point Hedonic scale, revealed that the SF3 formula achieved the highest scores across all attributes ($p < 0.05$). Consequently, the SF3 formula was selected for development into a powdered form using the foam-mat drying method. The optimal drying conditions were identified as using egg white as a foaming agent at 6 % weight by weight (w/w), carboxymethyl cellulose (CMC) as a foam stabilizer at 1 % w/w and drying at 80 °C for 480 minutes ($p < 0.05$), based on physicochemical analysis results. The sensory evaluation of the mixture ratio of dried sea lettuce and noodle soup powder indicated that supplementation with 1 % w/w dried sea lettuce was the most preferred by consumers ($p < 0.05$). The product, including the dried sea lettuce, was analyzed for total extractable phenolic content (TPC), total extractable flavonoid content (TFC), and antioxidant activity using the DPPH, ABTS, and FRAP assays. Additionally, the product's microbial quality complied with the standards for Thai community products. In conclusion, the developed Moo-Liang noodle soup powder supplemented with dried sea lettuce demonstrated excellent sensory properties, strong antioxidant activity, and microbiological safety, highlighting its potential for further commercial development.

*Corresponding author

E-mail address: Nantida.da@dtc.ac.th (N. Dangkhaw)

Online print: 4 December 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2024.53>