JASET KMUTNB
Research Article

Journal of Applied Science and Emerging Technology (JASET)
Published by Faculty of Applied Science, KMUTNB, Thailand
doi: 10.14416/JASET.KMUTNB.2023.01.007
Vol. 23, No. 1 [2024]: e250613

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

Development product of chili-mulberry sauce mixed with Ladyfinger banana

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์[1]* อรุโณทัย เจือมณี[1] และ รวงนลิน เทพนวล[1]

Supaporn Apirattananusorn[1]*, Arunothai Juemanee[1] and Ruangnalin Thepnuan[1]

[1]สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[1]Program in Food Innovation and Nutrition, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตามความต้องการผลิตภัณฑ์แปรรูปผลหม่อนจากวิสาหกิจชุมชน โดยศึกษาถึงปริมาณและ/หรือชนิดของส่วนผสมที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพและการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส ผลการวิจัยพบว่า ส่วนประกอบที่เหมาะสมในการผลิตซอสพริกผลหม่อนฯ คือ พริกชี้ฟ้าแดงสดร้อยละ 12.15 พริกกระเหรี่ยงสดร้อยละ 2.70 พริกชี้ฟ้าแดงแห้งร้อยละ 12.15 น้ำตาลทรายร้อยละ 10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 16 กระเทียมร้อยละ 5 เกลือร้อยละ 4 กล้วยเล็บมือนางร้อยละ 9.35 และน้ำผลหม่อนร้อยละ 28.6 การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร(Modified Tapioca Starch, MTS) และแซนแทนกัม(Xanthan Gum, XG) ร้อยละ 0.03 และ 0.05 ตามลำดับ มีความเหมาะสมในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านความหนืดและความคงตัว ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 80 คน ให้การยอมรับในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.12-7.73) สามารถเก็บรักษาได้ไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์ ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 24.51-24.68 มีค่าไม่แตกต่างกัน ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.86-3.90 และ ร้อยละ 1.16-1.19 ตามลำดับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 6 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา จากนั้นมีค่าลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในขณะที่ค่าแอนโทไซยานินมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ค่า L* และ a* มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ไม่พบการแยกชั้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และ *E. coli* มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

คำสำคัญ : ซอส ผลหม่อน กล้วยเล็บมือนาง ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ฟีนอลิกทั้งหมด

ABSTRACT

The objective of this research was to develop chili-mulberry sauce mixed with Ladyfinger banana (MSL) to satisfy consumers, as required by community enterprises. The effect of the quantity and/or types of ingredients on chemical and physical properties, and sensory evaluation of MSL was studied. It was revealed that ingredients of 12.15% fresh red Chi Fah chili, 2.70% fresh Kra Liang chili, 12.15% dried red Chi Fah chili, 10% sugar, 16% vinegar, 5% garlic, 4% salt, 9.35% Ladyfinger banana and 28.6% mulberry juice were appropriate to produce MSL. The amount of modified tapioca starch (MTS) and xanthan gum (XG), 0.03% and 0.05%, respectively were sufficient to improved viscosity and stability of MSL product. The sensory acceptance was evaluated between like moderately to like verymuch (7.12-7.73) by 80general consumers and could be kept at least 12 weeks. The total solid was not significant different (24.51-24.68%). The pH and total acidity were between 3.86-3.90 and 1.16-1.19%, respectively. The antioxidant capacity (DPPH) and total phenolic content gradually increased during 6-week storage and then decreased until 12-week storage while anthocyanin continuously decreased during 12-week storage. The color explained as L* and a* were likely to decrease while b* was likely to increase. During 12-week storage, layer separation was not found and there were less of total microorganisms, yeasts and molds and *E. coli* than those of Thai specified standard.

KEYWORDS:sauce, mulberry, Ladyfinger banana, antioxidant capacity, total phenolic

***Corresponding Author:** supapornapi@yahoo.com

Received: 25/10/2022; Revised: 04/11/2023; Accepted: 06/11/2023

1. บทนำ

ผลหม่อนหรือมัลเบอร์รี่ (Mulberry) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Moraceaeเมื่อสุกจะมีสีม่วงดำทั้งผลมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ในประเทศไทยมีการพัฒนาสายพันธุ์หม่อนเพื่อให้ได้ผลที่มีขนาดใหญ่สำหรับบริโภคและให้ผลผลิตสูง เช่น สายพันธุ์บุรีรัมย์ 60 สายพันธุ์นครราชสีมา 60 และสายพันธุ์เชียงใหม่ เป็นต้น โดยเฉพาะสายพันธุ์เชียงใหม่ที่นอกจากมีใบในปริมาณสูงสำหรับการเลี้ยงตัวไหมแล้วยังให้ผลหม่อนในปริมาณสูงด้วย (Nuaypirom, 2003) ผลหม่อนเป็นผลไม้ที่ผลิตได้ในประเทศ ปลูกขึ้นได้ดีในดินต่าง ๆ เกือบทุกชนิด และมีระบบการบริหารจัดการแปลงเพื่อให้สามารถมีผลผลิตทั้งปี ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกหม่อนอยู่ที่ 42,018.75 ไร่ (The Queen Sirikit Department of Sericulture, 2019) และในพื้นที่ภาคใต้มีการปลูกและมีมูลค่าคิดเป็น 1.1 ล้านบาทต่อปี (สำรวจระหว่างมิถุนายน 2564 - มิถุนายน 2566; The Queen Sirikit Department of Sericulture, 2023) ผลหม่อนมีคุณค่าทางอาหารไม่น้อยไปกว่าผลไม้อื่นที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ผลราสพ์เบอร์รี่ บลู-เบอร์รี่ และแบล็คเบอร์รี่ ที่มีราคาแพง ในผลหม่อนสด 100 กรัม พบว่ามีปริมาณฟีนอลิก 17.38-50.93 mg GAE/g และมีสารแอนโทไซยานินที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอยู่ในช่วง 61.07 - 65.03 mg/g (Butkhup, 2012; Jiang & Nie, 2015; Kaewruang et al., 2006; Sangteerakij et al., 2023) นอกจากนี้ผลหม่อนยังมีสารสำคัญอีกหลายชนิดที่มีประโยชน์ เช่น กรดโฟลิก แคโรทีนอยด์ โทโคฟีรอล และวิตามินซี (Kaewruang et al., 2006; Djilas et al., 2009) ผลหม่อนเป็นผลไม้ที่ผิวบาง เน่าเสียได้ง่าย ทำให้สามารถจำหน่ายในรูปแบบผลสดได้เพียง 1-2 วันเท่านั้น เกษตรกรผู้ปลูกหม่อนผลจึงนิยมเก็บผลหม่อนด้วยการแช่เย็นและแช่แข็ง ซึ่งทำให้ราคาจำหน่ายลดลง เกษตรกรจึงนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับผลไม้ทั่วไป เช่น นำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่ม ไวน์ แยม เยลลี่ และไอศกรีม เป็นต้น

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากให้ผลผลิตที่รวดเร็วและนิยมรับประทานกันมาก สามารถบริโภคได้ในรูปของกล้วยสดและกล้วยแปรรูป โดยเฉพาะกล้วยเล็บมือนางซึ่งเป็นผลไม้ประจำจังหวัดชุมพร โดยกรมทรัพย์สินทางปัญญาได้ประกาศรับขึ้นทะเบียนให้กล้วยเล็บมือนาง จังหวัดชุมพร เป็นสินค้าที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ด้วยสภาวะภูมิศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการปลูกกล้วยเล็บมือนางจึงทำให้กล้วยเล็บมือนางจังหวัดชุมพร มีคุณลักษณะ รสชาติ และกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดชุมพรมากเป็นอันดับ 1 ของประเทศ คิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 7,000 ไร่ (Department Intellectual Property, 2015) อย่างไรก็ตามกล้วยเล็บมือนางมีข้อจำกัดเรื่องอายุการเก็บรักษาที่สั้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณผลผลิตมากทำให้ไม่สามารถบริโภคสดได้ทัน การแปรรูปจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อยืดอายุการเก็บให้กับกล้วยเล็บมือนางได้ ปัจจุบันเกษตรกรจึงนำกล้วยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากขึ้น เช่น กล้วยเล็บมือนางอบแห้งและกล้วยเล็บมือนางทอดกรอบ เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการส่งเสริมให้มีการนำกล้วยเล็บมือนางในท้องถิ่นมาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่ง จากการศึกษาของ Krisada (2546) พบว่า การใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วยน้ำว้าในการผลิตซอสพริกเมื่อเปรียบเทียบกับซอสพริกทางการค้าที่จำหน่ายทั่วไปผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างจากซอสพริกทางการค้าทั้งในด้านลักษณะปรากฏ ความสามารถในการเทออกจากขวดและการยอมรับโดยรวม แต่อย่างไรก็ตามพบว่าหลังจากการผลิต 7 วัน ผลิตภัณฑ์ซอสพริกเกิดการแยกชั้นขึ้นซึ่งเป็นการแยกตัวของปริมาณของเหลวบางส่วนแยกตัวออกมา (Syneresis) จึงมีการนำสารให้ความข้นหนืดที่มีคุณสมบัติในการจับกับน้ำได้ดีมาใช้ เช่น แซนแทนกัม และสตาร์ชดัดแปร (Pongsawatmanit et al., 2011)

ผลิตภัณฑ์ซอสต่าง ๆ มีการขยายตลาดอย่างรวดเร็วในปัจจุบันเนื่องจากมีการรับวัฒนธรรมการบริโภคอาหารแบบตะวันตก โดยเฉพาะการขยายตัวของร้านอาหารประเภทฟาสต์ฟูดส์ (The Office of Industrial Economics, 2016) ผลิตภัณฑ์ซอสจัดเป็นหนึ่งในเครื่องปรุงรสที่คนไทยนิยมนำมาบริโภคเพื่อเพิ่มรสชาติของอาหารให้มีความกลมกล่อมมากขึ้น พบว่าคนไทยใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสเฉลี่ย 5.3 กิโลกรัมต่อคนต่อปี โดยในปัจจุบันมูลค่าทางการตลาดเครื่องปรุงรสอาหารภายในประเทศปี 2559 มีมูลค่าเท่ากับ 39,859 ล้านบาท และมีอัตราการการขยายตัวของตลาด เฉลี่ยร้อยละ 5.6 และมีอัตราการขยายตัวของปริมาณการบริโภคในอีก 5 ปี ร้อยละ 48.6 สำหรับซอสพริกจากเดิมที่ใช้เป็นเครื่องจิ้ม ปัจจุบันถูกนำมาใช้เป็นซอสปรุงรสในการประกอบอาหารได้หลากหลายเมนู ส่งผลให้ตลาดขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 6.3 ต่อปี (Sunitha, 2561)ดังนั้นจึงคาดว่ายังมีโอกาสขยายตลาดผลิตภัณฑ์ซอสในประเทศและต่างประเทศได้อีกและเป็นไปได้ที่จะส่งเสริมและยกระดับสินค้าออกจำหน่ายโดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มศักยภาพสู่

ตลาดสากลโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ซอสพริกที่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องจิ้มที่คนนิยมนำมาบริโภคกับอาหารคาว ในอดีตการบริโภคซอสพริกไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายมากนัก แต่ในปัจจุบันจากความนิยมในการรับประทานอาหารนานาชาติที่แพร่หลายมากขึ้นจนทำให้ซอสพริกได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากซอสพริกมีหลายรสชาติทั้งความเปรี้ยว เค็ม หวานและเผ็ด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพริกที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบและส่วนผสมอื่น ๆ ที่นำมาผสมเพื่อทำให้ซอสพริกมีลักษณะข้นหนืดเป็นเนื้อเดียวกัน จึงมีผู้ผลิตออกมาผลิตซอสพริกมากขึ้นจนมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักอย่างซอสพริกศรีราชา (Krisada, 2546)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแปรรูปผลหม่อนโดยการนำมาผลิตเป็นซอสพริกผลหม่อนที่มีส่วนผสมของกล้วยเล็บมือนางและศึกษาการใช้สารให้ความคงตัว นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้า เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแล้ว ยังเป็นการใช้รสเปรี้ยวจากหม่อนเพื่อปรับปรุงคุณภาพของซอสพริกถือเป็นการแปรรูปเพื่อลดการเน่าเสียของผลหม่อนและกล้วยเล็บมือนาง ซอสเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดอยู่ในตัวทำให้สามารถฆ่าเชื้อได้ง่ายกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ และจากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการผลิตซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางมีสี กลิ่นและรสชาติใกล้เคียงกับซอสพริกที่มีจำหน่ายทั่วไปโดยเฉพาะมีสีสันสวยงามและโดดเด่นกว่าซอสพริกในท้องตลาด งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์แก่กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มผู้ผลิตอาหาร โดยเป็นการเพิ่มช่องทางในการรับซื้อผลหม่อนสดจากกลุ่มเกษตรกรเพื่อนำไปแปรรูปสินค้าได้อีกทางหนึ่ง

2. วัสดุและวิธีการ

2.1 การเตรียมวัตถุดิบน้ำผลหม่อน

ผลหม่อนสดสายพันธุ์เชียงใหม่ ระยะห่าม (ผลสีแดงทั้งลูก) ร้อยละ 20 และระยะสุก (ผลสีม่วงแดงออกดำทั้งลูก) ร้อยละ 80 ล้างน้ำแล้วบรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท นำมาแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เตรียมน้ำผลหม่อนโดยใช้ผลหม่อนที่แช่เยือกแข็งไว้ นำมาผสมกับน้ำอัตราส่วน 1:2 ต้มให้เดือดนาน 20 นาทีแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง

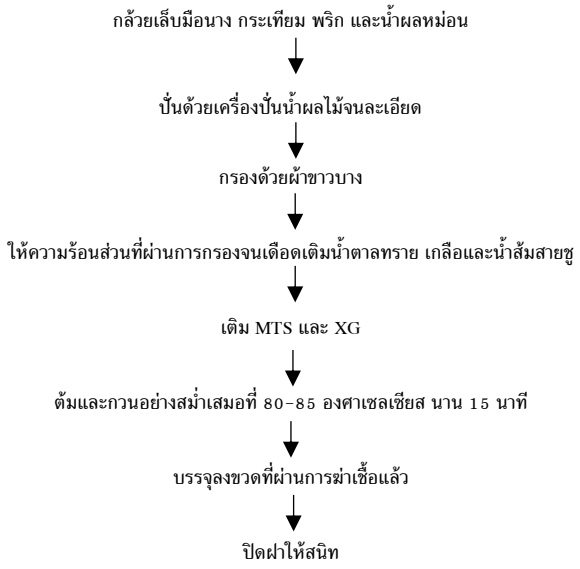
2.2. การสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

ค้นหาแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ซอสพริกผลหม่อนฯ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยวิธีการสนทนากลุ่ม (focus group) โดยกลุ่มสนทนาเป็นกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่บริโภคซอสอย่างน้อย 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 3 กลุ่ม ๆ ละ 6- 12 คนรวมทั้งสิ้น 30 คน โดยการสนทนาจะมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างซอส 6 สูตร โดยมีตัวอย่างซอสพริกผลหม่อนฯ เบื้องต้นที่ผลิตขึ้นเอง 2 สูตร ได้แก่ สูตร A1 และ A2 ดังแสดงในตารางที่ 1 และใช้กระบวนการแปรรูปดังแสดงในภาพที่ 1(Adapted from Siripanporn et al., 1999; Auppatak et al., 2015) เปรียบเทียบกับตัวอย่างซอสพริกที่จำหน่ายทางการค้าอีก 4 ยี่ห้อ ได้แก่ สูตร A3, A4, A5 และ A6ส่วนประเด็นในการสนทนาจะเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (สี ความละเอียด) กลิ่น รส (เผ็ด เปรี้ยว หวาน เค็ม) เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความรู้สึกต่อคุณลักษณะต่าง ๆ (ชอบหรือไม่ชอบ) ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลคุณลักษณะที่ดีของซอส และทราบถึงคุณลักษณะที่ควรปรับปรุงและความชอบของตัวอย่างสูตรเบื้องต้น (A1 และ A2)

จากนั้นคัดเลือกสูตรจากสูตร A1 และ A2 ไปปรับส่วนผสมและทำการทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืด ความสามารถในการเทและความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคจำนวน 50 คนด้วยสเกลความชอบแบบ 9 ระดับคะแนน (9-point Hedonic scale,1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (Stone & Sidel, 2004)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

ส่วนผสม (%)	สูตร					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
พริกชี้ฟ้าแดงสด	27	24.3	56	50	53	22
พริกกะเหรี่ยงสด	-	2.7	-	-	-	-
น้ำตาลทราย	10	10	20	25	19	2
น้ำส้มสายชู	2.5	2.5	9	10	10	9
กระเทียม	5	5	9	10	9	28
เกลือ	2.5	2.5	3.5	5	9	-
กล้วยเล็บมือนาง	24.35	24.35	-	-	-	-
น้ำผลหม่อน	28.6	28.6	-	-	-	-
MTS (ของส่วนผสมทั้งหมด)	0.03	0.03	1.25	-	-	-
XG (ของส่วนผสมทั้งหมด)	0.03	0.03	1.25	-	-	-



รูปที่ 1 กระบวนการแปรรูปซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

2.3 การพัฒนาคุณภาพโดยศึกษาการใช้ MTS และ XG ในซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

ในการพัฒนาครั้งนี้มุ่งเน้นให้ผลิตภัณฑ์มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการจำหน่ายของผู้ผลิต จึงทำการศึกษาการใช้สารให้ความคงตัวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยคัดเลือกซอสพริกผลหม่อนฯ ที่ได้จากข้อ 2. จำนวน 1 สูตร นำมาศึกษาปริมาณMTS (Chemipan Corporation Co., Ltd.) และปริมาณ XG (Chemipan Corporation Co., Ltd.) อย่างละ 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.03 และ 0.05 โดยใช้ปริมาณ MTS ต่อ XG เป็น 0.03:0.03, 0.05:0.03, 0.03:0.05 และ 0.05:0.05

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 2000)

ทำการอบตัวอย่างด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ BINDER, รุ่น RE115) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดดังนี้

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

2.5 การวัดค่าพีเอช

วัดความเป็นกรด-ด่างหรือค่า pH โดยใช้เครื่อง pH Meter (ยี่ห้อ Mettler toledo รุ่น FE20-LE407)

2.6 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

นำตัวอย่างละลายในน้ำกลั่นแล้วไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ จดบันทึกปริมาณสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด

ร้อยละปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอซิติก=

$$\frac{N \times V \times Eg.wt \times 100}{W/1000}$$

โดย

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N

V คือปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซโซด์ที่ใช้ในการไตเตรท (mL)

Eg.wt คือ กรัมสมมูลของกรดแอซีติก

W คือ ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไทเทรตในรูปกรดแอซีติก

2.7 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

2.7.1 การเตรียมสารสกัด

ชั่งตัวอย่าง 30 กรัม เติมเอทานอล (ร้อยละ80) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที นำของเหลวที่กรองได้ระเหยสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนตัวทำละลายระเหยจนหมดเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

2.7.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Adapted fromSingleton et al., 1999)

ใช้สารสกัดตัวอย่างความเข้มข้น 100 mg/mL ผสมร่วมกับ Folin-Ciocalteu reagent เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (ร้อยละ20) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในที่มืดนาน 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรคำนวณปริมาณสารฟีนอลิกเทียบจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid) โดยแสดงปริมาณในหน่วย mg ของ gallic acid ต่อ g ของสารสกัด (mg GAE/100 g Extract)

2.7.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) (Hatano et al.,1988)

นำสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 60 μM ในสารละลาย เมทานอล ปริมาตร 3.9 มิลลิลิตรเขย่าให้สารละลายเข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างและชุดควบคุมที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer (ยี่ห้อ PG Instrument รุ่น T60) โดยใช้เอทานอล (ร้อยละ80) แทนสารสกัดในชุดควบคุม คำนวณหาค่าร้อยละของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระตามสมการ

ร้อยละความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) =

$$\frac{(OD_{\text{ชุดควบคุม}} - OD_{\text{ตัวอย่าง}}) \times 100}{OD_{\text{ชุดควบคุม}}}$$

2.8 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Lee et al., 2005)

ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (สารสกัด) จำนวน 2 หลอด เจือจางด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ บัฟเฟอร์pH 1.0 และสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ บัฟเฟอร์ pH 4.5 ลงในหลอดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เขย่าให้เข้ากัน ตั้งสารละลายตัวอย่างทั้ง 2 หลอด ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 nm ด้วยเครื่อง UV-VIS spectrophotometer คำนวณหาปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดดังสมการ

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg Extract/L) =

$$\frac{A \times MW \times 1000 \times DF}{\varepsilon \times L}$$

โดย

A คือ $(A_{520} - A_{700})_{pH=1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH=4.5}$

MW คือน้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucohide (Cyd-3-glu) = 449.2 g/mol

DF คือ Dilution factor = 5

ε คือ Molar extinction coefficient for Cyd-3-glu = 26900 L × mol^{-1} × cm^{-1}

L คือ Pathlength = ความกว้างของ Cuvette (1 cm)

2.9 ค่าสี

วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-400) โดยนำซอสพริกผลหม่อนฯ จำนวน 20 g ใส่ในถ้วย วัดค่าสี L* (ค่าความสว่าง) ค่าสี a* (ค่าความเป็นสีแดง) ค่าสี b* (ค่าความเป็นสีเหลือง)

2.10 ความหนืด

วิเคราะห์หาค่าความหนืดโดยวัดระยะทางการไหลของตัวอย่างด้วย Bostwick consistometer (ยี่ห้อ Bostwick รุ่น CRI-BC-30) ใช้ตัวอย่าง 70 กรัม ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้ววัดระยะทางที่ตัวอย่างเคลื่อนที่เป็นเวลา 30 วินาทีที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส)

2.11 การแยกชั้น

บรรจุซอสตัวอย่างใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) แล้วตรวจสอบการแยกชั้นด้วยสายตาทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (Adapted from Jeenphakdee, 2003)

2.12.การทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

ในขั้นตอนการศึกษาปริมาณ MTS และ XG ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบจากผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืด ความสามารถในการเท และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ด้วยสเกลความชอบแบบ 9 ระดับคะแนน (เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2.2)

2.13.การศึกษาอายุการเก็บรักษา

คัดเลือกซอสพริกผลหม่อนฯ ที่ได้จากข้อ 2.12 จำนวน 1 สูตร นำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ของซอสผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) โดยสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ สี ความหนืด และการแยกชั้นคุณภาพทางเคมีได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ฟินอลิกทั้งหมด และแอนโทไซยานินและวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราทั้งหมด และ*Escherichia coli* (BAM, 2001)

2.14 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50-100 คน (Howard et al., 2012) จึงทำการทดสอบโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 80 คน ต่อผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืด ความสามารถในการเท และความชอบโดยรวม ด้วยสเกลความชอบแบบ 9 ระดับคะแนน (เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2.2)

2.15.การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ โดยวิธี Duncan′s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Version 21)

3. ผลลัพธ์

3.1 การสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

เนื่องจากผลหม่อนมีเนื้อผลที่ไม่สามารถปั่นเป็นเนื้อละเอียดเหมือนผลมะเขือเทศหรือพริก จึงต้มเอาเฉพาะน้ำผลหม่อนที่มีสีแดงมาใช้ในการผลิต และจากการสนทนากลุ่มผู้ทดสอบชิม โดยให้แสดงความคิดเห็นด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความหนืด และรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ซอสพริกผลหม่อนที่ผลิตขึ้นเอง ได้แก่ สูตร A1 และ A2 เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ซอสพริกที่จำหน่ายทางการค้า อีก 4 ยี่ห้อ ได้แก่ สูตร A3, A4, A5 และ A6 ได้ให้ความคิดเห็นว่า สูตร A1 มีกลิ่นพริกแรงมากเกินไป และมีรสเผ็ดมาก ขณะที่สูตร A2 มีรสชาติเปรี้ยวเล็กน้อย เผ็ดกำลังพอดี และควรมีรสเปรี้ยวมากกว่านี้จึงเลือกสูตร A2 ไปปรับส่วนผสม และทำการทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืด ความสามารถในการเทและความชอบโดยรวม พบว่าได้คะแนนเป็น 7.56, 7.51, 6.82, 6.91, 7.02, 7.32 และ 7.36 คะแนน ตามลำดับ

3.2. การพัฒนาคุณภาพโดยศึกษาการใช้ MTS และ XG ในซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

จากการศึกษาผลของการใช้สารให้ความคงตัว MTS และ XG ในซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางต่อคุณภาพทางด้านเคมี (ตารางที่ 2) พบว่า เมื่อวิเคราะห์ค่า pH ซอสพริกผลหม่อนฯ ทั้ง 4 สูตรมีค่า pH 3.86-3.87 และมีปริมาณกรดร้อยละ 1.18-1.19 และจากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณของแข็ง ร้อยละ 24.66 - 24.74 นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ค่า DPPH ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณสารแอนโทไซยานิน พบว่าซอสพริกผลหม่อนทั้ง 4 สูตร มีค่า DPPH อยู่ในช่วงร้อยละ 64.18-64.74 มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากันคือ 59.00 mg GAE/g Extractและมีปริมาณสารแอนโทไซยานินอยู่ในช่วงระหว่าง 3.41-3.44 mg Extract/Lแสดงให้เห็นว่าการใช้ MTS และ XG ในซอสพริกผลหม่อนฯ ไม่มีผลต่อค่า DPPH ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณสารแอนโทไซยานินเนื่องจากมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าซอสพริกผลหม่อนฯ ทั้ง 4 สูตร ที่ใช้สารให้ความข้นหนืดที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่าสีและความหนืดของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อมีการใช้สารให้ความข้นหนืดเพิ่มมากขึ้น ค่า L* จะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า a*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ถึงแม่จะไม่พบความแตกต่างของปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งนี้อาจมีเนื่องจากมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเกิดสีของตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นปริมาณแคโรทีนอยด์ หรืออาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากความร้อนไปเร่งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ทำให้พริกมีสีแดงลดลง (Mercadante, 2008) ในขณะที่ค่าความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ MTS และ XG เพิ่มขึ้นโดยสูตรที่ 4 ที่ใช้ MTS และ XG ปริมาณ 0.05:0.05 มีค่าความหนืดมากที่สุด โดยวัดได้จากระยะทางการไหลน้อยที่สุด (3.23 เซนติเมตร/30 วินาที) ขณะที่ไม่พบการแยกชั้นของตัวอย่างซอสพริกผลหม่อนฯ ทั้ง 4 สูตร

ปริมาณการใช้ MTS และ XG ที่ต่างกัน (ตารางที่ 4) มีผลต่อการให้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิม โดย พบว่าด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืดและความสามารถในการเททั้ง 4 สูตร มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในขณะที่ลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวมแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบน้อยที่สุด ขณะที่สูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และเป็น 2 สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด

ตารางที่ 2 คุณภาพทางเคมีของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางที่มีการใช้ MTS และ XG

MTS:XG	ปริมาณของแข็งทั้งหมด[ns] (ร้อยละ)	ค่า pH[ns]	ปริมาณกรดทั้งหมด[ns] (ร้อยละ)	ความสามารถในการต้านอนุมูล-อิสระ (DPPH)[ns, 1] (ร้อยละ)	ฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g Extract)[ns]	แอนโทไซ-ยานิน (mg Extract/L)[ns]
0.03:0.03	24.69±0.19	3.87±0.02	1.18±0.02	64.74±0.21	59.00±0.00	3.41±0.49
0.05:0.03	24.66±0.14	3.86±0.02	1.19±0.01	64.60±0.68	59.00±0.03	3.44±0.44
0.03:0.05	24.74±0.10	3.86±0.01	1.19±0.02	64.39±0.61	59.00±0.02	3.41±0.62
0.05:0.05	24.72±0.17	3.86±0.01	1.19±0.05	64.18±0.53	59.00±0.00	3.44±0.19

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

[1]ที่ความเข้มข้นตัวอย่าง 200 mg/mL

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางที่มีการใช้ MTS และ XG ต่างกัน

MTS:XG	ค่าสี			ระยะทางการไหล (เซนติเมตร/30 วินาที)	การแยกชั้น*
	L*	a*	b*		
0.03:0.03	27.53±0.10[a]	27.10±0.16[d]	18.59±0.14[b]	6.02±0.17[a]	ไม่พบการแยกชั้น
0.05:0.03	27.16±015[b]	27.39±0.13[b]	18.86±0.10[a]	5.51±0.23[b]	ไม่พบการแยกชั้น
0.03:0.05	26.23±0.12[c]	27.65±0.14[a]	17.96±0.13[c]	5.14±0.17[c]	ไม่พบการแยกชั้น
0.05:0.05	26.44 ±0.19[d]	27.20±0.15[c]	17.56±0.15[d]	3.23±0.29[d]	ไม่พบการแยกชั้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางที่มีการใช้ MTS และ XG ต่างกันจากผู้บริโภคจำนวน 50 คน

MTS:XG	คะแนนความชอบ (9 ระดับคะแนน)							
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น[ns]	รสชาติ[ns]	เนื้อสัมผัส[ns]	ความหนืด[ns]	ความสามารถในการเท[ns]	ความชอบโดยรวม
0.03:0.03	7.15±0.80[ab]	6.92±0.83[b]	6.61±0.91	6.87±1.05	6.83±1.27	6.74±1.15	7.00±1.05	7.04±0.92[ab]
0.05:0.03	6.91±0.82[b]	7.05±0.90[b]	6.63±0.90	6.56±1.05	6.96±1.32	6.87±1.15	6.53±1.07	6.81±0.96[b]
0.03:0.05	7.56±0.86[a]	7.51±0.87[a]	6.82±0.86	6.91±1.16	7.02±1.34	7.02±1.17	7.32±1.09	7.36±1.01[a]
0.05:0.05	7.05±0.93[a]	7.26±0.94[ab]	6.48±1.06	6.75±1.22	6.66±1.18	6.81±1.16	6.86±1.13	7.02±0.64[ab]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

3.3 การทดสอบผู้บริโภคทั่วไป

นำซอสพริกผลหม่อนฯ สูตรที่ 3 ทดสอบผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 80 คน โดยทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืด ความสามารถในการเท และความชอบโดยรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.12-7.73 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

3.4 อายุการเก็บรักษาซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

3.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาเบื้องต้นของซอสพริกผลหม่อนฯ ที่ไม่ใช้ MTS และ XG เกิดการแยกชั้นของน้ำบนผิวหน้าหลังการเก็บรักษา ดังนั้นการใช้ MTS และ XG จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับเนื้อสัมผัสซึ่งลดการแยกตัวของซอสได้ โดยพบว่า ไม่พบการแยกชั้นและไม่เกิดการเคลื่อนตัวของน้ำในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาจากผู้บริโภคจำนวน 80 คน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ (9 ระดับคะแนน)
ลักษณะปรากฏ	7.73±0.96
สี	7.34±1.01
กลิ่น	7.11±1.02
รสชาติ	7.64±1.14
เนื้อสัมผัส	7.25±1.16
ความหนืด	7.12±1.13
ความสามารถในการเท	7.45±1.21
ความชอบโดยรวม	7.56±1.10

ตารางที่ 6 คุณภาพทางกายภาพของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าสี			ระยะทางการไหล (เซนติเมตร/30 วินาที)^{ns}	การแยกชั้น
	L^*	a^*	b^*		
0	26.48±0.16^{a}	27.92±0.47^{a}	17.35±0.31^{c}	5.10 ±0.17	ไม่พบการแยกชั้น
2	26.46±0.32^{a}	27.83±0.40^{a}	17.40±0.38^{c}	5.20±0.10	ไม่พบการแยกชั้น
4	26.18±0.46^{a}	27.41±0.25^{ab}	17.18±0.16^{c}	5.23±0.35	ไม่พบการแยกชั้น
6	25.73±0.24^{b}	26.89±0.59^{bc}	17.63±0.44^{bc}	5.27±0.31	ไม่พบการแยกชั้น
8	25.26±0.12^{c}	26.84±0.12^{bc}	18.32±0.26^{ab}	5.27±0.31	ไม่พบการแยกชั้น
10	25.16±0.09^{c}	26.68±0.16^{c}	18.66±0.55^{a}	5.27±0.12	ไม่พบการแยกชั้น
12	24.68±0.16^{d}	26.61±0.16^{c}	18.91±0.64^{a}	5.30±0.10	ไม่พบการแยกชั้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$

3.4.2 คุณภาพทางเคมี

เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าซอสพริกผลหม่อนฯ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 24.45-24.68 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่า pH ระหว่าง 3.86-3.90 และมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.16-1.19 (ตารางที่ 7) ทั้งค่า pH และปริมาณกรดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษาผ่านไปจนถึงสัปดาห์ที่ 6 ค่า DPPH เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 64.62 เป็น 75.62 สอดคล้องกับค่าฟีนอลิกทั้งหมดที่มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 59.07 เป็น 70.30 mg GAE/g Extract จากนั้นพบว่าค่า DPPH เริ่มมีค่าลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ43.97) เช่นเดียวกับค่า ฟีนอลิกที่มีค่าลดลงเช่นกัน (45.43mg GAE/g Extract) ส่วนค่าแอนโทไซยานินมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาจาก 3.42 เป็น 1.17 mg Extract/L

ตารางที่ 7 คุณภาพด้านเคมีของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด^{ns} (%)	ค่า pH	ปริมาณกรดทั้งหมด	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%)[1]	ฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g Extract)	แอนโท-ไซยานิน (mg Extract/L)
0	24.68±0.19	3.86±0.01^{b}	1.19±0.01^{a}	64.62±0.32^{d}	59.07±0.25^{d}	3.42±0.08^{a}
2	24.45±0.20	3.89±0.01^{a}	1.17±0.01^{b}	67.09±0.65^{c}	63.13±0.21^{c}	2.98±0.17^{b}
4	24.54±0.27	3.89±0.02^{ab}	1.17±0.01^{b}	70.61±0.63^{b}	67.33±0.06^{b}	2.56±0.96^{c}
6	24.57±0.31	3.89±0.02^{a}	1.17±0.01^{b}	75.62±0.32^{a}	70.30±0.10^{a}	2.25±0.30^{cd}
8	24.51±0.45	3.90±0.01^{a}	1.17±0.01^{bc}	60.68±0.37^{e}	58.37±0.06^{e}	2.00±0.29^{d}
10	24.54±0.14	3.90±0.02^{a}	1.16±0.01^{bc}	53.49±0.56^{f}	50.53±0.12^{f}	1.59±0.30^{e}
12	24.58±0.16	3.90±0.02^{a}	1.16±0.02^{c}	43.97±0.42^{g}	45.43±0.67^{g}	1.17±0.30^{f}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, [1]ที่ความเข้มข้นตัวอย่าง 200 mg/mL

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$)

3.4.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

ผลจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสพริกผลหม่อนฯ ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราต่ำกว่า 10 CFU/g (ตัวอย่างซอส) และมีจำนวน *Escherichia coli* ต่ำกว่า 3 MPN/g

4. การอภิปราย

4.1 การสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ของซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

จากการสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ได้ข้อมูลว่าผู้ทดสอบไม่ชอบสูตรที่มีรสชาติที่เผ็ดจนเกินไปและต้องการให้มีรสเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงรสชาติจนกระทั่งได้สูตรที่มีลักษณะเผ็ดปานกลางและมีรสชาติเปรี้ยว โดยจากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีซอสพริกผลหม่อนฯ ที่ได้มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ โดยมีการปรับส่วนผสมจนได้เป็นซอสพริกผลหม่อนฯ ที่มีส่วนประกอบที่เหมาะสมในการผลิตซอสพริกผลหม่อนฯ คือ พริกชี้ฟ้าแดงสด พริกกระเหรี่ยงสดพริกชี้ฟ้าแดงแห้ง น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู กระเทียมและน้ำผลหม่อน เกลือและกล้วยเล็บมือนางร้อยละ 12.15, 2.70, 12.15, 10, 16, 5, 4, 9.35 และ 28.6 ตามลำดับ ซึ่งได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความหนืด ความสามารถในการเทและความชอบโดยรวม เป็น 7.56, 7.51, 6.82, 6.91, 7.02, 7.32, และ 7.36 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นว่าทุกด้านมีคะแนนความชอบเฉลี่ยที่ระดับ 7 คะแนน ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเกิดการแยกชั้นหลังจากตั้งผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้ จึงต้องมีการศึกษาสารให้ความคงตัวโดยใช้ MTS และ XG เป็นสารป้องกันไม่ให้เกิดการแยกชั้นของซอสในขั้นตอนต่อไป

4.2 การพัฒนาคุณภาพโดยศึกษาการใช้ MTS และ XG ในซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

จากการใช้ MTS และ XG ในซอสพริกผลหม่อนฯ ทั้ง 4 สูตรมีค่า pH และมีปริมาณกรด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (Ministry of Industry, 2018) โดยกำหนดให้ซอสพริกต้องมีค่า pH ไม่เกิน 4.5 และมีปริมาณกรดทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 10 นอกจากนี้ปริมาณของแข็งทั้งหมดทั้ง 4 สูตรมีค่าไม่แตกต่างกันและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ซอสบางชนิด (Ministry of Public Health, 2000) โดยกำหนดให้ค่าของแข็งทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ทั้งนี้ปริมาณกรดและค่า pH มีค่าใกล้เคียงกับซอสในท้องตลาดทั่วไปที่มีรายงานไว้ว่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.12-1.20 และ 3.82-4.05 ตามลำดับ (Promkhanet al., 2007)

การใช้ MTS และ XG ในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ความหนืดสูงขึ้น โดย MTS เป็นวัตถุเจือปนอาหารทำหน้าที่เพิ่มความข้นหนืดและเพิ่มความคงตัวให้แก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีความคงทนต่อความร้อน กรดและแรงเฉือน ส่วน XG เป็นสารที่ให้ความข้นหนืดสูง ทนต่อสภาวะ pH ในช่วงกว้าง และทนต่ออุณหภูมิสูง เมื่อผสมกันช่วยปรับปรุงความหนืดของซอสให้เพิ่มขึ้น

สอดคล้องกับค่าความหนืดที่วัดได้ด้วยการวัดระยะทางการไหลที่มีค่าลดลงเมื่อปริมาณของ MTS และ XG เพิ่มขึ้นการรวมตัวกันของ MTS และ XG มีผลเสริมฤทธิ์ให้ซอสพริกที่มีลักษณะข้นหนืดโดยความหนืดที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดน้ำและการพองตัวของเม็ดแป้ง ทั้งนี้เม็ดแป้งที่มีความสามารถในการพองตัวได้มากส่งผลให้เกิดความหนืดได้สูง การใช้สตาร์ชร่วมกับกัมจะช่วยทำให้เกิดอันตรกิริยาการคงรูปและการกระจายตัว ปรับเนื้อสัมผัสเกิดการอุ้มน้ำไว้ได้ดี (Gamonpilas et al., 2011; Souza Almeida & Kawazoe Sato, 2019) และมีผลต่อความสามารถในการเทซอส

จากผลการทดสอบความชอบจะเห็นว่าสูตรที่ 3 และ 4 ได้รับคะแนนความชอบในทุกด้านไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาถึงคะแนนความชอบที่เป็นที่ยอมรับ (7 คะแนนขึ้นไป) สูตรที่ 3 มี 6 คุณลักษณะที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 7 คะแนนขณะที่สูตรที่ 4 มีเพียง 3 คุณลักษณะที่ได้รับคะแนนมากกว่า 7 คะแนน จึงนำสูตรที่ 3 ไปศึกษาทดสอบความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปและศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป

4.3 การทดสอบผู้บริโภคทั่วไป

ซอสที่ได้รับการพัฒนาขึ้นได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค โดยมีคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะมากกว่า 7 คะแนน โดยการใช้อัตราส่วนของ MTS และ XG ที่เหมาะสม ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของซอสมีความคงตัว มีความหนืดและมีคุณสมบัติทางรีโอโลยีที่ดี และมีผลต่อคะแนนความชอบ และช่วยให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น (Sikora et al., 2003; Sikora et al., 2007) Cai et al. (2020) พบว่าการใช้สตาร์ชมันฝรั่งกับ XG เพื่อเพิ่มความข้นหนืดให้กับซอสมะเขือเทศ ทำให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสดีที่สุด โดย XG สามารถลดการเคลื่อนที่ของน้ำและลดการเกิดรีโทเกรเดชันของสตาร์ชได้ดี และทำให้เนื้อสัมผัสมีความคงตัว

4.4. อายุการเก็บรักษาซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนาง

4.4.1. คุณภาพทางกายภาพ

จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพของซอสพริกผลหม่อนฯ ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการเลือกใช้ MTS ร่วมกับ XG สามารถช่วยเสริมคุณสมบัติในการลดการแยกตัวของซอสได้ เนื่องจากทำให้เนื้อสัมผัสของซอสพริกผลหม่อนฯ มีความคงตัว น้ำไม่เกิดการเคลื่อนตัวและแยกชั้นในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่าใช้สารให้ความข้นหนืดเพียงชนิดเดียว โดยมีรายงานว่าการใช้สตาร์ชหรือสตาร์ชดัดแปรเพียงอย่างเดียวในซอสมะเขือเทศ ยังมีน้ำบางส่วนเคลื่อนตัวออกมาจากภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (Cai et al., 2020) อย่างไรก็ตามพบว่าความหนืดของซอสพริกผลหม่อนฯ มีแนวโน้มลดลง (ระยะทางการไหลของซอสเพิ่มขึ้น) แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ คล้ายคลึงกับรายงานการศึกษาซอสข้นจากสับปะรดและซอสพริก (Promkhan et al., 2007; Srikram et al., 2019) การใช้ MTS โดยผสมกับ XG สามารถใช้เป็นสารให้ความคงตัวและให้ความข้นหนืดได้ดีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Pongsawatmani et al., 2011) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่า ค่า L* และ a* มีแนวโน้มลดลง (26.48-24.68 และ 27.92-26.61 ตามลำดับ) และค่า b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (17.35-18.91) อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรด อะมิโนที่มีอยู่ตามธรรมชาติในซอส ทำให้เกิดสารที่มีสีคล้ำ โดยมีกรดแสงสว่าง และแร่ธาตุบางชนิด เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าว (Michael Eskin, 1990)นอกจากนี้ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารสีแดงในพริกสัมพันธ์กับค่าความเข้มสี โดยแคโรทีนอยด์เมื่อสัมผัสกับความร้อนหรือแสงจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากความร้อนไปเร่งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ทำให้พริกมีสีแดงลดลง (Mercadante, 2008)

ดังนั้นในระหว่างกระบวนการแปรรูปซอสพริกผลหม่อนฯ อาจจะเกิดปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของแคโรทีนอยด์ได้ ทำให้สีเนื้อของผลิตภัณฑ์จากลง อีกทั้งหากเก็บไว้ในขวดใสที่อุณหภูมิห้องทำให้แสงและความร้อนในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาส่งผลต่อสีของซอสพริกผลหม่อนฯ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Deesanam et al.(2012) ที่ได้ทำการศึกษาการเก็บรักษาน้ำพริกอ่อง พบว่า เมื่อเก็บรักษาน้ำพริกอ่องนานขึ้นจะส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองลดลง ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นได้

4.4.2 คุณภาพทางเคมี

จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีของซอสพริกผลหม่อนฯ ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของค่า DPPH และฟีนอลิกในระหว่างการเก็บรักษาอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารได้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดอื่นที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและเป็นสารจำพวกสารประกอบฟีนอลิก (Hur et al., 2014; Lee et al., 2008; Miglio et al., 2008) จึงทำให้ค่า DPPH และปริมาณฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้นภายหลังการเก็บรักษาในช่วง 0-6 สัปดาห์ หลังจากนั้นค่าฟีนอลิกเริ่มมีการเสื่อมสลายสอดคล้องกับค่า DPPH ที่ลดลง การเพิ่มขึ้นของค่า DPPH และฟีนอลิก ไม่ได้สัมพันธ์กับค่าแอนโทไซยานินที่มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา อาจเป็นไปได้ว่าสารประกอบบางชนิดที่เกิดขึ้นใหม่เกิดจากการทำปฏิกิริยากันเองระหว่างสารพอลิฟีนอล หรืออาจทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ สารเอมีน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กรดแอสคอร์บิก กรดอินทรีย์อื่น หรือสารอื่นที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป (Castro-Lopez et al., 2016)

4.4.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของซอสพริกผลหม่อนฯ ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ภายในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซอสพริก (Ministry of Industry, 2018) คือ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า $1x10^4$ CFU/gและ ยีสต์และราต่ำกว่า 10 CFU/g และ *E. coli* ต่ำกว่า 3 MPN/g แสดงให้เห็นว่าซอสที่ผ่านการบวนการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมจะสามารถทำลายจุลินทรีย์ และยืดระยะเวลาการเก็บรักษาได้ (Chaikham, 2018; Maina, 2008) Baharfar et al., 2015; Lohachoompol et al., 2004) นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกและแอนโทไซยานินในผลหม่อนที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว ยังสามารถยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็ง และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (Baharfar et al., 2015; Lohachoompol et al., (2004) ส่งผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในซอสพริกผลหม่อนฯ ยังอยู่ภายในเกณฑ์มาตรฐานในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์

5. บทสรุป

ซอสพริกผลหม่อนผสมกล้วยเล็บมือนางที่ได้จากการปรับปรุงรสชาติตามแนวคิดผลิตภัณฑ์ของผู้สนทนากลุ่ม พบว่าการใช้ MTS ร้อยละ 0.03 และ XG ร้อยละ 0.05 มีความเหมาะสมนำมาใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดและให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ โดยมีค่า pH ปริมาณกรด และค่าของแข็งทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เมื่อนำมาทดสอบผู้บริโภคทั่วไป พบว่าได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก สามารถเก็บรักษาเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง และการผลิตซอสพริกผลหม่อนที่มีส่วนผสมของกล้วยเล็บมือนาง ยังเป็นการส่งเสริมการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ช่วยเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากกล้วยเล็บมือนางได้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏ-สุราษฎร์ธานีที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนหม่อนไหมบ้านป่ากล้วย และวิสาหกิจชุมชนมัลเบอรี่เขาช่องคีรีวงศ์ จังหวัดชุมพร ที่ให้ความร่วมมือ และมีส่วนร่วมในงานวิจัยด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

Almeida, F. S., & Sato, A. C. K. (2019). Structure of gellan gum–hydrolyzed collagen particles: Effect of starch addition and coating layer. *Food research international*, *121*, 394-403.

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Virginia: Association of Official Analysis Chemists.

Auppatak, C., Suttha, V., & Bunyasawat, J. (2015). *Development of readymade sauce product from water melon rind waste*. Research report. Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai).

Baharfar, R., Azimi, R., & Mohseni, M. (2015). Antioxidant and antibacterial activity of flavonoid-, polyphenol-and anthocyanin-rich extracts from *Thymus kotschyanus* boiss & hohen aerial parts. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(10), 6777-6783.

BAM. (2001). *Bacteriological Analytical Manual. U.S. Food and Drug Administration*.https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm2006949.htm.

Butkhup, L. (2012). *A comparative study of flavonoid content and antioxidant activity in various mulberry cultivars*. Research report. The Thailand Research Fund (TRF). (in Thai).

Cai, X., Du, X., Zhu, G., Cai, Z., & Cao, C. (2020). The use of potato starch/xanthan gum combinations as a thickening agent in the formulation of tomato ketchup. *CyTA - Journal of Food*, *18*(1), 401-408.

Castro-Lopez, C., Sanchez-Alejo, E. J., Saucedo-Pompa, S., Rojas, R., Aranda-Ruiz, J., & Martínez-Avila, G. C. (2016). Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage. *Heliyon*, *2*(9), e00152. https://doi.org/10.1016/j. heliyon.2016.e00152.

Chaikham, P. (2018). Effect of coconut and white sugar on qualities of healthy chili sauce mixed with ripe papaya pulp. *The Golden Teak: Science and Technology Journal*, *5*(2), 1-5. (in Thai).

Department Intellectual Property. (2015). Chumphon Ladyfinger banana. http://www.ipthailand.go.th/ images/781/gi_56100097.pdf. (in Thai).

Đilas, S., Čanadanović, B. J., & Ćetković, G. (2009). By-products of fruits processing as a source of phytochemicals. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly/CICEQ*, *15*(4), 191-202.

Gamonpilas, C., Pongjaruvat, W., Fuongfuchat, A., Methacanon, P., Seetapan, N., & Thamjedsada, N. (2011). Physicochemical and rheological characteristics of commercial chili sauces as thickened by modified starch or modified starch/xanthan mixture. *Journal of Food Engineering*, *105*(2), 233-240.

Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., & Okuda, T. (1988). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, *36*, 2090-2097.

Howard, R. M., Jacqueline, H. B., & Anna, V. A. R. (2012). *Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development*. Wiley-Blackwell.

Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y. -C., Choi, I., & Kim, G. -B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, *160*, 346-356.

Jeenphakdee, K. (2003). *Study on chili sauce production from banana flour* [Master's Thesis]. School of Gradute Studies. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai).

Jiang, Y., & Nie, W. J. (2015). Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China. *Food Chemistry*, *174*, 460-466.

Kaewruang, W., Wongcharernwanakit, S., Ingkaninan, K., & Wongthai, J. (2006). Antioxidant and folic acid in fruit of different mulberry (*Morus* spp.) Varieties. Abstract. https://qsds.go.th/newosrd/wp-content/uploads/sites/115/2021/08/2549-19.pdf. (in Thai).

Lee, I. H., Hung, Y. -H., & Chou, C. C. (2008). Solid-state fermentation with fungi to enhance the antioxidative activity, total phenolic and anthocyanin contents of black bean. *International Journal of Food Microbiology*, *121*(2), 150-156.

Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., & Collaborators: Eisele T Giusti MM Hach J Hofsommer H Koswig S Krueger DA Kupina; S Martin SK Martinsen BK Miller TC Paquette F Ryabkova A Skrede G Trenn U Wightman JD. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, *88*(5), 1269-1278.

Lohachoompol, V., Srzednicki, G., & Craske, J. (2004). The change of total anthocyanins in blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, *2004*(5), 248.

Maina, A. (2008). *Development of chili sauce mixed banana product*. [Master's Thesis]. Graduate School. Chiang Mai University. (in Thai).

Michael Eskin, N. A. (1990). *Biochemistry of Food*. (2nd ed.). New York, USA: Academic Press.

Miglio, C., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., & Pellegrini, N. (2008). Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(1), 139-147.

Ministry of Industry. (2018). *Thai Community Product Standard*. Chili sauce 289/2561. (in Thai).

Ministry of Public Health. (2000). *Notification of the Ministry of Public Health*. Re: Some particular kinds of sauces. No. 201.

Naczk, M., & Shahidi, F. (2006). Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *41*(5), 1523-1542.

Natić, M. M., Dabić, D. Č., Papetti, A., Akšić, M. M. F., Ognjanov, V., Ljubojević, M., & Tešić, Ž. L. (2015). Analysis and characterisation of phytochemicals in mulberry (Morus alba L.) fruits grown in Vojvodina, North Serbia. *Food chemistry*, *171*, 128-136.

Nuaypirom, W. (2003). *Mulberry fruit and processing*. Chiang Mai Mulberry Research Institute. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Thailand: Nantakarn Graphic Printing. (in Thai).

Pongsawatmanit, R., Yakard, N., & Suwonsichon, T. (2011). Effect of xanthan gum on the quality of syrup thickened by modified starch during heating and storage. *Agriculture and Natural Resources*, *45*(1), 128-135.

Promkhan, S., Rimkeeree, H., Chantrapornchai, W., & Cheanuputh, S. (2007). Development of pineapple thick sauce. *Food*, *37*(2), 173-185. (in Thai).

Sangteerakij, D., Rodyu, S., & Junden, S. (2023). Nutrition composition and anthocyanin content of mulberry fruits (*Morus alba* L.) by different ripening stage grown in the south of Thailand, applicants in sorbet and sherbet ice-cream and analysis of physical, chemical and sensory evaluation. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *35*(2), 130-138.

Sikora, M., Juszczak, L., Sady, M., & Krawontka, J. (2003). Use of starch/xanthan gum combinations as thickeners of cocoa syrups. *Food/Nahrung*, *47*(2), 106-113.

Sikora, M., Kowalski, S., Tomasik, P., & Sady, M. (2007). Rheological and sensory properties of dessert sauces thickened by starch–xanthan gum combinations. *Journal of Food Engineering*, *79*(4), 1144-1151.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, *299*, 152-178.

Siripanporn, J., Boonpunt, T., & Teangpook, C. (1999). Study on processing of banana sauce. *Food*, *29*(3), 167-179. (in Thai).

Sonsa-ard, N., Thongpliw, N., & Thongmaen, P. (2016). *Production of mixed wine from sunroot and mulberry*. pp. A297-A303. In *The 8th Rajamangala Surin Conference (8th RSC) "Research for Thailand 4.0"*, 22-23 December 2016, Rajamangala University of Technology Isan SURIN Campus, Surin. (in Thai).

Srikram, A., Tapanapannitikul, O., Saelim, J., & Suwannawong, S. (2019). The production of chili sauce suitable for community enterprises. *Khon Kaen Agriculture Journal*, *47* (Suppl. 1), 1031-1036. (in Thai).

Stone, H. & Sidel, J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. 408 p. Redwood City, Academic Press Inc.

Thampitak, K., Pimisa, R., Pongcharoen, P., & Hwanhlem, N. (2020). Antioxidant activity, chemical, physical and microbiological properties of ripe black mulberry (*Morus nigra* L.) cultivated in Khaokho, Phetchabun. *Agricultural Science Journal*, *51*(1) (Suppl. 1), 26-31. (in Thai).

The Office of Industrial Economics. (2016). *New market...MENA (Middle East and North Africa)*. Ministry of Industry. http://fic.nfi.or.th/mena/images/pdf/Book_MENA.pdf (in Thai).

The Queen Sirikit Department of Sericulture. (2019). *Alternative Sericulture Product: Thailand Agriculture Mobile Information System. Office of Sericulture Research and Development*, The Queen Sirikit Department of Sericulture. (in Thai).

The Queen Sirikit Department of Sericulture. (2023). *The 5-Year Action Plan of The Queen Sirikit Sericulture Office Region 5: Chumphon Province (2023 - 2027)*. The Queen Sirikit Sericulture Office Region 5: Chumphon Province. (in Thai).