

ผลของวิธีการดองต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมี สารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกุ่มน้ำและมะม่วงเบา

Effect of Pickling Methods on Physical and Chemical Quality, Phytochemicals

and Antioxidant Activity of *Crateva magna* (Lour.) DC. and *Mangifera indica* L. Var.

วรรณพิชญ์ จุลกัลป์^{1*}, สุกัญญา ไหมเครือแก้ว², ชลิดา เลื่อมใสสุข³, สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์² และ สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง²

Wannapit Junlakan^{1*}, Sukanya Maicaurkaew², Chalida Lueamsaisuk³,

Supaporn Apirattananusorn² and Supannikar Sribuathong²

¹ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย

² สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย

³ สาขาวิชาธุรกิจอาหาร คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย

¹ Department of Occupational health and safety, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Thailand

² Department of Food innovation and nutrition, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Thailand

³ Department of Food bussiness, Faculty of Management Science, Suratthani Rajabhat University, Thailand

Received: 4 June 2026, Received in revised form: 21 September 2026, Accepted: 23 September 2026

Available online: 9 October 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา: กุ่มน้ำ (*Crateva magna* (Lour.) DC) และมะม่วงเบา (*Mangifera indica* L. Var.) เป็นพืชพื้นบ้านของไทยที่นิยมนำมาดองเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และเพื่อให้ได้รสชาติที่ดียิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง

วิธีดำเนินการวิจัย: การวิจัยครั้งนี้ศึกษาการผลิตใบกุ่มน้ำดองและมะม่วงเบาดองในห้องปฏิบัติการโดยเปรียบเทียบการเตรียมวัตถุดิบก่อนการดอง ได้แก่ ใบกุ่มน้ำตากแดดก่อนการดอง (DP-CM) และไม่ตากแดดก่อนการดอง (P-CM) รวมถึงมะม่วงเบาแช่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนดอง (SP-MI) และไม่แช่ก่อนดอง (P-MI) เปรียบเทียบกับใบกุ่มน้ำสด (F-CM) มะม่วงเบาสด (F-MI) กุ่มน้ำดองจากท้องตลาด (M-CM) และมะม่วงเบาดองจากท้องตลาด (M-MI) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ความชื้น วอเตอร์แอคทีวิตี ปริมาณเถ้า คลอโรฟิลล์ และวิตามินซี รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณสารพฤกษเคมี ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และแทนนินทั้งหมด ตลอดจนประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Pearson correlation test

ผลการวิจัย: ผลการศึกษาพบว่าวิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการดองมีผลต่อคุณภาพของกุ่มน้ำและมะม่วงเบาดองแตกต่างกัน โดยกุ่มน้ำที่ผ่านการตากแดดก่อนการดอง (DP-CM) มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมต่ำกว่ากุ่มน้ำที่ไม่ผ่านการตากแดด

(P-CM) และมะม่วงเบาที่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนการดอง (SP-MI) มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมต่ำกว่ามะม่วงเบาที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย (P-MI) สำหรับกุ่มน้ำพบว่าการดองทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและวิตามินซีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกุ่มน้ำสด นอกจากนี้ การดองยังส่งผลต่อปริมาณสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยกุ่มน้ำที่ผ่านการตากแดดก่อนการดอง (DP-CM) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 423.12 ± 1.99 มิลลิกรัมแกลลิกแอซิดต่อ 100 กรัมสารสกัด ปริมาณแทนนินทั้งหมดเท่ากับ 22.39 ± 1.81 มิลลิกรัมแทนนิกแอซิดต่อ 100 กรัมสารสกัด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เท่ากับร้อยละ 66.69 ± 0.74 ขณะที่ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (IC50) เท่ากับ 4.76 ± 0.36 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับมะม่วงเบาพบว่าการดองทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดและวิตามินซีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงเบาสด ขณะที่ปริมาณเถ้าและคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงตามวิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการดอง โดยวิธี SP-MI มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 107.50 ± 0.56 มิลลิกรัมแกลลิกแอซิดต่อ 100 กรัมสารสกัด ปริมาณแทนนินทั้งหมดเท่ากับ 4.63 ± 0.19 มิลลิกรัมแทนนิกแอซิดต่อ 100 กรัมสารสกัด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับร้อยละ 75.23 ± 0.92 นอกจากนี้ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแทนนินทั้งหมดของกุ่มน้ำและมะม่วงเบามีความสัมพันธ์เชิงบวกกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.979 และ 0.885 ตามลำดับ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแทนนินทั้งหมดของตัวอย่างทั้งสองชนิด

สรุปผลการวิจัย: การดองกุ่มน้ำด้วยวิธีตากแดดก่อนดอง (DP-KN) และการดองมะม่วงเบาด้วยวิธีแช่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนดอง (SP-MI) ให้ผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และแทนนินทั้งหมดสูงที่สุด โดยกุ่มน้ำดองด้วยวิธี DP-KN มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 66.69 และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 423.12 มิลลิกรัมแกลลิกต่อ 100 กรัมสารสกัด ขณะที่มะม่วงเบาดองวิธี SP-MI ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 75.23 และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 107.50 มิลลิกรัมแกลลิกต่อ 100 กรัมสารสกัด จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการผลิตกุ่มน้ำดองและมะม่วงเบาดอง

คำสำคัญ: กุ่มน้ำ; มะม่วงเบา; การดอง; การต้านอนุมูลอิสระ; สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

Abstract

Background and Objectives: *Crateva magna* (Lour.) DC. and *Mangifera indica* L. Var. are native to Thailand that are often pickled to extend their shelf life and enhance the flavor of food products. The purpose of this research was to study the physical and chemical quality, phytochemical content and antioxidant activity of Pickled *Crateva magna* (Lour.) DC. and *Mangifera indica* L. Var.

Methodology: This research investigated the laboratory production of pickled *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves and pickled *Mangifera indica* L. Var. pulp by comparing different raw material preparations prior to pickling: sun-dried *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves (DP-CM) versus non-sun-dried leaves (P-CM), and *Mangifera indica* L.

Var. soaked in a dilute calcium hydroxide solution (SP-MI) versus unsoaked *Mangifera indica* L. Var. (P-MI). These were compared against fresh *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves (F-CM), fresh *Mangifera indica* L. Var. (F-MI), and commercially available pickled *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves (M-CM) and pickled *Mangifera indica* L. Var. (M-MI). Subsequently, the products were analyzed for their physicochemical qualities (color, pH, acidity, moisture content, water activity, ash content, chlorophyll, and vitamin C and phytochemical content (total phenolic compounds and total tannins), as well as evaluating the antioxidant activity using the DPPH assay. Compare the differences in means using Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level and analyze the relationship between antioxidant activity and total phenolic content using the Pearson correlation test.

Main Results: The results demonstrated that the method of raw material preparation prior to pickling affected the quality of pickled *Crateva magna* (Lour.) DC. and *Mangifera indica* L. Var. differently. *Crateva magna* (Lour.) DC. subjected to sun-drying prior to pickling (DP-CM) exhibited a lower overall color change than that without sun-drying (P-CM), while *Mangifera indica* L. Var. soaked in a dilute calcium hydroxide solution prior to pickling (SP-MI) exhibited a lower overall color change than that without soaking in the solution (P-MI). For *Crateva magna* (Lour.) DC., pickling resulted in a decrease in pH and an increase in acidity, while total chlorophyll and vitamin C contents decreased compared with fresh *Crateva magna* (Lour.) DC. . In addition, pickling affected the phytochemical contents and antioxidant activity. The sun-dried *Crateva magna* (Lour.) DC. prior to pickling (DP-CM) showed the highest total phenolic content, at 423.12 ± 1.99 mg gallic acid/100 g extract, and a total tannin content of 22.39 ± 1.81 mg tannic acid/100 g extract. Its DPPH radical-scavenging activity was $66.69 \pm 0.74\%$, with an IC₅₀ value of 4.76 ± 0.36 mg/mL. For *Mangifera indica* L. Var., pickling resulted in an increase in pH, whereas acidity and vitamin C content decreased compared with fresh *Mangifera indica*. Ash and total chlorophyll contents varied depending on the raw material preparation method prior to pickling. The SP-MI treatment showed a total phenolic content of 107.50 ± 0.56 mg gallic acid/100 g extract, a total tannin content of 4.63 ± 0.19 mg tannic acid/100 g extract, and antioxidant activity of $75.23 \pm 0.92\%$. Furthermore, correlation analysis revealed a positive correlation between total phenolic content and total tannin content in both *Crateva magna* (Lour.) DC. and *Mangifera indica* L. Var. with correlation coefficients of 0.979 and 0.885, respectively. DPPH radical-scavenging activity was also positively correlated with total phenolic content and total tannin content in both types of samples.

Conclusions: Pickling *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves using the sun-drying pretreatment method (DP-KN) and pickling *Mangifera indica* L. Var. using the calcium hydroxide solution soaking pretreatment method (SP-MI) yielded products with the highest antioxidant activity, total phenolic content, and total tannin content. Pickled *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves using DP-KN method exhibited 66.69% antioxidant activity and a total phenolic content of 423.12 mg GAE/100 g extract, whereas pickled *Mangifera indica* L. Var. using SP-MI showed 75.23% antioxidant activity and a total phenolic content of 107.50 mg GAE/100 g extract. Therefore, these methods were selected as suitable for producing pickled *Crateva magna* (Lour.) DC. leaves and pickled *Mangifera indica* L. Var.

Keywords: *Crateva magna* (Lour.) DC.; *Mangifera indica* L. Var.; pickling; antioxidants; product structure; total phenolic compounds

*Corresponding author. E-mail : wannapit.jun@sru.ac.th

Introduction

การดองเป็นวิธีถนอมอาหารโดยการแช่อาหารลงในของเหลวที่เป็นกรดหรือเกลือเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มรสชาติอาหารให้ดียิ่งขึ้น การดองผักพื้นบ้านของไทยมักใช้ส่วนผสมในการดองและวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ส่วนผสมที่นิยมใช้ ได้แก่ เกลือ น้ำตาล และน้ำสะอาด บางสูตรอาจใช้ข้าวเหนียว ข้าวสอย น้ำข้าวข้าว และน้ำส้มสายชู เป็นต้น วิธีการดองทำโดยนำส่วนผสมต่างๆมาหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาหลายสัปดาห์ ผักและผลไม้พื้นบ้านของไทยที่นิยมนำมาดอง ได้แก่ ผักกาด ผักเสี้ยน ผักหนาม หน่อไม้ จิง กระเทียม สะตอ ลูกเนียง ลูกเหรียง ผักกุ่ม และมะม่วง เป็นต้น โดยคุณภาพของอาหารดองจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการดอง ความสด ความเหมาะสมของสายพันธุ์ สภาพนิเวศเกษตร อายุการเก็บเกี่ยว ส่วนผสมและกรรมวิธีการดองที่เหมาะสม (Teotia *et al.*, 1987) การดองผักและผลไม้ในน้ำเกลือความเข้มข้นต่ำเป็นวิธีการดองวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการดองผักและผลไม้พื้นบ้านเนื่องจากที่ทำให้อาหารมีรสเปรี้ยวตามธรรมชาติ รักษาสภาพความกรอบ และกลิ่นรสเฉพาะตัวที่ดี โดยทำให้เกิดการหมักด้วยจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกแอซิดแบคทีเรียเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ แต่จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกยังคงสามารถเจริญเติบโตได้ดี (Rungsardthong, 2016) ผักและผลไม้ที่นิยมดอง ได้แก่ กระหล่ำปลี แครอท หัวไชเท้า แตงกวา มะยม กระเทียม กุ่มน้ำ และมะม่วงเบา เป็นต้น กุ่มน้ำ เป็นไม้ต้นขนาดกลาง ใบเป็นช่อ ช่อหนึ่งมี 3 ใบ ปลายใบเรียวแหลม แผ่นใบหนา สีเขียวเป็นมัน กุ่มน้ำเป็นอาหารพื้นบ้านที่นิยมนำมาดองก่อนรับประทาน โดยนำใบอ่อนและดอกมาตากแดด ลวกให้สุก หรือดองก่อนรับประทานหรือนำไปปรุงอาหาร เช่น ใช้เป็นผักจิ้ม น้ำพริก กินแกงส้มขมจีน แกงผักกุ่มดอง และผัดผักกุ่มดอง เป็นต้น กุ่มน้ำดองอุดมด้วยสารอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน รวมถึงแร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น (Pitikornpuangpetch *et al.*, 2017) อีกทั้งใบผักกุ่มน้ำยังอุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกส์ทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน (Faheem *et al.*, 2021)

นอกจากนี้ยังมีพืชอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาดองเพื่อเพิ่มรสชาติและยืดอายุการเก็บรักษา ได้แก่ มะม่วงเบา โดยนิยมนำมาดองเพื่อรับประทานเป็นอาหารว่าง มะม่วงเบาดิบอุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกส์ทั้งหมด เบต้าแคโรทีน คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี ไฟทอลเอ และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Sa-nguanpuag et al., 2012) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ปริมาณสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกลุ่มน้ำดองและมะม่วงเบาดองที่ผลิตด้วยวิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการดองที่แตกต่างกัน

Methodology

1. การดอง

1.1 การเตรียมวัตถุดิบ กลุ่มน้ำและมะม่วงเบา ซึ่งมาจากตลาดในท้องถิ่น อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี กลุ่มน้ำเลือกส่วนยอดอ่อน อดวน้ำ ไม่เหนียว มีสีเขียวสด และไม่มีรอยแมลงกัดแทะ และมะม่วงเบาคัดเลือกเฉพาะผลอ่อน ผิวเป็นสีเขียวสด เติ่งตึง ไม่เหี่ยว และไม่มีรอยขีดหรือรอยแมลงกัดแทะ ล้างทำความสะอาด และพักให้สะเด็ดน้ำ มะม่วงเบาจะถูกปอกเปลือก ผ่าครึ่งตามแนวยาว และนำส่วนเมล็ดออกก่อนการดอง ตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด ถูกเตรียมวัตถุดิบก่อนการดองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 2 วิธี ประกอบด้วย 1) กลุ่มน้ำ: วิธีที่ 1 นำกลุ่มน้ำตากแดดเป็นเวลา 1 ชั่วโมงจนกระทั่งใบเหี่ยว ก่อนนำไปดอง (DP-CM) และวิธีที่ 2 นำกลุ่มน้ำสดไปทำการดอง (P-CM) และ 2) มะม่วงเบา: วิธีที่ 1 นำมะม่วงเบาแช่ในสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ การเตรียมสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทำได้โดยผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (ปูนแดง) ปริมาณ 15 กรัม ในน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมงจนเกิดการแยกชั้นตะกอน จากนั้นนำส่วนสารละลายใส (สารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์) ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป โดยสัดส่วน มะม่วง : สารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้คือ 200 กรัม : 250 มิลลิลิตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิห้อง 27-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนการดอง (SP-MI) และ วิธีที่ 2 นำมะม่วงเบาสดไปทำการดอง (P-MI)

1.2 การดอง นำกลุ่มน้ำและมะม่วงเบา ปริมาณตัวอย่างละ 200 กรัม ใส่ขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เตรียมน้ำดองของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาที่สัดส่วนน้ำ : เกลือ : น้ำตาล 500 มิลลิลิตร : 12 กรัม : 48 กรัม และ 500 มิลลิลิตร : 50 กรัม : 30 กรัม ตามลำดับ โดยนำเกลือและน้ำตาลต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 2 นาที คนจนน้ำตาลดองละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเทน้ำดองลงในขวดตัวอย่าง กดทับตัวอย่างให้จมิดสารละลาย ปิดฝาภาชนะและปิดทับด้วยฟิล์มหุ้มขวด หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 27-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง

2.1 การเตรียมสารสกัด เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกส์ทั้งหมด ปริมาณแทนนินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยนำตัวอย่างปริมาณ 30 กรัม มาปั่นให้ละเอียด ผสมกับสารละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 80 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตร หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำมารองแยกกากออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศแบบหมุน (ยี่ห้อ Heidolph รุ่น Hei-Vap Precision) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สารสกัดหยาบที่ได้ถูกเก็บไว้ในตู้แช่ที่

อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนต่อไป

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง ได้แก่ ค่าสี ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ปริมาณความชื้น วอเตอร์แอคทีวิตี ปริมาณเถ้า คลอโรฟิลล์ และวิตามินซี

ค่าสี วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างโดยใช้เครื่อง Chroma Meter (Konica Minolta, CR-400, ประเทศญี่ปุ่น) วัดสีในระบบ CIE Lab เพื่อวิเคราะห์ค่า L^* a^* และ b^* โดยวัดค่าสีที่ตำแหน่งกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง ค่าที่ได้ในแต่ละวิธีได้จากการเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่าง 3 ชิ้น โดยที่ L^* a^* และ b^* คือ ค่าความสว่าง ความแดงและความเหลืองของตัวอย่าง ตามลำดับ ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาสด คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$\frac{\Delta L^*}{L_0^*} = \frac{L^* - L_0^*}{L_0^*}, \frac{\Delta a^*}{a_0^*} = \frac{a^* - a_0^*}{a_0^*}, \frac{\Delta b^*}{b_0^*} = \frac{b^* - b_0^*}{b_0^*} \text{ และ } \Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

เมื่อ ΔL^* , Δa^* , Δb^* และ ΔE^* คือค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่าง ความแดง ความเหลือง และการเปลี่ยนแปลงสีรวมของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาดองเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาสด โดยที่ L^* a^* และ b^* คือ ค่าความสว่าง ความแดงและความเหลืองของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง และ L_0^* a_0^* และ b_0^* คือ ค่าความสว่าง ความแดงและความเหลืองของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาสด ตามลำดับ

ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ปริมาณความชื้น วอเตอร์แอคทีวิตี และปริมาณเถ้า วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ปริมาณความชื้น วอเตอร์แอคทีวิตี และปริมาณเถ้า ของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาด้วยวิธี AOAC (2000)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ วิเคราะห์ตามวิธีของ Arnon (1949) นำตัวอย่างปริมาณ 0.1 กรัม มาบั่นให้ละเอียด เติมน้ำในตัวทำละลายอะซิโตนร้อยละ 80 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนเนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีขาว จากนั้นกรองส่วนกากออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่สกัดได้ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 30 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรของสารละลายด้วยอะซิโตนร้อยละ 80 ให้ครบ 30 มิลลิลิตร จากนั้นหุ้มภาชนะบรรจุสารละลายคลอโรฟิลล์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์จากการสัมผัสแสง นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร โดยใช้ตัวทำละลายอะซิโตนร้อยละ 80 เป็น Blank และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด จากสมการที่ 2-4

$$\text{Chlorophyll A (mg/ml)} = \frac{(12.7(A_{663}) - 2.69(A_{645}))}{1000} \quad (2)$$

$$\text{Chlorophyll B (mg/ml)} = \frac{(22.9(A_{645}) - 4.68(A_{663}))}{1000} \quad (3)$$

$$\text{Total Chlorophyll (mg/ml)} = \frac{(20.2(A_{645}) + 8.02(A_{663}))}{1000} \quad (4)$$

เมื่อ A_{645} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร, A_{663} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร

วิตามินซี วิเคราะห์ตามวิธีของ Kampfenkel *et al.* (1995) นำตัวอย่างปริมาณ 5 กรัม มาปั่นให้ละเอียด เติมน้ำในสารละลาย Meta-phosphoric acid ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นกรองส่วนกากออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง เติมน้ำในสารละลาย 2,6-Dichlorophenol indophenol ความเข้มข้นร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร สารละลาย Thiourea ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร และสารละลาย 2,4-Dinitrophenol ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำในสารละลาย Sulfuric acid ความเข้มข้นร้อยละ 85 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้ตัวทำละลาย Meta-phosphoric acid ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็น Blank และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณวิตามินซีในหน่วย มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย Ascorbic acid กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยนำสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร ผสมร่วมกับ Folin Ciocalteu reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมน้ำในสารละลาย sodium carbonate (20%) 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 5 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดนาน 1 ชั่วโมง เขย่าเป็นช่วงๆ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล 80% เป็น Blank คำนวณปริมาณสารฟีนอลิก อ้างอิงจากกราฟมาตรฐานของ gallic acid โดยแสดงปริมาณในหน่วย มิลลิกรัมของ gallic acid ต่อ 100 กรัมของสารสกัด (mg GAE/100 g extract) วิเคราะห์ปริมาณแทนนิน ดัดแปลงจากวิธี Namchot *et al.* (2013) โดยเจือจางสารสกัด 10 เท่า ด้วยน้ำกลั่น นำสารสกัดเจือจางที่ได้ 0.05 มิลลิลิตร ผสมร่วมกับสารละลาย Folin-Denis Reagent 0.5 มิลลิลิตร และสารละลาย 30 % sodium carbonate 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer โดยใช้ น้ำกลั่น เป็น Blank คำนวณปริมาณแทนนิน อ้างอิงจากกราฟมาตรฐานของ Tannic acid โดยแสดงปริมาณในหน่วยมิลลิกรัมแทนนินต่อ 100 กรัมสารสกัด(mg Tannic/100 g extract)

2.4 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity)

ตามวิธีของ Hatano *et al.* (1988) โดยนำสารสกัดเอทานอลปริมาณ 100 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 60 ไมโครโมลาร์ ในสารละลายเมทานอล 3,900 ไมโครลิตร เขย่าให้สารละลายเข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างและชุดควบคุมที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer (ยี่ห้อ PG INSTRUMENTS รุ่น T60 UV-Visible Spectrophotometer) โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 80 เป็น Blank และแทนสารสกัดในชุดควบคุม หาค่าร้อยละของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระตามสมการที่ (5) และคำนวณความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

$$\text{ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (\%)} = \frac{(\text{OD ชุดควบคุม} - \text{OD ตัวอย่าง}) \times 100}{\text{OD ชุดควบคุม}} \quad (5)$$

เมื่อ OD ชุดควบคุม คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุมที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และ OD ตัวอย่าง คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้จากการทำการทดลอง 3 ซ้ำ ผลการทดลองถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์ทางสถิติแยกกันระหว่างชุดการทดลองกุ่มน้ำและมะม่วงเบา และหาความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Pearson correlation test โดยใช้โปรแกรม SPSS (SPSS software for Windows, SPSS Inc., USA)

Results

1. ผลของวิธีการดองต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของกุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง

จาก Table 1 พบว่าการดองส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้านสีของกุ่มน้ำ โดย DP-CM, P-CM และ M-CM จะมีค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีเหลือง (b*) และความเป็นสีเขียว (-a*) ลดลงเมื่อเทียบกับ F-CM และเมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมพบว่า DP-CM มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมน้อยกว่า P-CM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่าการดองจะส่งผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงเบา โดย SP-MI, P-MI และ M-MI จะมีค่าความสว่าง (L*) ลดลงเมื่อเทียบกับ F-MI และเมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมพบว่า SP-MI มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมน้อยกว่า P-MI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จาก Table 2 และ 3 พบว่าการดองจะส่งผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรด ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซีของกุ่มน้ำ โดย DP-CM, P-CM และ M-CM จะมีค่า pH ลดลง ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงและปริมาณวิตามินซีลดลงเมื่อเทียบกับ F-CM โดยพบว่า P-CM

มี pH ต่ำ และปริมาณกรดและปริมาณวิตามินซีสูงกว่า DP-CM และ M-CM และพบว่า P-CM มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงกว่า DP-CM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และไม่แตกต่างจาก M-CM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ค่าวอเตอร์เอกติวิตี (a_w) และปริมาณเถ้าของ DP-CM, P-CM, M-CM และ F-CM ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และพบว่าการดองส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน pH ปริมาณกรด ปริมาณเถ้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซีของมะม่วงเบา โดย SP-MI, P-MI และ M-MI จะมีค่า pH เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดลดลง ปริมาณเถ้าและปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น และปริมาณวิตามินซีลดลงเมื่อเทียบกับ F-MI โดยพบว่า P-MI มี pH ต่ำ และปริมาณกรด ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและปริมาณวิตามินซีสูงกว่า SP-MI และ M-MI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ค่าวอเตอร์เอกติวิตี (a_w) ของ SP-MI, P-MI และ F-MI ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และการดองส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณเถ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. ผลของวิธีการดองต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบาดอง

จาก Table 4 พบว่าการดองจะส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนิน และความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดย DP-CM, P-CM และ M-CM จะมีปริมาณแทนนินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงเมื่อเทียบกับ F-CM โดย DP-CM มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแทนนินสูงสุด คือ 423.12 ± 1.99 มิลลิกรัมแกลลิกต่อ 100 กรัมสารสกัด และ 22.39 ± 1.81 มิลลิกรัมแทนนิกต่อ 100 กรัมสารสกัด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.69 ± 0.74 และค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ 4.76 ± 0.36 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า M-MI มีปริมาณแทนนินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงเมื่อเทียบกับ F-MI ในขณะที่ SP-MI และ P-MI มีปริมาณแทนนินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำเมื่อเทียบกับ F-MI ซึ่งสอดคล้องกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ M-MI ที่สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.97 ± 0.96 และค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ 4.85 ± 0.75 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

จาก Table 5 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแทนนินทั้งหมดของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบา มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.979 และ 0.885 ที่ระดับ $P < 0.01$ ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบา มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.981 และ 0.871 ที่ระดับ $P < 0.01$ ตามลำดับ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณแทนนินทั้งหมดของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบา มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.987 และ 0.805 ที่ระดับ $P < 0.01$ ตามลำดับ และพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และการต้านอนุมูลอิสระจากค่า IC50 ของ

กุ่มน้ำและมะม่วงเบามีความสัมพันธ์กันในเชิงลบด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ -0.762 และ -0.839 ที่ระดับ $P < 0.01$ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผักกุ่มและมะม่วงเบามีความสัมพันธ์กันในเชิงลบด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ -0.763 และ -0.991 ที่ระดับ $P < 0.01$ ตามลำดับ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 และปริมาณแทนนินทั้งหมดของกุ่มน้ำและมะม่วงเบามีความสัมพันธ์กันในเชิงลบด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ -0.686 ที่ระดับ $P < 0.05$ และ -0.858 ที่ระดับ $P < 0.01$ ตามลำดับ

Table 1 Effect of pickling methods on physical quality of Pickled *Crateva magna* (Lour.) DC and *Mangifera indica* L. Var.

Samples	Color parameters						
	L*	a*	b*	$\Delta L^*/L_0$	$\Delta a^*/a_0$	$\Delta b^*/b_0$	ΔE
DP-CM	36.50±0.52 ^C	-0.36±0.07 ^C	20.16±0.06 ^B	-0.14±0.01	-0.98±0.01	-0.18±0.01	17.39±0.15
P-CM	35.70±0.02 ^D	1.18±0.04 ^B	19.77±0.09 ^C	-0.16±0.01	-1.07±0.01	-0.20±0.01	19.15±0.02
M-CM	41.41±0.31 ^B	2.31±0.29 ^A	19.61±0.10 ^C				
F-CM	42.54±0.46 ^A	-16.04±0.10 ^D	24.61±0.11 ^A				
SP-MI	83.75±0.01 ^b	-2.77±0.02 ^a	17.07±0.03 ^d	-0.08±0.00	-0.57±0.00	-0.02±0.00	8.21±0.01
P-MI	83.52±0.08 ^c	-3.66±0.09 ^b	23.28±0.10 ^a	-0.08±0.00	-0.43±0.01	0.34±0.01	9.96±0.08
M-MI	77.25±0.06 ^d	-4.76±0.08 ^c	20.68±0.02 ^b				
F-MI	91.11±0.06 ^a	-6.38±0.02 ^d	17.43±0.09 ^c				

^{A-D} In the same column of *Crateva magna* (Lour.) DC with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$). ^{a-d} In the same column of *Mangifera indica* L. Var. with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2 Effect of pickling methods on chemical quality of Pickled *Crateva magna* (Lour.) DC and *Mangifera indica* L. Var.

Samples	Moisture content (% w.b.)	pH	Total acidity (% D.W.)	Water activity (a_w)	Ash (% D.W.)
DP-CM	84.51±0.15 ^C	4.32±0.06 ^B	0.13±0.01 ^C	0.97±0.01 ^{NS}	2.13±0.21 ^{NS}
P-CM	85.84±0.39 ^B	3.48±0.01 ^D	1.03±0.01 ^A	0.97±0.02 ^{NS}	1.93±0.18 ^{NS}
M-CM	90.74±0.15 ^A	4.14±0.01 ^C	0.28±0.01 ^B	0.97±0.01 ^{NS}	1.89±0.20 ^{NS}
F-CM	85.40±0.16 ^B	4.96±0.02 ^A	0.08±0.01 ^D	0.98±0.02 ^{NS}	1.91±0.27 ^{NS}
SP-MI	88.33±0.10 ^b	2.82±0.01 ^a	0.48±0.02 ^d	0.97±0.01 ^{ns}	1.56±0.19 ^a
P-MI	88.63±0.12 ^{ab}	2.73±0.01 ^c	0.78±0.01 ^b	0.96±0.01 ^{ns}	1.68±0.17 ^a
M-MI	87.50±0.36 ^c	2.81±0.00 ^b	0.53±0.00 ^c	0.97±0.00 ^{ns}	1.62±0.21 ^a
F-MI	88.75±0.10 ^a	2.39±0.00 ^d	1.75±0.01 ^a	0.97±0.01 ^{ns}	0.16±0.01 ^b

^{A-D} In the same column of *Crateva magna* (Lour.) DC with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$). ^{a-d} In the same column of *Mangifera indica* L. Var. with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$).

Table 3 Effect of pickling methods on chemical quality of Pickled *Crateva magna* (Lour.) DC and *Mangifera indica* L. Var.

Samples	Chlorophyll A (mg/ml)	Chlorophyll B (mg/ml)	Chlorophyll Total (mg/ml)	Vitamin C (mg/kg sample weight)
DP-CM	0.61±0.02 ^C	0.19±0.01 ^C	0.80±0.02 ^C	105.50±1.09 ^D
P-CM	0.59±0.02 ^C	0.27±0.02 ^B	0.85±0.03 ^B	125.81±1.81 ^B
M-CM	0.66±0.01 ^B	0.19±0.01 ^C	0.85±0.02 ^{BC}	110.78±3.62 ^C
F-CM	1.76±0.01 ^A	0.79±0.02 ^A	2.55±0.03 ^A	171.44±2.14 ^A
SP-MI	0.06±0.01 ^b	0.11±0.01 ^b	0.17±0.02 ^b	83.95±1.82 ^d
P-MI	0.08±0.01 ^a	0.14±0.02 ^a	0.22±0.03 ^a	124.26±2.96 ^b
M-MI	0.05±0.01 ^b	0.09±0.01 ^b	0.14±0.02 ^b	115.74±3.73 ^c
F-MI	0.01±0.01 ^c	0.02±0.01 ^c	0.04±0.02 ^c	202.09±2.07 ^a

^{A-D} In the same column of *Crateva magna* (Lour.) DC with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$). ^{a-d} In the same column of *Mangifera indica* L. Var. with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4 DPPH scavenging activity, IC50, total phenolic contents and total tannin of pickled

Crateva magna (Lour.) DC and *Mangifera indica* L. Var.

Samples	total phenolic content (mg GAE/100 g extract)	tannin content (mg Tannic/100 g extract)	% DPPH radical scavenging activity	IC50 (mg/ml)
DP-CM	423.12±1.99 ^A	22.39±1.81 ^A	66.69±0.74 ^A	4.76±0.36 ^C
P-CM	115.91±1.99 ^C	4.71±0.16 ^C	36.24±0.96 ^C	20.80±0.50 ^B
M-CM	247.88±1.05 ^B	9.11±0.42 ^B	43.30±0.70 ^B	5.65±0.56 ^C
F-CM	97.44±1.79 ^D	3.39±0.30 ^C	29.21±0.22 ^D	49.40±0.45 ^A
SP-MI	107.50±0.56 ^C	4.63±0.19 ^b	75.23±0.92 ^b	15.45±0.38 ^a
P-MI	97.68±0.49 ^d	4.52±0.19 ^b	73.81±0.22 ^b	16.06±0.23 ^a
M-MI	338.09±2.66 ^a	6.49±0.60 ^a	78.97±0.96 ^a	4.85±0.75 ^c
F-MI	180.32±1.67 ^b	4.98±0.75 ^b	77.35±1.27 ^a	11.77±0.91 ^b

^{A-D} In the same column of *Crateva magna* (Lour.) DC with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$). ^{a-d} In the same column of *Mangifera indica* L. Var. with different superscripts means that the values are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5 Pearson's correlation coefficients of DPPH assays versus to IC50, total phenolic content and total tannin

Samples	TPC vs TN	DPPH vs TPC	DPPH vs TN	DPPH vs IC50	IC50 vs TPC	IC50 vs TN
CM	0.979**	0.981**	0.987**	-0.762**	-0.763**	-0.686*
MI	0.885**	0.871**	0.805**	-0.839**	-0.991**	-0.858**

** Means significance at $p < 0.01$ and * Means significance at $p < 0.05$

Discussion

กุ่มน้ำและมะม่วงเบามีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกและเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในพืช จากการทดลองพบว่าการดองส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของกุ่มน้ำจากสีเขียว (-a*) เป็นสีแดง (a*) อาจเนื่องจากปริมาณกรดของกุ่มน้ำที่ผ่านการดองที่สูงส่งผลให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Moyano *et al.*, 2010) และการดองส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*) ของมะม่วงเบาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสดหรือเปลี่ยนสีจากสีขาว เป็นสีเหลืองอ่อนเนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลิก ประกอบกับกระบวนการดองที่กุ่มน้ำถูกกดอัดและเกิดการฉีกขาด และการเตรียมวัตถุดิบที่มะม่วงเบาถูกปอกเปลือกและหั่นก่อนการดองทำให้เอนไซม์สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Rattanapanon, 2014) มะม่วงเบาที่ผ่านการดองจึงมีค่าความสว่าง (L*)

ลดลง และพบว่ากุ่มน้ำที่ผ่านการตากแดดก่อนการดองมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีรวม (ΔE) น้อยกว่ากุ่มน้ำที่ไม่ผ่านการตากแดด อาจเนื่องจากการตากแดดช่วยลดความชื้นในกุ่มน้ำ น้ำดองซึมเข้าเนื้อผักได้มาก น้ำตาลและเกลือในน้ำดองส่งผลต่อการชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่สัมผัสกับเอนไซม์อันเป็นสาเหตุของการเกิดสีน้ำตาล (Charoenphun & Puttha, 2018) ในขณะที่มะม่วงเบาที่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีรวม (ΔE) น้อยกว่ามะม่วงเบาที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อาจเนื่องจากการแช่มะม่วงเบาในสารละลายที่มีแคลเซียมส่งผลให้แคลเซียมเข้าทำปฏิกิริยากับเพคตินในมะม่วงเบาเกิดเป็นแคลเซียมเพคเตตที่ทำให้โครงสร้างของเซลล์มั่นคง มีเนื้อแน่นขึ้นจึงมีส่วนช่วยป้องกันไม่ให้เอนไซม์เพกทิเนสเข้ามาย่อยสลายเนื้อเยื่อมะม่วงเบาระหว่างการดอง ลดการรั่วไหลของสารละลายภายในเซลล์และรักษาเม็ดสีบางส่วนให้คงทนและไม่ซีดเร็วจากการเปื่อยยุ่ย (Silalai *et al.*, 2019) มะม่วงเบาของที่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์จึงเกิดการเปลี่ยนสีเมื่อเทียบกับแบบสดน้อย

กระบวนการหมักดองช่วยลดค่าความเป็นกรดต่างของพืชและเกิดรสชาติเปรี้ยว มีส่วนในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดอันช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารได้ยาวนานยิ่งขึ้น การดองกุ่มน้ำส่งผลต่อการลดลงของค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากกระบวนการหมักดองทำให้แลคติกแอซิดแบคทีเรียในผักเจริญเติบโตและเปลี่ยนน้ำตาลที่อยู่ในผักให้กลายเป็นกรดแลคติก ทำให้ปริมาณกรดของกุ่มน้ำดองเพิ่มขึ้น กุ่มน้ำดองที่ผ่านการตากแดดก่อนการดองมีปริมาณกรดต่ำกว่ากุ่มน้ำดองที่ไม่ผ่านการตากแดด อาจเนื่องจากการตากแดดเป็นระยะเวลานานในขณะที่ผักยังคงหายใจชั่วระยะเวลาหนึ่งส่งผลต่อการใช้น้ำตาลในผักในกระบวนการหายใจเพื่อสร้างพลังงาน (Songchan, 2021) ทำให้ปริมาณน้ำตาลในผักกุ่มก่อนการดองลดน้อยลงส่งผลให้แลคติกแอซิดแบคทีเรียใช้น้ำตาลผลิตกรดแลคติกได้น้อย ทำให้ปริมาณกรดของกุ่มน้ำดองลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับกุ่มน้ำที่ไม่ผ่านการตากแดด ในขณะที่มะม่วงเบาที่ผ่านการดองมีค่าความเป็นกรดต่างสูงซึ่งสัมพันธ์ปริมาณกรดที่ต่ำกว่ามะม่วงเบาสด เนื่องจากการแช่มะม่วงเบาในน้ำดองที่เป็นสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลและเกลือที่มีความเข้มข้นสูงส่งผลให้เกิดกระบวนการออสโมซิสโดยน้ำและกรดอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำภายในเซลล์มะม่วงเบาแพร่ออกจากเซลล์สู่น้ำดองและน้ำตาลและเกลือในน้ำดองแพร่กลับเข้าสู่เซลล์มะม่วงเบา ปริมาณกรดของมะม่วงเบาที่ผ่านการดองจึงมีค่าลดลง (Yuenyongputtakal, 2013) และพบว่ามะม่วงเบาที่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีค่าความเป็นกรดต่างสูงหรือปริมาณกรดต่ำกว่ามะม่วงเบาที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อาจเนื่องจากสารละลายเจือจางแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ในมะม่วงเบาทำให้มะม่วงเบาหลังผ่านการแช่มีค่าความเป็นกรดต่างสูงหรือปริมาณกรดต่ำกว่ามะม่วงเบาที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanchula (2019) ได้ศึกษาผลของการหมักใบทางปาล์มน้ำมันด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์พบว่าใบปาล์มน้ำมันหลังผ่านการหมักด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่าใบปาล์มน้ำมันที่ไม่ผ่านการหมัก มะม่วงเบาก่อนการดองที่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีปริมาณกรดลดน้อยลงจึงส่งผลให้มะม่วงเบาหลังผ่านการดองมีปริมาณกรดน้อยหรือค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่ามะม่วงเบาสด และมะม่วงเบาของที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนการดอง

ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a_w) ของผักกุ่มและมะม่วงเบาแบบสดและที่ผ่านการดองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของกุ่มน้ำดองมีค่า 0.97 และ มะม่วงเบาดองมีค่า 0.96 – 0.97 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าความเป็นกรดต่างมีค่าอยู่ในช่วง 3.48-4.32 และ 2.73-2.82 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a_w) มากกว่า 0.85 และค่าความเป็นกรดต่างไม่เกิน 4.5 ซึ่งเป็นสภาวะที่จุลินทรีย์สร้างสารพิษไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Rattanapanon, 2014) การดองมะม่วงเบาส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณเถ้าเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงเบาสด อาจเนื่องจากการใช้เกลือในปริมาณมากในการดองส่งผลให้เกลือแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชส่งผลต่อปริมาณเถ้าที่เพิ่มสูงขึ้น (Maicaurkaew *et al.*, 2025) ในขณะที่ปริมาณเถ้าของผักกุ่มดองและแบบสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากลักษณะโครงสร้างของใบมีความหนาแน่นและมีชั้นคิวติเคิลที่ปกคลุมอยู่ชั้นนอกทำให้การแทรกซึมของสารละลายเกลือเข้าไปในเนื้อเยื่อเกิดขึ้นได้ยาก (Chincinska, 2021) เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนของผลที่มีโครงสร้างที่อ่อนนุ่มกว่าและมีช่องว่างในเนื้อเยื่อมากกว่า

กุ่มน้ำที่ผ่านการดองมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมน้อยกว่าผักกุ่มสด ในขณะที่มะม่วงเบาที่ผ่านการดองมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่ามะม่วงเบาสด เนื่องจากผักกุ่มที่ผ่านการดองมีปริมาณกรดสูงกว่าแบบสดและมะม่วงเบาสดมีปริมาณกรดสูงกว่ามะม่วงเบาที่ผ่านการดอง ปริมาณกรดของผลิตภัณฑ์ที่สูงส่งผลให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นฟิโอฟิติน (Moyano *et al.*, 2010) ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในผลิตภัณฑ์ ในขณะที่การดองกุ่มน้ำและมะม่วงเบาส่งผลต่อการลดลงของวิตามินซีเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maicaurkaew *et al.* (2025) รายงานว่าการหมักดองสะตอและหน่อไม้ดองส่งผลต่อการลดลงของปริมาณวิตามินซีโดยกุ่มน้ำที่ผ่านการตากแดดก่อนการดองและมะม่วงเบาที่ผ่านการแช่ในสารละลายเจือจางแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่งผลต่อการลดลงของวิตามินซี อาจเนื่องจากความร้อนจากการตากแดดและสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างทำให้เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของวิตามินซีทำให้วิตามินซีเสื่อมสลายเร็วขึ้น (Sunetra, 2018)

จากการวิจัยพบว่ากุ่มน้ำที่ผ่านการดองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดสูงกว่าแบบสด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Harbaum *et al.* (2008) ได้ศึกษาผลการหมักต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในใบผักคะน้าและผักกาดขาวพบว่าผักที่ผ่านการหมักดองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maicaurkaew *et al.* (2025) ได้ศึกษาผลของการหมักต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และแทนนินทั้งหมด ในสะตอและหน่อไม้ไผ่ดอง พบว่าผักที่ผ่านการหมักดองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสด เนื่องจากกระบวนการดองส่งผลให้เกิดการสลายโครงสร้างของผนังเซลล์ผักทำให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดสามารถออกจากเซลล์ได้มากขึ้น (Zhao *et al.*, 2021) ในขณะที่มะม่วงเบาที่ผ่านการดองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดต่ำกว่าแบบสด อาจเนื่องจากการปอกเปลือกและหั่นมะม่วงเบาในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนการดองทำให้ผนังเซลล์ผลไม้อ่อนนุ่มส่งผลให้สารประกอบฟีนอลิกและแทนนินที่ละลายอยู่ในน้ำภายในเซลล์มะม่วงเบาแพร่ออกจากเนื้อผลไม้สู่น้ำดองเพิ่มมากขึ้น (Yuenyongputtakal, 2013) นอกจากนี้ Saharan *et al.* (2017) รายงานว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างธัญพืชที่ผ่านการหมักจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในระยะเวลา 5 วันแรก และหลังจากนั้นจะมีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก

สารประกอบฟีนอลิกจะถูกลดลงโดยจุลินทรีย์ในระหว่างการหมัก ส่งผลให้มะม่วงเบาที่ผ่านการหมักต้องเป็นระยะเวลา ยาวนาน 4 สัปดาห์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสด นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอุณหภูมิ pH และสารตั้งต้นในวัตถุดิบยังส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ Adebo *et al.* (2018) รายงานว่าการหมักส่งผลต่อการลดลงของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดของข้าวฟ่าง อาจเกิด จากมะม่วงเบาที่ใช้ในการดองมีความชื้นสูงซึ่งเหมาะสมในการเจริญเติบโตของ แบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเอนไซม์ แทนเนสส่งผลให้แทนนินในพืชถูกย่อยสลาย นอกจากนี้ความชื้นในวัตถุดิบยังส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของ สารประกอบฟีนอลิกระหว่างการดองทำให้มะม่วงเบาที่ผ่านการดองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลง

โดยค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณแทนนินทั้งหมด ของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เนื่องจากแทนนินทั้งหมดจัดเป็นสารโพลีฟีนอลชนิดหนึ่ง ดังนั้นพืชที่มี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงจึงพบปริมาณแทนนินทั้งหมดสูง. ในขณะที่สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนิน ทั้งหมดเป็นสารต้านออกซิเดชันให้อะตอมไฮโดรเจนที่สามารถใช้ดักจับอนุมูลอิสระได้ จึงส่งผลต่อการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงตามไปด้วย (Antasionasti *et al.*, 2021) ซึ่งสอดคล้องกับ Matthayom *et al.* (2020) ที่พบความสัมพันธ์ของฤทธิ์การต้าน อนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำมะหาดที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ในขณะที่ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 ค่าความเข้มข้น ที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมี ประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 และปริมาณแทนนินทั้งหมดของกลุ่มน้ำและมะม่วงเบามีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ กล่าวคือเมื่อการต้านอนุมูลอิสระจากค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 น้อยจะส่งผลต่อการ ออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ได้ดี ดังนั้นเมื่อสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินทั้งหมดมีปริมาณสูง ค่าความเข้มข้นที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 จะมีค่าต่ำ (Tisadondilok & Rattanasing, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Munmoh *et al.* (2021) ที่รายงานความสัมพันธ์ของการต้านอนุมูลอิสระจากค่าความเข้มข้น ที่สารสกัดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ร้อยละ 50 และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในใบพลับที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงลบ

Conclusions

การดองกลุ่มน้ำในห้องปฏิบัติการส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรด สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในขณะที่ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและวิตามินซีเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำสด โดยวิธี DP-KN ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิธี P-KN และการดองมะม่วงเบาในห้องปฏิบัติการส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงกว่ามะม่วงเบาสด ในขณะที่ส่งผลต่อการ ลดลงของปริมาณกรด วิตามินซี สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อเปรียบเทียบกับ มะม่วงเบาสด โดยวิธี SP-BM ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมดและฤทธิ์ต้าน

อนุมูลอิสระ สูงกว่าวิธี P-BM ดังนั้นเมื่อพิจารณาสภาวะที่เหมาะสมในการดองจากวิธีการดองที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และแทนนินทั้งหมดสูงที่สุด วิธีการที่ถูกเลือกเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการดองกุ่มน้ำและมะม่วงเบา คือ การดองด้วยวิธี DP-KN และ SP-BM ตามลำดับ ดังนั้นการพัฒนาต่อยอดกุ่มน้ำและมะม่วงเบาอาจจึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการผลิตผักและผลไม้ดองสู่อาหารฟังก์ชันที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย โดยในอนาคตควรมุ่งเน้นการปรับปรุงวิธีการหมักดองที่มีคุณภาพ ตรวจสอบสายพันธุ์การหมักดองใหม่ๆ ประกอบกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพื่อควบคุมคุณภาพการผลิตและยกระดับอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพและความยั่งยืน

Acknowledgments

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขานวัตกรรมอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่อำนวยความสะดวกสถานที่ในการทำวิจัย

References

- Adebo, O. A., Njobeh, P. B., & Kayitesi, E. (2018). Fermentation by *Lactobacillus fermentum* strains (singly and in combination) enhances the properties of ting from two whole grain sorghum types. *Journal of Cereal Science*, 82, 49-56.
- Antasionasti, I., Datu, O. S., Lestari, U. S., Abdullah, S. S., & Jayanto, I. (2021). Correlation Analysis of Antioxidant Activities with Tannin, Total Flavonoid, and Total Phenolic Contents of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Fruit Precipitated by Egg white. *Borneo Journal of Pharmacy*, 4(4), 301-310.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* 925.19 Moisture in Tea, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Arnon, D.I. (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts, Polyphenoxidase in Beta Vulgaris. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
- Chanchula, P. (2019). *Research and Development Nutritive Quality Improvement Value of Oil Palm Frond by Urea and Calcium Hydroxide Treatments as Goat Feeds*. Songkhla: Prince of Songkla University. (in Thai)

- Charoenphun, N., & Puttha, R. (2018). Effects of Methods on Delay Browning of Ready-to-eat Fresh Pre-cut Jerusalem Artichokes. *Thai Science and Technology Journal*, 28(3), 466-479. (in Thai)
- Chincinska, I..A. (2021). Leaf infiltration in plant science: old method, new possibilities, *Plant Methods*, 17(1), 1-21.
- Faheem, I. P., Gopalakrishna, B., Mohsina, F. P., & Priya, S. (2021). Antioxidant activity of leaves and bark extracts of *Crataeva magna* plant. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 5(1), 1-8.
- Harbaum, B., Hubbermann, E. M., Zhu, Z., & Schwarz, K. (2008). Impact of Fermentation on Phenolic Compounds in Leaves of Pak Choi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*) and Chinese Leaf Mustard (*Brassica juncea* Coss). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(1), 148–157.
- 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(6), 2090-2097.
- Kampfenkel, K., Vanmontagu, M., & Inze', D. (1995). Extraction and determination of ascorbate and dehydroascorbate from plant tissue. *Analytical Biochemistry*, 225(1), 165-167.
- Maicaurkaew, S., Apirattananusorn, S., Lueamsaisuk, C., Junlakan, W., & Sribuathong, S. (2025). Effect of Fermentation on Physical and Chemical Characteristics, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity in Bitter Bean and Bamboo Shoot. *Recent Science and Technology*, 17(3), 263-787. (in Thai)
- Matthayom, W., Nochai, K., KoKaew, K., Pisapak, K., & Robmuang, D. (2020). Investigation of antioxidant capacity and antioxidant activity of Ma-huad (*Lepisanthes rubiginosa* (Roxb.) Leenh.) juice. *RMUTSB Academic Journal*, 8(2), 187-198. (in Thai)
- Moyano, M. J., Heredia, F. J., & Meléndez-martínez, A. J. (2010). The Color of Olive Oils : The Pigments and Their Likely Health Benefits and Visual and Instrumental Methods of Analysis. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 9(3), 278-291.

- Munmoh, S., Nilsamranchit, S., & Tatiang, S. (2021). Relationship of phenolic, flavonoid contents and antioxidant during phenological variation in leaves of two *Diospyros* species. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(2), 323-333. (in Thai)
- Namchot, J., Phasuk, S., & Thakonpakdee, P. (2013). Efficiency of *Feronia limonia* Swingle branch crude extract as antioxidant. *RMUTP Research Journal Special Issue*. The 5th Rajamangala University of Technology National Conference. 251-260. (in Thai)
- Pitikornpuangpetch, C., Saiduang, P., & Kongkaew, P. (2017). A Study of the Diversity of Local Fermented Foods and Food Security within the Taibru Ethnic Lower Khong Riverside Community in Thailand. *Humanities and Social Sciences Journal, Ubon Ratchathani Rajabhat University*, 8(2), 235-257. (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2014). *Food Chemistry*. Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Rungsardthong, V. (2016). *Fruit and Vegetable Processing Technology*. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Saharan, P., Sadh, P. K., & Duhan, J. S. (2017). Comparative assessment of effect of fermentation on phenolics, flavonoids and free radical scavenging activity of commonly used cereals. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 12, 236-240.
- Sa-nguanpuag, K., Wongs-Aree, C., Buanong, M., & Techavuthiporn, C. (2012). *Bioactive Contents and Antioxidant Capacities of Green Mango Fruits (Mangifera indica) in Thailand: Research reports*. (pp. 1-83). Bangkok: Thailand Science Research and Innovation. (in Thai)
- Silalai, N., Sirilert, T., Pornprapai, S., & Joemkrajae, K. (2019). Effect of Calcium Salt Solution and Sous Vide Technique on the Characteristics of Ready-to-Eat Carrot during Storage. In *The Proceedings of The 7th Academic Science and Technology Conference 2019*. (pp. 178-189). Thailand: Pathumthani. (in Thai)
- Songchan, K. (2021). *Reducing quality loss of fruits and vegetables*. Bangkok: Department of Agriculture. (in Thai)
- Sunetra, R., (2018). *Food Science and Nutrition*. New Delhi: Oxford University Press.

Teotia, M. S., Manan, J. K., & Saxena, A. K. (1987). Green Mango processing A Review. *Indian Food Packer*, 41(6), 75-86.

Tisadondilok, S., & Rattanasing, A. (2019). Antioxidant activities and total phenolic contents of crude ethanolic extract from matat (*dillenia indica*). *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 14(3), 104-116. (in Thai)

Yuenyongputtakal, W. (2013). Factors Influencing on Dewatering by Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables. *Burapha Science Journal*, 18(1), 226-233. (in Thai)

Zhao, Y. S., Eweys, A. S., Zhang, J. Y., Zhu, Y., Bai, J., Darwesh, O. M., Zhang, H. B., & Xiao, X. (2021). Fermentation affects the antioxidant activity of plant-based food material through the release and production of bioactive components. *Antioxidants*, 10, 1-15.