

การทดแทนน้ำตาลทรายด้วยสารสกัดจากหญ้าหวานในเครื่องดื่ม น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ ที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

ปัทมา หิรัญญิกาส*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ และเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้ายโดยแปรปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวาน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำตาลทั้งหมดเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ที่มีการใช้น้ำตาลทราย) พบว่าปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด โดยมีส่วนผสม ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ น้ำตาลทราย สารสกัดจากหญ้าหวาน และเกลือ ปริมาณร้อยละ 76.74, 3.44, 14.74, 4.90 และ 0.21 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง-สีเขียว (a^*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่ามีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงคะแนน 6.76-7.74 (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) ซึ่งแสดงถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่พัฒนาได้ พบว่าคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 16.74, 0.13, 0.00 และ 0.42 กรัม/ 100 กรัม ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมด 67.44 กิโลแคลอรี/ 100 กรัม มีพลังงานลดลงจากสูตรควบคุมร้อยละ 13.12 นอกจากนี้ยังมีวิตามินซีเท่ากับ 6.56 มิลลิกรัม/ 100 กรัม เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาในขวดแก้วปิดสนิท โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่าตรวจไม่พบ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* มีค่าต่ำกว่า < 1 CFU/ml ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมะม่วง (มอก.519-2527) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และปลอดภัยต่อการบริโภค สามารถนำไปใช้ต่อยอดเพื่อผลิตในระดับครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ : เครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์, สารสกัดจากหญ้าหวาน, พาสเจอร์ไรส์, คุณภาพทางจุลินทรีย์, คุณค่าทางโภชนาการ

* อาจารย์ประจำ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Corresponding author, email: patthama.hi@ssru.ac.th, Tel. 089-504-8463

Received : February 17, 2022; Revised : April 26, 2022; Accepted : April 28, 2022

Substitution of Sugar with Stevia Extract in Chock – Anan Raw Mango Juice through Pasteurization Process

Patthama Hirunyophat*

Abstract

The objectives of this research were to study the optimum percentage of stevia extract for use as a sucrose replacer in pasteurized Chock–Anan raw mango juice, and to study the shelf life of the final product. Four levels of stevia extracts (25, 50, 75, and 100% w/w of total sugar) were used to substitute the sugar content and compared to the control (Chock–Anan mango juice with sugar). The optimum replacement was 25% w/w. The ingredients were water, Chock–Anan raw mango juice, sugar, stevia extract, and salt as 76.74, 3.44, 14.74, 4.90, and 0.21% w/w, respectively which the product had a lightness (L^*), red-green values (a^*), and yellow-blue (b^*) values close to the control samples. The results of the sensory evaluation indicated that the developed pasteurized Chock–Anan raw mango juice had liking scores in the range of 6.76–7.74 (like slightly– like moderately), which shows the consumer acceptance of the product. The nutritional values showed that the developed pasteurized Chock–Anan mango juice consisted of carbohydrate, protein, fat, and ash by 16.74, 0.13, 0.00, and 0.42 grams/100 grams, respectively. The product contains 67.44 kcal/100 grams of the total energy. The total energy was reduced by 13.12% from the control formula. Vitamin C was also 6.56 milligrams/100 grams. A study of the shelf life in sealed glass bottles stored at refrigerated temperature (4°C) for 7 days found that *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were not detected at less than 1 CFU/ml criteria according to the guideline of the Standard for canned mango juice (TIS 519-2527). Therefore, it is concluded that the product can be developed as a healthy drink and safe for consumption. It can be further used for household and commercial production.

Keywords : Chock–Anan raw mango juice, Stevia extract, Pasteurized, Microbiological quality, Nutritional values

* Instructor, Home Economics Program, Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

Corresponding author, email: patthama.hi@ssru.ac.th, Tel. 089-504-8463

Received : February 17, 2022; **Revised :** April 26, 2022; **Accepted :** April 28, 2022

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้เมืองร้อนที่มีการผลิตและได้รับความนิยมในการบริโภคทั่วโลก เนื่องจากคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส และโภชนาการ (Brecht & Sidhu, 2017) โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลายในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถรับประทานได้ทั้งในระยะดิบและสุก เป็นพันธุ์ที่สามารถทำให้ติดผลนอกฤดูได้ง่ายกว่าพันธุ์อื่น โดยประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ประมาณ 70,214 ไร่ มีผลผลิตรวม ประมาณ 70,915 ตัน ทำให้มะม่วงมีราคาตกต่ำและปริมาณผลผลิตออกมามากเกินไปค่อนข้างมาก (มนตรี นันทสิทธิ์, 2556) แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร (36 กรัม/100 กรัม) วิตามิน (C และ E) สารประกอบฟีนอลิก (14.85–127.6 มิลลิกรัม/กรัม) และแร่ธาตุ (K, Mg และ Mn) (Santhirasegaram et al., 2015; Marçal & Pintado, 2021) สารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้บางชนิดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งเกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดและมะเร็ง จึงทำให้เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ ส่งผลให้มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ ได้แก่ มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม มะม่วงผง มะม่วงแผ่นกรอบ และน้ำมะม่วง เป็นต้น (Santhirasegaram et al., 2015) ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีการนำผลดิบของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์เพื่อสุขภาพ เพื่อแก้ปัญหาราคาผลผลิตมะม่วงตกต่ำ

การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นกระบวนการฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ การฆ่าเชื้อวิธีนี้สามารถทำลายเอนไซม์ต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) ทั้งนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต้องไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส โดยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ จะใช้เวลาและอุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 30 นาที (Low temperature long time) หรืออุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 15 วินาที (High temperature short time) แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า (วิไล รังสาดทอง, 2552; นิธิยา รัตนปนนท์, 2558) ซึ่งการใช้อุณหภูมิ และเวลาระดับนี้ยังไม่สามารถทำลายแบคทีเรียที่ทนร้อนอีกหลายชนิด จึงต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พาสเจอร์ไรส์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียสหรืออุณหภูมิต่ำเยือก เพื่อป้องกันการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่น และยับยั้งการงอกของสปอร์จึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค นอกจากนั้นการพาสเจอร์ไรส์ยังเป็นกระบวนการแปรรูปที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพ รสชาติของอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้ความร้อนในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การสเตอริไรส์ เป็นต้น (Wibowo et al., 2015)

สารสกัดจากหญ้าหวาน (*Stevia extract*) เป็นสารให้ความหวานที่ได้มาจากใบหญ้าหวาน ผ่านกระบวนการสกัดโดยใช้วิธีทางกายภาพหรือทางเคมี ทำให้ได้สารประกอบรสหวาน ปราศจากแคลอรี และไม่มีผลกระทบต่อร่างกายเมื่อรับประทานเข้าไป องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (US Food and Drug Administration, FDA) ได้พิจารณาและประกาศว่าสตีเวีย (*Stevia*) เป็นสารให้ความหวานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปว่าปลอดภัย (Abou - Arab et al., 2010) ซึ่งร่างกายสามารถขับออกมาโดยไม่มีการสะสมจึงเหมาะกับผู้ที่ใส่ใจสุขภาพ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ควบคุมน้ำตาลในเลือด และผู้ป่วยเบาหวานที่ยังต้องการรสหวาน สำหรับสารประกอบ

สตีวิโอไซด์เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือน้ำตาลซูโครส ซึ่งมีความหวาน 300 เท่าของน้ำตาลซูโครส (Mora & Dando, 2021) นอกจากนั้นสารสกัดนี้มีสมบัติค่อนข้างคงที่ในการให้ความร้อนและค่า pH ที่แตกต่างกัน (Honorio et al., 2021) สามารถทนความร้อนได้ดีถึง 200 องศาเซลเซียส โดยไม่ทำให้ความหวานเปลี่ยนแปลง จึงมีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่ ขนมหวาน ขนมอบ และเครื่องดื่ม เป็นต้น (Onsamlee, 2019)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ และเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยกระบวนการผลิตแบบพาสเจอไรส์ เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่ทำให้เกิดความสะอาดต่อการบริโภค และช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นการใช้สารสกัดจากใบหญ้าหวานยังเป็นแนวทางการพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และให้พลังงานต่ำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์
2. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่พัฒนาได้
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์

เตรียมน้ำมะม่วงโดยการนำเนื้อมะม่วง (ใช้มะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ ระยะเวลา 60 วัน นับจากออกดอก) ไปสกัดเป็นน้ำมะม่วงด้วยเครื่องสกัดน้ำผลไม้ จากนั้นนำน้ำมะม่วงมาศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน (Stevia extract powder 100% จากบริษัท ชูกาเวีย จำกัด) ที่เหมาะสม โดยการสูตรมาตรฐานการผลิตน้ำมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ ประกอบด้วยน้ำเปล่า มะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ น้ำตาลทราย และเกลือ เท่ากับ ร้อยละ 76.74, 3.44, 19.64 และ 0.21 ตามลำดับ (Santhirasegaram et al., 2015) จัดตั้งทดลองโดยแปรปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวาน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ทดแทนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทราย เปรียบกับตัวอย่างควบคุม (น้ำมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่มีการใช้น้ำตาลทราย ร้อยละ 100) จากนั้นนำมาผ่านวิธีการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรส์ โดยใช้ความร้อนต่ำ เป็นระยะเวลานาน (Low temperature long time) ที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อรักษาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้ บรรจุใส่ขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Wibowo et al., 2015) วิเคราะห์คุณภาพทางด้านสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละครั้งของการทดลองทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

1.1 วัดค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab (Hunter lab, ColorFlex, USA) ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ คือ วัตถุที่มีสีแดง, - คือ วัตถุที่มีสีเขียว) b* (+ คือ วัตถุที่มีสีเหลือง, - คือ วัตถุที่มีสีน้ำเงิน)

1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 คน เกณฑ์การคัดเลือกคือ มีอายุระหว่าง 18-60 ปี บริโภคผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้พาสเจอไรส์เป็นประจำ เป็นผู้ที่ไม่ม่ประวัติในการแพ้อาหาร ประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเข้มข้นของน้ำมะม่วง) และความชอบโดยรวม (Meilgaard, Civille & Carr, 1999)

2. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่พัฒนาได้

นำปริมาณการใช้สารสกัดจากหญาหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์จากการทดลองที่ 1 มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ตามวิธีของ AOAC (2019) คาร์โบไฮเดรต (รวมเส้นใยอาหาร) พลังงานทั้งหมด ตามวิธีการของ Darryl & Donald (1993) และวิตามินซี (Ascorbic acid) ตามวิธีการของ Compendium of Methods for Food Analysis (2003) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

นำผลิตภัณฑ์สุดท้ายบรรจุในขวดแก้วปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วันสุ่มตัวอย่างทุกวันที่ 0, 3, 5 และ 7 วัน มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) และสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ตามวิธีการของ BAM online (2001) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์ค่าสี วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ Independent-Sample T-test สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญาหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ จากการแปรปริมาณสารสกัดจากหญาหวาน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำตาลทั้งหมด เปรียบกับตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางสี (ตารางที่ 1) พบว่าปริมาณสารสกัดจากหญาหวาน ส่งผลต่อค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง-สีเขียว (a^*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อปริมาณสารสกัดจากหญาหวานเพิ่มขึ้น ทำให้ค่า L^* และ b^* มีค่าลดลง ในขณะที่ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้น น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่มีการแปรปริมาณสารสกัดจากหญาแทนน้ำตาลทราย ช่วงร้อยละ 25-75 ของน้ำตาลทั้งหมด จะให้ค่าสีที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะใส และสีเขียวออกเหลือง ในขณะที่ปริมาณสารสกัดจากหญา ร้อยละ 100 ของน้ำตาลทั้งหมด ทำให้ความสว่างของน้ำมะม่วงพันธุ์พาสเจอไรส์ลดลง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะขุ่นและขาวมากขึ้น (ภาพที่ 1)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 2) พบว่าปริมาณสารสกัดจากหญาหวาน ส่งผลต่อคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเข้มข้นของน้ำมะม่วง) และความชอบโดยรวมของน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเติมสารสกัดจากหญาหวานร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด มีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม อยู่ในช่วง 6.76-7.74 ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ในขณะที่เติมสารสกัดจากหญาหวาน มากกว่าร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด ส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะทาง

ประสาทสัมผัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม และร้อยละ 25 โดยเฉพาะปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร้อยละ 100 ของน้ำตาลทั้งหมด มีคะแนนความชอบต่ำกว่า 6.00 คะแนน ในคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ดังนั้นจากผลการทดลองปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสม ได้แก่ ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด ทำให้มีคุณภาพทางด้านสี และคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม

ตารางที่ 1 ค่าสีของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์จากการแปรปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานทดแทนการใช้น้ำตาลทราย

Treatments	Control*	25%	50%	75%	100%
L*	71.30 $\pm$ 0.06 ^a	67.50 $\pm$ 0.03 ^b	60.29 $\pm$ 0.02 ^c	57.78 $\pm$ 0.15 ^d	39.35 $\pm$ 0.15 ^e
a*	-0.96 $\pm$ 0.01 ^e	-0.82 $\pm$ 0.00 ^d	-0.65 $\pm$ 0.02 ^d	-0.11 $\pm$ 0.00 ^b	3.49 $\pm$ 0.03 ^a
b*	48.68 $\pm$ 0.10 ^a	30.78 $\pm$ 0.07 ^b	28.60 $\pm$ 0.01 ^c	25.51 $\pm$ 0.05 ^d	18.40 $\pm$ 0.01 ^e

^{a-e} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

L*: ค่าความสว่าง, a*: ค่าสีแดง-สีเขียว และ b*: ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน

* Control = น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ที่มีการใช้น้ำตาลทราย



ภาพที่ 1 ลักษณะสีของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์จากการแปรปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานทดแทนการใช้น้ำตาลทราย

ตารางที่ 2 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์จากการแปรปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานทดแทนการใช้น้ำตาลทราย

Treatments	Control*	25%	50%	75%	100%
Appearance	7.44 $\pm$ 1.18 ^a	7.10 $\pm$ 1.09 ^a	6.46 $\pm$ 1.70 ^b	6.38 $\pm$ 1.62 ^b	6.10 $\pm$ 1.90 ^b
Color	7.36 $\pm$ 1.25 ^a	7.02 $\pm$ 1.22 ^{ab}	6.74 $\pm$ 1.45 ^{bc}	6.58 $\pm$ 1.65 ^c	6.02 $\pm$ 1.86 ^d
Odor	7.08 $\pm$ 1.50 ^a	6.76 $\pm$ 1.46 ^a	6.12 $\pm$ 1.80 ^b	5.58 $\pm$ 1.97 ^c	5.10 $\pm$ 1.06 ^d
Taste	7.98 $\pm$ 1.51 ^a	7.38 $\pm$ 1.86 ^b	6.48 $\pm$ 1.10 ^c	5.72 $\pm$ 1.80 ^d	5.76 $\pm$ 1.12 ^d
Texture	7.74 $\pm$ 1.41 ^a	7.62 $\pm$ 1.75 ^a	6.92 $\pm$ 1.62 ^b	6.36 $\pm$ 1.69 ^c	5.76 $\pm$ 2.04 ^d
Overall liking	7.46 $\pm$ 1.43 ^a	7.74 $\pm$ 1.71 ^a	6.00 $\pm$ 1.86 ^b	5.16 $\pm$ 1.85 ^c	5.36 $\pm$ 1.88 ^c

^{a-e} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* Control = น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ที่มีการใช้น้ำตาลทราย

2. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่พัฒนาได้

เมื่อนำตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่มีการใช้น้ำตาลทราย และผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่พัฒนาได้ คือ การใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (ตารางที่ 3) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีค่าพลังงานทั้งหมด และคาร์โบไฮเดรตลดลง ในขณะที่ถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม อย่างไรก็ตามการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีน ไขมัน และวิตามินซี ($p > 0.05$) โดยคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่พัฒนาได้ ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 16.74, 0.13, 0.00 และ 0.42 กรัม/ 100 กรัม ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมด 67.44 กิโลแคลอรี/ 100 กรัม มีพลังงานลดลงจากสูตรควบคุม (80.56 กิโลแคลอรี) และปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 6.56 มิลลิกรัม/ 100 กรัม

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่พัฒนาได้ น้ำหนัก 100 กรัม

Nutritional values	Pasteurized Chock-Anan raw mango juice with 100% sugar	Developed pasteurized Chock-Anan raw mango juice
Total energy (kcal)	80.56 $\pm$ 0.02 ^a	67.44 $\pm$ 0.01 ^b
Total carbohydrate (g)*	20.03 $\pm$ 0.02 ^a	16.74 $\pm$ 0.02 ^b
Moisture (g)	80.69 $\pm$ 0.40 ^b	82.13 $\pm$ 0.51 ^a
Protein (g) ^{ns}	0.12 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.01
Fat (g) ^{ns}	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
Ash (g)	0.20 $\pm$ 0.02 ^b	0.42 $\pm$ 0.01 ^a
Vitamin C (mg) ^{ns}	6.55 $\pm$ 0.01	6.57 $\pm$ 0.02

a, b ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* คีตรวมเส้นใยอาหาร

3. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่าตรวจไม่พบ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งมีค่าต่ำกว่า < 1 CFU/ml ในตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมะม่วง (มอก.519-2527)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่พัฒนาได้ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วัน

Microbiological qualities	Storage time (days)			
	0	3	5	7
<i>Escherichia coli</i>	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1 CFU/ml	< 1 CFU/ml	< 1 CFU/ml	< 1 CFU/ml

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่เหมาะสมแทนน้ำตาลซูโครสในเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์

การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง ความเป็นสีเขียว และความเป็นสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยการที่ตัวอย่างควบคุมมีค่าความสว่างสูงสุด เนื่องจากมีความใสมากกว่าน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ซึ่งเกิดจากการที่น้ำตาลทรายมีสมบัติด้านการละลาย และการกระจายตัวในน้ำมากกว่าสารสกัดจากหญ้าหวาน (Podgornova & Petrov, 2014) ปริมาณการละลายได้มากถึงร้อยละ 100 ขึ้นกับความเข้มข้น และอุณหภูมิ ประกอบกับน้ำตาลทราย มีลักษณะอนุภาคเป็นผลึกใส เมื่ออยู่ในรูปสารละลายจะให้ความใสแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้การลดปริมาณน้ำตาลจึงมีผลต่อค่าความสว่างของน้ำผลไม้ ในขณะที่สารสกัดจากหญ้าหวานมีลักษณะอนุภาคเป็นผลึกสตีวียอไซด์บริสุทธิ์ (ผงสีขาว) เมื่ออยู่ในรูปสารละลายทำให้ผลิตภัณฑ์มีความขุ่นเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการตกตะกอนบางส่วนของอนุภาคแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำในน้ำผลไม้ นอกจากนั้นยังเกิดจากปัจจัยร่วมของโครงสร้างของเนื้อเยื่อและองค์ประกอบในผลไม้ รวมถึงสารประกอบเพคตินถูกสกัดออกมาแขวนลอยในน้ำผลไม้ ทำให้เกิดความขุ่นในน้ำผลไม้ (Azhuvalappil et al., 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Carbonell-Capella et al (2017) รายงานว่าความเข้มข้นของสารสกัดหญ้าหวานมีอิทธิพลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในการแปรรูปเครื่องดื่มน้ำผลไม้โดยใช้เทคนิคพัลส์สนามไฟฟ้าแรงสูง โดยมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่างลดลง สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ปริมาณร้อยละ 25-50 ของน้ำตาลทั้งหมด เป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเข้มข้นของน้ำมะม่วง) และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม อยู่ในช่วง 6.00-7.00 คะแนน แต่เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด มีคะแนนความชอบมากกว่าร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองค่าสี โดยสารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 25 จะให้ค่าความสว่างมากที่สุด แสดงถึงผลิตภัณฑ์ที่มีความใส ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของน้ำผลไม้ ในขณะที่ปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวาน มากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำตาลทั้งหมด คะแนนความชอบโดยรวมมีค่าต่ำกว่า 6.00 คะแนน Giménez, Ares & Gámbaro (2008) รายงานว่าคะแนนความชอบโดยเฉลี่ย 6.00 (ความชอบเล็กน้อย) จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale เป็นระดับคะแนนความชอบต่ำสุด ซึ่งแสดงถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นผลการทดลองที่ได้ยังเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Onsamlee (2019) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมสดมะพร้าวอ่อน มีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เนื่องจากน้ำตาลทรายจะมีรสหวานกลมกล่อมมากกว่าสารให้ความหวานเกือบทุกชนิด นอกจากนั้น Yildiz & Karhan (2021) รายงานว่าการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน (Stevia extract) ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอาจทำให้เกิดความรู้สึกฝาดและขมตกค้างอยู่ในลำคอ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกรยอมรับทางประสาทสัมผัส (Mora & Dando, 2021) แต่อย่างไรก็ตามสารสกัดจากหญ้าหวานมีการใช้อย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะกลุ่มน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง เนื่องจากประโยชน์ในเชิงสุขภาพ (Honorio et al., 2021)

2. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่พัฒนาได้

การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในน้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ ส่งผลให้มีค่าพลังงานลดลงจากสูตรควบคุมร้อยละ 13.12 เนื่องจากสารสกัดจากหญ้าหวาน เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือน้ำตาลซูโครส ซึ่งมีความหวาน 300 เท่าของน้ำตาลทราย และปราศจากพลังงาน (Abou-Arab et al., 2010; Mora & Dando, 2021) ซึ่งการบริโภคเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลสูง ส่งผลถึงการควบคุมน้ำตาลกลูโคสในร่างกายให้เกิดความสมดุล ต้องอาศัยการทำงานของฮอร์โมนและเอนไซม์หลายชนิดร่วมกัน ถ้าระบบเมแทบอลิซึมผิดปกติจะทำให้เป็นโรคเบาหวานได้ (Onsamlee, 2019) ทำให้มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในเครื่องดื่มผลไม้ เพื่อลดปริมาณพลังงานกันอย่างแพร่หลาย (Carbonell-Capella et al., 2017; Honorio et al., 2021) สำหรับผลของการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานไม่ได้ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนไขมัน และวิตามินซีในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ โดยเฉพาะวิตามินซี มีค่าเท่ากับ 6.57 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เนื่องจากมะม่วงมีวิตามินซีเป็นองค์ประกอบ (Santhirasegaram et al., 2015; Marçal & Pintado, 2021) ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย (Santhirasegaram et al., 2015)

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ สามารถกำหนดได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งหลังจากการผลิต และบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารยังคงรักษาระดับคุณภาพที่ต้องการซึ่งเป็นที่ยอมรับสำหรับการบริโภค นอกจากนี้ อายุการเก็บรักษาสามารถได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายใน เช่น คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์) และปัจจัยภายนอก เช่น สิ่งแวดล้อม (Wibowo et al., 2015) สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยตรวจไม่พบ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งมีค่าต่ำกว่า < 1 CFU/ml ในตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมะม่วง (มอก.519-2527) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรส์ โดยใช้ความร้อนต่ำเป็นระยะเวลานาน (LTLT) สามารถป้องกันการเจริญของ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้ ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอไรส์ที่พัฒนาได้ปลอดภัยต่อการบริโภค แต่อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิ และเวลาระดับนี้ยังไม่สามารถทำลายแบคทีเรียที่ทนร้อนอีกหลายชนิด จึงต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พาสเจอไรส์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียสหรืออุณหภูมิตู้เย็น เพื่อป้องกันการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่น และยับยั้งการงอกของสปอร์จึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Wibowo et al., 2015) Lan et al (2021) รายงานว่าการเก็บรักษาน้ำมะม่วงสดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีปริมาณของ *Escherichia coli* ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งบ่งชี้ว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ Kaddumukasa et al (2017) รายงานว่าการเก็บรักษาน้ำผลไม้สดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพลงในระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งเร่งการเสื่อมสภาพทางชีวภาพของน้ำผลไม้ได้

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์พาสเจอร์ไรส์ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 25 ของน้ำตาลทั้งหมด ซึ่งมีส่วนผสม คือ น้ำเปล่า น้ำมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ น้ำตาลทราย สารสกัดจากหญ้าหวาน และเกลือ ปริมาณร้อยละ 76.74, 3.44, 14.74, 4.90 และ 0.21 ตามลำดับ จัดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ซึ่งเหมาะสมต่อผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคน้ำตาล ควบคุมน้ำหนัก หรือลดความเสี่ยงการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง และเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ โดยเฉพาะวิตามินซี นอกจากนี้กระบวนการผลิตแบบพาสเจอร์ไรส์ ยังเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่ทำให้เกิดความสะอาดต่อการบริโภค และช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการได้เป็นอย่างดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ปลอดภัยต่อการบริโภค และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในเชิงพาณิชย์และระดับครัวเรือนได้ อีกทั้งการแปรรูปน้ำผลไม้จากมะม่วงดิบยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรได้

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนานนท์. (2558). *หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มนตรี นันทสิทธิ์. (2556). *การปลูกมะม่วง*. กรุงเทพฯ: เกษตรสยาม.
- วิไล รังสาดทอง. (2552). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2527). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมะม่วง (มอก. 519-2527)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A., & AbuSalem, M. F. (2010). Physico- chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science*, 4(5), 269-281.
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis*. (21st ed.). Rockville, MD: AOAC International.
- Azhuvalappil, Z., Fan, X., Geveke, D.J., & Zhang, H.Q. (2010). Thermal and nonthermal processing of apple cider: storage quality under equivalent process conditions. *Journal of Food Quality*, 33(5), 612-631.
- BAM online. (2001). *Bacteriological Analytical Manual*. (8th ed.). Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>.
- Brecht, J.K., & Sidhu, J.S. (2017). *Handbook of Mango Fruit: Production, Postharvest Science, Processing Technology and Nutrition*. New York, USA: Wiley.
- Carbonell-Capella, J. M., Buniowska, M., Cortes, C., Zulueta, A., Frigola, A., & Esteve, M. J. (2017). Influence of pulsed electric field processing on the quality of fruit juice beverages sweetened with *Stevia rebaudiana*. *Food and Bioprocess Technology*, 10(1), 214-222. doi:10.1016/j.fbp.2016.11.012.
- Compendium of methods for food analysis. (2003). *Vitamin C*. Bangkok: Department of Medical Sciences and National Bureau of Agriculture Commodity and Food Standards.
- Darryl, M.S., & Donald, E.C. (1993). *Methods of analysis for nutrition labeling*. Arlington: Association of Official Analytical Chemists International.

- Giménez, A., Ares, G., & Gámbaro, A. (2008). Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores. *Journal of Sensory Studies*, 23(5), 571–582. doi.org/10.1111/j.1745-459X.2008.00173.x.
- Honorio, A. R., Soares, A. F., Lima, D. C. N. d., & Tribst, A. A. L. (2021). Passion fruit nectar sweetened with stevia and sucralose: Is perception affected by the regular consumption of sweeteners or diabetes?. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100404. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100404.
- Kaddumukasa, P., Imathiu, S., Mathara, J., & Nakavuma, J. (2017). Influence of physicochemical parameters on storage stability: Microbiological quality of fresh unpasteurized fruit juices. *Food Sciences and Nutrition*, 5(6), 1098-1105.
- Lan, T., Bao, T., Wang, J., Ge, Q., Zhang, H., Yang, W., Sun, X., & Ma, T. (2021). Shelf life of non-industrial fresh mango juice: Microbial safety, nutritional and sensory characteristics. *Food Bioscience*, 42, 101060.
- Marçal, S., & Pintado, M. (2021). Mango peels as food ingredient / additive: nutritional value, processing, safety and applications. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 472-489. doi:10.1016/j.tifs.2021.06.012.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., & Carr, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques* (3rd ed.). Florida, USA: CRC Press.
- Mora, M.R., & Dando, R. (2021). The sensory properties and metabolic impact of natural and synthetic sweeteners. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1554-1583.
- Onsamlee, G. (2019). Use of stevia extract in coconut milk pudding. *Thai Science and Technology Journal*, 28(6), 1075-1085.
- Podgornova, N.M., & Petrov, S.M. (2014). Composite products based on crystalline sugar with sweetener additives. *International Journal of Applied Research*, 10, 17-20.
- Santhirasegaram, V., Razali, Z., George, D. S., & Somasundram, C. (2015). Comparison of UV-C treatment and thermal pasteurization on quality of Chokanan mango (*Mangifera indica* L.) juice. *Food and Bioprocesses*, 94, 313-321. doi:10.1016/j.fbp.2014.03.011.
- Wibowo, S., Grauwet, T., Gedefa, G. B., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2015). Quality changes of pasteurised mango juice during storage. Part I: Selecting shelf-life markers by integration of a targeted and untargeted multivariate approach. *Food Research International*, 78, 396-409. doi:10.1016/j.foodres.2015.09.002.
- Yildiz, M., & Karhan, M. (2021). Characteristics of some beverages adjusted with stevia extract, and persistence of steviol glycosides in the mouth after consumption. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 100326. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100326.

