

การพัฒนาแยมกล้วยเสาวรสูตรลดน้ำตาลด้วยการใช้หญ้าหวานทดแทน
เพื่อเป็นทางเลือกด้านสุขภาพ
DEVELOPMENT OF A REDUCED-SUGAR BANANA AND PASSION FRUIT JAM
SUBSTITUTED WITH STEVIA AS A HEALTH-ORIENTED PRODUCT

วันสนันท์ จันสถาพร^{1*} โยชิตา ชายทวีป² ชลธิชา ดาวเรือง³
ภัทรวดี สระหงษ์ทอง⁴ สมยศ รักซ์แม่ละเมา⁵ และศนิ จิระสถิตย์⁶
Wanassanan Chansataporn^{1*}, Yosita Chaitawee², Cholticha Dawruang³,
Phattarawadee Srahongthong⁴, Somyot Rakmaelamao⁵, and Sani Jirasatit⁶
^{1,2,3,4,5} คณะการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
⁶ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3,4,5} Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

⁶ Faculty of Science, Burapha University

Received: May 6, 2025 / Revised: June 9, 2025 / Accepted: June 17, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแยมกล้วยเสาวรสูตรลดน้ำตาลโดยใช้หญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานทดแทน เพื่อใช้กล้วยสุกซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มักเหลือใช้ในตลาดหรือมีอายุการเก็บรักษาสั้น ช่วยลดปัญหาการสูญเสียทางอาหารและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตร งานวิจัยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาสัดส่วนของกล้วยและเสาวร และการศึกษาระดับการแทนที่น้ำตาลด้วยหญ้าหวานในระดับร้อยละ 0, 50 และ 100 จากนั้นนำมาประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้บริโภคนับจำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่าสูตร F2 (กล้วย 150 กรัม : เสาวร 35 กรัม) เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากนั้นนำไปใช้ในการศึกษาการแทนที่น้ำตาล โดยเปรียบเทียบ 3 สูตร ได้แก่ S1 (สูตรควบคุม) S2 (แทนที่น้ำตาล ร้อยละ 50) และ S3 (แทนที่น้ำตาล ร้อยละ 100) ผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้บริโภคนับจำนวน 50 คน พบว่าสูตร S2 ได้รับความนิยมความชอบโดยรวมสูงสุด (7.30 ± 1.80) แตกต่างจากสูตรควบคุม (6.60 ± 1.75) และสูตร S3 (3.50 ± 1.90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร S3 ได้รับความนิยมรสหวานต่ำสุด (3.60 ± 1.80) และมีข้อเสนอแนะถึงรสขมปลายลิ้นจากหญ้าหวานจากการวิเคราะห์ความพอดี พบว่าในสูตร S3 รสหวานมีค่าขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง +25.64 (ควรลดลง) ขณะที่ความข้นหนืดและการกระจายตัวมีค่า -29.35 และ -34.38 (ควรเพิ่มขึ้น) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาแยมเพื่อสุขภาพที่ลดน้ำตาลและลดการสูญเสียทางอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: กล้วยหอม เสาวร แยม หญ้าหวาน

*Corresponding Author

E-mail: wanassananacha@pim.ac.th

Abstract

This research aimed to develop a reduced-sugar banana passion fruit jam using stevia as a sugar substitute. The objective was to utilize ripe bananas, a raw material often oversupplied in the market or with a short shelf life, thereby mitigating food loss and enhancing the value of agricultural produce. The study comprised two experimental parts: investigating the optimal ratio of banana to passion fruit, and evaluating various levels of sugar replacement with stevia at 0%, 50%, and 100%. Sensory characteristics were subsequently assessed by 50 consumers. The results indicated that formula F2 (150g banana : 35g passion fruit) was the most suitable based on sensory acceptance tests. This optimal formula was then used to study sugar replacement, comparing three formulations: S1 (control), S2 (50% sugar replacement), and S3 (100% sugar replacement). Sensory evaluation by 50 consumers revealed that formula S2 received the highest overall liking score (7.30 ± 1.80), which was statistically and significantly different from the control formula (6.60 ± 1.75) and formula S3 (3.50 ± 1.90) ($p \leq 0.05$). Formula S3 received the lowest sweetness score (3.60 ± 1.80) and elicited comments regarding a bitter aftertaste from the stevia. Analysis of the just-about-right (JAR) scale for formula S3 showed that sweetness had a size and direction of difference of +25.64 (should be reduced), while viscosity and spread ability had values of -29.35 and -34.38, respectively (should be increased). This study demonstrates an effective approach for developing healthy, reduced-sugar jams and mitigating food loss.

Keywords: Banana, Passion Fruit, Jam, Stevia

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีลักษณะภูมิประเทศหลากหลาย ส่งผลให้สามารถเพาะปลูกผลไม้ได้หลากหลายชนิด ทั้งผลไม้ท้องถิ่น เช่น กล้วย มะละกอ ส้มโอ มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ ส้ม ฝรั่ง และทุเรียน รวมถึงผลไม้ที่นำเข้าจากต่างประเทศและสามารถปรับตัวเจริญเติบโตในประเทศไทยได้ดี เช่น สตรอว์เบอร์รี แอปเปิ้ล และเสาวรส ผลไม้เหล่านี้ไม่เพียงมีความหลากหลายทางรสชาติและรูปลักษณ์เท่านั้น แต่ยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าสนใจ

อย่างไรก็ตามผลไม้ดังกล่าวมีลักษณะเน่าเสียง่ายและสุกเร็ว ทำให้เกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว (Post-harvest Losses) และกลายเป็นขยะอาหาร (Food Waste) ในปริมาณมาก ข้อมูล

จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พบว่า มีการสูญเสียผลไม้และผักสดก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 15% หลังการเก็บเกี่ยว 9% และในกระบวนการแปรรูปและบรรจุภัณฑ์ระหว่างการขนส่งและการค้าประมาณ 25% การสูญเสียเหล่านี้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร แต่ยังมีผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ (Office of Agricultural Economics, 2015)

การพัฒนาและแปรรูปผลไม้ที่เน่าเสียง่าย เช่น การผลิตแยมจากกล้วยและเสาวรสสูตรลดน้ำตาลโดยใช้สารให้ความหวานทดแทน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว เพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร และตอบสนอง

ต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (SDG 12.3) ที่มุ่งลดการสูญเสียและขยะอาหารทั่วโลกภายในปี 2030 (Sahakian et al., 2020)

กล้วยหอม (*Musa sapientum* Linn.) และเสาวรส (*Passiflora edulis* Sims) เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ กล้วยหอมมีรสหวานตามธรรมชาติและมีปริมาณน้ำตาลสูง โดยมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ซูโครส (Sucrose) ฟรุคโทส (Fructose) และกลูโคส (Glucose) ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการรสหวาน เช่น แยม และขนมหวานต่าง ๆ นอกจากนี้ กล้วยหอมยังเป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น วิตามินบีหก วิตามินซี โพแทสเซียม และแมงกานีส ซึ่งมีบทบาทในการสนับสนุนระบบประสาทและการทำงานของกล้ามเนื้อ (Chantarathepithimakul et al., 2021)

เสาวรสเป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวและมีความเป็นกรดสูง ทำให้เหมาะสำหรับการใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรักษาค่า pH ให้มีความเหมาะสม เช่น แยม ซึ่งมีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า pH ระหว่าง 2.80-3.50 เสาวรสยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี เบต้าแคโรทีน และฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีส่วนช่วยในการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันและลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรัง (Singhatong et al., 2013)

การผสมผสานระหว่างกล้วยหอมและเสาวรสในการผลิตแยมจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ โดยกล้วยหอมช่วยเพิ่มความหวานตามธรรมชาติ ขณะที่เสาวรสช่วยปรับสมดุลรสชาติและค่า pH ของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม การบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคอ้วนและโรคเบาหวาน ดังนั้นการใช้สารให้ความหวานจากธรรมชาติ เช่น สารสกัดจากหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana*) ซึ่งมีความหวาน

มากกว่าน้ำตาลทรายถึง 200-300 เท่า แต่ไม่ให้พลังงาน จึงเป็นทางเลือกที่ดีในการลดปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร (Gunnars, 2023)

การพัฒนาแยมกล้วยเสาวรสสูตรลดน้ำตาลโดยใช้สารให้ความหวานทดแทนจึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน และสอดคล้องกับแนวโน้มการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและพลังงานต่ำ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการทดแทนน้ำตาลด้วยหญ้าหวานในสัดส่วนต่าง ๆ ต่อรสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมกล้วยเสาวรส

บททวนวรรณกรรม

การผลิตแยมเป็นกระบวนการที่ใช้ส่วนประกอบจากผลไม้ผสมกับน้ำตาลหรือน้ำผลไม้เข้มข้นเพื่อให้ได้ความข้นเหนียวพอเหมาะ แยมต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่องแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในขณะบรรจุที่ปิดสนิท (Ministry of Public Health, 2000) ซึ่งระบุว่าแยมต้องมีกลิ่นและรสชาติที่ตรงตามลักษณะของแยมประเภทนั้น ๆ เช่น เยลลี่ หรือมาร์มาเลด และมีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก นอกจากนี้ยังต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 2.80-3.50 และไม่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหรือสารพิษในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

กล้วยหอมเป็นผลไม้ที่มีความต้องการสูงทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งนำเข้ากล้วยหอมมากกว่า 8,000 ตันต่อปี (Hemsmiiti, 2024) การพัฒนาคุณภาพกล้วยหอมจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อรักษาความเชื่อมั่นในตลาดนี้ และ

สร้างความมั่นคงให้กับเกษตรกรในประเทศที่อาจได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ส่วนเสาวรสซึ่งมีต้นกำเนิดจากอเมริกาใต้ มีลักษณะผลกลมและสีแตกต่างกันตามสายพันธุ์ เช่น สีม่วง สีเหลือง หรือสีส้ม โดยในประเทศไทยปลูกได้ทั้งสามสายพันธุ์ ผลเสาวรสมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น วิตามินซี วิตามินเอ และแคลเซียม ซึ่งทำให้เสาวรสเป็นผลไม้ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาผลิตแยม (United States Department of Agriculture, 2023)

ในปัจจุบันการบริโภคน้ำตาลในปริมาณที่มากเกินไปถือเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคอ้วน เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ องค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำให้ผู้ใหญ่และเด็กบริโภคน้ำตาลไม่เกิน 6 ช้อนชาหรือ 24 กรัมต่อวัน โดยเฉพาะในประเทศไทยพบว่าเด็กในช่วงอายุ 6-14 ปี เป็นกลุ่มที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลในปริมาณมาก การปรับพฤติกรรมการบริโภคน้ำตาลจึงเป็นเรื่องสำคัญ และการเลือกอาหารและเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำหรือปรับสูตรหวานน้อยถือเป็นทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพ

การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล (Non-nutritive Sweeteners) เช่น ซูคราโลส มอลทิทอล และสตีเวีย เป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการลดปริมาณน้ำตาลลง เช่น ในแยม สารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะให้รสหวานแต่ไม่ให้พลังงานหรือให้พลังงานต่ำ ทำให้เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหรือควบคุมน้ำหนัก (Silva et al., 2023) อย่างไรก็ตามสารให้ความหวานบางประเภทโดยเฉพาะสารให้ความหวานสังเคราะห์ อาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงได้หากบริโภคในปริมาณมาก เช่น ปวดศีรษะ คลื่นไส้ หรือปัญหากระเพาะอาหาร (Silva et al., 2023)

ในประเทศไทยได้มีการนำสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้

หลายชนิด เช่น การพัฒนาแยมจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยใช้สารให้ความหวานทดแทน เช่น ซูคราโลส มอลทิทอล และสตีเวีย โดยศึกษาและตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี เช่น ความหนืด สี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความชื้น และค่าพลังงาน รวมถึงศึกษาปริมาณสารให้ความหวานในสัดส่วนต่าง ๆ เช่น ซูคราโลส ร้อยละ 30, 40 และ 50 มอลทิทอล ร้อยละ 50, 60 และ 70 และสตีเวีย ร้อยละ 0.14, 0.16 และ 0.18 (Ninlanon & Puttame, 2020) อีกทั้งยังมีการพัฒนาแยมมะขามเทศโดยใช้มอลทิทอลไซรัปแทนน้ำตาลทรายเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและลดน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาอัตราส่วนของน้ำตาลทรายและมอลทิทอลไซรัปที่อัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 (Suktanarak et al., 2020)

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการเตรียมแยมกล้วยเสาวรส

กล้วยและเสาวรสที่ใช้ในการทดลองซื้อมาจากตลาดท้องถิ่นในจังหวัดนนทบุรี ขั้นตอนการผลิตแยมกล้วยเสาวรสเริ่มจากการปอกเปลือกกล้วยสุกที่มีผิวสีเหลืองทั่วทั้งผลโดยไม่มีรอยคล้ำจากการงอม แล้วบดให้ละเอียด ส่วนเสาวรสนำมาคว้านเอาเฉพาะเนื้อไปปั่นให้ละเอียด จากนั้นกรองด้วยตะแกรงละเอียด 2 ครั้งเพื่อแยกเมล็ดออกให้หมด แล้วชั่งกล้วยหอมบดและเสาวรสตามสูตรที่กำหนด (ตารางที่ 1) จากนั้นนำส่วนผสมดังกล่าวมาต้มด้วยไฟปานกลางจนเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วเติมน้ำตาลทรายขาว เพคติน กล้วยหวาน และเกลือลงไปตามสูตรที่กำหนด เคี่ยวต่อประมาณ 3 นาทีเพื่อให้ส่วนผสมข้นสม่ำเสมอ แล้วเติมกรดซิตริก จากนั้นต้มจนเดือดอีกครั้ง วัดค่าของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Soluble Solids) ลดอุณหภูมิของแยมลงให้อยู่ในช่วงประมาณ 85-90 องศาเซลเซียส ก่อนบรรจุลงในขวดโหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการต้มในน้ำเดือดนาน 20 นาที จากนั้นปิดฝาให้สนิท และเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

การศึกษาอัตราส่วนของกล้วยและเสาวรสต่อการผลิตแยม

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างกล้วยและเสาวรสในการพัฒนาแยมสูตรลดน้ำตาล โดยคงปริมาณของส่วนผสมอื่น ๆ ให้เท่ากันในทุกสูตร เพื่อควบคุมตัวแปรและให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบของอัตราส่วนกล้วยและเสาวรสได้อย่างชัดเจน การเตรียมแยมแบ่งออกเป็น 3 สูตรดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้รหัส “F” (Fruit Ratio) ตามด้วยหมายเลขในการแทนชื่อสูตร

ตารางที่ 1 สูตรและส่วนผสมของแยมกล้วยเสาวรสที่มีอัตราส่วนของกล้วยต่อเสาวรสแตกต่างกัน

ส่วนผสม	สูตร F1	สูตร F2	สูตร F3
กล้วย (กรัม)	160	150	140
เสาวรส (กรัม)	20	30	40
น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	30	30	30
หญ้าหวาน (กรัม)	10	10	10
เพคติน (กรัม)	5	5	5
กรดซิตริก (กรัม)	5	5	5
เกลือ (กรัม)	1	1	1

การศึกษาปริมาณน้ำตาลและสารให้ความหวานที่เหมาะสม

หลังจากได้สูตรที่มีอัตราส่วนกล้วยและเสาวรสที่เหมาะสมจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยพิจารณาจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดจากผู้บริโภค จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณน้ำตาลและทดแทนด้วยสารให้ความหวานตามสูตร (ตารางที่ 2) เพื่อพัฒนาแยมสูตรลดน้ำตาลที่ยังคงมีคุณสมบัติด้านรสชาติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้รหัส “S” (Sweetener Ratio) ตามด้วยหมายเลขในการแทนชื่อสูตร การคำนวณสัดส่วนการแทนน้ำตาล (ร้อยละ) ทำโดยพิจารณาจากสูตรควบคุม (สูตรที่ 1) ซึ่งมีน้ำตาลทรายขาว 30 กรัมเป็นฐานความหวานร้อยละ 100 โดยสูตรที่ 2 และ 3 ปรับสัดส่วนความหวานโดยแทนที่บางส่วนหรือทั้งหมดด้วยหญ้าหวานที่มีความหวานเทียบเท่ากับน้ำตาล

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของแยมกล้วยเสาวรสสูตรลดน้ำตาลโดยการแทนที่น้ำตาลทรายด้วยหญ้าหวานในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

ส่วนผสม	สูตร S1 (สูตรควบคุม)	สูตร S2 (แทนที่น้ำตาล 50%)	สูตร S3 (แทนที่น้ำตาล 100%)
กล้วย (กรัม)	150 กรัม	150 กรัม	150 กรัม
เสาวรส (กรัม)	35 กรัม	35 กรัม	35 กรัม
น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	30 กรัม	15 กรัม	-
หญ้าหวาน (กรัม)	-	5 กรัม	10 กรัม

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของแยมกล้วยเสาวรสสูตรลดน้ำตาลโดยการแทนที่น้ำตาลทรายด้วยหญ้าหวานในสัดส่วนที่แตกต่างกัน (ต่อ)

ส่วนผสม	สูตร S1 (สูตรควบคุม)	สูตร S2 (แทนที่น้ำตาล 50%)	สูตร S3 (แทนที่น้ำตาล 100%)
เพคติน (กรัม)	5 กรัม	5 กรัม	5 กรัม
กรดซิตริก (กรัม)	5 กรัม	5 กรัม	5 กรัม
เกลือ (กรัม)	1 กรัม	1 กรัม	1 กรัม
สัดส่วนการแทนน้ำตาล (%)	0	50	100

การวัดค่าความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Soluble Solids: TSS)

ทำโดยใช้เครื่องมือ Hand Held Refractometer โดยการหยดสารละลายที่ต้องการทราบค่าบนแผ่นปริซึม ปิดด้วยแผ่นปิด แล้วส่องมองผ่านช่องในที่มีแสงจะมองเห็นเป็นแถบสี ที่อ่านค่าตัวเลขได้ ตามสเกลที่เครื่องกำหนดไว้ เช่น เป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นความเข้มข้นของน้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำผลไม้ ที่วัดได้ มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}\text{Brix}$)

เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแยมกล้วยเสาวรสนิตต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามคัดเลือกผู้ทำการทดสอบ (Screen Question) ประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับชนิดของแยมที่บริโภคและความถี่ในการบริโภคแยมเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้บริโภคแยมจากผลไม้ที่ชื่นชอบการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ อย่างน้อย 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ ในช่วงอายุ 20-60 ปี จำนวน 50 คน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความชอบและความพอดิ ต่อผลิตภัณฑ์แยมกล้วยเสาวรส โดยใช้วิธีการกำหนดทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมกล้วยเสาวรสทั้ง 3 ตัวอย่างในแต่ละการทดลอง โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนในการประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสสำหรับอาหารที่พัฒนาขึ้นใหม่หรือเปรียบเทียบระหว่างชนิดของอาหาร เช่น

ประเมินคุณลักษณะด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ โดยการใช้การให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point (9 Points Hedonic Scale) ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยทำการทดสอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่นกล้วย กลิ่นเสาวรสรสเปรี้ยวของแยม รสหวานของแยม ความข้นหนืด การกระจายของแยม และความชอบโดยรวม นอกจากนี้ยังให้กลุ่มผู้ทดสอบให้คะแนนความพอดิต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ด้านสี กลิ่นกล้วย กลิ่นเสาวรส รสเปรี้ยวของแยม รสหวานของแยม ความข้นหนืด และการกระจายของแยม โดยใช้คะแนนแบบ JAR (Just About Right) ที่มีคะแนนตั้งแต่ 1 (น้อยไป) 2 (พอดิ) และ 3 (มากไป)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ผลความพอดิเพื่อหาทิศทางในการปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยการหาค่าขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง (Net Score) ซึ่งคำนวณจากร้อยละของคะแนนมากไปลบด้วยร้อยละของคะแนนน้อยไป และกำหนดว่าหากค่าขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างตัวอย่างของคุณลักษณะใดมี

คะแนนต่ำกว่า -20 แสดงว่าควรปรับคุณลักษณะนั้นเพิ่ม และหากสูงกว่า 20 แสดงว่าควรปรับคุณลักษณะนั้นลดลง หากคะแนนอยู่ระหว่าง -20 ถึง 20 แสดงว่าไม่จำเป็นต้องปรับคุณลักษณะนั้น ๆ แล้ว (Liamkaew & Chompreda, 2018)

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของการแปรอัตราส่วนระหว่าง

กล้วยและเสาวรสในการผลิตแยม (ตารางที่ 3) พบว่าสูตร F2 ซึ่งใช้กล้วย 150 กรัม และเสาวรส 35 กรัม มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านสีสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากผู้บริโภครวม 50 คน ขณะที่สูตร F3 ซึ่งมีปริมาณเสาวรสสูงถึง 40 กรัม ส่งผลให้รสชาติเปรี้ยวมีความโดดเด่นเกินไป จนมีคะแนนความชอบต่ำที่สุด และแตกต่างจากสูตร F1 และ F2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าคะแนนความชอบของแยมกล้วยเสาวรสที่อัตราส่วนของกล้วยและเสาวรสแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	สูตร F1	สูตร F2	สูตร F3
สี	5.84 ± 1.72^b	6.96 ± 2.22^a	3.00 ± 1.90^c
กลิ่นกล้วย	5.93 ± 1.79^a	6.10 ± 2.15^a	3.20 ± 2.10^b
กลิ่นเสาวรส	6.56 ± 1.79^a	6.50 ± 2.07^a	3.10 ± 1.80^b
รสเปรี้ยวของแยม	6.56 ± 1.66^a	6.71 ± 1.93^a	2.90 ± 1.70^b
รสหวานของแยม	6.78 ± 1.79^a	6.53 ± 1.91^a	3.20 ± 1.80^b
ความข้นหนืด	6.56 ± 1.79^a	6.62 ± 1.75^a	3.00 ± 1.60^b
การกระจายของแยม	6.78 ± 1.79^a	6.90 ± 1.71^a	3.30 ± 1.85^b
ความชอบโดยรวม	6.56 ± 1.79^a	6.90 ± 1.93^a	3.40 ± 1.90^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านการศึกษาปริมาณน้ำตาลและสารให้ความหวานที่เหมาะสม (ตารางที่ 4) พบว่า สูตร S1 (สูตรควบคุม) ได้รับความชอบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลที่เพียงพอในการสร้างรสหวานและช่วยในการตั้งรูปของแยมร่วมกับเพคติน สูตร S2 (แทนที่น้ำตาล 50%) ได้รับความชอบใกล้เคียงสูตรควบคุม โดยไม่มีรสขมติดปลาย และยังคงรสหวานอย่างสมดุล ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับได้ดี จึงเป็นสูตรที่มีศักยภาพในการพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์ สูตร S3 (แทนที่น้ำตาล 100%) แม้มีความหวานเพียงพอ แต่พบว่าผู้บริโภครายใหญ่ให้คะแนนรสชาติและกลิ่น

ลดลง เนื่องจากมีรสขมติดลิ้นหรือกลิ่นเฉพาะตัวของหญ้าหวานที่เด่นชัดเกินไป และเนื้อสัมผัสของแยมมีแนวโน้มเหลวกว่าสูตรอื่น ซึ่งอาจเกิดจากการไม่มีน้ำตาลที่ช่วยในการคงรูป ส่วนด้านความพอดี (ตารางที่ 5-7) พบว่า สูตร S1 และ S2 มีลักษณะทั้งหมดอยู่ในระดับพอดี ไม่มีข้อที่ต้องปรับปรุง ส่วนสูตร S3 พบว่าควรปรับปรุง 3 ด้าน ได้แก่ รสหวานมากเกินไป (ควรลดลง) ความข้นหนืดน้อยไป และการกระจายตัวของแยมน้อยไป (ควรเพิ่มขึ้น) ซึ่งอาจเกิดจากการแทนน้ำตาลทั้งหมดด้วยหญ้าหวานที่ส่งผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4 ค่าคะแนนความชอบของแยมกล้วยเสาวรสที่มีปริมาณน้ำตาลและสารให้ความหวานแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	สูตร S1 (สูตรควบคุม)	สูตร S2 (แทนที่น้ำตาลร้อยละ 50)	สูตร S3 (แทนที่น้ำตาลร้อยละ 100)
สี	6.10 ± 1.80 ^b	7.25 ± 1.65 ^a	3.50 ± 1.95 ^c
กลิ่นกล้วย	6.05 ± 1.70 ^b	7.00 ± 1.85 ^a	3.40 ± 1.90 ^c
กลิ่นเสาวรส	6.50 ± 1.75 ^b	6.95 ± 1.60 ^a	3.30 ± 1.85 ^c
รสเปรี้ยวของแยม	6.20 ± 1.60 ^b	7.10 ± 1.70 ^a	2.80 ± 1.70 ^c
รสหวานของแยม	6.40 ± 1.75 ^b	7.15 ± 1.65 ^a	3.60 ± 1.80 ^c
ความข้นหนืด	6.30 ± 1.85 ^b	7.05 ± 1.60 ^a	3.10 ± 1.70 ^c
การกระจายของแยม	6.45 ± 1.70 ^b	7.20 ± 1.55 ^a	3.25 ± 1.85 ^c
ความชอบโดยรวม	6.60 ± 1.75 ^b	7.30 ± 1.80 ^a	3.50 ± 1.90 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ค่าความพอดี (JAR) ของแยมกล้วยเสาวรสสูตร S1 (สูตรควบคุม)

ลักษณะ	น้อยไป (%)	พอดี (%)	มากไป (%)	Net Score (%มากไป - %น้อยไป)	ทิศทางการ ปรับปรุง
สี	5.00	72.50	22.50	17.50	ไม่ต้องปรับปรุง
กลิ่นกล้วย	10.00	70.00	20.00	10.00	ไม่ต้องปรับปรุง
กลิ่นเสาวรส	7.50	75.00	17.50	10.00	ไม่ต้องปรับปรุง
รสเปรี้ยวของแยม	8.75	73.75	17.50	8.75	ไม่ต้องปรับปรุง
รสหวานของแยม	6.25	76.25	17.50	11.25	ไม่ต้องปรับปรุง
ความข้นหนืด	5.00	78.75	16.25	11.25	ไม่ต้องปรับปรุง
การกระจายตัวของแยม	3.75	80.00	16.25	12.50	ไม่ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 6 ค่าความพอดี (JAR) ของแยมกล้วยเสาวรสสูตร S2 (แทนที่น้ำตาลร้อยละ 50)

ลักษณะ	น้อยไป (%)	พอดี (%)	มากไป (%)	Net Score (%มากไป - %น้อยไป)	ทิศทางการ ปรับปรุง
สี	4.38	73.44	22.18	17.80	ไม่ต้องปรับปรุง
กลิ่นกล้วย	8.12	74.38	17.50	9.38	ไม่ต้องปรับปรุง
กลิ่นเสาวรส	6.88	76.25	16.87	10.00	ไม่ต้องปรับปรุง
รสเปรี้ยวของแยม	7.50	75.00	17.50	10.00	ไม่ต้องปรับปรุง
รสหวานของแยม	5.62	76.88	17.50	11.88	ไม่ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 6 ค่าความพอดี (JAR) ของแยมกล้วยเสาวรสูตร S2 (แทนที่น้ำตาลร้อยละ 50) (ต่อ)

ลักษณะ	น้อยไป (%)	พอดี (%)	มากไป (%)	Net Score (%มากไป - %น้อยไป)	ทิศทางการปรับปรุง
ความข้นหนืด	6.25	77.50	16.25	10.00	ไม่ต้องปรับปรุง
การกระจายตัวของแยม	5.00	78.75	16.25	11.25	ไม่ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 7 ค่าความพอดี (JAR) ของแยมกล้วยเสาวรสูตร S3 (แทนที่น้ำตาลร้อยละ 100)

ลักษณะ	น้อยไป (%)	พอดี (%)	มากไป (%)	Net Score (%มากไป - %น้อยไป)	ทิศทางการปรับปรุง
สี	6.25	68.75	25.00	+18.75	ไม่ต้องปรับปรุง
กลิ่นกล้วย	28.12	53.13	18.75	-9.37	ไม่ต้องปรับปรุง
กลิ่นเสาวร	31.25	53.13	15.62	-15.63	ไม่ต้องปรับปรุง
รสเปรี้ยวของแยม	18.75	59.38	21.87	+3.12	ไม่ต้องปรับปรุง
รสหวานของแยม	13.10	48.16	38.74	+25.64	ลดลง
ความข้นหนืด	43.46	42.43	14.11	-29.35	เพิ่มขึ้น
การกระจายตัวของแยม	37.5	59.38	3.12	-34.38	เพิ่มขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Soluble Solids: TSS) มีแนวโน้มลดลงตามระดับการลดน้ำตาล ดังตารางที่ 8 โดยสูตร S1 (สูตรควบคุม) มีค่า TSS ประมาณ 67°Brix ซึ่งอยู่ในช่วงมาตรฐานของแยมตามเกณฑ์สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)

ที่กำหนดให้ไม่น้อยกว่า 65°Brix สำหรับผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ สูตร S2 ซึ่งแทนที่น้ำตาลด้วยหญ้าหวาน 50% มีค่า TSS ลดลงเหลือประมาณ 52°Brix ส่วนสูตร S3 ที่แทนที่น้ำตาลทั้งหมดด้วยหญ้าหวานมีค่า TSS ต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 47°Brix

ตารางที่ 8 ค่าของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TSS) ของแยมกล้วยเสาวรที่ใช้หญ้าหวานแทนน้ำตาลในสัดส่วนต่าง ๆ

สูตร	สัดส่วนการแทนน้ำตาลด้วยหญ้าหวาน (ร้อยละ)	TSS (°Brix)
S1	0 (สูตรควบคุม)	67
S2	50	52
S3	100	47

อภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มอัตราส่วนของเสาวรสีในแยมมีผลต่อความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสูตร F3 ที่มีอัตราส่วนของกล้วยและเสาวรสีเป็น 140 กรัม และ 40 กรัม ปริมาณเสาวรสีมากกว่าทำให้แยมมีรสเปรี้ยวโดดเด่น และได้รับความชอบน้อยที่สุด เนื่องมาจากความเปรี้ยวที่มีมากเกินไปจากเสาวรสี ซึ่งมีรสชาติเข้มข้นและมีความเป็นกรดสูง ส่วนการเพิ่มปริมาณกล้วยในสูตร F2 (150 กรัม) ทำให้รสชาติสมดุลมากขึ้นและได้รับความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการปรับสมดุลรสชาติในการพัฒนาแยม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศรีสาและคณะ (Thaweesang et al., 2024) ในการพัฒนาแยมกล้วยหอมทองเสริมสับปะรดศรีราชา ที่พบว่าการผสมผสานวัตถุดิบต่างชนิดต้องผ่านการปรับสัดส่วนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติกลมกล่อมและเป็นที่ยอมรับสูงสุด การไม่คำนึงถึงความสมดุลนี้อาจทำให้บางรสชาติโดดเด่นเกินไปจนไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

การศึกษาการพัฒนาแยมกล้วยเสาวรสีสูตรลดน้ำตาลโดยใช้หญ้าหวานแทนน้ำตาล พบว่าสูตร S2 (แทนที่น้ำตาล 50%) ได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภคสูงสุด เนื่องจากรสชาติยังคงใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ขณะที่สูตร S3 (แทนที่น้ำตาล 100%) แม้ว่าจะสามารถลดน้ำตาลได้ทั้งหมด แต่มีรสขมจากหญ้าหวานที่ทำให้ผู้บริโภคบางรายไม่ชอบ และเนื้อสัมผัสของแยมมีลักษณะเหลวกว่าสูตรอื่น แสดงให้เห็นว่า การใช้หญ้าหวานในปริมาณมากอาจมีข้อจำกัดในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส (Souza et al., 2013; Sutwal et al., 2019) ทั้งนี้ น้ำตาลมีส่วนช่วยในการคงรูปแยม โดยมีบทบาทในการสร้างเจลร่วมกับเพคติน และช่วยเพิ่มความข้นหนืดของแยม น้ำตาลยังดูดซับน้ำและควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำในแยม ทำให้เนื้อแยมคงตัวไม่เหลวจนเกินไป ดังนั้นเมื่อแทนที่น้ำตาลด้วยสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณสมบัติเดียวกัน อาจทำให้แยมมี

ปัญหาด้านความข้นหนืดได้ (Souza et al., 2013; Sutwal et al., 2019)

ส่วนการลดลงของค่า TSS แสดงให้เห็นถึงผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ซึ่งแม้จะให้รสหวานเทียบเท่าน้ำตาล แต่ไม่ได้เพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ และส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ลดลง อย่างไรก็ตาม สูตรลดน้ำตาลทั้งสองสูตรยังสามารถให้เนื้อสัมผัสใกล้เคียงแยม โดยเฉพาะหากเก็บรักษาในที่เย็น และเหมาะกับผู้บริโภคที่ต้องการลดปริมาณน้ำตาลในอาหาร ข้อมูลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ghosh et al. (2020) ที่พบว่า แยมที่ใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลมีค่าความเข้มข้นของของแข็งต่ำกว่าปกติ แต่ยังได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

สรุปผล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนของกล้วยและเสาวรสีมีผลต่อรสชาติของแยม โดยสูตร F2 ที่มีอัตราส่วนกล้วย 150 กรัม และเสาวรสี 35 กรัม ให้รสชาติที่สมดุลและได้รับความชอบมากที่สุดจากผู้บริโภค การเพิ่มปริมาณเสาวรสีในสูตร F3 ทำให้แยมมีรสเปรี้ยวมากเกินไปและได้รับการประเมินในทางลบจากผู้บริโภค ดังนั้นสูตร F2 จึงถือเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแยมกล้วยเสาวรสี

การใช้หญ้าหวานในการแทนน้ำตาลในแยมกล้วยเสาวรสีสามารถลดปริมาณน้ำตาลลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสูตร S2 ซึ่งแทนที่น้ำตาล ร้อยละ 50 ได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภคสูงสุดทั้งในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส ขณะที่สูตร S3 ที่แทนที่น้ำตาลทั้งหมดด้วยหญ้าหวานมีข้อจำกัดด้านรสขมและเนื้อสัมผัสที่ไม่ค่อยดีเท่าสูตรที่มีการใช้หญ้าหวานในปริมาณน้อยกว่า การใช้หญ้าหวานร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่น ๆ อาจช่วยปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสได้

นอกจากนี้ การใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลส่งผลให้ค่า TSS ลดลงจาก 67°Brix ในสูตรควบคุม

(สูตร S1) มาเป็น 52°Brix ในสูตรที่ 2 และ 47°Brix ในสูตรที่ 3 ซึ่งสะท้อนถึงการลดลงของความหวานและความชื้นของแยมจากการใช้สารให้ความหวานทดแทนการใช้หญ้าหวานร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่น ๆ อาจช่วยปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสของแยมได้

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์พบว่าสูตร S3 ซึ่งใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทั้งหมด มีแนวโน้มให้ความหวานมากเกินไปและพบรสขมติดปลายลิ้น ดังนั้นควร

ศึกษาระดับการแทนที่น้ำตาลที่ต่ำกว่า ร้อยละ 100 เช่น 25, 50 และ 75 เพื่อหาสัดส่วนที่ให้ความหวานพอดีและลดรสขมได้ดียิ่งขึ้น อาจพิจารณาปรับสูตรและการผสมสารให้ความหวานหลายชนิดร่วมกัน เพื่อลดผลกระทบด้านรสชาติ ตลอดจนพัฒนาบรรจุภัณฑ์และศึกษาอายุการเก็บรักษาเพื่อให้สามารถนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่เชิงพาณิชย์ได้จริง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาต่าง ๆ และในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

References

- Chantarathepchimakul, S., Boonthum, D., Jommark, N., Santakul, A., & Kaboun, K. (2021). *Development of processing technology of banana for healthy products*. National Science, Research and Innovation Fund (NSRF). [in Thai]
- Ghosh, S., Sahu, J. K., & Manikantan, M. R. (2020). Effect of sugar replacement on quality of fruit jam using stevia. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 5(2), 120-125.
- Gunnars, K. (2023). *5 Natural sweeteners that are good for your health*. Healthline. <https://www.healthline.com/nutrition/natural-sweeteners>
- Hemsmi, K. (2024). *Opportunities and directions for exporting Thai bananas*. Office of Agricultural Economics. [in Thai]
- Liamkaew, R., & Chompreda, P. (2018). Sensory acceptability tests of corn milk beverage mixed with cereals. *APHEIT Journal (Science and Technology)*, 7(1), 82-91. [in Thai]
- Ministry of Public Health. (2000). Ministry of Public Health announcement (No. 213) B.E. 2543 jam, jelly and marmalade in sealed containers. https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/87_TH_Notification_213_2543.pdf [in Thai]
- Ninlanon, W., & Puttame, K. (2020). *Development of sugar-free Durian jam product by replacement with sweeteners*. Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. (2015). *Food loss and waste reduction as part of circular economy*. <https://ap.fftc.org.tw/article/2797>
- Sahakian, M., Saloma, C., Serrano, S. E., & Erkman, S. (2020). Apprehending food waste in Asia: Policies, practices and promising trends. In D. Evans, N. Strong, & A. Milne (Eds.), *Routledge handbook of food waste* (pp. 187-206). Routledge.

- Silva, M. M., Reboredo, F. H., & Lidon, F. C. (2023). Sweetener food additives: A synoptical overview on their chemical properties, applications in food products and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35(12), 1-16. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2023.3202>
- Singhatong, S., Kruanetr, S., & Arwon, S. (2013). *The effects of passion fruit juice on antioxidant and anti-inflammatory activities in the elderly and in vitro*. Chiang Mai University. [in Thai]
- Souza, V. R., Pereira, P. A., & Mello, A. C. (2013). Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: Equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(7), 1541-1548.
- Suktanarak, S., Pumraya, K., Iampae, N., & Bokklab, T. (2020). Product development of low sugar Manila Tamarind jam. *Journal of Research and Innovation in Science and Technology*, 1(1), 41-49. [in Thai]
- Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P., & Mehla, R. (2019). Development of low calorie jam by replacement of sugar with natural sweetener stevia. *International Journal of Current Research and Review*, 11(4), 9-16.
- Thaweesang, S., Waokha, S., Pengchai, T., Pariyajan, S., Jarunetwirat, E., Chareekhot, K., & Jangponak, P. (2024). Product development of Hom Thong banana (Musa AAA) jam supplemented with Sriracha pineapple. *Prawarun Agricultural Journal*, 21(1), 33-43. [in Thai]
- United States Department of Agriculture. (2023). *USDA FoodData Central: Passion fruit, raw*. <https://fdc.nal.usda.gov>
- World Health Organization. (2022). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>