

## ผลของสารให้ความหวานฟรุกโตสไซรัป และซูคราโลส ที่มีต่อคุณลักษณะบางประการของแยมผลไม้ผสม

มนัญญา คำชिरะพิทักษ์<sup>1\*</sup> พะยอม รอดเล็ก<sup>2</sup> มรกต กิจเจา<sup>2</sup> สุวิญา สิงห์ทอง<sup>2</sup> เบญจางค์ อัจฉริยะโพธา<sup>2</sup>  
จุฑารัตน์ พงษ์โนรี<sup>2</sup> กนกวรรณ ปุณณะตระกูล<sup>2</sup> ทรงพลธนฤทธิ์ มฤครัฐอินแปลง<sup>3</sup> เบญจพรพรรณ บุรวัดน์<sup>4</sup>

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณการใช้สารให้ความหวานฟรุกโตสไซรัป และซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลดพลังงานหรือจากหลีกเลี่ยงพลังงานจากน้ำตาลซูโครส โดยศึกษา 2 รูปแบบคือ 1.การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยฟรุกโตสไซรัป และ2.การใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสร่วมกับฟรุกโตสไซรัป สำหรับส่วนที่ 1 โดยทำการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยฟรุกโตสไซรัป ในสัดส่วนเท่ากับ 1:1, 1:2 และ 2:1 เทียบกับสูตรที่มีซูโครสร้อยละ 100 หรือ 1:0 (สูตร AA) ของแยมผลไม้รวม ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส สูตร 1:1 ได้คะแนนยอมรับมากที่สุดซึ่งถูกเรียกว่า สูตร S1 เพื่อศึกษาต่อในส่วนที่ 2. การใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ร่วมกับฟรุกโตสไซรัป โดยใช้ซูคราโลสทดแทนส่วนของซูโครสในสูตร S1 ในสัดส่วนของซูโครส:ซูคราโลส (โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์)คือ 100:0 (S1), 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 (สูตร S2- S6) ตามลำดับ เปรียบเทียบกับสูตรแยมพื้นฐาน AA (สูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครส: ฟรุกโตส: ซูคราโลส เท่ากับ 100:0:0) พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดคือ สูตร S3 ซึ่งมีสัดส่วนของน้ำตาลซูโครส:ซูคราโลสในสัดส่วน 80:20 (โดยเทียบความหวานสัมพัทธ์) หรือ เทียบเป็น ซูโครส: ฟรุกโตส:ซูคราโลส เท่ากับ 40:50:10 (โดยเทียบความหวานสัมพัทธ์) มีคะแนนการยอมรับด้านสี ความหวาน สเปรด ความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.93, 6.83, 6.85 และ 6.90 ตามลำดับ ค่าการแตก (rupture) เท่ากับ 14.7 กรัม และ ค่าความเปราะ (brittleness) เท่ากับ 49.4 กรัม ค่า L, a\* และ b\* เท่ากับ 25.2, 0.43 และ 1.86 ตามลำดับ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 68°Brix มีค่า a<sub>w</sub> เท่ากับ 0.75 แยมที่ได้มีสีแดง เนื้อ ละเอียด ลักษณะหนืด มีรสหวานอมเปรี้ยว อย่างไรก็ตามหากต้องการให้ได้รับพลังงานจากน้ำตาลซูโครสน้อยกว่านี้สามารถทดแทนได้ถึง 50:50 (สูตร S6) นอกจากนั้นการใช้ซูคราโลสทดแทนซูโครสร่วมกับฟรุกโตสไซรัปได้รับแนวโน้มค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าการใช้ซูโครสเพียงอย่างเดียว (สูตร AA)

**คำสำคัญ :** แยมผลไม้ผสม ฟรุกโตสไซรัป ซูคราโลส

<sup>1</sup> หลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: manunya@vru.ac.th

<sup>2</sup> หลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: home\_ecovru2@hotmail.com

<sup>3</sup> หลักสูตรวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: mrtinplaeng@hotmail.com

<sup>4</sup> งานโภชนาการ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ e-mail: benjapun@hotmail.co.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: manunya@vru.ac.th

## INFLUENCE OF FRUCTOSE SYRUP AND SUCRALOSE ON SOME CHARACTERISTICS OF MIXED FRUIT JAMS

Manunya Khamwachiraphitak<sup>1\*</sup> Payom Rodlek<sup>2</sup>Morragot Kitjao<sup>2</sup> Suvitchaya Singthong<sup>2</sup>  
Kanokwan Punnatakul<sup>2</sup> Benjang Autchaliyapota<sup>2</sup> Songpoltanarit maruekarajtinplaeng<sup>3</sup>  
Benjawan Brurawat<sup>4</sup>

### Abstract

The purpose of this research was to study the effect of fructose syrup and sucralose on some characteristics of mixed thai fruit jams, choice for those who want to avoid products that reduce energy consumption or energy from sucrose. The experiment had divided 2 part. Part1: Using the fructose syrup to replace sucrose. Sensory characteristics were evaluated for three level of sucrose: fructose syrup ratio (1:1, 1:2 and 2:1) and compared with 100% sucrose (AA formula). The result showed the 1:1 formula was the most established formula and then was selected as a control (S1 formula) in Part 2. Part 2: Using the sucralose instead of sucrose in Formula S1. The proportion of sucrose: sucralose. (By comparison, a relative sweetness) were 100: 0 (S1), 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 (formula S2- S6) respectively and compared with the basic formula AA (ratio sucrose: fructose: Sucralose is 100: 0: 0). The results showed that S3, which is the proportion of sucrose in the ratio of 80:20 (by comparing the relative sweetness), or equivalent to sucrose: fructose: Sucralose is 40:50:10 was accepted by panelists. Sensory properties of product showed the color, sweetness, spread and overall were 6.93, 6.83, 6.85 and 6.90 respectively. Physical properties of product showed the rupture, brittleness, L, a\* b\*, total soluble solid and a<sub>w</sub> were 14.7g, 49.4g, 25.2 0.43 1.86, 0.75 and 68<sup>o</sup>Brix. Also, could be replace up to 50:50 (Formula S6) and had average liking score more than the sucrose alone (formula AA).

**Keywords :** Mixed fruit Jam, Fructose syrup, Sucralose

---

<sup>1</sup> Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage, e-mail: manunya@vru.ac.th

<sup>2</sup> Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage, e-mail: home\_ecovru2@hotmail.com

<sup>3</sup> Department of Food Science, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage, e-mail: mrtinplaeng@hotmail.com

<sup>4</sup> Department of Dietetics, Thammasat Hospital, e-mail: e-mail: benjapun@hotmail.co.th

\* Corresponding author, e-mail: manunya@vru.ac.th

## บทนำ

แยม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มาจากผัก ผลไม้ หรือสมุนไพรชนิดเดียวหรือตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ผสมกับสารที่ให้ความหวานอาจผสมกรดซิตริก เพกติน น้ำผักหรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ แล้วทำให้มีความหนืดพอเหมาะ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) ในอุตสาหกรรมแยมและเยลลี่ต่างๆ กระบวนการให้มีลักษณะเจลที่ดีได้นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัย ในการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนประกอบต่างๆ ในอาหาร เช่น ปริมาณเพกตินที่ใช้ โครงสร้างของเพกติน พีเอช และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในระบบอาหาร (Fraeye, *et al.*, 2010) โดยเฉพาะสมดุลขององค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง คือ ปริมาณเพกติน ปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรดที่เหมาะสม จะทำให้ได้เจลที่แข็งแรงโดยน้ำตาลและกรดจะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง (กิตติพงษ์, 2536) การผลิตแยมโดยทั่วไปจึงมีส่วนผสมของน้ำตาลสูง จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานจากน้ำตาลในปริมาณที่สูงมาก ปัจจุบันผู้บริโภคเน้นอาหารสุขภาพมากขึ้น นิยมการบริโภคอาหารที่มีความหวานที่ให้พลังงานต่ำ เนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลสูง เสี่ยงต่อการนำมาสู่ภาวะน้ำหนักเกิน เมตาบอริซึมอินโดรม และเบาหวาน ดังนั้นผลิตภัณฑ์แยมจึงเป็นสิ่งที่ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือผู้ที่ต้องการรักษาสุขภาพมักหลีกเลี่ยงในการบริโภคและผู้บริโภคช่วงอายุ 18-50 ปี ไม่จำกัดเพศ มีความต้องการผลิตภัณฑ์แยมลดพลังงาน (กันยารัตน์, 2552) แต่เนื่องจากแยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้น้ำตาลทรายเป็นองค์ประกอบหลัก หากลดปริมาณน้ำตาลลงก็จะมีผลต่อการเป็นเจล และลักษณะเนื้อสัมผัส การใช้น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส และสารผสมทั้งสามชนิดในปริมาณค่อนข้างต่ำคือ ร้อยละ 0-15 ในสารละลายโพลีแซ็กคาไรด์ พบว่าน้ำตาลกลูโคสไม่แข็งเจลและยังไปลดความแข็งแรงของเจล ในทางตรงข้ามน้ำตาลฟรุคโตสและซูโครสช่วยเสริมให้เจลของเจลแลนให้แข็งแรง โดยซูโครสมีคุณสมบัติดังกล่าวดีกว่าฟรุคโตสเล็กน้อยแต่ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ ซึ่งพฤติกรรมความเป็นเจลนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาลแต่ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำตาล (Evageliou, *et al.*, 2010) สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานที่นิยมมากในขณะนี้คือซูคราโลส (Sucralose) เป็นน้ำตาลที่เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลกับคลอรีน (chlorination) โดยคลอรีนจะเข้าไปแทนที่หมู่-OH ของคาร์บอนอะตอมที่ 4 ของกลูโคส และ ที่ 1 และ 6 ของกาแลกโตส เป็นสารให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายถึง 600 เท่า มีรสชาติคล้ายน้ำตาลมากแต่ไม่ให้พลังงาน (Aurora, 2005) โดยนิยมเติมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เช่น ชา กาแฟ เจนจิรา (2549) ใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์แยมส้มโอได้รับการยอมรับมากที่สุดคือที่ระดับร้อยละ 20 และการใช้ซอร์บิทอล และไซลิทอลทดแทนน้ำตาลในระดับร้อยละ 25-35 ในแยมมะเขือเทศ ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลงและแตกต่างจากแยมสูตรควบคุม (กันยารัตน์, 2552)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้สารให้ความหวานฟรุคโตสไซรัป และซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลดพลังงานหรือจากหลีกเลี่ยงพลังงานจากน้ำตาลซูโครส โดยศึกษา 2 รูปแบบคือ การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยฟรุคโตสไซรัป และการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสร่วมกับฟรุคโตสไซรัป

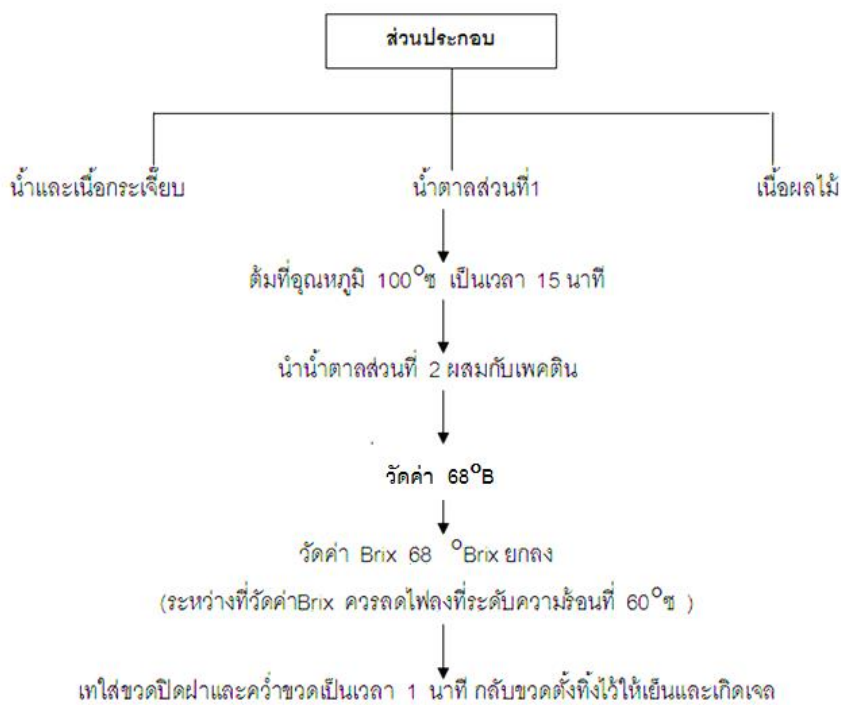
## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สัดส่วนการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยฟรุคโตสไซรัป ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย
2. ระดับการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสร่วมกับฟรุคโตส ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทยต่อลักษณะเจลในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย

**วิธีดำเนินการวิจัย**

แยมผลไม้รวมที่ได้ศึกษาก่อนหน้านี้ถูกเลือกใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการวิจัยครั้งนี้ (สูตร AA) ซึ่งมีส่วนผสมคือ เนื้อกระเจี๊ยบ ฝรั่งกิมจู สับปะรด น้ำสับปะรด น้ำกระเจี๊ยบ เพคติน ผงวุ้นและน้ำตาล ในปริมาณคือ 16, 19, 19, 40.5, 40.5, 3, 1.5 และ 27 กรัมต่อสูตร โดยใช้น้ำตาลทรายคือซูโครสร้อยละ 100 เป็นสารให้ความหวาน ได้รับคะแนนการยอมรับด้านสี (8.00) ความเปรี้ยว (7.60) ความหวาน (7.35) การสเปรด (7.90) ความหนืดขั้น (7.90) และความชอบโดยรวม (8.00)

1. สัดส่วนการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุคโตส ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย จากสูตรพื้นฐาน AA (น้ำตาลซูโครส:น้ำเชื่อมฟรุคโตส เท่ากับ 1:0) ได้ทำการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุคโตส ในสัดส่วนเท่ากับ 1:1, 1:2 และ 2:1 มีขั้นตอนการผลิตดังนี้



**ภาพที่ 1** กระบวนการผลิตของแยมผลไม้ผสม

การตรวจวัดโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมโดยวิธี 9-point hedonic scale ทั้งทางด้านสี ความหวาน ความง่ายต่อการทา (การสเปรด) และความชอบโดยรวม โดยกำหนดให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์, °Brix) เท่ากันทุกสูตรที่ 68°Brix เลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด สำหรับกรณีที่ต้องการผลิตแยมที่ใช้น้ำเชื่อมฟรุคโตสทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสบางส่วน

2. ระดับการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสร่วมกับฟรุกโตสไซรัป ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทยต่อลักษณะเจลในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย

จากสูตรที่เลือกได้ในข้อ 1. ซึ่งประกอบด้วยสารให้ความหวาน 2 ชนิด คือ น้ำตาลซูโครสและฟรุกโตส ถูกใช้เป็นสูตรควบคุมในการทดลองนี้ เพื่อนำไปพัฒนาการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลส่วนที่เป็นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ จากสูตรที่เลือกได้ในข้อ 1. โดยกำหนดให้ปริมาณฟรุกโตสคงที่ ศึกษาในสัดส่วนน้ำตาลซูโครส:ซูคราโลสเป็นสูตรควบคุม (S1) เพื่อศึกษาการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำตาลซูคราโลสในสูตร S1, S2, S3, S4, S5 และ สูตร S6 ตามลำดับ (สัดส่วนน้ำตาลซูโครส:ซูคราโลส 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์ (ซูคราโลสให้ความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลซูโครส) และเปรียบเทียบกับสูตรแยมพื้นฐาน AA (สูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครส: ฟรุกโตส:ซูคราโลส เท่ากับ 100:0:0)

การตรวจวัดดังนี้ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมโดยวิธี 9-point hedonic scale ทั้งทางด้านสี ความหวาน ความง่ายต่อการทา (การสเปรด) และความชอบโดยรวม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์, °Brix) โดยใช้ refractometer (ATAGO) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ; Aqualab Serics3 รุ่น Aw CX 3) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter; Chroma Meter CR – 300) ค่า Rupture และ Brittleness จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer; รุ่น TA-XT2 plus)

การวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี ANOVA และหาความแตกต่างด้วย Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สัดส่วนการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุกโตส ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย

การทดแทนการใช้น้ำตาลทรายด้วยน้ำเชื่อมฟรุกโตส ในสัดส่วนของซูโครส:ฟรุกโตส เท่ากับ 1:0, 1:1, 1:2 และ 2:1 ผลทางด้านประสาทสัมผัส (ตารางที่ 1) พบว่า แยมสูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครส : ฟรุกโตสเท่ากับ 1:1 ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือด้านสี (7.20) ด้านความหวาน (7.10) และความชอบโดยรวม (6.85) และการสเปรดมีแนวโน้มสูงสุด (7.20) และมีความง่ายในการทา (การสเปรด) ทุกสูตรไม่แตกต่างกัน ในทางโครงสร้างเป็นเจลทั้งน้ำตาลฟรุกโตสและซูโครสช่วยเสริมให้เจลของ เจลแลนให้แข็งแรง โดยซูโครสมีคุณสมบัติดังกล่าวดีกว่าฟรุกโตสเล็กน้อยแต่ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ ซึ่งพฤติกรรมความเป็นเจลนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาลแต่ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำตาล (Evageliou, *et al.*, 2010) แต่เนื่องจากฟรุกโตสให้พลังงานเท่ากับน้ำตาลทรายและคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น คือ 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี แต่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายถึง 1.3 เท่า เท่าที่อุณหภูมิปกติ ส่วนน้ำตาลซูโครสนั้น เมื่อร่างกายบริโภคน้ำตาลซูโครสเข้าไป ก็จะถูกย่อยเป็นกลูโคสกับฟรุกโตส ดังนั้นการใช้ฟรุกโตสถ้าต้องการความหวานเท่ากันสามารถลดปริมาณการใช้น้ำตาลซูโครสลงได้และทำให้ได้รับพลังงานจากน้ำตาลลดลงได้ นอกจากนั้นรสหวานจากฟรุกโตสยังหวานนุ่มกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ การใช้ในลักษณะเป็นน้ำเชื่อมใส ไม่มีสี จึงไม่บดบังสีของอาหารและไม่ทำให้สีของอาหารเปลี่ยนไปเมื่อนำไปใช้กับอาหาร ดังนั้นเมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครสแล้วฟรุกโตสจึงคุ้มค่ากว่าในด้านราคาต้นทุนการผลิต และความสะดวก ซึ่งในปัจจุบันฟรุกโตสในรูปแบบของฟรุกโตสไซรัปหรือน้ำเชื่อมฟรุกโตสนิยมใช้ในอาหารเสริมทางการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารเสริมชนิดที่ใช้กับผู้ป่วยเบาหวาน เพราะฟรุกโตสถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและเซลล์ของร่างกายได้ดี ไม่ต้องผ่านการควบคุมของฮอร์โมนอินซูลิน ไม่เหมือนน้ำตาลกลูโคส จึงเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวานที่ร่างกายสังเคราะห์อินซูลินได้น้อยลงหรืออินซูลินทำงานได้ไม่ดี เพราะเมื่อได้รับน้ำตาลฟรุกโตสเข้าไป

เซลล์ในร่างกายของผู้ป่วยเบาหวานจะได้รับพลังงานในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้รู้สึกสดชื่น หายอ่อนเพลียอย่างรวดเร็ว (สุวิมล, 2559) ดังนั้นสูตรแยมที่ใช้สัดส่วน ซูโครส : ฟรุคโตสเท่ากับ 1:1 จึงถูกเลือกเพื่อศึกษาการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ร่วมกับฟรุคโตสไป ในข้อ 2 และถูกกำหนดให้เป็นสูตร S1 (สูตรควบคุม)

ตารางที่ 1 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของแยมที่ทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำเชื่อมฟรุคโตส

สัดส่วน ซูโครส:ฟรุคโตส	สี	ความหวาน	สเปรต <sup>ns</sup>	ความชอบรวม
1:0 (AA)	5.55±0.99 <sup>b</sup>	4.85±1.49 <sup>b</sup>	6.75±1.33	6.30±1.17 <sup>ab</sup>
1:1	7.20±1.15 <sup>a</sup>	7.10±2.02 <sup>a</sup>	7.20±1.00	6.85±1.66 <sup>a</sup>
2:1	6.85±0.93 <sup>a</sup>	6.70±1.34 <sup>a</sup>	6.95±1.19	6.35±0.81 <sup>ab</sup>
1:2	5.10±1.02 <sup>b</sup>	6.95±1.53 <sup>a</sup>	6.55±1.14	5.60±1.35 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ร้อยละ 95

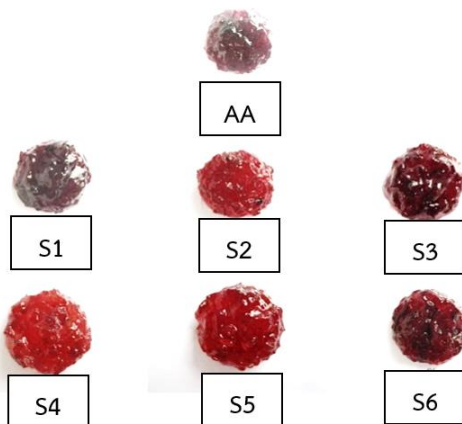
2. ระดับการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสร่วมกับฟรุคโตสไป ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทยต่อลักษณะเจลในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย

ผลการทดลองจากข้อ 1 ได้สัดส่วนการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วยฟรุคโตสไป ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทยที่เหมาะสมคือ ซูโครส:ฟรุคโตสไป เท่ากับ 1:1 ซึ่งในที่นี้ถูกเรียกว่าสูตร S1 นั้น ผู้วิจัยนำมาพัฒนาต่อโดยใช้ S1 เป็นสูตรควบคุมเพื่อนำไปพัฒนาการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลส่วนที่เป็นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ด้วยน้ำตาลซูคราโลสในสูตร S1, S2, S3, S4, S5 และ สูตร S6 ตามลำดับ (สัดส่วนน้ำตาลซูโครส:ซูคราโลส 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์ (ซูคราโลสให้ความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลซูโครส) และเปรียบเทียบกับสูตรแยมพื้นฐาน AA (สูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครส: ฟรุคโตส:ซูคราโลส เท่ากับ 100:0:0)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความชอบของแยมผลไม้สูตรทดแทนน้ำตาลทรายด้วยน้ำเชื่อมฟรุคโตสและซูคราโลส

แยม	สี <sup>ns</sup>	ความหวาน	สเปรต <sup>ns</sup>	ความชอบรวม <sup>ns</sup>
AA	6.33±0.39	4.60±0.35 <sup>c</sup>	6.50±0.07	6.00±0.14
S1	5.68±0.60	5.38±0.35 <sup>bc</sup>	6.30±0.07	5.73±0.18
S2	6.70±1.48	6.63±1.09 <sup>ab</sup>	6.88±0.67	6.75±1.06
S3	6.93±0.74	6.83±0.60 <sup>a</sup>	6.85±0.84	6.90±0.98
S4	5.98±0.18	5.93±0.18 <sup>ab</sup>	5.95±0.42	6.08±0.10
S5	6.53±0.35	5.80±0.15 <sup>abc</sup>	5.95±0.28	6.28±0.10
S6	6.48±0.45	6.15±0.21 <sup>ab</sup>	6.20±0.14	6.28±0.25

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ร้อยละ 95



ภาพที่ 2 การไหลแผ่ของแยมผลไม้สูตรทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยฟรุกโตสไซรัปและซูคราโลส

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้ชิม ของแยมผลไม้รวมทั้ง 7 สูตร ทางด้านสี ความง่ายในการทา (การสเปรด) และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นคุณลักษณะด้านความหวาน พบว่า สูตร S3 มีค่าคะแนนมากที่สุด (6.83) ซึ่งเป็นสูตรที่มีทดแทนสัดส่วนน้ำตาลซูโครส:ซูคราโลส เท่ากับ 80:20 หรือ เทียบเป็น ซูโครส: ฟรุกโตส : ซูคราโลส เท่ากับ 40:50:10 โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์ (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามหากต้องการให้ได้รับพลังงานจากน้ำตาลซูโครสน้อยกว่านี้สามารถทดแทนได้ถึง 50:50 (สูตร S6) และเป็นสิ่งที่สังเกตว่าคะแนนการยอมรับด้านความหวานซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญนั้น การใช้ ซูคราโลสทดแทนซูโครสร่วมกับฟรุกโตสไซรัปได้รับแนวโน้มค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าการใช้ซูโครสเพียงอย่างเดียว (สูตร AA) หรือใช้ซูโครสร่วม ฟรุกโตส (สูตร S1) และมีการแผ่ของแยมผลไม้ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2) เนื่องจากซูคราโลส เป็นสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานแต่มีความหวานสัมพัทธ์ (Sweetness Relative to Sucrose (%)) ถึง 600 เท่า เมื่อเทียบกับซูโครส (Aurora, 2005 ; The American Dietetic Association Report (2004) ดังนั้นจึงใช้ปริมาณซูคราโลสเพียงเล็กน้อย และเนื่องจากซูคราโลสถูกสร้างจากการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้นแล้วแทนที่กลุ่มไฮดรอกซิล 3 ตำแหน่งด้วยอะตอมสารคลอไรด์ ทำให้มีสูตรโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาล แต่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ แต่ยังคงให้รสชาติหวานและไม่มีรสขมติดลิ้นใกล้เคียงน้ำตาล ละลายน้ำได้ดีและสามารถปรับปรุงอาหารร้อนบนเตาได้โดยไม่สูญเสียความหวาน แต่ก็ไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดหรือระดับอินซูลิน และไม่ทำให้ฟันผุ จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวานอีกด้วย อย่างไรก็ตามในกระบวนการผลิตได้เติมปริมาณน้ำ เพื่อการละลายผงซูคราโลสเท่ากับจำนวนน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสที่หายไป และควบคุมการผลิตด้วยวิธีการเดียวกัน โดยควบคุมที่ 68°Brix เมื่อนำแยมสูตร AA สูตร S1 และสูตร S3 ไปตรวจวัดคุณภาพทางด้าน สี ความหวาน เนื้อสัมผัส และ  $a_w$  (ตารางที่ 3) ซึ่งพบว่า ค่าสี L,  $a^*$ ,  $b^*$  ไม่แตกต่างกัน ( $p \geq .05$ ) เนื่องจากฟรุกโตสไซรัปและซูโครส ในส่วนผสมที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดเมลลาร์ดและคาลาเมลในระหว่างการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต ส่วนสูตรที่มีการทดแทนด้วยซูคราโลส มีปริมาณของน้ำมากกว่าจึงใช้เวลานานกว่าในการผลิตเพื่อให้หยุดที่ 68°Brix ทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลมากขึ้น ส่งผลให้ในกระบวนการผลิตเมื่อถึง 68°Brix ค่า  $a_w$  ของสูตร S1 และ สูตร S3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 0.75 น้อยกว่าสูตร AA (0.77) อย่างไรก็ตาม ค่า  $a_w$  ทั้ง 3 สูตร จัดอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยที่เหมาะสม คือเท่ากับ 0.75 – 0.80 มีปริมาณน้ำอิสระน้อย จุลินทรีย์จึงไม่สามารถนำน้ำอิสระไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บได้นานและโอกาสเสื่อมเสียยาก ผลิตภัณฑ์

ที่ได้ค่อนข้างหนืด ชนิดและสัดส่วนของน้ำตาลผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างเจล ซึ่งเห็นได้ในค่าที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของสูตร AA ซึ่งมีสัดส่วนของซูโครสมากที่สุด มีส่วนผสมของน้ำตาลซูโครสในปริมาณมากกว่าสูตรอื่นจึงทำให้แยมผลไม้มีความหนืดและมีการยึดเกาะกันค่อนข้างสูงจึงทำให้มีค่าเฉลี่ยแนวโน้มสูงที่สุด ทั้งค่า Rupture และ Brittleness สูงที่สุด (21.71g, 59.76g) และลดลงเมื่อทดแทนด้วยฟรุกโตสไซรัป (สูตร S1; 18.49g, 48.41g) และมีค่าน้อยที่สุดในสูตร S3 ซึ่งทดแทนซูโครสด้วยการใช้ฟรุกโตสไซรัปร่วมกับซูคราโลส (14.73g, 49.40g) เช่นเดียวกับการใช้สารให้ความหวาน การใช้ซอร์บิทอล และไซลิทอลทดแทนน้ำตาลในระดับร้อยละ 25-35 ในแยมมะเขือเทศ ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลงและแตกต่างจากแยมสูตรควบคุม (กันยารัตน์, 2552)

**ตารางที่ 3** การทดสอบทางด้าน สี ความหวาน เนื้อสัมผัส และ  $a_w$  ของแยมผลไม้สูตรทดแทนน้ำตาลทรายด้วยฟรุกโตสไซรัปและซูคราโลส

คุณภาพด้านกายภาพ	สูตร AA	สูตร S1	สูตร S3
ค่าสี			
L <sup>ns</sup>	25.80 ± 0.20	25.16 ± 0.23	25.20 ± 0.60
a* <sup>ns</sup>	0.43 ± 0.37	0.13 ± 0.15	0.43 ± 0.20
b* <sup>ns</sup>	1.76 ± 0.11	1.66 ± 0.15	1.86 ± 0.15
การวัดค่าเนื้อสัมผัส			
Rupture (g)	21.71 ± 3.16 <sup>a</sup>	18.49 ± 0.40 <sup>a</sup>	14.73 ± 0.61 <sup>b</sup>
Brittleness (g)	59.76 ± 3.00 <sup>a</sup>	48.41 ± 1.12 <sup>b</sup>	49.40 ± 2.51 <sup>b</sup>
$a_w$	0.77 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.75 ± 0.0 <sup>b</sup>
°Brix <sup>ns</sup>	68	68	68

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวนอน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ร้อยละ 95

### สรุป

การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลซูโครส ในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลดพลังงาน หรือจากหลีกเลี่ยงพลังงานจากน้ำตาลซูโครส ศึกษา 2 รูปแบบด้วยกันคือ 1. การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยฟรุกโตสไซรัป สูตรแยมที่เหมาะสมคือ สูตร S1 ซึ่งมีสัดส่วน ซูโครส : ฟรุกโตสไซรัปเท่ากับ 1:1 จากนั้นสูตร S1 ถูกใช้เป็นสูตรควบคุมเพื่อศึกษารูปแบบ 2. การใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ร่วมกับฟรุกโตสไซรัป โดยสัดส่วนน้ำตาลซูโครส:ซูคราโลส โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์ และเปรียบเทียบกับสูตรแยมพื้นฐาน AA (สูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครส: ฟรุกโตส: ซูคราโลส เท่ากับ 100:0:0) ซึ่งพบว่าสูตร S3 ซึ่งประกอบด้วยสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสได้ในสัดส่วน 80:20 (โดยเทียบความหวานสัมพัทธ์) หรือ เทียบเป็น ซูโครส: ฟรุกโตส:ซูคราโลส เท่ากับ 40:50:10 โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์ โดยแยมสูตร S3 มีค่า สี ความหวาน สเปรด ความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.93, 6.83, 6.85 และ 6.90 ตามลำดับ  $a_w$  0.75 และ ค่า rupture เท่ากับ 14.7 และค่า brittleness เท่ากับ 49.4 ค่า L, a\* และ b\* เท่ากับ 25.2, 0.43 และ 1.86 ตามลำดับ แยมที่ได้มีลักษณะข้นหนืด มีสีแดง เนื้อละเอียด มีรสหวานอมเปรี้ยว อย่างไรก็ตามหากต้องการให้ได้รับพลังงานจากน้ำตาลซูโครส



น้อยกว่านี้สามารถทดแทนได้ถึง 50:50 (สูตร S6) นอกจากนั้นการใช้ซูคราโลสทดแทนซูโครสร่วมกับฟรุคโตสไซรัปได้รับแนวโน้มค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าการใช้ซูโครสเพียงอย่างเดียว (สูตร AA) เพราะแม้จะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าสูตร S3 ก็ตาม ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสูตร S3 ผลิตภัณฑ์แยมผลไม้รวมนี้เป็นการใช้ผลไม้ไทยเหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการรักษาสุขภาพ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักลดหรือหลีกเลี่ยงการได้รับพลังงานจากน้ำตาลด้วยสารทดแทนความหวานที่ปลอดภัย นอกจากนั้นยังสามารถนำแนวทางการผลิตนี้ไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง เช่น เยลลี่ มาร์มาเลด ได้

### ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมผลไม้เพื่อลดพลังงานจากน้ำตาลสามารถพัฒนาต่อได้การใช้สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานร่วมกับการใช้สารที่ช่วยให้เจลคงตัวมากขึ้นโดยไม่อาศัยความข้นหนืดของน้ำตาล เช่น การใช้ไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด และควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโภชนาการและอายุเก็บรักษา

### เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. (2536). เอกสารประกอบการเรียนวิชาผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- กันยารัตน์ บรรจงแจ่ม. (2552). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมมะเขือเทศลดพลังงาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- เจนจิรา ดันดีพิริยะ. (2549). การใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์แยมส้มโอ. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2558). มผช.342/2547 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก [http://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps342\\_47.pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps342_47.pdf) (20 กันยายน 2558)
- วัลภา ยาประโคน. (2557). การใช้เพกตินชนิดหมู่เมทอกซิลต่ำ สกัดจากเปลือกตาลดิบในแยมเคลอริต้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- สุวิมล ทรัพย์วิโรบล. (2559). น้ำตาลฟรุคโตส ดีจริงหรือ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก [http://www.healthtoday.net/thailand/nutrition/nutrition\\_141.html](http://www.healthtoday.net/thailand/nutrition/nutrition_141.html) (20 มิถุนายน 2559)
- Aurora A. Saulo. 2005. Sugars and Sweeteners in Foods. Food Safety and Technology FST-16. p.1-7.
- Evageliou, V., Mazioti, M., Mandala I. and Komaitis, M. (2010). Compression of gellan gels. Part II: Effect of sugars. Food Hydrocolloids, 24 (4): 392- 397.
- Fraeye, I., Duvetter, T., Doungra, E., Loey, A. V. and Hendrick, M. (2010). Fine-tuning the properties of pectin-calcium gels by control of pectin fine structure, gel composition and environmental conditions. Trends in Food Science & Technology. 21(5): 219-228.
- Ozdemir, M. and Sadikoglu, H. (2010). Characterization of rheological properties of systems containing sugar substitutes and carrageenan. International Journal of Food Science & Technology. 33 (5): 439-444.