



การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค Development of Reduced-Sugar Pineapple Paste and Consumer Acceptance Test

พรดรัล จุลกัลป์¹, ธวัลรัตน์ สัมฤทธิ์² และ ศรัณญา สอนมณี¹

Phondarn Chunlakan¹, Thawanrat Sumrit² and Saranya Sonmanee¹

¹ สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประเทศไทย

² สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประเทศไทย

¹Health and Cosmetic Product Development Program, Faculty of Food and Agricultural Technology,
Pibulsongkram Rajabhat University, Thailand

²Food Engineering Program, Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Thailand

Received : 2 June 2024, Received in revised form : 22 November 2024, Accepted : 26 November 2024

Available online : 4 December 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : สับประรดกวนเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้แปรรูปที่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์ ส่วนผสมหลักในการผลิตสับประรดกวน คือ เนื้อสับประรด น้ำตาล และกลูโคสไซรัป ทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำตาลค่อนข้างสูง ไม่เหมาะกับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและต้องการควบคุมน้ำตาล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรในการผลิตสับประรดกวนลดน้ำตาลโดยใช้สารให้ความหวานและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย : พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยศึกษา (1) สัดส่วนของสารให้ความหวาน 2 ชนิด คือ มอลทิทอล ไซรัป ต่อมอลโตเดกซ์ตริน 4 ระดับ (20:80, 30:70, 40:60 และ 50:50) โดยน้ำหนัก (2) ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 50 และสัดส่วนของมอลทิทอล ไซรัป ต่อมอลโตเดกซ์ตริน 3 ระดับ (ร้อยละ 10 15 และ 20) และ (3) สัดส่วนของน้ำตาลต่อมอลทิทอล ไซรัป และปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน 4 ระดับ (1:1 และ 1:2, ร้อยละ 0 และ 10) โดยน้ำหนัก นำสับประรดกวนลดน้ำตาลที่ได้ไปตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (appearance) ค่าสี (color) เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) (hardness) ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ปริมาณความชื้น (moisture content) และการประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) ตามลำดับ เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวิจัย : ผลการศึกษาพบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลประกอบด้วย เนื้อสับประรดปั่น ร้อยละ 71.23 มอลทิทอล ไซรัป ร้อยละ 14.25 น้ำตาลทราย ร้อยละ 7.12 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 7.12 เกลือ ร้อยละ 0.21 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.07 ตามลำดับ กระบวนการที่เหมาะสมในการผลิต เริ่มจากนำผลสับประรดคัดเลือก/ตำหนิ ปอก ล้างน้ำ สะอาด หั่น บด กวน (ให้ความร้อนโดยตรง) พักให้เย็น บรรจุ แล้วเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท ผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลมีคุณภาพตามมาตรฐาน โดยเนื้อสับประรดกวนลดน้ำตาลมีลักษณะปรากฏ สีและกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของสับประรดกวน ไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ และมีจำนวนจุลินทรีย์ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลการทดสอบการ

ยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล แบบ Central Location Test (CLT) จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบรวมเท่ากับ 7.60 ผู้บริโภคร้อยละ 90.00 ยอมรับผลิตภัณฑ์ และจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 90.00 ผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลสามารถเก็บรักษาได้มากกว่า 8 สัปดาห์ ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง

สรุปผลการวิจัย : ผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลที่พัฒนาได้สามารถลดปริมาณน้ำตาลลงได้ร้อยละ 80 โดยน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบซึ่งใช้น้ำตาล โดยใช้มอลทิทอล ไซรัป ร้อยละ 40 โดยน้ำหนักของน้ำตาลจากสูตรต้นแบบ สับประรดกวนลดน้ำตาลมีคุณภาพตามมาตรฐาน มีลักษณะปรากฏ สีและกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของสับประรดกวน ไม่พบสิ่งแปลกปลอม และมีจำนวนจุลินทรีย์ตามเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ : สับประรดกวน ; สารให้ความหวาน ; มอลทิทอล ไซรัป

Abstract

Background and Objectives : Pineapple paste is a processed fruit product produced commercially. The main ingredients for producing pineapple paste are pineapple pulp, sugar, and glucose syrup. Therefore, this product is not suitable for health-conscious consumers who want to control sugar, which makes it unable to meet the needs of consumers. Hence, this research aims to develop a formula and production process for reduced-sugar pineapple paste and to raise the standard of community products.

Methodology : The development of optimal proportion and production process for reduced-sugar pineapple paste was divided into two parts, including (1) the proportions of two types of sweeteners (maltitol syrup and maltodextrin) were varied into four levels of maltitol syrup to maltodextrin (20:80, 30:70, 40:60 and 50:50) by weight, (2) 50% sugar content to maltitol syrup and three levels of maltodextrin (10, 15 and 20%) and (3) proportions of sugar to maltitol syrup and four levels of maltodextrin (1:1 and 1:2, 0 and 10%) by weight. The reduced-sugar pineapple paste was examined for physical and chemical quality values, including appearance, color value, texture (hardness), water activity moisture content, and sensory evaluation to select the appropriate proportion for the best quality. Product quality evaluation according to community product standards, consumer acceptance tests, and overall changes in the quality of reduced-sugar pineapple paste were studied during storage.

Main Results : The study found that the optimum proportion for producing reduced sugar pineapple paste consisted of blended pineapple pulp 71.23% maltitol syrup, 14.25% sugar, 7.12% glucose syrup, 7.12% salt, 0.21%, and citric acid 0.07%, respectively. The optimum process was picking pineapples, peeling, washing with clean water, cutting, blending, stirring (direct heating), cooling, packing, and storing in sealed packaging. The overall reduced-sugar pineapple paste products were following standard quality. The appearance of reduced-sugar pineapple paste presented a good natural color and smell of pineapple preserves, no foreign matter, which

was not a used component, and the result of microorganisms checking was according to the specified criteria. The result of the consumer acceptance test by Central Location Test (CLT) of 200 people found that the average consumer rated all characteristics at a moderate to very good level, the average overall liking score was 7.60, which 90.00% of consumers accepted the product, and will purchase the products accounted for 90.00 percent. Reduced-sugar pineapple paste could be stored for more than 8 weeks in sealed packaging at room temperature.

Conclusions : Reduced-sugar pineapple paste was a processed fruit product that reduced sugar content to 80 percent by weight (compared with the original product with sugar added). Maltitol syrup was used as a sweetener substitute 40% by weight of sugar from the prototype formula. The quality reduced-sugar pineapple paste followed standard quality and obtained a good appearance, the natural color, and the aroma of pineapple preserves without foreign matter. The microorganisms' checking result was according to the specified criteria.

Keywords : pineapple paste ; sweetener ; maltitol syrup

*Corresponding author. E-mail : phondaran@psru.ac.th

บทนำ

ผลไม้กวนเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปผลไม้รูปแบบหนึ่งที่คนไทยคุ้นเคยและรู้จักมานาน เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากผลไม้ที่มีมากเกินไปในฤดูกาลและสืบทอดกันมา ผลไม้กวนที่มีการผลิตและจำหน่ายมี 2 ประเภท คือ ประเภทแรกคือ ใช้น้ำตาลเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการนำเนื้อผลไม้มากวนกับน้ำตาลจนเหนียวข้น เช่น สับปะรดกวน มะม่วงกวน มังคุดกวน และประเภทที่สองจะมีกะทิเป็นส่วนผสมด้วย ซึ่งเป็นการนำเนื้อผลไม้มากวนกับน้ำตาลและกะทิจนเหนียวข้น เช่น กัลยัณกวน ขนุนกวน อาจมีการเติมแะแซด้วย ผลไม้กวนส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกัน และส่วนใหญ่ไม่มีมาตรฐาน อย. สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค และเป็นข้อจำกัดในการตลาดของผลิตภัณฑ์ (Attabhanyo *et.al.*, 2007)

สับปะรดเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีการปลูกจำนวนมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี และราชบุรี (Weerawut, 1998) ในส่วนของจังหวัดพิษณุโลก มีการปลูกสับปะรดในพื้นที่อำเภอชาติตระการ และอำเภอนครไทย เกษตรกรเก็บเกี่ยวจำหน่ายเป็นผลสด และบางส่วนนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ สับปะรดเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นเฉพาะ นิยมเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นเมื่อแก่เต็มที่ซึ่งจะสุกงอมอย่างรวดเร็วทำให้เก็บรักษาได้ไม่นาน บางครั้งผลผลิตมีมากเกินไปความต้องการของผู้บริโภค หรือผลผลิตไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่โรงงานกำหนด (Jitbunjedkul & Vonghirundacha, 2008) ปัจจุบันสับปะรดกวนกลายเป็นสินค้าที่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ โดยส่วนผสมประกอบด้วย เนื้อสับปะรด น้ำตาล และแะแซ เป็นหลัก จึงทำให้มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 45-60 จึงไม่เหมาะกับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและต้องการควบคุมน้ำตาล การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในปัจจุบันจึงให้ความสำคัญกับการใช้สารทดแทนความหวานเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

คณะนักวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตสับประรดกวนลดน้ำตาลเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่เป็นที่นิยมรับของผู้บริโภคยุคใหม่ที่ใส่ใจสุขภาพ โดยการพัฒนาสูตรสับประรดกวนลดน้ำตาลจะใช้ มอลทิทอล เป็นสารให้ความหวานเนื่องจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าพลังงานต่ำกว่าการใช้น้ำตาล แต่ให้รสหวานใกล้เคียงน้ำตาล และทนความร้อนได้สูง รวมถึงมีผลให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ายการใช้น้ำตาล และมอลโตเดกซ์ตริน เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเพิ่มเนื้อ และเป็นสารเชิงหน้าที่กลุ่มพรีไบโอติก ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย (On-nom *et.al.*, 2014) ผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล จึงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำตาล (Brusick, 2008) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตสับประรดกวนลดน้ำตาลโดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนให้มีศักยภาพสำหรับการแข่งขันในตลาด

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จะใช้สูตรและกระบวนการผลิตสับประรดกวนของ Chanasith *et. al.* (2015) เป็นสูตรต้นแบบ (prototype) มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1. การพัฒนาสูตรสับประรดกวนลดน้ำตาล

1.1 การเตรียมวัตถุดิบและการประเมินคุณภาพ

นำสับประรด จากตำบลบ่อภาค อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มาคัดคุณภาพในเบื้องต้น ปอกเปลือก ล้างน้ำทำความสะอาด นำไปปั่น แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี เพื่อใช้กำหนดค่าคุณภาพของวัตถุดิบเริ่มต้น คือ ค่าสี (color) (Color Attribute, Konica Minolta CR-10, C.I.E. LAB, L**b*, Japan) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) (In-house method based on compendium of method for food analysis, 2003) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) (Hand refractometer, ATAGO, Japan) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) (pH meter, Mettler Toledo รุ่น F20 FiveEasy™, Switzerland) และปริมาณกรด (acid) (AOAC, 2010)

1.2 การพัฒนาสูตรสับประรดกวน

การพัฒนาสูตรสับประรดกวนจะใช้สูตรสับประรดกวนของ Chanasith *et. al.* (2015) เป็นสูตรต้นแบบ (prototype) และนำกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่มาใช้ร่วมกับการใช้สารให้ความหวานแทนการใช้น้ำตาล โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) ศึกษาสัดส่วนของสารให้ความหวาน 2 ชนิด คือ มอลทิทอล ไชรัป ต่อมอลโตเดกซ์ตริน (DE 10-12) 4 ระดับ (20:80, 30:70, 40:60 และ 50:50) โดยน้ำหนัก (2) ศึกษาปริมาณน้ำตาลและสัดส่วนของมอลทิทอล ไชรัป ต่อมอลโตเดกซ์ตริน 3 ระดับ (ร้อยละ 10 15 และ 20) และ (3) ศึกษาสัดส่วนของน้ำตาลต่อมอลทิทอล ไชรัป และปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน 4 ระดับ (1:1 และ 1:2, ร้อยละ 0 และ 10) โดยน้ำหนัก นำผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลที่ได้ไปตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ค่าสี เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) (Stable Micro System Texture Analyzer, TA.XT plus, England) โดยใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร อัตราการเคลื่อนที่ลงและขึ้นของหัววัดกำหนดค่า Pre Test Speed : 2.0 มิลลิเมตร/วินาที Test Speed : 1.7 มิลลิเมตร/วินาที และ Post Speed : 10.0 มิลลิเมตร/วินาที (Norsuwan & Tantechai,

2018) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w AQUA LAB CX3TE, USA) และปริมาณความชื้น (AOAC, 2019) ตามลำดับ

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยเสนอตัวอย่างพร้อมแบบสอบถามและให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณะดังนี้ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความหวาน เนื้อสัมผัส รสชาติโดยรวม และความชอบรวม กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน (Chompreeda, 2013) (นักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีอายุระหว่าง 20-50 ปี) (PSRU-EC No. : 2021/032)

2. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล

นำผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลที่ผ่านการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต มาวิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry, 2015) ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม วัตถุเจือปนอาหาร และจุลินทรีย์ (total plate count, yeast and molds, *Clostridium perfringens*, BAM, 2001; *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, BAM, 2020; Coliforms; *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, BAM, 2016) ตามลำดับ

3. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลของผู้บริโภคแบบ Central Location Test (CLT) เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 200 คน (Chompreeda, 2013) (นักศึกษา และบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีอายุระหว่าง 18-65 ปี) (PSRU-EC No. : 2021/032) ถามในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความรู้สึกหลังชิม และความชอบรวม โดยให้คะแนนความชอบด้วยวิธีการ 9-point Hedonic scaling test แล้วประมวลผลข้อมูลที่ได้

4. การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์กระป๋องพลาสติก ปิดผนึกแบบธรรมดา น้ำหนักบรรจุ 200 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส) ทำการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 60 วัน เปรียบเทียบกับคุณภาพเริ่มต้น โดยปัจจัยคุณภาพที่ทำการศึกษา คือ คุณภาพทางเคมีกายภาพ ลักษณะปรากฏ ค่าสี เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้น และคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลองในแต่ละขั้นตอนเป็นจำนวน 3 ซ้ำ ($n=3$) วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาสูตรสับประรดกวนลดน้ำตาล

1.1 การเตรียมวัตถุดิบและการประเมินคุณภาพ

ผลการนำสับประรด (พันธุ์ปัตตาเวีย) พื้นที่ปลูกตำบลป่อภาค อำเภอนาหว้า จังหวัดสกลนคร มาคัดคุณภาพเบื้องต้นโดยการคัดเอาผลเน่า มีตำหนิ มีบาดแผล และสิ่งปนเปื้อนอื่นที่ปนมาออก ล้างน้ำทำความสะอาด ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี พบว่า ผลผลิตของเนื้อสับประรดบ่มที่ได้คิดเป็นร้อยละ 50.51 เมื่อเทียบกับน้ำหนักเนื้อสับประรดทั้งผล หรือ คิดเป็นร้อยละ 77.56 เมื่อเทียบกับน้ำหนักเนื้อก่อนบ่ม ค่าคุณภาพของสับประรด แสดงดัง Table 1

Table 1 Physical and chemical properties of Pineapple paste

Physical and chemical properties		
Color	L*	38.19 ± 0.06
	a*	-3.26 ± 0.10
	b*	25.81 ± 0.06
total sugar (%)		12.24 ± 0.68
total soluble solid (°brix)		13.97 ± 0.59
pH		3.74 ± 0.02
total acid (%)		0.82 ± 0.03

1.2 การพัฒนาสูตรสับประรดกวน

ผลการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาลที่ผ่านแปรรูปส่วนของมอลทิทอล ไซรัป และมอลโตเดกซ์ตรินเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพบว่า อัตราส่วนของมอลทิทอล ไซรัป ต่อมอลโตเดกซ์ตริน มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏไม่ดึ้นก มีค่าสีแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินมีผลให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง และทำให้มีค่าความเป็นสีแดง (a*) และสีเหลืองต่างจากสูตรควบคุม ค่าความเป็นสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณมอลทิทอล ไซรัป เพิ่มขึ้น อัตราส่วนของมอลทิทอล ไซรัป ต่อมอลโตเดกซ์ตริน มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) ปริมาณของแข็ง ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระของสับประรดกวนลดน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของมอลทิทอล ไซรัป เพิ่มขึ้น สับประรดกวนลดน้ำตาลสูตรที่ 3 มีค่าความแข็งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับสูตรควบคุม ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของมอลทิทอล ไซรัป เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าสูตรควบคุมค่อนข้างมาก สับประรดกวนลดน้ำตาลทุกสูตรมีค่าปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ที่กำหนดไว้ คือ ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้กวนต้องมีปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 0.85 แสดงดัง Table 2

Table 2 Physical and chemical properties of pineapple paste with various maltitol syrup and maltodextrin 4 levels

properties	formula				
	control	1	2	3	4
appearance	shiny and yellow-brown	not shiny and light yellow	not shiny and light yellow but darker than formula 1	not shiny and light yellow but darker than formula 2	not shiny and light yellow but darker than formula 3
color L*	28.39 ± 0.22 ^c	45.48 ± 0.86 ^a	44.81 ± 0.65 ^a	37.28 ± 0.06 ^b	29.47 ± 0.62 ^c
a*	-0.32 ± 0.06	-2.13 ± 0.40	-2.62 ± 0.05	-1.91 ± 0.02	-0.36 ± 0.67
b*	12.03 ± 0.12	21.13 ± 0.17	18.53 ± 0.98	16.70 ± 0.02	17.89 ± 0.24
hardness (g)	250.98 ± 23.60 ^c	580.40 ± 42.40 ^a	340.30 ± 32.80 ^b	250.74 ± 23.24 ^c	230.02 ± 32.16 ^d
total soluble solid (°brix)	82.6 ± 0.00 ^a	73.3 ± 0.00 ^d	74.8 ± 0.00 ^c	76.3 ± 0.12 ^b	73.5 ± 0.29 ^d
moisture (%)	21.46 ± 0.68 ^d	24.44 ± 0.80 ^c	24.68 ± 0.86 ^c	25.42 ± 0.64 ^b	26.16 ± 0.67 ^a
water activity (a _w)	0.652 ± 0.02 ^d	0.853 ± 0.01 ^c	0.853 ± 0.01 ^c	0.861 ± 0.00 ^b	0.870 ± 0.01 ^a

Note : a-d difference letter in same row were significant difference by Duncan's New Multiple Range Test at confident percentage of 95% (p<0.05)

maltitol syrup: maltodextrin, 1 = 20:80, 2 = 30:70 3 = 40:60 and 4 = 50:50

จากค่าคุณภาพของสับประรดกวนลดน้ำตาลซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และลักษณะปรากฏที่แตกต่างจากสูตรควบคุมค่อนข้างมาก คณะนักวิจัยจึงทำการพัฒนาต่อโดยปรับใช้น้ำตาลเป็นส่วนผสม และใช้มอลทิทอลไซรัป ร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำตาลสูตรควบคุม ผันแปรปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ของปริมาณน้ำตาล โดยให้ส่วนผสมที่ให้ความหวานทั้งหมดเท่ากับปริมาณน้ำตาลของสูตรควบคุม

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของสับประรดกวนลดน้ำตาลที่ผันแปรปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน 3 ระดับ พบว่า ปริมาณของมอลโตเดกซ์ตริน มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ น้ำตาลมีผลให้สับประรดกวนลดน้ำตาลมีลักษณะปรากฏใกล้เคียงกับสูตรควบคุม มีเนื้อเป็นมันวาว สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน ปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินมีผลต่อค่าสี และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่มีผลให้ค่าความเป็นสีแดงลดลง ค่าความแข็งของสับประรดกวนลดน้ำตาลสูตรที่ 1 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยเมื่อปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง ผลการประเมินปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์พบว่า ปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินมีผลให้ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น

ผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนลดน้ำตาลมีปริมาณความชื้นระหว่าง 23.02-24.16% และมีปริมาณน้ำอิสระระหว่าง 0.720-0.814 ซึ่งมีค่ามากกว่าสูตรควบคุม และบางสูตรมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แสดงดัง Table 3

Table 3 Physical and chemical properties of pineapple paste with various maltodextrin 3 levels

properties	formula			
	control	1	2	3
appearance	shiny and yellow-brown	shiny and light-yellow brown	shiny and light-yellow brown	shiny and light-yellow brown
color L*	29.28 ± 0.12 ^d	34.82 ± 0.75 ^c	47.28 ± 0.86 ^b	49.65 ± 0.60 ^a
a*	-0.40 ± 0.42	-0.46 ± 0.57	-2.61 ± 0.04	-2.62 ± 0.05
b*	14.18 ± 0.22	14.70 ± 0.02	12.86 ± 0.39	10.53 ± 0.98
hardness (g)	250.98 ± 25.60 ^a	250.30 ± 22.20 ^a	230.74 ± 23.14 ^b	220.02 ± 31.16 ^c
total soluble solid (°brix)	83.0 ± 0.00 ^a	83.5 ± 0.20 ^a	82.0 ± 0.12 ^b	80.2 ± 0.10 ^c
moisture (%)	21.64 ± 0.78 ^c	23.02 ± 0.86 ^b	23.14 ± 0.88 ^b	24.16 ± 0.90 ^a
water activity (a _w)	0.640 ± 0.02 ^c	0.740 ± 0.01 ^b	0.741 ± 0.00 ^b	0.814 ± 0.01 ^a

Note : a-d difference letter in same row were significant difference by Duncan's New Multiple Range Test at confident percentage of 95% (p<0.05)

50% maltitol syrup with sugar and various maltodextrin 3 levels, 1 = 10%, 2 = 15% and 3 = 20%

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยเสนอตัวอย่างสับปะรดกวนลดน้ำตาลและแครกเกอร์ (รสจี๊ด) พร้อมแบบสอบถาม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ในคุณลักษณะต่างๆ คือ ลักษณะปรากฏ (appearance) สี (color) กลิ่น (aroma) เนื้อสัมผัส (texture) รสชาติ (taste) และความชอบรวม (overall) กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน (untrained panels) จำนวน 30 คน (Chompreeda, 2013) ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินและปริมาณน้ำตาลมีผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในทุกคุณลักษณะ โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อคุณลักษณะของสับปะรดกวนลดน้ำตาลมีค่าน้อยกว่าสับปะรดกวนสูตรควบคุมคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณน้ำตาลลดลงและปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะด้านลักษณะปรากฏ สี และด้านเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) ยกเว้นด้านรสชาติที่คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนสูตรที่ 3 (น้ำตาล 75 กรัม และมอลโตเดกซ์ตริน 50 กรัม) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุด แสดงดัง Table 4

Table 4 The average liking score of 30 panelists for the reduced-sugar pineapple paste with various maltodextrin 3 levels

attributes	formula			
	control	1	2	3
appearance	7.02±0.50 ^a	6.04±0.92 ^b	5.03±0.98 ^c	5.00±1.01 ^c
color	7.10±0.48 ^a	6.17±0.48 ^b	5.50±0.90 ^c	5.17±1.08 ^d
aroma	7.10±0.80 ^a	6.30±0.62 ^b	6.30±0.47 ^b	5.67±0.62 ^c
texture	6.13±1.00 ^a	5.66±1.01 ^b	5.26±0.86 ^c	4.80±0.72 ^d
taste	6.10±1.02 ^a	5.20±1.28 ^c	5.30±1.10 ^c	5.52±0.64 ^b
overall	6.18±1.18 ^a	5.33±0.48 ^b	5.14±0.55 ^c	5.01±0.68 ^d

Note : a-d difference letter in same row were significant difference by Duncan's New Multiple Range Test at confident percentage of 95% ($p \leq 0.05$)

50% maltitol syrup with sugar and various maltodextrin 3 levels, 1 = 10%, 2 = 15% and 3 = 20%

จากผลการประเมินในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่า แม้ผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนลดน้ำตาลทุกสูตร จะมีค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 0.85) แต่ยังมีค่าคุณภาพอื่นแตกต่างจากสูตรควบคุม นอกจากนั้นยังพบว่า ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ได้ ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คณะนักวิจัยจึงทำการพัฒนาต่อ โดยผันแปรปริมาณน้ำตาล ปริมาณมอลทิทอล ไซรัป และปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน โดยผันแปรอัตราส่วนของน้ำตาล : มอลทิทอล ไซรัป 1 : 1 และ 1 : 2 และปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 0 และ 10 ของปริมาณน้ำตาลสูตรควบคุม

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์พบว่า น้ำตาลมีผลให้ผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนมีสีเหลืองปนน้ำตาลแดง และเนื้อเป็นมันวาวใกล้เคียงกับสูตรควบคุม มอลโตเดกซ์ตรินมีผลต่อค่าสี โดยเฉพาะความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น และมีผลให้ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เพิ่มขึ้น ปริมาณมอลทิทอล ไซรัปมีผลต่อคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนลดน้ำตาล โดยปริมาณมอลทิทอล ไซรัป และน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เพียงเล็กน้อย สับปะรดกวนลดน้ำตาลทั้ง 4 สูตร มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือ ไม่เกิน 0.85 แสดงดัง Table 5

Table 5 Physical and chemical properties of pineapple paste with various sugar maltitol syrup and maltodextrin

properties	formula			
	1	2	3	4
appearance	shiny and yellow mixed with red brown	shiny and light- yellow mixed with light brown	shiny and yellow mixed with red brown	shiny and light- yellow mixed with brown
color L*	34.46 ± 0.80 ^d	36.81 ± 1.00 ^c	37.38 ± 0.26 ^b	42.20 ± 0.62 ^a
a*	-1.46 ± 0.58	-1.04 ± 0.56	-2.42 ± 0.46	-2.04 ± 0.50
b*	12.48 ± 0.34	14.34 ± 0.48	12.68 ± 0.65	10.12 ± 1.02
hardness (g)	242.34 ± 32.80 ^b	230.54 ± 32.30 ^c	263.70 ± 20.14 ^a	234.72 ± 42.56 ^c
total soluble solid (°brix)	82.0 ± 0.10 ^b	82.2 ± 0.00 ^b	83.0 ± 0.10 ^a	83.2 ± 0.10 ^a
moisture (%)	21.42 ± 0.87 ^c	23.21 ± 0.87 ^a	22.14 ± 0.68 ^b	22.26 ± 0.80 ^b
water activity (a _w)	0.680 ± 0.02 ^b	0.684 ± 0.01 ^a	0.670 ± 0.00 ^c	0.681 ± 0.02 ^b

Note : a-d difference letter in same row were significant difference by Duncan's New Multiple Range Test at confident percentage of 95% (p≤0.05)

sugar: maltitol syrup and various maltodextrin 2 levels, 1 = 1:1 and 0% maltodextrin, 2 = 1:1 and 10% maltodextrin, 3 = 1:2 and 0% maltodextrin and 4 = 1:2 and 10% maltodextrin

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า มอลโตเดกซ์ตริน และปริมาณมอลทิทอล ไชรัป มีผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน (untrained panels) จำนวน 30 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) โดยมอลโตเดกซ์ตรินมีผลให้คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อทุกคุณลักษณะลดลง ในขณะที่ปริมาณมอลทิทอล ไชรัป มีผลให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณสูงขึ้น คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบรวมต่อสับประดกวนลดน้ำตาลที่ไม่เติมมอลโตเดกซ์ตริน และเติมมอลทิทอล ไชรัป ร้อยละ 40 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.18 แสดงดัง Table 6

ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตสับประดกวนลดน้ำตาล ประกอบด้วย เนื้อมอลทิทอล ร้อยละ 71.23 มอลทิทอล ไชรัป ร้อยละ 14.25 น้ำตาลทราย ร้อยละ 7.12 กลูโคส ไชรัป (แบบแซ) ร้อยละ 7.12 เกลือ ร้อยละ 0.21 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.07 ตามลำดับ

2. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์สับประดกวนลดน้ำตาล

ผลการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์สับประดกวนลดน้ำตาล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.35/2558) ผักและผลไม้กวน แสดงดัง Table 7

Table 6 The average liking score of panelists for the reduced-sugar pineapple paste with various sugar maltitol syrup and maltodextrin

attributes	formula			
	1	2	3	4
appearance	6.12±0.50 ^b	6.02±0.92 ^c	7.13±1.00 ^a	6.13±0.88 ^b
color	6.70±0.78 ^b	6.14±0.40 ^d	7.02±0.62 ^a	6.45±1.10 ^c
aroma	6.30±0.80 ^c	6.46±0.62 ^b	7.11±1.10 ^a	6.42±0.57 ^b
texture	6.28±1.00 ^b	6.12±0.91 ^c	7.01±0.52 ^a	6.26±0.66 ^b
taste	6.62±0.42 ^d	6.80±1.08 ^c	7.22±1.02 ^a	6.92±0.80 ^b
overall	6.54±0.64 ^c	6.23±1.01 ^d	7.18±0.38 ^a	6.74±0.65 ^b

Note : a-d difference letter in same row were significant difference by Duncan's New Multiple Range Test at confident percentage of 95% ($p \leq 0.05$)

sugar: maltitol syrup and various maltodextrin 2 levels, 1 = 1:1 and 0% maltodextrin, 2 = 1:1

and 10% maltodextrin, 3 = 1:2 and 0% maltodextrin and 4 = 1:2 and 10% maltodextrin

3. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล แบบ Central Location Test (CLT) ด้วยการให้สเกลความชอบ (hedonic scaling) 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ (appearance) กลิ่น (aroma) รสชาติ (taste) เนื้อสัมผัส (texture) ความรู้สึกหลังชิม (after taste) และความชอบรวม (overall) เท่ากับ 7.38, 7.22, 7.28, 7.34, 7.26 และ 7.60 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ตามลำดับ ผู้บริโภคร้อยละ 90.0 ยอมรับผลิตภัณฑ์ และจะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 90.0 แสดงดัง Table 8

4. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับประรดกวนลดน้ำตาล

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของสับประรดกวนลดน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า สภาวะการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สับประรดกวนลดน้ำตาลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาสับประรดกวนลดน้ำตาลระหว่างสัปดาห์ที่ 0 - 4 แต่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษาสับประรดกวนลดน้ำตาลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 โดยค่าความสว่าง (L^*) จะลดลง และค่าความเป็นสีแดง (a^*) จะเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่า สับประรดกวนลดน้ำตาลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 สัปดาห์ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส ผลการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่า ไม่เกินตามมาตรฐานที่กำหนดไว้



แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนลดน้ำตาลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นานอย่างน้อย 8 สัปดาห์ แสดงดัง Table 9

Table 7 The quality value of reduced-sugar pineapple paste product

Testing lists	Content	standard
appearance	shiny, yellow mixed with red brown, dry, not wet and sticky	dry, not wet and sticky
color	yellow mixed with red brown, the natural color of pineapple	good natural color of vegetables and fruits without interference
aroma	nice natural scent of pineapple paste, no other unwanted odors such as musty or burning odors	nice natural scent of vegetables and fruits, no other unwanted odors such as musty or burning odors
flavor	nice natural flavor of pineapple paste, no other undesirable odors such as sour and spoiled odors	nice natural flavor of vegetables and fruits, no other undesirable odors such as sour and spoiled odors
foreign matter	no foreign matter was found that was not a component used	no foreign matter was found that was not a component used
food additive	not use any type of preservatives	not use any type of preservatives
total plate count (CFU/g)	< 10	< 10x10 ⁶
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	< 1	not specified
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	< 1	not specified
Coliforms (MPN/100g)	< 1.1	not specified
<i>Salmonella</i> spp. (In 25 g)	not detected	not detected
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	< 10	< 10
<i>Escherichia coli</i> MPN/g	< 3.0	< 3.0
Yeast and molds (CFU/g)	< 10	< 10x10 ³

**Table 8** The average liking score of consumers acceptance test for the reduced-sugar pineapple paste product

attributes	average liking score
appearance	7.38±0.21
aroma	7.22±0.81
taste	7.28±0.75
texture	7.34±1.00
after taste	7.26±0.60
overall	7.60±0.56

Table 9 The quality value of reduced sugar pineapple paste with preserves for 8 weeks

properties	0 week	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8weeks
appearance	shiny, yellow mixed with red brown, dry and sticky	shiny, yellow mixed with red brown, dry and sticky	shiny, yellow mixed with red brown, dry and sticky	shiny, yellow mixed with red brown dry and sticky	shiny, yellow mixed with red brown
color L*	36.18 ± 0.86 ^a	36.28 ± 0.66 ^a	36.14 ± 1.06 ^a	34.28 ± 0.86 ^b	32.20 ± 0.96 ^c
a*	-2.10 ± 0.66 ^c	-2.44 ± 0.88 ^c	-3.18 ± 1.05 ^b	-3.64 ± 0.95 ^a	-4.12 ± 1.00 ^a
b*	12.88 ± 0.60 ^a	10.28 ± 0.68 ^b	10.10 ± 0.62 ^b	8.64 ± 1.00 ^c	8.12 ± 1.02 ^c
moisture content (%)	21.42 ± 0.52 ^b	21.48 ± 0.60 ^b	21.46 ± 0.72 ^b	22.12 ± 0.68 ^a	22.44 ± 0.84 ^a
water activity (a _w)	0.65 ± 0.02 ^b	0.65 ± 0.01 ^b	0.66 ± 0.10 ^b	0.70 ± 0.10 ^a	0.72 ± 0.10 ^a
total plate count (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Coliforms (MPN/100g)	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1
<i>Salmonella</i> spp. (In 25 g)	not detected	not detected	not detected	not detected	not detected
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0
yeast and molds (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Note : a-c difference letter in same row were significant difference by Duncan's New Multiple Range Test

at confident percentage of 95% (p≤0.05)

วิจารณ์ผลการวิจัย

สับปะรดกวนเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ผลไม้แปรรูปซึ่งใช้การแปรรูปด้วยความร้อนที่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ แต่เนื่องจากมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง จึงไม่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและต้องการควบคุมน้ำตาล คณะนักวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาสูตรสับปะรดกวนลดน้ำตาลเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสับปะรดกวน โดยทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตสับปะรดกวนลดน้ำตาล ด้วยการใส่สารให้ความหวานกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ และคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลิแซ็กคาไรด์ 2 ชนิด คือ มอลทิทอล ไซรัป และมอลโตเดกซ์ทริน เนื่องจากมีคุณสมบัติคล้ายน้ำตาล แต่มีค่าพลังงานต่ำ ให้รสหวานใกล้เคียงน้ำตาล และทนความร้อนได้สูง รวมถึงมีผลให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ายการใช้น้ำตาล นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติในการเพิ่มเนื้อ และเป็นสารเชิงหน้าที่กลุ่มพรีไบโอติก ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค โดยยังคงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้น้ำตาล และมีค่าคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนลดน้ำตาลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนจะนำไปตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัส ตามลำดับ เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ผลการศึกษาพบว่า สับปะรดกวนลดน้ำตาลที่ไม่เติมน้ำตาลมีลักษณะปรากฏไม่ดี และมีค่าคุณภาพแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะค่าปริมาณน้ำอิสระที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานค่อนข้างมาก ปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินมีผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีสมบัติในการเพิ่มเนื้อ มอลโตเดกซ์ทรินมีผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลและความแข็งน้อยลง ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ On-nom *et.al.* (2014) และ Norsuwan & Tantechai (2018) และมีผลให้คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม มอลโตเดกซ์ทรินจึงเป็นสารให้ความหวานที่ไม่เหมาะสมนักสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทผลไม้กวน เพราะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภค โดยเฉพาะ ค่าสี ลักษณะปรากฏ ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้น (Norsuwan & Tantechai, 2018) แต่หากใช้ร่วมกับน้ำตาลซูโครสจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏ และค่าคุณภาพกายภาพและเคมีเป็นไปตามเกณฑ์ (Thaweeseang *et.al.*, 2020) และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม แสดงให้เห็นว่า น้ำตาลยังคงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการแปรรูปผลไม้กวน เนื่องจากให้คุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะค่าสีและการยอมรับของผู้บริโภค

มอลทิทอล เป็นพรีไบโอติก (prebiotic) ช่วยปรับสภาพระบบขับถ่าย ช่วยให้การดูดซึมแร่ธาตุได้ง่ายช่วยให้อาหารเงานามขึ้น น้ำตาลไม่ตกผลึกเมื่อโดนความร้อน เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่มีพลังงานต่ำ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก และผู้ป่วยเบาหวาน ดูดซึมได้ช้ากว่า ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นช้ากว่าน้ำตาลซูโครส หรือกลูโคส เหมาะที่จะนำไปแปรรูปอาหารเพื่อสุขภาพ (Choojun, 2012) โดยมอลทิทอลถูกดูดซึมในร่างกายประมาณร้อยละ 50-70 (Dobreva, *et.al.*, 2013) การใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) มากกว่า เนื่องจากมอลทิทอลจัดเป็นน้ำตาลนอนรีดิวิซ์ คือ ไม่มีหมู่รีดิวิซ์ และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Choojun, 2012) และมีผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลง (Dolwitthayakun, 2013) น้ำตาลซูโครสสามารถเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (caramelization) ผลิตภัณฑ์จึงมีความข้นหนืด และมีสีเข้มขึ้น (Rattanapanon, 2002)

จาก Tale 2 และ Table 3 แสดงให้เห็นว่า การใช้มอลทิทอล ไซรัป ร่วมกับมอลโตเดกซ์ตริน มีผลให้ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น แต่มีผลให้ความแข็งแรงลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของมอลโตเดกซ์ตรินที่มีส่วนในการเพิ่มเนื้อทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม จึงทำให้ค่าความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ลดลง และเป็นไปได้ว่า ปริมาณของมอลทิทอล ไซรัป ที่ใช้ไม่มากพอสำหรับการช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง จากความสามารถในการสามารถดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ได้ของน้ำตาลกลุ่มแอลกอฮอล์ (Siriwattanasilp, 2021) ปริมาณมอลทิทอล ไซรัป มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่จากผลการศึกษาพบแนวโน้มที่ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นแต่ไม่สอดคล้องในทุกการทดลอง ผลการศึกษาที่ปรากฏในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าน้ำตาลเป็นองค์ประกอบที่ยังคงมีความจะเป็นในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ผลไม้กวน เนื่องจากมีผลอย่างมากต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ การใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลประเภทโพลิแซคคาไรด์ ในที่นี้คือ มอลโตเดกซ์ตริน อาจไม่เหมาะสม เนื่องจากแม้จะมีคุณสมบัติในการเพิ่มเนื้อ หรือนำหนักของผลิตภัณฑ์ แต่มีผลเสียต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น มอลทิทอล ไซรัป เป็นสารให้ความหวานที่ให้คุณสมบัติของสีและรสชาติใกล้เคียงกับน้ำตาล แต่ให้พลังงานน้อยกว่า และเนื่องจากเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์จึงมีสมบัติในการลดปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ (Thaweeseang *et.al.*, 2020; Siriwattanasilp, 2021)

สรุปผลการวิจัย

สูตรที่เหมาะสมในการผลิตสับปะรดกวนลดน้ำตาลประกอบด้วย เนื้อสับปะรดปั่น ร้อยละ 71.23 มอลทิทอล ไซรัป ร้อยละ 14.25 น้ำตาล ร้อยละ 7.12 กลูโคสไซรัป (แบะแซ) ร้อยละ 7.12 เกลือ ร้อยละ 0.21 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.07 ตามลำดับ สับปะรดกวนลดน้ำตาลมีคุณภาพและมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าที่เกณฑ์กำหนดไว้ การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแบบ Central Location Test (CLT) จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบรวมเท่ากับ 7.60 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ผู้บริโภคร้อยละ 90.0 ยอมรับผลิตภัณฑ์ และจะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 90.0 สับปะรดกวนลดน้ำตาลสามารถเก็บรักษาได้มากกว่า 8 สัปดาห์ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (2010). *AOAC Official methods of analysis (Association of Official Analytical Chemists, 18th ed)*. International Inc. Arlington Virginia, USA.



- AOAC. (2019). *AOAC Official methods of analysis (Association of Official Analytical Chemists, 21th ed)*. International Inc. Arlington Virginia, USA.
- Attabhanyo, R., Sampanvejsobha, S., & Changchut, A. (2007). Development of fruit leather for standardization and market study. *Research report*. The Thailand Research Fund. (in Thai)
- Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2001). Chapter 3: Aerobic Plate Count January Edition. US Food and Drug Administration, USA.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2016). Chapter 12: Staphylococcus aureus. US Food and Drug Administration, USA.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2020). Chapter 14: Bacillus cereus. US Food and Drug Administration, USA.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2020). Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. US Food and Drug Administration, USA.
- Brusick, D.J. (2008). A Critical Review of the Genetic Toxicity of Steviol and Steviol Glycosides, *Food and Chemical Toxicology*, 46, S83-S91.
- Chanasith, K., Paemongkol, P., Daengsangwan, N., Aphiphattarawarodom, K., Mangkornsila, N., & Pomchiangphin, S. (2015). The development product from pineapple for proceeds support student secondary education, Muang Chaiyaphum District, Chaiyaphum. *Research report*. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Chompreeda, P. (2013). *Sensory evaluation and consumer acceptance*. Vistainterprint Co., LTD. Bangkok. (in Thai)
- Choojun., S. (2012). Low energy sweetener. Chulalongkorn University press. Bangkok. (in Thai)
- Dobreva, V., Hadjikinova, M., Slavov, A., Hadjikinov., D., Dobrev., G., & Zhekova., B. (2013). Functional properties of maltitol. *Agricultural Science and Technology*, 5, 168-172.
- Dolwitthayakun., A. (2013). *Food experiments*. Odeon store press. Bangkok. (in Thai)



Jitbunjedkul, S., & Vonghirundacha, N. (2008) Improvement of quality and standard of preserved fruit paste.

Research report. Prince of Songkla University. (in Thai)

Norsuwan, T., & Tantechai, S. (2018). Effect of maltitol on physical and chemical properties of low calorie passion fruit jam. *The Proceedings of the 56th KU Annual Conference*. Kasetsart University. Bangkok. (in Thai)

On-nom, N., Nualkaekul, S., & Chalermchaiwat, P. (2014). Development of Pineapple Paste Formulation Using Sweetener. *Agricultural Sci. J.* ,45(2) (Suppl.),621-624. (in Thai)

Rattanapanon., N. (2002). Food chemistry. Odeon store press. Bangkok. (in Thai)

Siriwatthanasilp, A. (2021). The effect of sugar substitutes on physicochemical and microstructure properties of reduced sugar coconut milk jelly. Thesis Ph.D, Silpakorn University. (in Thai)

Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry. (2015). *Thai community product standard*, Candied fruits and vegetables, phak lae phonlamai kuan. TCPS number 35/2558. (in Thai)

Thaweeseang, N., Lueangprasert, K., & Saelim, K. (2020). Effects of Alternative Sweeteners on Physical, Chemical and Sensory Characteristics of Purple Yard Long Bean Jam. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 14(1), 91-102. (in Thai)

Weerawut, J. (1998). *Pineapple and its growth physiology*. Kasetsart University press. Bangkok. (in Thai)