การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจลและสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด

The Study of Gelling Agent and Sweeteners in Jelly Gummy from Toddy Palm Sugar

สุรีย์พร กังสนันท์* ศิริพร รักษ์แก้ว และ สการัตห์ คุมมะระ

Sureeporn Kangsanant*, Siriporn Rakkaew and Sakarat Kummara

Received: 3 May 2021, Revised: 12 Augst 2021, Accepted: 14 October 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครสและคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่น้ำตาลโตนดสด โดยศึกษาปริมาณเจลาตินคือร้อยละ 5 10 และ15 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ปริมาณโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1 และ 2 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเจลาตินที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความแข็ง และค่าการบดเคี้ยวของกัมมี่เยลลี่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลกับอัตราการคืนตัว การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point hedonic scale พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีปริมาณเจลาตินร้อยละ 10 และปริมาณโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1 มากที่สุด ศึกษาการทดแทนสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครส 2 ชนิดคือ อิริทริทอล และมอลทิทอล โดยทดแทนในอัตราส่วนสารให้ความหวานต่อน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 100:0, 50:50 และ 0:100 ตามลำดับ ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบกัมมี่เยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนมอลทิทอลต่อน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 100:0 สูงที่สุด ซึ่งสามารถใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดร้อยละ 100 การใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดทำให้ค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณเถ้า คาร์โบไฮเดรตและพลังงานทั้งหมดมีค่าลดลง แต่ไม่มีผลเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

คำสำคัญ: กัมมี่เยลลี่, น้ำตาลโตนด, สารก่อเจล, สารให้ความหวาน

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (อาหารและโภชนาการ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Program in Home Economics (Food and Nutrition), Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajaphat University, Khoa-Roob-Chang, Muang, Songkhla 90000, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): kangsanant.s@gmail.com

ABSTRACT

The objectives of this research were to study types and quantities of gelling agents, type and quantity of sugar substitute sweeteners and their nutritional value in gummy jelly products made from toddy palm sugar. The gelatin content was studied at 5, 10 and 15% and sodium alginate was studied at 1 and 2% of total amount of ingredients. The results showed that the hardness and the chewing increased with the increase of gelatin content while the amount of gelling agent had no effect on springiness. The 9-point hedonic scale sensory acceptance test showed that the participants accepted a gummy jelly containing 10% gelatin and 1% sodium alginate. Study on the substitution of sweeteners, erythritol and maltitol, by substituting sucrose and sweetener were at a ratio of 100:0, 50:50 and 0: 100, respectively. The 9-point hedonic scale sensory acceptance test showed that the participants accepted gummy jellies using a 100:0 maltitol to sucrose ratio which could substitute maltitol for sucrose for 100%. The use of maltitol instead of sucrose in jelly gummy products increased the moisture content while the amount of ash, total carbohydrates and energy were reduced but there was no change in the protein content.

Key words: gummy jelly, toddy palm sugar, gelling agent, sweetener

บทนำ

เยลลี่อ่อนหรือกัมมี่เยลลี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติหรือสมุนไพรมาคั้นหรือสกัดแล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจีแนน วุ้น เป็นต้น ในปริมาณที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง เหนียว (Thai community product standards, 2004) กัมมี่เยลลี่เป็นขนมที่สามารถรับประทานได้ทุกวัยมีจุดเด่นที่ลักษณะเหนียวนุ่ม มีรสชาติหวานหรือหวานอมเปรี้ยว ส่วนประกอบหลักของการทำเยลลี่คือ น้ำผลไม้ น้ำตาล กรด และสารที่ทำให้เกิดเจล สารก่อเจลเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ในอาหาร ได้แก่ เจลาติน โซเดียมอัลจิเนต เพกติน คาราจีแนน อากา (Agar) เมทิลเซลลูโลส โซเดียมคาร์บอกซิ- เมทิลเซลลูโลส (Carboxy methyl cellulose; CMC) แป้งดัดแปร เป็นต้น (Douglas and Guo, 2019) สารที่ทำให้เกิดเจลแต่ละชนิดมีผลต่อโครงสร้างของเจลแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ทำให้เกิดลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทั้งนี้จากรายงานการวิจัยพบว่าเจลาตินเป็นสารก่อเจลที่นิยมใช้ เนื่องจากทำให้เยลลี่กัมมี่มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่นและมีลักษณะใส (Dholvitayakhun *et al*., 2017; Suwan *et al*., 2017; Worrasarn *et al*., 2018) นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนิยมใช้โซเดียมอัลจิเนตเป็นส่วนผสมของสารก่อเจล นอกจากนี้โซเดียมอัลจิเนตเป็นสารก่อเจลที่ทนความร้อน (Thermoirreversible gel) ผลิตภัณฑ์ที่มีโซเดียมอัลจิเนตเป็นสารก่อเจลจะไม่เปลี่ยนรูปเมื่อได้รับความร้อน (Pornchalermphong and Rattanapanon, 2012)

น้ำตาลโตนดสด เป็นน้ำหวานที่ได้จากช่อดอกของต้นตาลโตนดหรือที่เรียกว่า งวงตาล ต้นตาลโตนดเป็นพืชตระกูลปาล์มมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. น้ำหวานที่ได้สามารถ

นำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเรียกว่ากระแช่หรือน้ำตาลเมา หรือนำไปเคี่ยวเป็นน้ำตาลปี๊บหรือน้ำตาลปึกได้ (Klin-ngarm, 2012) น้ำตาลโตนดสดเป็นน้ำหวานที่มีน้ำตาล ฟรุกโตสธรรมชาติ 100% น้ำตาลโตนดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (Glycemic Index, GI) คือ GI = 35 ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้นอย่างช้าๆ หลังรับประทานร่างกายจึงไม่ต้องหลั่งอินซูลินออกมามากเพื่อกำจัดน้ำตาลออกจากกระแสเลือด (Thepphongsana, 2014)

สารให้ความหวาน เป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มที่ไม่ให้พลังงาน เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ใช้ในผลิตภัณฑ์ทดแทนความหวานสำหรับผู้ที่ต้องการจำกัดพลังงาน อาหารที่มีรสชาติหวาน สารให้ความหวานมีหลายชนิด เช่น แอสปาร์แตมป์ ซูคลาโลส มอลทิทอล อิริทริทอล อะซีฟัลเฟม เป็นต้น ทั้งนี้แม้สารที่ว่าจะให้รสหวานแต่ก็ยังไม่มีสารชนิดใดที่ให้รสชาติหวานเหมือนน้ำตาลซูโครสได้ เพียงแต่ช่วยทดแทนเพื่อลดพลังงานคุณค่าทางโภชนาการเท่านั้นเพื่อผู้ที่ต้องการจำกัดพลังงาน ผู้ป่วยโรคเบาหวาน และโรคอื่นๆ ได้ (Nilsart, 2014) มอลทิทอล ให้ความหวานประมาณร้อยละ 85-95 ของน้ำตาลซูโครส ซึ่งให้รสชาติคล้ายน้ำตาลซูโครส นอกจากนี้แบคทีเรียที่ผิวฟันยังไม่สามารถเปลี่ยนมอลทิทอลให้เป็นกรด ซึ่งเป็นสาเหตุของฟันผุได้ ร่างกายยังดูดซึมมอลทิทอลได้ช้าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลซูโครส จึงไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวานหรือผู้ที่ใส่ใจสุขภาพทั่วไป อิริทริทอลมีความหวานประมาณร้อยละ 65 ของน้ำตาลซูโครส ให้ปริมาณแคลอรีต่ำ (ประมาณ 0.2 แคลอรีต่อกรัม) อิริทริทอลไม่เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด มีรสชาติที่นุ่มนวลกว่าน้ำตาลซูโครสไม่ทำให้ฟันผุและไม่มีผลต่อปริมาณอินซูลินในเลือด (Choojun, 2012) เยลลี่ส่วนใหญ่มีสารอาหารคือคาร์โบไฮเดรต และมีรสชาติหวานที่ได้มาจากน้ำตาลซูโครสซึ่งน้ำตาลซูโครสจะส่งผลเสียแก่ร่างกาย เช่นทำให้ฟันผุ หรือโรคเบาหวานตามมา ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการพัฒนาเยลลี่ให้มีคุณค่าเพิ่มขึ้นจะเป็นประโยชน์แก่ผู้บริโภคมากขึ้น การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลซูโครสจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา เนื่องจากปัจจุบันนี้สังคมทั่วโลกให้ความสนใจในด้านสุขภาพของตนเองมากขึ้น สิ่งหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีสุขภาพที่ดีคือการเลือกกินอาหาร ผู้คนจึงหันมากินอาหารเพื่อสุขภาพ ลดการรับประทานอาหารที่มีรสชาติหวานจัดหรือใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ผู้วิจัยจึงนำแนวทางนี้มาพัฒนาขนมที่มีรสชาติหวานแต่ให้พลังงานต่ำ ก็คือเยลลี่ที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล 2 ชนิด คือ มอลทิทอล และอิริทริทอล ซึ่งเป็นสารให้ความหวานสังเคราะห์ที่ให้พลังงานต่ำและดีต่อสุขภาพ รวมถึงการนำน้ำตาลโตนดซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นของจังหวัดสงขลามาพัฒนาให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารทำให้เกิดเจลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด

การศึกษาชนิดและปริมาณของสารทำให้เกิดเจลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด โดยศึกษาเจลาติน ปริมาณร้อยละ 5 10 และ 15 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด และโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1 และ 2 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมดในแต่ละสูตร เตรียมเยลลี่กัมมี่โดยใช้สูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงสูตรของ (Ratmanee *et al*., 2017) มีส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1 จากนั้นศึกษาลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ ดังนี้

1.1 ลักษณะทางกายภาพ

ทดสอบลักษณะทางกายภาพโดยใช้เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XTplus (Surrey, England)

ใช้ Cylinder probe diameter 40 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดร้อยละ 75 ของความหนาตัวอย่าง ระยะเวลาให้ตัวอย่างคืนตัว 3 วินาทีทดสอบที่อุณหภูมิห้อง 25 °C ตัวอย่างขึ้นรูปเป็นรูปหัวใจมีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตรจำนวน 15 ซ้ำ รายงานค่าเป็น ค่าความแข็ง (hardness) อัตราการคืนตัว/ยืดหยุ่น (springiness) และค่าการบดเคี้ยว (chewiness)

1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทดสอบด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) ผู้ทดสอบชิมเป็นผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน คัดเลือกชนิดและปริมาณของเจลาตินหรือโซเดียมอัลจิเนตที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงที่สุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด

ส่วนผสม	กรัม
น้ำตาลโตนด	100.00
เจลาติน	5.00
น้ำตาลซูโครส	25.00
กรดซิตริก	0.10

ที่มา: (Ratmanee *et al*., 2017)

2. ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลสด

ผลิตเยลลี่กัมมี่โดยใช้ชนิดและปริมาณของสารก่อเจลที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนที่ 1 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความหวาน 2 ชนิด ได้แก่ มอลทิทอลและอิริทริทอล โดยใช้อัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อสารให้ความหวานทั้ง 2 ชนิดในอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อสารให้ความหวานที่ระดับ 100:0, 50:50 และ 0:100 ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการ 9-point hedonic Scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยผู้ทดสอบชิมเป็นผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คนคัดเลือกชนิดและปริมาณของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครสในการผลิตกัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่ได้รับคะแนนสูงที่สุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า ใยอาหาร (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด (คำนวณ)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ในการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ และวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ในการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัส รายงานผลการทดลองในรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยวิธี one-way ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range

Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด

1.1 การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ

ตารางที่ 2 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตที่แตกต่างกัน

เจลาติน(G): โซเดียมอัลจิเนต(S)	คุณลักษณะเนื้อสัมผัส		
	Hardness (gram)	**Springiness**	**Chewiness**
G 5: S 1	4,354.21±957.23^{d}	0.9580±0.02^{a}	3,615.61±868.57^{d}
G 5: S 2	2,695.45±787.33^{e}	0.9210±0.13^{a}	1,798.67±701.75^{e}
G 10: S 1	12,095.60±620.01^{c}	0.9110±0.02^{a}	8,862.58±1,278.23^{c}
G 10: S 2	12,340.15±965.99^{c}	0.9340±0.04^{a}	10,004.61±1,834.22^{b}
G 15: S 1	13,040.60±636.37^{b}	0.9500±0.00^{a}	10,660.10±586.43^{b}
G 15: S 2	17,243.40±432.23^{a}	0.9410±0.01^{a}	14,447.03±376.09^{a}

หมายเหตุ - อักษร a, b, c, d, e ที่แตกต่างกันในแนวตั้งคือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) ผลการศึกษาพบว่า กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่ใช้เจลาตินปริมาณร้อยละ 5, 10, และ 15 เจลาตินร้อยละ 15 มีค่าความแข็ง (Hardness) อัตราการคืนตัว/ยืดหยุ่น (Springness) และค่าการบดเคี้ยว (Chewiness) มากที่สุด ($p\leq0.05$) เนื่องจากการใช้เจลาตินในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เจลเกิดโครงสร้างและเนื้อสัมผัสที่แข็งแรงขึ้น ทำให้ใช้แรงในการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรอื่นซึ่งใช้เจลาตินในปริมาณที่น้อยกว่าส่งผลให้เจลเกิดโครงสร้างและเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มกว่าตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของอัลจีเนตในปริมาณร้อยละ 1 และ 2 ไม่มีผลต่ออัตราการคืนตัว/ยืดหยุ่น (Springness) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด เนื่องจากโซเดียมอัลจีเนตมีคุณสมบัติเป็นสารให้ความคงตัวไม่มีผลต่อความยืดหยุ่น นอกจากนี้การใช้เจลาตินร่วมกับโซเดียมอัลจิเนต พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นเจลาตินร้อยละ 5 เมื่อปริมาณโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความแข็งและค่าการบดเคี้ยวลดลง แต่เมื่อระดับความเข้มข้นของเจลาตินเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 10 และ 15) การเพิ่มขึ้นของโซเดียมอัลจิเนตทำให้ค่าความแข็งและค่าการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการคุณสมบัติในการเกิดเจลของโซเดียมอัลจิเนตขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ที่ระดับความเข้มข้นต่ำทำให้การเกิดโครงสร้างเจลที่ไม่แข็งแรง นอกจากนี้การใช้สารก่อเจลที่ความเข้มข้นต่ำซึ่งเจลยังเกิดโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงนั้นร่วมกันสองชนิดอาจทำให้เกิด ค่าการแตกหักของของแข็ง (rupture strength) ซึ่งส่งผลให้ค่าความแข็งและค่าการบดเคี้ยวของกัมมี่เยลลี่ลดลง แต่เมื่อสารก่อเจลทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นมีผลในการเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างเจลเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแข็งและค่าการบดเคี้ยว

เพิ่มขึ้น (Ratthamma and Phunkasem, 2019; Aarstad *et al*., 2017)

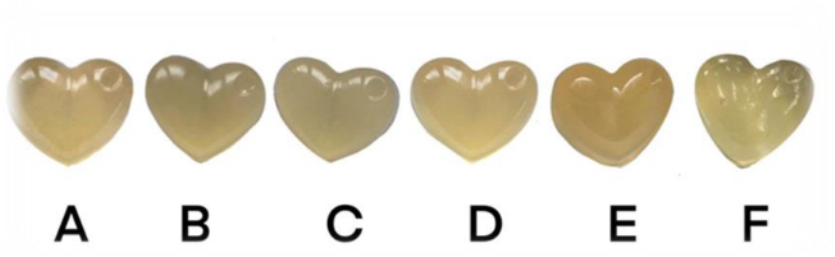
1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการ 9 point hedonic scale ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณเจลาติน (G) และโซเดียมอัลจีเนต (S) (ร้อยละ)					
	G5 : S1	**G5 : S2**	**G10 :S1**	**G10 : S2**	**G15 S1**	**G15 : S2**
ลักษณะปรากฏ	6.16±1.67^{b}	4.72±1.76^{c}	7.02±1.42^{a}	7.00±1.34^{a}	6.96±1.47^{a}	7.12±1.49^{a}
สี	6.38±1.39^{a}	5.54±1.56^{b}	6.64±1.50^{a}	6.86±1.22^{a}	6.90±1.32^{a}	6.96±1.39^{a}
กลิ่น	5.72±1.82^{a}	4.86±1.69^{b}	5.96±1.73^{a}	5.82±1.87^{a}	6.00±1.60^{a}	5.64±1.94^{a}
กลิ่นรส	5.88±1.93^{a}	4.86±1.78^{b}	5.92±1.52^{a}	5.94±1.73^{a}	5.96±1.59^{a}	5.86±1.59^{a}
รสชาติ	6.18±1.75^{a}	5.04±1.98^{b}	6.14±1.53^{a}	6.22±1.48^{a}	6.38±1.56^{a}	6.14±1.76^{a}
เนื้อสัมผัส	6.42±1.52^{a}	4.52±1.77^{b}	6.40±1.48^{a}	6.58±1.56^{a}	6.64±1.43^{a}	5.98±1.75^{a}
ความชอบรวม	6.44±1.56^{a}	5.02±1.74^{b}	6.64±1.27^{a}	6.62±1.36^{a}	6.56±1.43^{a}	6.34±1.55^{a}

หมายเหตุ : - อักษร^{a,b,c}ที่แตกต่างกันในแนวตั้งคือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05)



ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ สูตรA (G5:S1) สูตรB (G5:S2) สูตรC (G10:S1) สูตรD (G10:S2) สูตรE (G15:S1) และ สูตรF (G15:S2)
ตัวอักษร G = เจลาติน และ S = โซเดียมอัลจิเนต

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แสดงดังตารางที่ 3 และภาพแสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์กัมมี่เจลลี่ (ภาพที่ 1) ในการศึกษากัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีการใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 5, 10, 15 และโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่า เมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มมากขึ้น คะแนนความชอบ ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 6 สูตร ยกเว้น

สูตรที่ 2 ที่มีปริมาณเจลาตินร้อยละ 5 และโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 2 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกัมมี่เยลลี่มีความอ่อนนุ่มเกินไปแต่เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมพบว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 50 คน ให้คะแนนการยอมรับกัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีอัตราส่วนปริมาณของเจลาตินร้อยละ 10 และปริมาณโซเดียมอัลจีเนตร้อยละ 1 ของส่วนผสมทั้งหมดมากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีลักษณะปรากฏที่ดี มีความคงตัวดี เนื้อกัมมี่เยลลี่มีความใส มีสีธรรมชาติของน้ำตาลโตนดสดคือสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมและกลิ่นรสที่ดีจากน้ำตาลโตนดสด รสชาติเนื้อสัมผัสมีความหวานหนึบตามคุณสมบัติที่ดีของเยลลี่อ่อน เมื่อเทียบจากเยลลี่สูตรอื่น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกกัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณเจลาตินร้อยละ 10 และปริมาณโซเดียมอัลจีเนตร้อยละ 1 ของส่วนผสมทั้งหมดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไปเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตให้ผลคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันจึงเลือกใช้ปริมาณเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตที่ปริมาณน้อยที่สุดที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดมีปริมาณใกล้เคียงกับการศึกษาปริมาณเจลาตินในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จิงคือใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 7 เป็นระดับที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูงที่สุดเนื่องจากให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี (Ratmanee *et al*., 2017) นอกจากนี้การศึกษาปริมาณเจลาตินในผลิตภัณฑ์เยลลี่แครอทแผ่น พบว่าปริมาณเจลาตินที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงที่สุดคือร้อยละ 5.8 การเพิ่มขึ้นของปริมาณเจลาตินทำให้คะแนนการยอมรับด้านความเหนียวและความชอบรวมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เยลลี่ที่ได้มีความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเจลาตินทำให้เกิดโครงสร้างเจลที่แข็งแรง (Teerawechcharoenchai *et al*., 2008) อย่างไรก็ตามการใช้เจลาตินเป็นสารก่อเจลมักใช้เพียงชนิดเดียว หรือใช้ร่วมกับสารก่อเจลชนิดอื่นๆ เช่น คาราจีแนน ในอัตราส่วนของเจลาตินต่อคาราจีแนนที่ปริมาณร้อยละ 0, 50 และ100 โดยพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณคาราจีแนนทดแทนเจลาตินที่ระดับเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เยลลี่ที่ได้มีค่าความแข็ง ความเหนียว และพลังการบดเคี้ยวลดลง เนื่องจากคาราจีแนนมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง มีผลทำให้เนื้อเยลลี่สูญเสียความหนืดและการเกิดเจล โดยคาราจีแนนที่ปริมาณร้อยละ 50 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด (Chedoloh and Chemalee, 2019)

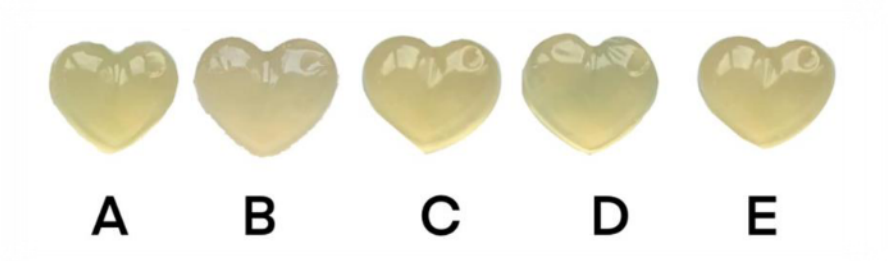
2. ผลการศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด

การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการ 9 point hedonic scale ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีการใช้สารให้ความหวาน 2 ชนิด ได้แก่ มอลทิทอล และอิริทริทอล โดยใช้อัตราส่วนสารให้ความหวานต่อน้ำตาลซูโครสในอัตราส่วน 0:100, 50:50 และ 100:0 ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4 และภาพที่ 2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีการใช้มอลทิทอล (M) และอิริทิทอล(E) แทนน้ำตาลซูโครส (S) ที่ระดับต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชนิดและปริมาณของสารให้ความหวาน				
	Control	**M50:S50**	**M100 : S0**	**E50 : S50**	**E100 :S0**
ลักษณะปรากฏ	7.46±1.05 ^{ab}	7.76±1.27 ^{ab}	7.92±0.94 ^{a}	7.32±1.25 ^{a}	7.54±1.32 ^{ab}
สี	6.90±0.90 ^{a}	6.98±1.18 ^{a}	7.38±0.94 ^{a}	7.08±1.17 ^{a}	7.20±1.35 ^{a}
กลิ่น	6.82±1.13 ^{a}	6.86±1.35 ^{a}	7.06±1.16 ^{a}	6.70±1.23 ^{a}	6.68±1.69 ^{a}
กลิ่นรส	7.06±1.01 ^{ab}	7.08±1.15 ^{a}	7.40±1.12 ^{a}	6.80±1.17 ^{b}	7.16±1.28 ^{ab}
รสชาติ	6.86±1.39 ^{ab}	7.30±1.21 ^{a}	7.40±1.14 ^{a}	6.74±1.33 ^{b}	7.08±1.33 ^{ab}
เนื้อสัมผัส	7.12±1.15 ^{b}	7.32±1.28 ^{ab}	7.72±1.01 ^{a}	6.86±1.48 ^{b}	7.16±1.33 ^{b}
ความชอบรวม	7.18±1.00 ^{bc}	7.46±1.19 ^{ab}	7.74±1.02 ^{a}	6.92±1.14 ^{c}	7.16±1.37 ^{bc}

หมายเหตุ : อักษร a, b, c ที่แตกต่างกันในแนวตั้งคือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ทดแทนสารให้ความหวาน สูตรA (Control) สูตรB (M:S 100:0) สูตรC (M:S 50 : 50) สูตรD (E:S 50:50) สูตร E (E:S 100:0) ตัวอักษร M = มอลทิทอล E = อิริทริทอล และ S = ซูโครส

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (9-point Hedonic scale) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีชนิดและปริมาณของสารให้ความหวานแตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ มอลทิทอล และอิริทริทอล ผลการศึกษาพบว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 50 คนให้คะแนนความชอบกัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีการใช้อัตราส่วนปริมาณของมอลทิทอลและอิริทริทอลเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครสที่อัตราส่วนสารให้ความหวานต่อซูโครส 50:50 และ 100:0 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) ในทุกๆ ด้านเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารให้ความหวาน 2 ชนิดคือมอลทิทอลและอิริทริทอลที่อัตราส่วนสารให้ความหวานต่อซูโครส 50:50 และ 100:0 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบกัมมี่เยลลี่ที่มีการใช้มอลทิทอลเป็นสารให้ความหวานแทนซูโครสมากกว่าการใช้อิริทริทอลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ทั้งสองระดับการทดแทน โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบแตกต่างกันในด้านของกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยการใช้สารให้ความหวาน

สองชนิดที่ระดับแตกต่างกันไม่มีผลต่อการยอมรับด้านลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากน้ำตาลโตนดสด เนื่องจากสารให้ความหวานทั้งสองชนิดไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งให้สารสีน้ำตาลได้ จึงไม่มีผลต่อสีและลักษณะปรากฏของกัมมี่เยลลี่ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ (Rittilert and Warin, 2020) ศึกษาการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ในอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลทิทอล 100:0, 50:50 และ 0:100 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความความชอบกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้สารให้ความหวานน้ำตาลซูโครสต่อมอลทิทอลที่ระดับ 50:50 และ 0:100 ในระดับปานกลางไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) และสามารถใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ได้ถึงร้อยละ 100 ของส่วนผสมทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในขนมวุ้นไทย ในอัตราส่วนซอร์บิทอลร่วมกับซูคราโลสทดแทนน้ำตาลทรายที่ระดับ 25, 50, 75 และ 100 พบว่าสามารถใช้ซอร์บิทอลร่วมกับซูคราโลสทดแทนน้ำตาลในวุ้นกะทิได้สูงสุดถึง 100% ของส่วนผสมทั้งหมด (Thiensawai and Kaeomanichai, 2013)

3. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีการใช้น้ำตาลซูโครส 100% เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่มีการใช้มอลทิทอล 100% ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ปริมาณน้ำตาล และพลังงานทั้งหมด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่มีการใช้น้ำตาลซูโครสเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้มอลทิทอล

คุณค่าทางโภชนาการ	ซูโครส (ร้อยละ 100)	มอลทิทอล (ร้อยละ 100)
ความชื้น	53.75±1.13	56.90±1.42
โปรตีน	7.17±0.09	7.17±0.01
เถ้า	0.51±0.11	0.48±0.01
คาร์โบไฮเดรต	38.57 g/100g	35.45 g/100g
พลังงาน	182.96 kcal/100g	170.48 kcal/100g
ใยอาหาร	ND*	ND*
ไขมัน	ND*	ND*

หมายเหตุ: ND* = not detected

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างสูตรน้ำตาลซูโครสร้อยละ 100 กับสูตรทดแทนสารให้ความหวานมอลทิทอลในปริมาณร้อยละ 100 พบว่า การทดแทนสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ส่งผลให้เยลลี่มีค่าพลังงานลดลง เนื่องจากมอลทิทอลเป็นสารให้ความหวานพลังงานต่ำอยู่ที่ 2.1-2.4 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลซูโครสร้อยละ 90 ส่วนน้ำตาลซูโครสมีค่าพลังงานอยู่ที่ 4 กิโลแคลอรี่

ต่อกรัม (Srisangwan, 2012) การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลยังส่งผลต่อค่าความชื้น ทำให้ค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมอลทิทอลเป็นสารกลุ่มโพลิออลมีโครงสร้างที่เป็นหมู่ไฮดรอกซิลรวมกับพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล ทำให้โครงสร้างสามารถจับกับน้ำได้ดี จึงทำให้กัมมี่เยลลี่ที่ใช้มอลทิทอลเป็นสารให้ความหวานมีความชื้นสูงกว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้น้ำตาลซูโครส (Norsuwan and Tantechai, 2019) ซึ่งส่งผลให้เนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่ใช้มอลทิทอลมีความนุ่มกว่าสูตรที่ใส่น้ำตาลซูโครส สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Rittilert and Warin, 2020) ซึ่งพบว่าการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสมีผลต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ในปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อมอลทิทอลในอัตราส่วนร้อยละ 100:0, 50:50 และ 0:100 พบว่า การใช้มอลทิทอลทำให้กัมมี่เยลลี่มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรตและเถ้าลดลง เนื่องจากปริมาณของน้ำตาลซูโครสลดลง น้ำตาลซูโครสจัดเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ในโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสจะมีคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนซึ่งหลังจากถูกเผาที่อุณหภูมิสูงจะกลายเป็นออกไซด์ระเหยไปหมด ซึ่งเถ้าเป็นสารอนินทรีย์ที่เหลืออยู่หลังการเผาไหม้ ดังนั้นกัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้มอลทิทอลร้อยละ 100 จึงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเถ้าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 100 (Chareekhot, 2016; Wongthong and Phunphonkun, 2016) ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดที่ใช้น้ำตาลซูโครสและมอลทิทอลเป็นสารให้ความหวานมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ไม่พบปริมาณไขมัน และใยอาหารในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดเนื่องจากในน้ำตาลโตนดซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของกัมมี่เยลลี่ไม่มีองค์ประกอบของไขมันและใยอาหาร (Glycemic index foundation, 2021) อย่างไรก็ตามการใช้สารให้ความหวานมอลทิทอลสามารถลดพลังงานของกัมมี่เยลลี่ได้ การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดซึ่งมีค่าดัชนีไกลซิมิก (glycemic index) ต่ำ เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ไม่ก่อให้เกิดฟันผุเนื่องจากไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อแบคทีเรียในช่องปาก (Rittilert and Warin, 2020)

สรุป

การศึกษาการใช้เจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตเป็นสารก่อเจลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสด พบว่าปริมาณสารก่อเจลที่เหมาะสมได้แก่เจลาตินร้อยละ 10 และโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1 ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดสามารถใช้มอลทิทอลเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครสได้ร้อยละ 100 นอกจากนี้ยังสามารถลดคาร์โบไฮเดรต เถ้า และพลังงานในกัมมี่เยลลี่น้ำตาลโตนดสดลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครส

เอกสารอ้างอิง

Aarstad, O., Heggset, E.B., Pedersen, I.S., Bjørnøy, S.H., Syverud, K. and Strand, B.L. 2017. Mechanical properties of composite hydrogels of alginate and cellulose nanofibrils. **Polymer** 378(9): 1-19.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis.** 17th ed. Association of official analytical chemists, Gaithersburg, Md.

Chareekhot, K. 2016. **Food analysis.** Published document, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University. (in Thai)

Chedoloh, R. and Chemalee, S. 2019. Effect of Hydrocolloids on Quality and Stability of Halal Velvet Tamarind Jelly During Storage. **RMUTT Journal, Science and Technology Issue** 12(2): 62-74. (in Thai)

Choojun, S. 2012. **Low-calorie sweeteners: biological production, properties and application.** Chula press, Bangkok. (in Thai)

Dholvitayakhun, A., Chompoo, S. and Piwleuang, J. 2017. Development of passion fruit jelly mixed with gac fruit. **Rajabhat Agriculture Journal** 16(1):41-47. (in Thai)

Douglas, G.H. and Guo, Q. 2019. The role of hydrocolloids in the development of food structure, pp. 1-28. *In* Spyropoulos, F., Lazidis, A. and Norton, I., eds. **Handbook of Food Structure Development.** The Royal Society of Chemistry, Canada.

Glycemic index foundation. 2021. **Hesed Palmyra Palm Sugar.** GI Symbol. Available source: https://www.gisymbol.com/low-gi-products/hesed-palmyra-palm-sugar/, August 12, 2021. (in Thai)

Klin-ngarm, N. 2012. **The lifestyle of the people of Phet city and the culture of rice, sugar, salt.** Published document, Institute for the research and promotion of arts and cultures, Phetchaburi Rajabhat University. (in Thai)

Nilsart, K. 2014. Improving the temporal profile of artificial sweeteners. Master Thesis of Science Program in food technology, Silpakorn University. (in Thai)

Norsuwan, T. and Tantechai, S. 2019. Effect of maltitol on physical and chemical properties of low calorie passion fruit jam, pp. 863-870. *In* **The 56th Kasetsart University Annual Conference.** Kasetsart University. (in Thai)

Pornchalermphong, P. and Rattanapanon, N. 2012. **Alginate.** Food network solution. Available Source: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2568/alginate, August 12, 2021. (in Thai)

Ratmanee, P., Sihabandit, A., Homelakorn, S., Lelaikam, B., Phichai, S. and Phoratsor, W. 2017. Development of Ginger Gummy Jelly Products, pp. 629-633. *In* **RMU GRC 2017: Academic conferences to present research results 2nd graduate degree.** Rajabhat Mahasarakham University. (in Thai)

Ratthamma, P. and Phunkasem, A. 2019. Food science to innovation to reduce waste. **Journal of The Department of Science Service** 68(211): 33-35. (in Thai)

Rittilert, P. and Warin, K. 2020. Development of Karanda (*Carissa carandas* L.) Gummy Jelly Product. **Thai Journal of Science and Technology** 9(2): 343-354. (in Thai)

Srisangwan, N. 2012. Nutritional improvement of A-lua and Foi-thong desserts by using nonsugar sweeteners. Master Thesis of Science Food Technology Program Graduate school, Silpakorn University. (in Thai)

Suwan, T., Pradutprom, W., Ngamroop, W., Choosuk, N. and Phungamngoen, C. 2017. Development of Babbler's Bill leaf gummy jelly. **Burapha Science Journal** 22(1): 198-201. (in Thai)

Teerawechcharoenchai, C., Jangchad, K., Jangchud, A., Harnsilawat, T. and Chariyachotilert, S. 2008. Effect of gelatin and glucose syrup

on qualities of carrot sheet jelly, pp 303-310. *In* **Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry.** The Thailand Research Fund, Bangkok. (in Thai)

Thai community product standards. 2004. **Thai community product standard (Soft Jelly).** Available Source: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps519_47.pdf, March 15, 2020. (in Thai)

Thepphongsana, S. 2014. **Coconut sugar, palm sugar.** Available Source: https://www.si.mahidol.ac.th/sdc/webboard.com, March 15, 2020. (in Thai)

Thiensawai, A. and Kaeomanichai, A. 2013. **Non-sugar Sweeteners in Thai Jelly Dessert.** Available Source: http://herp-nru.psru.ac.th/file/U55064_41.pdf, January 30, 2020. (in Thai)

Wongthong, O. and Phunphonkun, K. 2016. **Cooking principles.** Kasetsart University Press, Bangkok. (in Thai)

Worrasarn, N., Jaipakdee, N. and Limpongsa, E. 2018. Preparation and evaluation of gummy jelly products containing glucomannan, pp. 932-939. *In* **The National and International Graduate Research Conference 2017.** Khon Kaen University. (in Thai)