

ผลของซูคราโลสและคาราจีแนนต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และขิง

EFFECTS OF SUCRALOSE AND CARRAGEENAN ON THE QUALITY OF READY-TO-DRINK JELLY PRODUCTS FROM FRUIT AND GINGER

เบญจางค์ อัศจรรย์โพธา* จันทกานต์ งามสวย สุธีธิดา เกสร และ นภัทสร ไวยสุรา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

Benjang Aschariyaphotha*, Jantakarn Ngamsuay, Suteethida Kesorn and Napatsorn Waisura
Faculty Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage,
Pathum Thani 13180

*E-mail: Benjang@vru.ac.th

Received: 20-06-2023

Revised: 31-10-2023

Accepted: 09-11-2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ซูคราโลสและคาราจีแนนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และขิง ผลการวิจัยพบว่าเยลลี่สูตร A มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุก ๆ ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การศึกษาปริมาณซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส 4 ระดับ พบว่าเยลลี่ สูตรร้อยละ 40 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน ความชอบสูงสุดในทุกด้าน ส่วนการใช้คาราจีแนน 4 ระดับในสูตร พบว่า การแทนที่น้ำตาลด้วยซูคราโลสและการลดปริมาณคาราจีแนน ค่าสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการแยกตัวของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความแข็ง (Hardness) มีแนวโน้มลดลง เยลลี่ที่ใช้คาราจีแนน 1.25 กรัม มีคะแนนความชอบสูงเกือบทุกด้าน ยกเว้นด้านกลิ่น จึงนำผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และขิงวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ในปริมาณ 100 กรัม มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และเส้นใย คือ เท่ากับ 31.83 ± 1.64 , 0.02 ± 0.01 , 24.87 ± 0.07 , 2.62 ± 0.19 กรัม ตามลำดับ และพลังงาน 226.98 ± 2.3 กิโลแคลอรี เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลาง โดยมีร้อยละความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่าย ความพึงพอใจต่อรสชาติอร่อย ความน่ารับประทาน และผลิตภัณฑ์ดีต่อสุขภาพ ร้อยละ 77 39 37 และ 34 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เยลลี่พร้อมดื่ม ผลไม้ ขิง ซูคราโลส คาราจีแนน

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the impact of sucralose and carrageenan application on the quality of ready-to-drink jelly prepared from fruit and ginger. The results of the experiment found that the jelly formula 'A' presents the highest sensory liking scores across all evaluated attributes, including appearance, color, aroma, flavor, texture, and overall preference. Replacing 40% of the sucrose with sucralose in the jelly formulas resulted in the highest liking scores from the testers in all aspects. A study of the 4 levels of carrageenan found that sucralose replaced sucrose and the reduction of carrageenan did not affect color values. The water dissociation value tends to increase and the hardness tends to decrease. The formulation containing 1.25 g of carrageenan was observed to have the highest acceptance score except aroma value by the testers. Therefore, ready-to-drink jelly products made from fruits and ginger were analyzed for chemical composition and found that based on 100 g, carbohydrates, fat, protein, and fiber were 31.83 ± 1.64 , 0.02 ± 0.01 , 24.87 ± 0.07 and 2.62 ± 0.19 g, respectively, and 226.98 ± 2.3 kcal for energy. Consumer acceptance testing found that people preferred the moderate level. The result in terms of consumers interested in purchasing the product if it is available in the market has a good taste, appealing appearance, and is considered healthy were 77, 39, 37 and 34%, respectively.

Keywords: Ready-to-Drink Jelly, Fruit, Ginger, Sucralose, Carrageenan

บทนำ

ขนมหวานเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่คนไทยนิยมบริโภคกันทุกเพศทุกวัยอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นขนมเบเกอรี่ ขนมขบเคี้ยว ขนมไทย เป็นต้น ขนมหวานส่วนใหญ่มีรสหวาน ให้พลังงาน สารอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมันสูง เนื่องจากว่าส่วนประกอบส่วนใหญ่คือ แป้ง น้ำตาล เนย กะทิ เป็นต้น หากกินในปริมาณมากเกินไป จะทำให้เกิดโทษแก่ร่างกายได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ในปี พ.ศ. 2561 คนไทยมีผู้เสียชีวิตจาก 4 โรคหลักในกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจขาดเลือด และโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 74,518 คน และมีอัตราการเกิดโรคและการเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยในปี พ.ศ.2557 คนไทยมีภาวะความดันโลหิตสูงร้อยละ 24.7 ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2552 หรือคิดเป็นจำนวนกว่า 1.8 ล้านคน (Department of Disease Control, Ministry of Public Health, 2020) และองค์การอนามัยโลกคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2568 จะมีประชากรโลกเป็นความดันโลหิตสูงเพิ่มขึ้น 1.56 พันล้านคน (The ministry of public health, 2016a) ทำให้ปัจจุบันผู้บริโภคห่วงใยสุขภาพ สนใจการรับประทานขนมสุขภาพมากขึ้น มีกลุ่มผู้บริโภคที่นิยมรับประทานอาหารสุขภาพที่มีความหวาน ไขมัน พลังงานต่ำ แนวทางการบริโภคอาหาร ที่องค์การอนามัยโลกและสำนักโรคไม่ติดต่อกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขแนะนำเพื่อป้องกันหรือควบคุมโรค ไม่ติดต่อเรื้อรัง ได้แก่ การควบคุมปริมาณอาหารที่มีโคเลสเตอรอลสูง หลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันทรานส์ ไขมันอิ่มตัว และอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมันสูงควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารที่มีโซเดียมสูง ควบคุมการบริโภคน้ำตาล และอาหารกลุ่มข้าว-แป้ง และเพิ่มการบริโภคอาหารที่ให้ใยอาหาร (Samaisong, 2020; The ministry of public health, 2016a) ปัจจุบันการใช้

สารให้ความหวานทดแทนการใส่น้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารกำลังเป็นที่นิยมและมีแนวโน้มจำหน่ายตามท้องตลาดมากขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความหวานโดยลดพลังงาน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มหรือเยลลี่เหลว เป็นประเภทขนมหวานที่ได้รับความนิยม โดยเฉพาะกลุ่มเด็กจนถึงกลุ่มวัยรุ่น จากงานวิจัยเรื่องพฤติกรรม ทักษะคิด ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ (Janthasingha et al., 2015) พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานเยลลี่เหลวเป็นอันดับ 2 (ร้อยละ 39.5) สนใจในผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อสุขภาพ และต้องการสีของผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติของผลไม้ โดยหากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อสุขภาพวางขายในท้องตลาดผู้บริโภคตัดสินใจซื้อร้อยละ 96.8 เยลลี่เหลวมีลักษณะเป็นเยลลี่ที่มีเนื้อสัมผัสนุ่มมีน้ำมาก ใช้ช้อนตักรับประทานหรือใช้หลอดดูด รับประทานสะดวก สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย รวมถึงผู้ที่มีปัญหาด้านสุขภาพฟันด้วย ปัจจุบันเยลลี่เหลวที่จำหน่ายทั่วไปมีส่วนผสมของน้ำตาลไม่เข้มข้นบางส่วน น้ำตาลสีและกลิ่นสังเคราะห์ และสารที่ทำให้เกิดเจล ได้แก่ คาราจีแนน ผงบุก มีการเติมน้ำตาล กรดซิตริก สีสผสมอาหาร และสารปรุงแต่งกลิ่นรส (Thai community product standards, 2004) มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรตและพลังงานเป็นหลัก มีเส้นใยอาหารน้อย ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้ ได้แก่ สับปะรด ส้ม แก้วมังกร และชิงชงไทย ซึ่งมีปัญหาการรับซื้อที่ไม่แน่นอน ราคาตกต่ำในช่วงผลผลิตมาก โดยศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีปริมาณผลไม้และชิงชงแตกต่างกัน การใช้สารซูโครโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส และการใช้สารคาราจีแนนในผลิตภัณฑ์ มีส่วนผสมได้แก่ สับปะรด ส้ม แก้วมังกร ชิง น้ำตาลทราย สารซูโครโลส และคาราจีแนน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีพลังงาน ไขมัน น้ำตาลน้อย มีวิตามิน แร่ธาตุ เส้นใยจากผลไม้ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบ 5 อันดับแรกในตำรับยาพระคัมภีร์ธาตุวิงค์ ซึ่งเป็นหนึ่งในคัมภีร์แพทย์แผนไทยที่มีจำนวนตำรับยาและพืชสมุนไพรอยู่ค่อนข้างสูง (Yuyen, 2017) มีสรรพคุณช่วยขับลม แก้อักเสบ แหน่นท้อง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรของไทย โดยการเพิ่มความหลากหลายในการใช้ประโยชน์จากสับปะรด ส้ม แก้วมังกร และชิงชงในผลิตภัณฑ์อาหาร

วิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 น้ำสับปะรด ตัดแปลงมาจาก Wirivuthikorn (2022) นำสับปะรดศรีราชาที่ปอกเปลือกและแกะตาสับปะรดแล้วมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำมาปั่นด้วยความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที (ยี่ห้อ Philips รุ่น hr2225/00) นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้กากสับปะรด และน้ำสับปะรด โดยน้ำสับปะรด มีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 4.1 ± 0.2 ค่าของแข็งที่ละลายได้ เฉลี่ยเท่ากับ 11.66 ± 0.57 °Brix

1.2 น้ำส้ม ตัดแปลงมาจาก Hansapan (2006) นำส้มเขียวหวานที่ปอกเปลือกแล้วมาปั่นในโถปั่น จากนั้นนำมาปั่นด้วยความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 1 นาที (ยี่ห้อ Philips รุ่น hr2225/00) นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง โดยน้ำส้มมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ± 0.15 ค่าของแข็งที่ละลายได้ เฉลี่ยเท่ากับ 12.66 ± 0.57 °Brix

1.3 น้ำแก้วมังกร ตัดแปลงมาจาก Butsuwan (2006) นำแก้วมังกรพันธุ์เนื้อสีขาวที่ปอกเปลือกแล้วมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำมาปั่นด้วยความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 1 นาที (ยี่ห้อ Philips รุ่น hr2225/00) โดยน้ำแก้วมังกรมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ± 0.11 ค่าของแข็งที่ละลายได้ เฉลี่ยเท่ากับ 12.33 ± 0.57 °Brix

1.4 น้ำชิง ตัดแปลงมาจาก Srisuwaphan (2012) นำชิงหยวกแก่ที่ปอกเปลือกแล้วมาทุบให้พอแตก จากนั้นนำชิงแก่หั่นบางขนาดความหนา 3 ± 1 มิลลิเมตรในปริมาณ 150 กรัม ต้มกับน้ำเปล่า 1,250 กรัม ที่อุณหภูมิ

95 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง โดยน้ำขิงมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.33 ± 0.05 ค่าของแข็งที่ละลายได้ เฉลี่ยเท่ากับ 0 ± 0.00 °Brix

2. การศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีผลไม้และขิงแตกต่างกัน

จากการทดลองเบื้องต้น (Pre-Lab) โดยดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีการผลิตจาก Konsue & Cheumchaitrukul (2004) จากนั้นคัดเลือกสูตรจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C โดยส่วนผสมมีน้ำสับปะรด น้ำส้มคั้น เนื้อแก้วมังกร และขิงมีปริมาณแตกต่างกัน และกากสับปะรด น้ำตาลซูโครส และคาราจีแนน มีปริมาณเท่ากันมาทำการวิจัยในครั้งนี้ โดยนำคาราจีแนนและน้ำตาลมาผสมให้เข้ากันพักไว้ จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดคนให้เข้ากันและพักไว้นาน 5 นาที นำส่วนผสมไปต้มที่อุณหภูมิ 80 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ปิดไฟและพักให้เยลลี่มีอุณหภูมิลดลงเหลือ 45 องศาเซลเซียสจึงนำไปบรรจุลงกล่องพลาสติกใส แบบฝาล็อก หรือพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ขนาด 1 ออนซ์ ในปริมาณ 25 กรัม นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 สูตรของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีผลไม้และขิงแตกต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	สูตร A	สูตร B	สูตร C
น้ำสับปะรด	165	125	80
น้ำส้มคั้น	110	125	120
เนื้อแก้วมังกร	30	125	150
น้ำขิง	195	125	150
กากสับปะรด	20	20	20
น้ำตาลซูโครส	80	80	80
คาราจีแนน	2	2	2

จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพและเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสดังนี้

2.1 การศึกษาทางกายภาพและเคมี ได้แก่

2.1.1 ค่าสี (เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400)

2.1.2 ค่าเนื้อสัมผัส (เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Brookfield รุ่น CT3) ได้แก่ Hardness (ความแข็งแรงของเจล) ใช้หัววัด TA5 Cylinder ขนาด 12.7 mmD, 35 mmL ความเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที ใช้ตัวอย่างที่บรรจุในถ้วยพลาสติก PET ขนาด 6 ออนซ์ ปริมาณ 145 กรัม ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส

2.1.3 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (เครื่องรีแฟรक्टอมิเตอร์ ATAGO รุ่น N-1E)

2.1.4 ค่า pH (เครื่องวัด pH ยี่ห้อ Si Analytics รุ่น lab 855)

2.1.5 ค่าการแยกตัวของน้ำ (Syneresis) โดยชั่งตัวอย่างเยลลี่เหลว 50 กรัม แล้วกรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ที่วางบนตะแกรง ที่อุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ตามอุณหภูมิที่เก็บรักษา

เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือออกมาจากการทดสอบ (Tinakorn Na Ayutthaya & Putduang, 2016) จากนั้นทำการคำนวณตามสมการดังนี้

$$\text{ค่าการแยกตัวของน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังแยกตัวของน้ำ}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยใช้วิธี 9 - Point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยให้คะแนนความชอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่มของเจล) ความชอบโดยรวม

3. การศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครสแตกต่างกัน

ทำการศึกษาปริมาณสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครส 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 40 70 และ 100 โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์ (ซูคราโลสให้ความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลชูโครส) (ซูคราโลส บริษัท ยูซิง จำกัด) จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพและเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสตามข้อ 2.1 และ 2.2

4. การศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารคาราจีแนนแตกต่างกัน

ทำการศึกษาปริมาณสารคาราจีแนน 4 ระดับ ได้แก่ 1.75 1.5 1.25 และ 1 กรัม (คาราจีแนน บริษัทกรุงเทพเคมี) และเปรียบเทียบกับสูตรเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครสที่ได้รับคัดเลือก จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพและเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสตามข้อ 2.1 และ 2.2

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเยลลี่พร้อมดื่ม

โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เส้นใย และพลังงาน ตามวิธี AOAC (2000)

6. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคทั่วไป

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และซิง โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยทดสอบแบบ Central location test (CLT) สถานที่ทดสอบคือ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ใช้เครื่องมือแบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์และทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยแบบทดสอบการยอมรับใช้วิธี 9 Point hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพและทางเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design (RCBD) นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบความแตกต่าง ด้วย Duncan's new multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีผลไม้และซิงแตกต่างกัน

ผลของการศึกษาปริมาณน้ำสับปะรด น้ำส้มคั้น เนื้อแก้วมังกร และซิง ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 3 สูตรมีค่า a^* และ b^* เป็นบวก แสดงถึงมีสีออกทางแดงและเหลือง เมื่อมองด้วยตาเปล่ามีสีออกส้มเหลือง จากการมีสัดส่วนของผลไม้และซิงแตกต่างกัน ทำให้มีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 29.00-32.55 ค่าสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 1.00-1.70 และค่าสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 6.65-7.49 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ อยู่ในช่วง 21.00-22.80 °Brix ค่า pH อยู่ในช่วง 3.99-4.24 เยลลี่ทั่วไปควรมีค่า pH ในช่วง 2.8-3.5 ส่วน pH ที่เหมาะสมที่สุดในการปรับค่า pH ของเยลลี่ คือ 3.2 โดยค่า pH ที่เหมาะสมช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น หากมีกรดมากเกินไปจะทำให้ลายความอยู่ตัวของเจลได้ และน้ำตาลที่ใช้ไม่ควรมากกว่า 70 °Brix (Peeraphatchara et al., 2011) ส่วนสารแคปปา-คาร์ราจีแนน (Kappa-carageenan) ที่ใช้ทดลองสามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน และละลายได้ในน้ำเชื่อมที่ร้อน (ความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำกว่าร้อยละ 50) ซึ่งเกิดเจลได้กับน้ำผลไม้ และคงตัวต่อกรดที่ค่า pH มากกว่า 3.8 โดยใช้ในขนมหวานเยลลี่ประมาณร้อยละ 0.5-1.0 (Pornchaloempong & Rattanapanone, n.d.) ส่วนค่า Hardness อยู่ในช่วง 82.00-115.20 g. และค่าการแยกตัวของน้ำ อยู่ในช่วงร้อยละ 11.86-12.42 ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดผลไม้และซิง ส่งผลให้ค่า pH และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของแต่ละสูตรแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีผลไม้และซิงแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	เยลลี่พร้อมดื่มที่มีผลไม้และซิงแตกต่างกัน		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
สี			
L^*	32.55 ± 0.1^{2a}	29.00 ± 0.19^c	30.00 ± 0.19^b
a^*	1.70 ± 0.12^a	1.26 ± 0.11^b	1.00 ± 0.12^c
b^*	7.49 ± 0.28^a	6.65 ± 0.25^b	6.67 ± 0.26^b
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	21.00 ± 0.00^b	22.60 ± 0.55^a	22.80 ± 0.45^a
pH	3.99 ± 0.01^c	4.14 ± 0.01^b	4.24 ± 0.10^a
Hardness (g)	115.20 ± 1.48^b	133.60 ± 2.79^a	82.00 ± 1.58^c
การแยกตัวของน้ำ (ร้อยละ) ^{ns}	11.86 ± 2.38	12.26 ± 3.06	12.42 ± 2.97

หมายเหตุ : L^* หมายถึง ความสว่าง (ค่า = 0, ขาว = 100)

a^* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b^* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน)

a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สำหรับผลการวิเคราะห์ทางการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3) พบว่า สูตร A มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในด้านทุกด้าน ทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยสูตร A มีส่วนผสมของน้ำขิง และสับปะรดมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวชัดเจนมากกว่าสูตรอื่น อีกทั้งมีปริมาณน้ำส้มค่อนข้างมากส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีส้มเหลืองนํารับประทาน จึงคัดเลือกสูตร A เป็นสูตรควบคุมเพื่อศึกษา ในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยพร้อมดื่มน้ำผลไม้และขิงแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	เฉลี่ยพร้อมดื่มน้ำผลไม้และขิงแตกต่างกัน		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ลักษณะปรากฏ	7.88 ± 0.87a	6.85 ± 1.07b	6.85 ± 1.13b
สี	8.05 ± 0.93a	6.58 ± 1.03b	6.51 ± 1.16b
กลิ่น	7.16 ± 1.18a	6.35 ± 1.27b	6.16 ± 6.56b
รสชาติ	7.15 ± 1.23	6.82 ± 1.17	6.88 ± 1.30
เนื้อสัมผัส(ความนุ่มของเจล) ^{ns}	7.36 ± 0.90	7.03 ± 1.12	6.93 ± 1.60
ความชอบโดยรวม	7.57 ± 0.83a	6.92 ± 1.08b	6.90 ± 1.12b

หมายเหตุ : a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



สูตร A

สูตร B

สูตร C

ภาพที่ 1 เฉลี่ยพร้อมดื่มน้ำผลไม้และขิงแตกต่างกัน

2. การศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครสแตกต่างกัน

ผลของการศึกษาปริมาณสารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครส 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 40 70 และ 100 จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (ตารางที่ 4) พบว่า การใช้สารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครสแตกต่างกันไม่ส่งผลทำให้ค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากน้ำตาลทรายในส่วนผสมมีปริมาณไม่มาก รวมทั้งใช้ความร้อนและเวลาในการต้มค่อนข้างน้อย จึงทำให้มีปฏิกิริยาการเกิดคาราเมลของน้ำตาล (Caramelization) เกิดขึ้นน้อย ซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาล โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาเผาไหม้น้ำตาลสูงกว่า 120 องศาเซลเซียส ค่า pH ระหว่าง 3-9 (Tantapanichkull, 2007; Coca et al., 2004) อีกทั้งชูคราโลสมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดน้อยมาก (Srisangwan, 2012) จึงทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงสีต่ำ การใช้สารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลชูโครสมากขึ้นมีผลทำให้ค่า pH มีแนวโน้มค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่า Hardness มีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับค่าการแยกตัวของน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการสังเกตปริมาณการใช้สารชูคราโลสทดแทนชูโครสเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้เยลลี่เหลวมีลักษณะการเซตตัวลดลง อัตราการแยกตัวของน้ำมากขึ้นนั่นเอง สอดคล้องกับการศึกษาการใช้สารชูคราโลส และมัลติทอลทดแทนน้ำตาลในเยลลี่ชา พบว่า การเพิ่มปริมาณชูคราโลสและมัลติทอลส่งผลให้ค่า Hardness มีแนวโน้มลดลง (Supaphon & Chuengsungnoen, 2022)

สำหรับการวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) พบว่า ปริมาณสารชูคราโลสร้อยละ 40 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน ทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม จึงคัดเลือกสูตรร้อยละ 40 เป็นสูตรควบคุมเพื่อศึกษาในขั้นตอนถัดไป สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องดื่มสำเร็จรูปชนิดผงเพื่อสุขภาพจากกล้วยหอมทองตากเกรด พบว่า เครื่องดื่มแบบผงสูตร C1-50 (ชูคราโลสทดแทนน้ำตาลร้อยละ 50) ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รส ความข้นหนืด ความรู้สึกลึกกลืน และความชอบโดยรวมสูงที่สุด (Ascharyaphotha et al., 2021) จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4) (The ministry of public health, 2016b) มีการกำหนดปริมาณชูคราโลสสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในขนมหวานที่มีผลไม้เป็นส่วนประกอบหลักเท่ากับ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูตรร้อยละ 40 ใช้ปริมาณชูคราโลส 0.093 กรัมต่อกิโลกรัมเป็นไปตามประกาศกำหนด (รหัสของหมวดอาหาร 04.1.2.9) แต่เนื่องจากสูตรร้อยละ 40 มีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นเจลเซตตัวมากเกินไป จึงทำการศึกษาปริมาณสารคาราจีแนนในผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนถัดไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะเหลวขึ้น สามารถดูดได้ง่ายขึ้นและเป็นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่เหลว (มผช.518/2547) กำหนด (The ministry of industry, 2004)

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่พร้อมดื่มที่ใช้สารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	การใช้สารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)			
	0	40	70	100
สี				
L* ^{ns}	32.54 ± 0.13	32.98 ± 0.83	33.13 ± 0.25	33.26 ± 0.72
a* ^{ns}	1.71 ± 0.12	1.695 ± 0.10	1.64 ± 0.15	1.76 ± 0.19
b* ^{ns}	7.52 ± 0.24	7.90 ± 3.78	7.87 ± 0.57	7.86 ± 0.53
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	20.40 ± 0.55 ^a	14.20 ± 0.45 ^b	12.20 ± 0.45 ^c	9.20 ± 0.45 ^d
pH	3.99 ± 0.00 ^c	3.99 ± 0.00 ^c	4.15 ± 0.01 ^b	4.16 ± 0.00 ^a
Hardness (g)	119.00 ± 9.06 ^a	107.80 ± 6.30 ^b	104.80 ± 3.35 ^b	99.60 ± 3.13 ^b
การแยกตัวของน้ำ (ร้อยละ)	10.90 ± 1.69 ^c	18.15 ± 2.75 ^b	26.11 ± 2.90 ^a	27.72 ± 2.59 ^a

หมายเหตุ : L* หมายถึง ความสว่าง (ดำ = 0, ขาว = 100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน)

a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	การใช้สารชูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)			
	0	40	70	100
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.46 ± 0.85	7.55 ± 0.98	7.48 ± 0.95	7.50 ± 0.87
สี ^{ns}	7.43 ± 0.83	7.57 ± 0.83	7.43 ± 0.77	7.30 ± 1.01
กลิ่น	7.38 ± 0.96 ^{ab}	7.48 ± 0.94 ^a	7.23 ± 0.87 ^{ab}	7.05 ± 1.16 ^b
รสชาติ	7.43 ± 0.89 ^{ab}	7.56 ± 0.77 ^a	7.18 ± 0.99 ^{bc}	6.93 ± 1.04 ^c
เนื้อสัมผัส (ความนุ่มของเจล)	7.28 ± 0.88 ^{ab}	7.50 ± 0.88 ^a	7.40 ± 0.91 ^{ab}	7.08 ± 1.01 ^b
ความชอบโดยรวม	7.48 ± 0.92 ^{ab}	7.80 ± 0.80 ^a	7.48 ± 0.83 ^{ab}	7.20 ± 1.09 ^b

หมายเหตุ : a- c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)



ร้อยละ 0 ร้อยละ 40 ร้อยละ 70 ร้อยละ 100

ภาพที่ 2 เยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสแตกต่างกัน

3. การศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารคาราจีแนนแตกต่างกัน

การศึกษาคูณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารคาราจีแนนแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 2 (สูตรเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสร้อยละ 40) 1.75 1.5 1.25 และ 1 กรัม ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (ตารางที่ 6) พบว่าการใช้สารคาราจีแนนทั้ง 4 ระดับมีผลทำให้ค่าสี ปริมาณของแข็งและค่า pH ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การลดปริมาณสารคาราจีแนนมีแนวโน้มทำให้ค่า Hardness ลดลง ($p \leq 0.05$) และค่าการแยกตัวของน้ำมากขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากคาราจีแนนจัดเป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง เมื่ออยู่ในรูปของสารละลายในน้ำจะมีโครงสร้างแบบ Random coil เมื่อโดนความร้อนแล้วทำให้เย็นลงจะเกิดตาข่ายโครงสร้างโพลีเมอร์ 3 มิติ แต่ละสายโพลีเมอร์จะรวมตัวกันเข้ามาใกล้กันและเกิด Function point เมื่อปล่อยให้เย็นลงอีกจะมีการเกาะตัวของ Function point มากขึ้น ทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายของเจลมีความแข็งแรงและมีความคงตัวมากขึ้น (การรวมตัวกันเป็นร่างแหให้เกิดเจลในอุณหภูมิห้อง) เจลที่มีความแข็งแรงสูงจะสามารถกักเก็บน้ำได้ดี จึงทำให้เกิดการแยกตัวของน้ำลดน้อยลง (Rattanapanon, 2014; Tinakorn Na Ayutthaya & Putduang, 2016; Nishinari et al, 1990; Piculell, 1995) ดังนั้นเมื่อใช้สารคาราจีแนนลดลงมีผลทำให้โครงร่างตาข่ายของเจลมีความแข็งแรงและความคงตัวลดลง และความสามารถกักเก็บน้ำน้อยลง มีการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้นนั่นเอง สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องอัตราส่วนของ คาราจีแนนและน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อคุณภาพของเยลลี่ชาเขียวกลิ่นน้ำผึ้งมะนาว 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 (0.5 : 3.9) ชุดการทดลองที่ 2 (0.6 : 3.8) ชุดการทดลองที่ 3 (0.7 : 3.7) และชุดการทดลองที่ 4 (0.8 : 3.6) พบว่า ชุดทดลองที่ 4 ที่มีการใช้สารคาราจีแนนมากที่สุด มีค่าความแข็งแรงของเจลมากที่สุด โดยความแข็งแรงของเจลจะลดลงแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณคาราจีแนนที่เติมน้อยลง (Wirivutthikorn, 2021)

สำหรับผลการวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 7) พบว่า การใช้คาราจีแนนปริมาณ 1.25 กรัม ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการใช้สารคาราจีแนนแตกต่างกันทำให้ค่าเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการสังเกตสิ่งทดลองพบว่า สูตร 1.25 กรัมมีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม มีน้ำแยกตัวออกมาพอเหมาะ สามารถใช้ช้อนตักหรือใช้หลอดดูดได้ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของเยลลี่เหลว จึงคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และชিং

ตารางที่ 6 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่พร้อมดื่มที่ใช้สารคาราจีแนนแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	การใช้สารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)				
	2	1.75	1.5	1.25	1
สี					
L* ^{ns}	32.33 ± 0.22	32.41 ± 0.29	32.65 ± 0.60	32.37 ± 0.35	32.60 ± 0.87
a* ^{ns}	1.67 ± 0.10	1.80 ± 0.74	1.78 ± 0.11	1.75 ± 0.15	1.74 ± 0.17
b* ^{ns}	9.76 ± 0.40	9.08 ± 0.36	9.83 ± 1.09	9.29 ± 0.13	9.60 ± 0.45
ปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายได้ (°Brix)	15.20 ± 0.45	15.60 ± 0.55	15.60 ± 0.55	15.40 ± 0.55	15.40 ± 0.55
pH	3.99 ± 0.00 ^b	4.16 ± 0.00 ^a	4.15 ± 0.00 ^a	4.15 ± 0.00 ^a	4.15 ± 0.00 ^a
Hardness (g)	102.6 ± 6.88 ^a	80.20 ± 1.79 ^b	59.20 ± 5.93 ^c	44.00 ± 1.22 ^d	31.2 ± 3.11 ^e
การแยกตัวของน้ำ (ร้อยละ)	20.83 ± 6.45 ^d	26.19 ± 2.8 ^c	27.90 ± 2.16 ^{bc}	32.94 ± 3.23 ^b	40.66 ± 4.02 ^a

หมายเหตุ : L* หมายถึง ความสว่าง (ดำ = 0, ขาว = 100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน),

a-e หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$),

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 7 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารคาราจีแนนแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	การใช้สารซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)				
	2 (ร้อยละ 40)	1.75	1.5	1.25	1
ลักษณะปรากฏ	7.41 ± 0.76 ^b	7.36 ± 0.78 ^b	7.51 ± 0.83 ^{ab}	7.73 ± 0.73 ^a	7.48 ± 0.59 ^{ab}
สี ^{ns}	7.35 ± 0.63	7.31 ± 0.65	7.40 ± 0.84	7.56 ± 0.81	7.48 ± 0.62
กลิ่น	7.25 ± 0.75 ^b	7.41 ± 0.74 ^{ab}	7.31 ± 0.87 ^b	7.31 ± 0.79 ^b	7.63 ± 0.58 ^a
รสชาติ	7.18 ± 0.77 ^b	7.45 ± 0.74 ^b	7.45 ± 0.89 ^b	7.85 ± 0.91 ^a	7.36 ± 0.82 ^b
เนื้อสัมผัส (ความนุ่มของเจล)	6.61 ± 1.07 ^c	6.83 ± 0.90 ^{bc}	6.90 ± 1.02 ^{bc}	8.05 ± 1.04 ^a	7.18 ± 0.94 ^b
ความชอบโดยรวม	6.78 ± 0.88 ^c	6.86 ± 0.76 ^c	7.06 ± 0.97 ^{bc}	8.18 ± 0.94 ^a	7.30 ± 0.84 ^b

หมายเหตุ : a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



2 กรัม 1.75 กรัม 1.5 กรัม 1.25 กรัม 1 กรัม

ภาพที่ 3 เยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารคาราจีแนนแตกต่างกัน

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และซิง (สูตร 1.25 กรัม) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ในปริมาณ 100 กรัมมีสารอาหารคาร์โบไฮเดรต 31.83 ± 1.64 กรัม ไขมัน 0.02 ± 0.01 กรัม โปรตีน 24.87 ± 0.07 กรัม เส้นใย 2.62 ± 0.19 กรัม และพลังงาน 226.98 ± 2.30 กิโลแคลอรี เมื่อเปรียบเทียบกับเยลลี่พร้อมดื่มสูตรการค้าพบว่า สูตรการค้าปริมาณ 1 หน่วยบริโภค (140 กรัม) ส่วนใหญ่มีพลังงานและคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าสูตรที่พัฒนา โดยสูตรการค้ามีพลังงาน 20-60 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 7-13 กรัม โดยมีสัดส่วนของปริมาณน้ำผลไม้เพียงร้อยละ 8-13 มีน้ำตาลทั้งหมด 10-14 กรัม (Editorial team, 2022) เนื่องจากสูตรการค้ามีส่วนผสมที่ให้พลังงาน ได้แก่ น้ำผลไม้ น้ำตาล ในปริมาณน้อยกว่าสูตรที่พัฒนา ส่วนสูตรที่พัฒนามีส่วนผสมรวมของน้ำสับประรด น้ำส้มคั้น และแก้วมังกร ร้อยละ 53.50 น้ำตาลซูโครส 11.79 กรัม และมีเส้นใยมากกว่าคือ 3.93 กรัม ในขณะที่สูตรการค้ามีเส้นใยประมาณ 0 ถึงน้อยกว่า 1 กรัม

5. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคทั่วไป

จากการนำผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และซิง (สูตร 1.25 กรัม) มาทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ภาพรวมในระดับปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 7.76 โดยผู้บริโภคชอบระดับมากคือ ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัส มีคะแนนเท่ากับ 8.10 และ 8.01 ตามลำดับ ผู้บริโภคชอบระดับปานกลาง คือ ความชอบโดยรวม กลิ่น สี และลักษณะปรากฏ มีคะแนนเท่ากับ 7.83 7.70 7.73 และ 7.20 ตามลำดับ โดยผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์มีประโยชน์สูง (ร้อยละ 45.00) ให้ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาด (ร้อยละ 77) ส่วนใหญ่ให้เหตุผลที่สนใจซื้อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) เนื่องจากรสชาติอร่อย (ร้อยละ 39) นำรับประทาน (ร้อยละ 37) และผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ (ร้อยละ 34) สาเหตุที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ 3 อันดับแรก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) ได้แก่ ซื้อมาเพื่อรับประทานเอง (ร้อยละ 71) รับประทานร่วมกับคนในครอบครัว หรือเพื่อนฝูง ฯลฯ (ร้อยละ 47) และเป็นของฝากให้ผู้อื่นตามโอกาสต่างๆ (ร้อยละ 28) ส่วนผู้บริโภคที่ไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) มีสาเหตุจากรสชาติไม่ถูกปาก (ร้อยละ 19) ไม่นำรับประทาน (ร้อยละ 16) และชอบขนมหวานในรูปแบบอื่นมากกว่า (ร้อยละ 12)

ตารางที่ 8 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบเฉลี่ย
ลักษณะปรากฏ	7.20 ± 0.91
สี	7.73 ± 0.98
กลิ่น	7.70 ± 1.00
รสชาติ	8.10 ± 0.88
เนื้อสัมผัส	8.01 ± 1.17
ความชอบโดยรวม	7.83 ± 0.95

ตารางที่ 9 คะแนนทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์เฉลี่ยพร้อมดื่มจากผลไม้และขิง	ร้อยละ
ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์เฉลี่ยพร้อมดื่มมีประโยชน์ระดับใด	
สูงมาก	13.00
สูง	45.00
ปานกลาง	30.00
ต่ำ	7.00
ต่ำมาก	2.00
ไม่ทราบ	3.00
ท่านสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาด	
สนใจซื้อ	77.00
ไม่สนใจซื้อ	23.00
กรณีสนใจซื้อ เหตุผลที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
น่ารับประทาน	37.00
รสชาติอร่อย	39.00
สะดวกต่อการรับประทาน	20.00
เป็นผลิตภัณฑ์แปลกใหม่	19.00
ผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ	34.00
อื่น ๆ	0.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และขิง	ร้อยละ
กรณีสนใจซื้อ สาเหตุที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
นำมารับประทานเอง	71.00
นำมารับประทานร่วมกับคนในครอบครัว หรือเพื่อนฝูง ฯลฯ	47.00
เป็นของฝากให้ผู้อื่นตามโอกาสต่าง ๆ	28.00
นำมาจัดเลี้ยงในงานประชุม สัมมนา	2.00
กรณีไม่สนใจซื้อ สาเหตุที่ไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
ไม่นำมารับประทาน	16.00
รสชาติไม่ถูกปาก	19.00
ไม่เห็นคุณค่าทางอาหารในผลิตภัณฑ์	5.00
ชอบขนมหวานในรูปแบบอื่นมากกว่า	12.00

สรุป

จากการศึกษาคุณภาพของเยลลี่พร้อมดื่มที่มีผลไม้และขิงแตกต่างกัน พบว่าเยลลี่พร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกันตามปริมาณชนิดผลไม้และขิงของแต่ละสูตร โดยสูตร A มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในด้านทุกด้าน ทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อนำมาศึกษาปริมาณสารซูโครสทดแทนน้ำตาลซูโครสแตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่าการใช้สารซูโครสทดแทนมากขึ้นทำให้ค่าสีไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ค่า pH มีแนวโน้มค่าสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) และค่าการแยกตัวของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลง ($p \leq 0.05$) และค่า Hardness มีแนวโน้มลดลง ($p > 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับการใช้สารซูโครสร้อยละ 40 มากที่สุดในทุกด้าน โดยปริมาณสารซูโครสมีผลต่อคะแนนด้านรสชาติแตกต่างกันอย่างชัดเจน ($p \leq 0.05$) เมื่อศึกษาการใช้สารคาราจีแนนแตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่าการลดปริมาณสารคาราจีแนนมีผลทำให้มีค่าสี, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และค่า pH ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีแนวโน้มทำให้ค่า Hardness ลดลง ($p \leq 0.05$) และค่าการแยกตัวของน้ำมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับการใช้คาราจีแนน 1.25 กรัมสูงที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยปริมาณคาราจีแนน 1.25 กรัมมีผลต่อความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่มของเจล) และความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบชิมอย่างชัดเจน ($p \leq 0.05$) จึงคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากผลไม้และขิงเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่าในปริมาณ 100 กรัม มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรต 31.83 ± 1.64 กรัม ไขมัน 0.02 ± 0.01 กรัม โปรตีน 24.87 ± 0.07 กรัม เส้นใย 2.62 ± 0.19 กรัม และพลังงาน 198.56 ± 2.3 กิโลแคลอรี เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบระดับปานกลาง โดยให้ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาด (ร้อยละ 77.00) เหตุผลเพราะรสชาติอร่อย นำมารับประทาน และผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ (ร้อยละ 39 37 และ 34 ตามลำดับ)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (2000). **Official methods of analysis**. 17th ed. USA: The Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- Ascharyaphotha, B., Wankaew, C., Saetae, R., & Sangthum, P. (2021). **Development of healthy powdered instant beverage from out-of-grade Hom-Thong Banana (*Musa Acuminata* ‘Gros Michel’)**. In Pangsri, P., (Ed.), The 8th Academic Science and Technology Conference 2021 (383-391). Pathum Thani: Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage. (In Thai)
- Butsuwan, P. (2006). **The reduction of undesirable odor in canned pitaya (*Hylocereus Undatus* (Haworth Britton & Rose))**. (Master of Science). Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai)
- Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (2020). **Report on the situation of NCDs, diabetes, high blood pressure, and related risk factors 2019**. Bangkok: aksorn graphic and design. (in Thai)
- Coca, M., Garcia, M. T., Gonzalez, G., Pena, M., & Garcia, J. A. (2004). Study of coloured components formed in sugar beet processing. **Food Chemistry**, 86(3), 421-433.
- Editorial team. (2022). **Survey results of ready-to-drink jelly labels**. Retrieved from <https://www.chaladsue.com/article/4165> [2023, 19 Aug.] (in Thai)
- Hansapan, N. (2006). **Development of Calamondin powder by spray drying technique**. Master of Science). Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi. (in Thai)
- Janthasingha, L., Rimkeeree, H., & Dhamvithee, P. (2015). **Study of behaviors, attitudes, factors affecting purchase, and demands from consumers for jelly products using questionnaires**. Proceedings of 53rd Kasetsart University Annual Conference: Science, Genetic Engineering, Architecture and Engineering, Agro-Industry, Natural Resources and Environment (971-977). Bangkok: The Thailand Research Fund. (In Thai)
- Konsue, N., & Cheumchaitrakul, P. (2004). **Development of ginger drinking jelly** (Research report). Chiang Rai, Mae Fah Luang University. (In Thai)
- Nishinari, K., Watase, M., P. A., & Philips, G.O. (1990). K-carrageenan gels: effect of sucrose, glucose, urea, and guanidine hydrochloride on the rheological and thermal properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 38, 1188-1193.

- Peeraphatchara, C., Prajugit, C., Suchachareansuk S., & Suchachareansuk, P. (2011). **Knowledge of jelly**. TechnoMart InnoMart . Retrieved from <http://www.clinictech.most.go.th/online.techlist.attachFile/20122141354261.pdf>. [2021, 17 Aug.] (in Thai)
- Piculell, L. (1995). **Gelling carrageenans**. In A.M., Stephens (ed.) Food Polysaccharides and their Applications; Marcel Dekker (205-244). New York: Marcel Dekker.
- Pornchaloempong, P., & Rattanapanone N., (n.d). **Carrageenan**. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274/carrageenan-carrageenan>. [2023, 27 Sep.] (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2014). **Food chemistry**. Bangkok: Odian Store. (in Thai)
- Samaisong, N. (2020). Dietary management for prevention and reduction risk of non-communicable diseases. **Songklanagarind Journal of Nursing**, 40(4), 122-130. (in Thai)
- Srisangwan, N. (2012). **Nutritional improvement of A-lua and Foi-thong desserts by using nonsugar sweeteners**. (Master of Science). Silpakorn University, Nakhon Pathom. (in Thai)
- Srisuwaphan, A. (2012). Effect of ginger drink on the starting of lactation period in postpartum women, **Medical Journal of Srisaket Surin Burirum Hospitals**, 27(3), 243-250. (In Thai)
- Supaphon, P., & Chuengsunnoen, P. (2022). Physicochemical properties and nutritional values of reduced-sugar galanga jelly from Galanga Root extract. **Life Sciences and Environment Journal**, 23(1), 143-156. (in Thai)
- Tantapanichkull, R. (2007). **Food chemistry**. Bangkok, Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Tinakorn Na Ayutthaya, K., & Putduang, N. (2016). The product development of healthy cereal jelly. **Journal of Food Technology, Siam University**, 11(1), 13-20. (in Thai)
- The Ministry of Industry. (2004). **Thai community product standards: Ready-to-drink jelly (No. 518/ 2547)**. Retrieved from https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps518_47.pdf [2022, 10 Sep.] (in Thai)
- The Ministry of Public Health. (2016a). **Criteria for healthy alternative food standards for risk groups patients with diabetes and high blood pressure**. Samutsakorn: Born To Be Publishing. (in Thai)
- The Ministry of Public Health. (2016b). **Notification of the ministry of public health (No. 381) B.E. 2559 re: food additives**. Nonthaburi: The Ministry of Public Health. (In Thai)
- Wirivutthikorn, W. (2021). Appropriate carrageenan and sucrose ratios on quality of green tea and jelly with honey lemon flavor. **King Mongkut's Agricultural Journal**, 39(2), 148-155. (in Thai)
- Wirivuthikorn, W. (2022). **Product development of beetroot juice mixed with carrot juice and pineapple juice supplemented with collagen**, In Research and Innovation

for SDGs in the Next Normal, Poster Presentation (75-84) (Online): Ubon Ratchathani University. Retrieved from https://www.ubu.ac.th/web/files_up/00008f2022090117165333.pdf [2023, 12 Oct.] (In Thai)

Yuyen, Y. (2017). Medicinal plants in that wipagcs textbook. **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)**, 12(2), 109-134. (In Thai)

=====