

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลเสริมใยอาหารจากกัมสำรอง

วนิดา หม่าตระกูล^{1*}, เดือนฉาย ตันนารัตน์¹ และ นพรัตน์ ปราบสงป¹

¹ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*wanida.mah@ku.th

บทคัดย่อ

ไอศกรีมเป็นของหวานที่นิยมบริโภคทั่วไป โดยมักมีข้อจำกัดด้านคุณค่าทางโภชนาการเนื่องจากการมีปริมาณน้ำตาลสูงและใยอาหารต่ำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาไอศกรีมเชอร์เบทเพื่อสุขภาพโดยใช้หล่อฮังก้วยเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ระดับต่าง ๆ (ร้อยละ 20, 35 และ 50) ร่วมกับการใช้กัมสำรอง (ปริมาณร้อยละ 0.2, 0.4 และ 0.6) เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและเพิ่มปริมาณใยอาหารแก่ผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณกัมสำรองส่งผลให้ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมและความแข็งของไอศกรีมเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่อัตราการขึ้นฟู ($p \leq 0.05$) อัตราการละลายของไอศกรีมลดลง ($p \leq 0.05$) ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไอศกรีมลดลงตามระดับการลดปริมาณน้ำตาล นอกจากนี้การเติมกัมสำรองส่งผลให้ไอศกรีมมีค่าความสว่างลดลง ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ค่าพีเอชลดลง ($p \leq 0.05$) และค่าปริมาณกรดทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ($p \leq 0.05$) เมื่อระดับน้ำตาลในไอศกรีมลดลง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ไอศกรีมสูตรลดน้ำตาลร้อยละ 20 และมีกัมสำรองร้อยละ 0.2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดในระดับเทียบเคียงกับสูตรควบคุม การศึกษานี้บ่งชี้ว่าสารให้ความหวานแทนน้ำตาลจากหล่อฮังก้วยสามารถใช้ทดแทนน้ำตาลในไอศกรีมเชอร์เบทได้โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้กัมสำรองร่วมเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: ไอศกรีม หล่อฮังก้วย กัมสำรอง ลดน้ำตาล

Development of reduced sugar tamarind sherbet added with fiber from malva nut gum

Wanida Mahtrakul^{1*}, Duenchay Tunnarut¹ and Nopparat Prabsangob¹

¹Department of Product Development, Faculty of Agro-industry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

*wanida.mah@ku.th

Abstract

Ice cream is a popular dessert that often has limited nutritional value due to a rich sugar and low dietary fiber content. This study aimed to develop a reduced sugar sherbet ice cream using monk fruit as a sugar substitute and malva nut gum to maintain quality and increase fiber content of the product. Sugar was reduced at different levels (20%, 35%, and 50% w/sugar) in combination with malva nut gum adding (0.2%, 0.4%, and 0.6%). The results showed that increasing malva nut gum content led to increased viscosity (117.37–183.70 cP) of the ice cream mixes and increased hardness (30.10–90.33 N) of the ice creams, while overrun (34.21–22.35%) and melting rate decreased. Total soluble solids decreased with decreased sugar content sugar reduction increased. In addition, higher malva nut gum levels resulted in the ice cream with darker and redder color. The pH increased ($p \leq 0.05$), while titratable acidity slightly decreased ($p \leq 0.05$) in with reduced sugar formulations. Sensory evaluation indicated that the formulation with 20% sugar reduction and 0.2% malva nut gum added had the highest overall liking score with a comparable level to the control sample. This study demonstrated that monk fruit could be used as a sugar substitute in sherbet ice cream, particularly with a combination with malva nut gum added to maintain the product quality.

Keywords: Ice cream, Monk fruit, Malva nut gum, Reduced sugar

1. บทนำ

ไอศกรีมเป็นของหวานที่ได้รับความนิยมทั่วโลกด้วยรสชาติที่หลากหลายและให้ความสดชื่นเมื่อได้รับประทาน อย่างไรก็ตามไอศกรีมมักมีปริมาณน้ำตาลสูงซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่กังวลเกี่ยวกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Noncommunicable Diseases, NCDs) เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตามความนิยมในการบริโภคไอศกรีมยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2565 ตลาดไอศกรีมในประเทศไทยมีมูลค่าถึง 12,173 ล้านบาทและขยายตัวจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 0.3 ปัจจัยหลักที่ส่งเสริมการบริโภคไอศกรีมในประเทศไทยคือสภาพอากาศที่ร้อนเกือบตลอดทั้งปีทำให้ผู้บริโภคหันมารับประทานไอศกรีมเพื่อคลายร้อนและเพิ่มความสดชื่น [1] ไอศกรีมเชอร์เบต (Sherbet) เป็นไอศกรีมชนิดหนึ่งที่แตกต่างจากไอศกรีมทั่วไป โดยมีปริมาณไขมันต่ำและมีรสเปรี้ยวสดชื่นจากผลไม้หรือกรดผลไม้ อย่างไรก็ตามเชอร์เบตมักมีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าไอศกรีมชนิดอื่น ๆ และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เป็นผลึกน้ำแข็งที่หยาบกว่า [2] การพัฒนาไอศกรีมเชอร์เบตสูตรลดน้ำตาลจึงอาจช่วยส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภคได้

หล่อฮังก้วย (Monk Fruit) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Siraitia grosvenorii* เป็นพืชที่มีสารโมโกรไซด์ (mogrosides) ซึ่งเป็นสารให้รสหวานที่มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายถึง 250-300 เท่า [3] โดยสารดังกล่าวสามารถให้ความหวานได้โดยไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น จึงเป็นที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่ต้องการลดผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคน้ำตาล [4] สำโรง (Malva nut) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Scaphium scaphigerum* มีสรรพคุณที่หลากหลาย เช่น แก้อ่อนในกระหายน้ำ บรรเทาอาการเจ็บคอ แก้ไอและช่วยขับเสมหะ ผลสำโรงประกอบด้วยใยอาหาร (ร้อยละ 64.12-76.45) และโปรตีน (ร้อยละ 3.75-9.50) ในปริมาณสูง ขณะที่ไขมัน (ร้อยละ 0.41-9.50) ปริมาณต่ำ ผลสำโรงเป็นแหล่งของ กัม (gums) ซึ่งมีสรรพคุณทางยา และสามารถจับน้ำได้ดีโดยจะพองตัวมีลักษณะคล้ายวุ้นเมื่อแช่น้ำกัมสำโรงสามารถนำมาใช้เป็นสารรักษาความคงตัว ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารได้ [5] ปัจจุบันมีการศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในการผลิตไอศกรีมเพิ่มขึ้น เช่น สตีเวีย อิริทริทอล และโพลีออล ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามสารให้ความหวานบางชนิดยังมีข้อจำกัดด้านรสชาติ [6,7] การศึกษาเพื่อใช้ หล่อฮังก้วย (*Siraitia grosvenorii*) เป็นสารทดแทนน้ำตาลในไอศกรีมเชอร์เบตยังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาไอศกรีมเชอร์เบตที่ดีต่อสุขภาพโดยใช้หล่อฮังก้วยเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล และใช้กัมสำโรงช่วยคงคุณภาพและเพิ่มใยอาหาร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ทำการพัฒนาไอศกรีมเชอร์เบตโดยใช้หล่อฮังก้วยเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล และใช้กัมสำโรงเป็นตัวช่วยคงคุณภาพและเพิ่มใยอาหาร เตรียมได้โดยนำผลสำโรงแห้งมาทำความสะอาดแล้วแช่น้ำ 1 คืน แยกส่วนเปลือกออกแล้วนำวุ้นมาอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 6-7 ชั่วโมง จนมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10 แล้วบดเป็นผง [5] และเตรียมน้ำมะขามโดยนำมะขามเปียก (ร้อยละ 7.5) และน้ำสะอาด (ร้อยละ 92.5) มาปั่นในโถปั่นด้วยความเร็วต่ำ นาน 1 นาที แล้วนำมากรองผ่านกระชอนตาถี่ การศึกษาระดับการใช้หล่อฮังก้วยและกัมสำโรงที่ปริมาณต่าง ๆ ในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบต ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์, ทรีตเมนต์ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ T0 สูตรควบคุม; T1 สูตรลดน้ำตาลร้อยละ 20 และเติมกัมสำโรงร้อยละ 0.2; T2 สูตรลดน้ำตาลร้อยละ 35 และเติมกัมสำโรงร้อยละ 0.4 และ T3 สูตรลดน้ำตาลร้อยละ 50 และเติมกัมสำโรงร้อยละ 0.6

ตารางที่ 1 สูตรไอศกรีมเชอร์เบตมะขามลดน้ำตาลและเสริมกัมสำโรง (w/w)

วัตถุดิบ	ส่วนประกอบ (ร้อยละ)			
	T0	T1	T2	T3
น้ำตาลทรายขาว	25.00	20.00	16.25	12.50
ผงหล่อฮังก้วย	-	0.50	0.88	1.25
กัมสำโรง	-	0.20	0.40	0.60
เกลือ	0.30	0.30	0.30	0.30
วิปปิ้งครีม	5.41	5.41	5.41	5.41
น้ำมะขาม	66.67	66.67	66.67	66.67
เจลาตินผง	0.10	0.10	0.10	0.10
กัวร์กัม	0.10	0.10	0.10	0.10
น้ำสะอาด	2.42	6.72	9.89	13.07

วิธีการทำไอศกรีมเริ่มจากนำส่วนผสมทั้งหมดที่ผสมกันที่ความเร็วต่ำเป็นเวลา 30 วินาที นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที และทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส นำเข้าบ่มเวลา 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำเข้าเครื่องทำไอศกรีม (รุ่น MA-0006 บริษัท เอ็นทูเอช จำกัด ประเทศไทย) บ่มเป็นเวลา 60 นาที นำเข้าแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง ตรวจวัดลักษณะคุณภาพของตัวอย่างไอศกรีมด้วยการทดลองต่อไปนี้

- ค่าสี (color) วัดด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น CM-5 บริษัท Minolta Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น) โดยอ่านค่าออกมาเป็น L^* , a^* และ b^*

- ค่าความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รุ่น TA-XT plus บริษัท Stable Micro Systems Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ) เตรียมตัวอย่างให้มีขนาดเท่ากันที่อุณหภูมิ -14 ± 1 องศาเซลเซียส ใช้หัวกดแบบ compression ขนาด P/75 ทดสอบด้วยความเร็ว 2.0 มิลลิเมตร/วินาที ระยะการกดที่ 10 มิลลิเมตร และ trigger force ที่ 5 กรัม ดัดแปลงวิธีของ [8]

- ค่าความหนืด (viscosity) ด้วยเครื่องวัดความหนืด (รุ่น RVDV-III U บริษัท Brookfield Engineering Laboratories Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา) ส่วนผสมไอศกรีมที่ผ่านการบ่มที่มีอุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำส่วนผสมไอศกรีมใส่ในบีกเกอร์ปริมาตร 600 มิลลิลิตร ปริมาณ 500 มิลลิลิตร วัดความหนืดใช้หัวหมุน RV-1 ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที อ่านค่าหลังจากมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 30 วินาที ควบคุมอุณหภูมิส่วนผสมไอศกรีมที่ 4 ± 1 องศาเซลเซียส [9]

- อัตราการละลาย (melting rate) โดยนำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุถ้วยพลาสติก 40 กรัม หลังผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักให้คงที่วางบนตะแกรงที่มีขนาด 8 mesh รองรับไอศกรีมที่ละลายด้วยบีกเกอร์ เริ่มจับเวลาการละลายเมื่อวัดอุณหภูมิตัวอย่างได้ -14 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักของเหลวที่ละลายออกมาทุก 10 นาทีเป็นเวลา 30 นาทีและนำน้ำหนักที่ได้มาคำนวณตามสมการ (1) [10]

$$\text{อัตราการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

- ค่าร้อยละการขึ้นฟู (% overrun) ซึ่งน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีมก่อนนำไปปั่นเป็นไอศกรีม 40 กรัม บรรจุให้เต็มถ้วยพลาสติก บันทึกน้ำหนักและเมื่อปั่นไอศกรีมจนแข็งตัวแล้วบรรจุไอศกรีมลงถ้วยพลาสติกใบเดิมจนเต็มซึ่งน้ำหนักไอศกรีมที่ได้และนำข้อมูลไปคำนวณค่าร้อยละการขึ้นฟูตามสมการ (2) [10]

$$\text{การขึ้นฟู (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักส่วนผสมไอศกรีม} - \text{น้ำหนักไอศกรีม})}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100 \quad (2)$$

- ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) โดยใช้เครื่อง refractometer (รุ่น Master-M (0-33 Brix) บริษัท Atago ประเทศญี่ปุ่น)

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (รุ่น AB33PH-F บริษัท Ohaus Aquasearcher ประเทศสหรัฐอเมริกา)

- ค่าความเป็นกรด (Acidity) โดยใช้เครื่องไทเทรตอัตโนมัติ (รุ่น T5 บริษัท Mettler Toledo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) โดยไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

- การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส, วัดค่าความชอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน เสรีพิ์ตัวอย่างที่อุณหภูมิ -14 องศาเซลเซียส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point-Hedonic

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลลักษณะคุณภาพของไอศกรีมใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ส่วนข้อมูลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์เชิงสุ่ม (RCBD) แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (version 20, SPSS inc., Chicago, IL, USA) ในการคำนวณที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

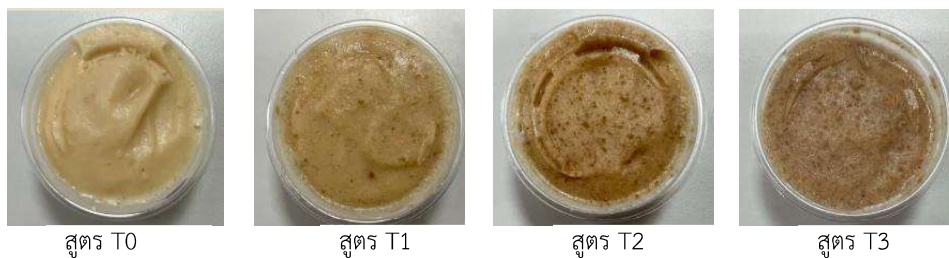
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้หล่อแข็งกัวยทดแทนน้ำตาลร่วมกับการใช้กัมสารองในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทพบว่าส่งผลต่อค่าสีของไอศกรีมเชอร์เบท (ตารางที่ 2) การเพิ่มระดับของกัมสารองส่งผลให้ ค่า L* และ b* ของไอศกรีมมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ค่า a* เพิ่มขึ้น โดยสูตร T3 มีค่า L* และ b* ต่ำที่สุด แต่มีค่า a* สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มและมีความเป็นสีแดงตามระดับการลดน้ำตาลและการเพิ่มปริมาณกัมสารองสอดคล้องกับลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ดังภาพที่ 1 ซึ่งสีที่เข้มขึ้นนี้มาจากสีตามธรรมชาติของหล่อแข็งกัวยและกัมสารอง

ตารางที่ 2 ค่าสีของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมกัมสารอง

ไอศกรีมเชอร์เบท	L*	a*	b*
T0	40.05 $\pm$ 0.63 ^a	7.09 $\pm$ 0.10 ^c	20.55 $\pm$ 0.90 ^a
T1	41.00 $\pm$ 1.74 ^a	7.22 $\pm$ 0.09 ^c	20.89 $\pm$ 1.25 ^a
T2	35.37 $\pm$ 2.20 ^b	7.99 $\pm$ 0.34 ^b	19.93 $\pm$ 0.97 ^a
T3	29.80 $\pm$ 1.87 ^c	9.54 $\pm$ 0.38 ^a	18.37 $\pm$ 1.13 ^b

หมายเหตุ ^{a-c}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 1 ลักษณะสีของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมกัมสารองสูตรต่างๆ

ตารางที่ 3 แสดงค่าความหนืด อัตราการขึ้นฟู และความแข็งของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมกัมสารอง พบว่าการเติมกัมสารองส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมเชอร์เบท โดยส่งผลให้ค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมเพิ่มขึ้นจาก 117.37 เซนติพอยซ์ ในสูตร T0 เป็น 183.70 เซนติพอยซ์ในสูตร T3 ขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นจาก 30.103 เป็น 90.331 นิวตัน ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงผลของกัมสารองที่มีต่อความแข็งและความคงตัวของไอศกรีมเนื่องจากคุณสมบัติการอุ้มน้ำของกัมสารอง [5] ในทางตรงกันข้ามพบว่าอัตราการขึ้นฟูมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 34.21 ในสูตร T0 เหลือร้อยละ 22.35 ในสูตร T3 ซึ่งต่ำกว่าช่วงค่าการขึ้นฟูที่เหมาะสมของไอศกรีมเชอร์เบทที่ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 25-50 [11] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความหนืดของส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การกักเก็บอากาศในโครงสร้างไอศกรีมลดลง และทำให้อากาศ

แทรกเข้าสู่ระบบได้ยากขึ้นระหว่างกระบวนการปั่นผสม ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khongsit [12] ที่กล่าวถึงการพัฒนาไอศกรีมน้อยหน้าลดพลังงาน โดยใช้จุลินทรีย์ที่ทนน้ำตาลร่วมกับการเติมน้ำมันน้อยหน้า พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมันน้อยหน้าส่งผลให้ค่าความหนืดของไอศกรีมเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าการขึ้นฟูลดลง และค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความหนืดที่สูงขึ้นก่อให้เกิดแรงต้านต่อการตีปั่นมากขึ้น ทำให้การแทรกตัวของอากาศเข้าสู่โครงสร้างไอศกรีมลดลง ส่งผลให้อัตราการขึ้นฟูลดลงตามไปด้วย [13]

ตารางที่ 3 ค่าความหนืด อัตราการขึ้นฟู และความแข็งของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมส้มสำรอง

ไอศกรีมเชอร์เบท	ความหนืด (เซนติพอยซ์)	อัตราการขึ้นฟู (ร้อยละ)	ความแข็ง (นิวตัน)
T0	117.37 ± 9.95 ^d	34.21 ± 2.98 ^a	30.103 ± 9.097 ^c
T1	140.63 ± 14.15 ^c	27.90 ± 6.77 ^b	71.223 ± 19.507 ^b
T2	164.31 ± 6.03 ^b	25.67 ± 3.42 ^{bc}	76.497 ± 16.318 ^b
T3	183.70 ± 9.04 ^a	22.35 ± 2.73 ^c	90.331 ± 19.958 ^a

หมายเหตุ ^{a-d}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 แสดงอัตราการละลายของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมส้มสำรอง พบว่าไอศกรีมทุกสูตรมีอัตราการละลายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่สูตรที่มีการลดปริมาณน้ำตาลและเพิ่มปริมาณส้มสำรองสูงมีอัตราการละลายต่ำกว่าอย่างชัดเจน ที่เวลา 20 นาที สูตร T0 มีอัตราการละลายร้อยละ 20.94 ขณะที่สูตร T3 มีอัตราการละลายเพียงร้อยละ 2.96 และที่เวลา 30 นาที สูตร T0 มีอัตราการละลายร้อยละ 60.72 ส่วนสูตรที่ T3 มีอัตราการละลายร้อยละ 31.94 แสดงให้เห็นว่าน้ำตาลทรายมีผลต่อการละลายของไอศกรีม คือ ทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมลดลง [13] ส่งผลให้ไอศกรีมละลายได้ง่ายขึ้น ดังนั้นสูตรที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำจึงมีแนวโน้มละลายได้ช้ากว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Paekul [14] ที่ศึกษาการใช้สารทดแทนน้ำตาลและดอกอัญชันต่อคุณภาพของไอศกรีมเชอร์เบทและพบว่า การลดน้ำตาลมีผลต่ออัตราการละลายของไอศกรีม กล่าวคือสูตรที่ไม่ลดน้ำตาลมีอัตราการละลายร้อยละ 3.46±0.39 ขณะที่สูตรปราศจากน้ำตาลมีอัตราการละลายเพียงร้อยละ 0.95±0.12 นอกจากนี้การเติมส้มสำรองยังช่วยเพิ่มความหนืดและความสามารถในการอุ้มน้ำของส่วนผสมทำให้โครงสร้างของไอศกรีมมีความคงตัว ส่งผลให้อัตราการละลายลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ngasakul et al. [15] ที่กล่าวว่า การเติมโยเกิร์ตช่วยชะลอการละลายของไอศกรีม เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์สามารถสร้างโครงข่ายเจลและเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ส่งผลให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากขึ้น

ตารางที่ 4 อัตราการละลายของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมส้มสำรอง

ไอศกรีมเชอร์เบท	อัตราการละลาย (ร้อยละ)		
	10 นาที	20 นาที	30 นาที
T0	0	20.94 ± 1.94 ^a	60.72 ± 1.74 ^a
T1	0	18.96 ± 2.48 ^b	55.90 ± 2.85 ^b
T2	0	14.74 ± 1.56 ^c	44.93 ± 2.68 ^b
T3	0	2.96 ± 0.88 ^d	31.94 ± 2.09 ^c

หมายเหตุ ^{a-d}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การใช้หล่ออังก้วยทดแทนน้ำตาลร่วมกับการใช้กัมสำรองส่งผลต่อค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไอศกรีมเชอร์เบท (ตารางที่ 5) โดยค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2.88 ในสูตร T0 เป็น 3.30 ในสูตร T3 แสดงให้เห็นว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ลดลงตามระดับการลดน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดทาร์ทาริกทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ 2.59-2.84 สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงจาก 30.78 °Brix ในสูตรควบคุมเป็น 20.83 °Brix ในสูตร T3 ซึ่งสัมพันธ์กับการลดปริมาณน้ำตาลในสูตรผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดและของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมกัมสำรอง

ไอศกรีมเชอร์เบท	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทาร์ทาริกทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (% Tartaric acid)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (brix)
T0	2.88 ± 0.04 ^c	2.79 ± 0.10 ^a	30.78 ± 0.36 ^a
T1	3.02 ± 0.09 ^b	2.84 ± 0.08 ^a	26.93 ± 0.10 ^b
T2	3.19 ± 0.18 ^a	2.79 ± 0.03 ^a	23.93 ± 0.41 ^c
T3	3.30 ± 0.14 ^a	2.59 ± 0.14 ^b	20.83 ± 0.66 ^d

หมายเหตุ ^{a-d}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การลดน้ำตาลและเติมกัมสำรองส่งผลต่อคะแนนความชอบของไอศกรีมเชอร์เบทโดยพบว่าเมื่อลดปริมาณน้ำตาลและเติมกัมสำรอง คะแนนการประเมินด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 6) มีแนวโน้มลดลง โดยสูตร T0 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดคือ 7.20 รองลงมาคือสูตร T1 คือ 6.76 ขณะที่สูตร T3 ได้คะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุดคือ 6.02 มีคะแนนด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด คือ 5.64 และ 5.72 ตามลำดับแสดงให้เห็นว่าการลดน้ำตาลและเติมกัมสำรองเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากทำให้เนื้อสัมผัสแน่นขึ้นและรสชาติเปลี่ยนแปลงไปจากสูตรปกติ

ตารางที่ 6 การประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเชอร์เบทมะขามลดน้ำตาลและเสริมกัมสำรอง

ไอศกรีมเชอร์เบท	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
T0	7.10 ± 1.09 ^a	6.74 ± 1.52 ^a	7.02 ± 1.63 ^a	7.18 ± 1.27 ^a	7.20 ± 1.35 ^a
T1	6.80 ± 1.28 ^{ab}	6.70 ± 1.23 ^a	6.78 ± 1.54 ^{ab}	6.88 ± 1.30 ^a	6.76 ± 1.29 ^a
T2	6.32 ± 1.49 ^{bc}	6.56 ± 1.37 ^{ab}	6.34 ± 1.30 ^b	6.16 ± 1.53 ^b	6.26 ± 1.32 ^b
T3	6.08 ± 1.74 ^c	6.22 ± 1.43 ^b	5.64 ± 1.71 ^c	5.72 ± 1.51 ^b	6.02 ± 1.52 ^b

หมายเหตุ ^{a-b}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. สรุปผล

การใช้หล่อแข็งกัวยทดแทนน้ำตาลร่วมกับการเสริมกัมสารองในไอศกรีมเชอร์เบทส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยระดับปริมาณน้ำตาลที่ลดลงและปริมาณกัมสารองที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสี ค่าความหนืดของส่วนผสม และค่าความแข็งของไอศกรีมเพิ่มขึ้น ขณะที่อัตราการขึ้นฟู อัตราการละลาย และปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง การลดปริมาณน้ำตาลยังส่งผลให้ค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ลดลง จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า การลดน้ำตาลและเพิ่มปริมาณกัมสารอง ส่งผลให้คะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง โดยสูตร ไอศกรีมที่มีการลดปริมาณน้ำตาลลงร้อยละ 20 และเสริมกัมสารองปริมาณร้อยละ 0.2 ยังคงมีคุณภาพทางกายภาพที่ดีและ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับที่เทียบเคียงกับสูตรควบคุมจึงแสดงให้เห็นว่าหล่อแข็งกัวยสามารถใช้ทดแทนน้ำตาลใน ไอศกรีมเชอร์เบทได้โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้กัมสารองร่วมเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

6. เอกสารอ้างอิง (Reference)

- [1] Food Intelligence Unit. (2023). *Ice cream product market*. <https://fic.nfi.or.th/market-intelligence-detail.php?smid=392>
- [2] Yaisumlee, T. (2009). *Development of sherbet form making* [Master's thesis, Maejo University]. (In Thai)
- [3] Fang, C., Wang, Q., Liu, X., & Xu, G. (2017). Metabolic profiling analysis of *Siraitia grosvenorii* revealed different characteristics of green fruit and saccharified yellow fruit. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 145, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.06.046>
- [4] Matangkasombut, O., & Thanyasrisung, P. (2019). Sugar substitutes and their effects on systemic and oral health. *Journal of Dental Association of Thailand*, 69(4), 379–397. <https://doi.org/10.14456/jdat.2019.46> (In Thai)
- [5] Sukhasem, S., & Klinkajorn, S. (2017). Stabilizer agent from malva nut (*Scaphium scaphigerum*) in food products. *Kasetsart Agricultural Journal*, 35(1), 14–30. (In Thai)
- [6] Genovese, A., Balivo, A., Salvati, A., & Sacchi, R. (2022). Functional ice cream health benefits and sensory implications. *Food Research International*, 161, 111858.
- [7] Schiatti-Sisó, I. P., Quintana, S. E., & Garcia-Zapateiro, L. A. (2023). Stevia (*Stevia rebaudiana*) as a common sugar substitute and its application in food matrices: An updated review. *Journal of Food Science and Technology*, 60(5), 1483–1492. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05396-2>
- [8] Aime, D. B., Arntfield, S. D., Malcolmson, L. J., & Ryland, D. (2001). Textural analysis of fat-reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34(2–3), 237–246. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00160-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00160-5)
- [9] Ohmes, R. L., Marshall, R. T., & Heymann, H. (1998). Sensory and physical properties of ice creams containing fat or fat replacers. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1222–1228.
- [10] Arbuckle, W. S. (1986). *Ice cream* (4th ed.). AVI Publishing.
- [11] Marshall, R. T., Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2003). *Ice cream* (6th ed.). Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- [12] Khongsit, P. (2023). Development of reduced calorie custard apple ice cream. In *Proceedings of the 10th National and 8th International Conference on Northeastern University* (pp. 571–582). Northeastern University. (In Thai)



- [13] Marshall, R. T., & Arbuckle, W. S. (1996). Ice cream (5th ed.). Chapman & Hall.
- [14] Paekul, N. (2013). *Effect of using sugar replacer and butterfly pea (Clitoria tematea Linn.) on quality of sherbet ice cream* [Master's thesis, Rajamangala University of Technology Thanyaburi]. (In Thai)
- [15] Ngasakul, N., Freyová, M., Kozlu, A., Baigts Allende, D. K., & Klojdová, I. (2025). The valorization of poppy seed cake for Pickering stabilization of functional ice creams. *Future Foods*, 11, 100645.