

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมใยอาหารจากเฟี้ยวเร่ส้มโอ

จารุพัฒน์ กาญจนรงค์ และ วิจิตรา ปล้องบรรจง*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ (ศาลายา)

96 หมู่ 3 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

รับบทความ 2 พฤษภาคม 2565 แก้ไขบทความ 27 ธันวาคม 2565 ตอรับบทความ 9 กุมภาพันธ์ 2566

บทคัดย่อ

การพัฒนาไอศกรีมเสริมใยอาหารจากเฟี้ยวเร่ส้มโอโดยใช้เนื้อส้มโอเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีม 4 สูตร คือ ร้อยละ 5, 7, 10 และ 15 พบว่า การเพิ่มปริมาณเนื้อส้มโอทำให้อยู่ยละการขึ้นฟูและค่าความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ทำให้อัตราการละลายลดลง โดยไอศกรีมที่ไม่มีการผสมเนื้อส้มโอยังคงมีความชอบโดยรวมสูงสุดและเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อส้มโอลงไปทำให้การยอมรับโดยรวมมีค่าลดลง ซึ่งไอศกรีมสูตรที่มีเนื้อส้มโอ 7% เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงสุด (6.28 ± 1.88) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรมาตรฐาน มีค่าร้อยละการขึ้นฟู $41.15 \pm 0.59\%$ ค่าความหนืด 698.02 ± 5.56 cps มีค่าการละลายที่ 30 นาที เท่ากับ $22.23 \pm 0.24\%$ นอกจากนี้การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของไอศกรีมที่มีเนื้อส้มโอ 7% พบว่า มีค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 25.28 ± 1.88 องศาบริกซ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.35 ± 0.30 มีปริมาณความชื้นและเส้นใยร้อยละ 71.72 และ 7.73 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรควบคุมที่ใช้สารทางการค้า (CREMODAN® SE 709-M; Danisco Thailand Co., Ltd.) เป็นสารให้ความคงตัว พบว่า ไอศกรีมที่ผสมส้มโอมีปริมาณเส้นใยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษาที่ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข

คำสำคัญ : ส้มโอ; ไอศกรีม; ใยอาหาร; สารให้ความคงตัว; เฟี้ยวเร่

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 1796 9536, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: vijitra.plo@rmutr.ac.th

Product Development of Ice Cream Fiber-Fortified from Pomelo Puree

Jurapat Kanjanarong and Vijitra Plongbunjong*

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Rattanakosin (Salaya)
96 Moo.3 Salaya District Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73170

Received 2 May 2022; Revised 27 December 2022; Accepted 9 February 2023

Abstract

Development of fiber-fortified ice cream product from pomelo puree with a stabilizer in 4 recipes of 5, 7, 10 and 15 % was demonstrated. The results showed that the overrun and viscosity value of ice cream increased whereas the melting rate significantly decreased depended on pomelo content. Ice cream without pomelo puree remained the highest in sensory acceptance, and with the addition of pomelo puree, overall acceptance decreased. The ice cream formula with 7% pomelo puree was the highest overall acceptance (6.28 ± 1.88), with no statistically significant difference from the standard formula without pomelo puree added. Overrun was $41.15 \pm 0.59\%$, the viscosity was 698.02 ± 5.56 cps, and melting rate at 30 minutes was $22.23 \pm 0.24\%$. In addition, chemical analysis of 7% pomelo puree ice cream found that total soluble solids was 25.28 ± 1.88 °Brix, pH was 3.35 ± 0.30 , and moisture and fiber content were 71.72 and 7.73 percent respectively when compared to a controlled ice cream using a commercial substance (CREMODAN® SE 709-M; Danisco Thailand Co., Ltd.) as a stabilizer, it was found that pomelo puree -infused ice cream had significantly higher fiber content ($p \leq 0.05$). Also, the storage of pomelo ice cream at -20 °C for 12 days showed a lower total number of microorganisms and coliform bacteria than a standard criterion of the Ministry of Public Health.

Keywords : Pomelo; Ice Cream; Dietary Fiber; Stabilizer; Puree

* Corresponding Author. Tel.: +668 1796 9536, E-mail Address: vijitra.plo@rmutr.ac.th

1. บทนำ

ส้มโอจัดเป็นพืชตระกูลส้มที่มีเปลือกหนา นิยมรับประทานเป็นผลไม้สด หรือนำไปประกอบอาหารประเภทต่างๆ เป็นผลไม้ท้องถิ่นของจังหวัดนครปฐม โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอนครชัยศรี สามารถปลูกส้มโอได้รสชาติดีจนเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย โดยพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ ได้แก่ พันธุ์ทองดี และชาวน้ำผึ้ง นอกจากนี้ ส้มโอนครชัยศรียังได้รับการขึ้นทะเบียน “ผลไม้บ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication; GI)” จากกรมทรัพย์สินทางปัญญากระทรวงพาณิชย์ ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ชัดเจนถึงเอกลักษณ์ของท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี

ส้มโอเป็นผลไม้ที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ มีปริมาณเพคตินเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงทั้งส่วนเนื้อและเปลือกส่วนสีขาวที่เรียกว่า อัลเบโด (Albedo) ซึ่งเพคตินมีคุณสมบัติช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความคงตัว ทำให้เกิดเจลและเป็นอิมัลซิไฟเออร์ นอกจากนี้ เพคตินยังจัดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ในกลุ่มพรีไบโอติกชนิดหนึ่งที่ส่งผลดีต่อระบบขับถ่าย และช่วยลดความเสี่ยงจากมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้ [1] ใยอาหารจากพืชตระกูลส้มมีประโยชน์ต่อสุขภาพ คือ สามารถช่วยลดคอเลสเตอรอล เพราะมีคุณสมบัติเป็นอิมัลชันที่สามารถจับน้ำและไขมัน ได้ดี [2] โดยสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำในส้มโอมีค่าใกล้เคียงกันคือ มีใยอาหารที่ละลายน้ำ 1 ส่วน และมีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 2 ส่วน อีกทั้งส้มโอยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น ฟลาโวนอยด์ และวิตามินซีที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) [3]

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาไอศกรีมเพื่อสุขภาพที่มีน้ำตาลต่ำเสริมใยอาหารจากเนื้อส้มโอและใช้เนื้อส้มโอเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมทดแทนการใช้กาวกัม หรือสารให้ความคงตัวชนิดอื่นๆ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยพัฒนาไอศกรีมรูปแบบซอร์เบต ซึ่งเป็นของว่างซึ่งได้รับความนิยมทั้งชาวไทยและต่างประเทศ เนื่องจากมีกลิ่นรสที่ให้ความสดชื่นกับผู้บริโภค ไม่มีการเติมไขมันนมหรือกะทิ จึงมีความเป็นไปได้ที่

จะพัฒนาเป็นไอศกรีมเพื่อสุขภาพ ที่มีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ เหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ สอดคล้องกับการเติบโตของตลาดไอศกรีมทั้งในและต่างประเทศที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยศึกษาปริมาณเนื้อส้มโอที่เหมาะสมสำหรับผสมลงในไอศกรีมที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา นอกจากนี้มีการประเมินความพึงพอใจจากผู้บริโภค ดังนั้น จึงคาดว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการต่อยอดทางธุรกิจให้กับผู้สนใจผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในจังหวัดนครปฐม และพื้นที่อื่นๆ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

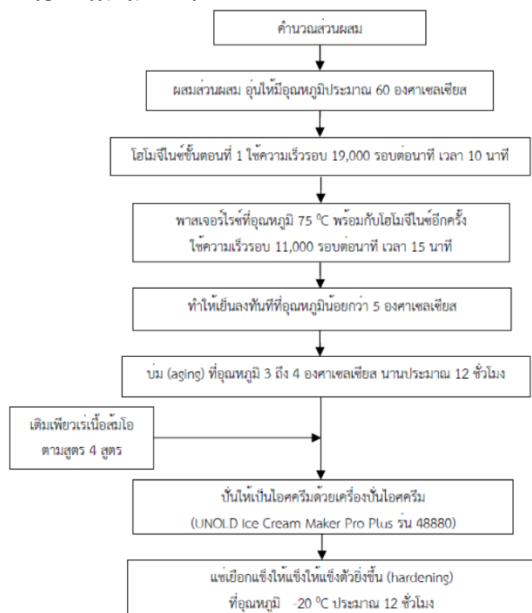
2.1 การเตรียมเพียวเร่จากเนื้อส้มโอเพื่อใช้เป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีม

เตรียมเพียวเร่ส้มโอจากผลส้มโอที่แก่เต็มที่ อายุประมาณ 8 เดือน นับจากวันเริ่มติดผลอ่อน โดยการล้างทำความสะอาดผลส้มโอสายพันธุ์ทองดี ปอกเปลือก และแกะเฉพาะเนื้อส้มโอ บรรจุในถุงลามิเนตอูมิเนียมฟอยด์ เก็บรักษาด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาทำเพียวเร่ โดยทำการปั่นผสมเนื้อส้มโอให้ละเอียดขณะที่เนื้อส้มโอเย็นจัดเพื่อป้องกันการเกิดรสมขม โดยควบคุมอุณหภูมิตลอดการปั่นที่ 5 องศาเซลเซียส และนำมารองแยกกากผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช เพื่อให้ได้เนื้อเพียวเร่ที่เนียนละเอียด วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ให้อยู่ในช่วง 12.3-12.9 องศาบริกซ์ และวัดค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 3.45-3.50 บรรจุเพียวเร่ใส่กล่องสุญญากาศเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาใช้เป็นสารให้ความคงตัวในการทำไอศกรีมส้มโอ

2.2 การผลิตไอศกรีมโดยใช้เพียวเร่ส้มโอเป็นสารให้ความคงตัว

เตรียมส่วนผสมในการทำไอศกรีมตามสัดส่วน [4]-[5] โดยใช้เพียวเร่ส้มโอเป็นสารให้ความคงตัว 4 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 7, 10 และ 15 เปรียบเทียบกับ

สูตรมาตรฐานที่ใช้สารให้ความคงตัวทางการค้าร้อยละ 0.45 (CREMODAN® SE 709-M; Danisco Thailand Co., Ltd.) ทำการทดลองสูตรละ 3 ซ้ำ ซึ่งขั้นตอนการทำไอศกรีมแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตไอศกรีมจากเพียวเรสมือ

2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสในสูตรไอศกรีมที่ใช้เนือส้อมไอเป็นสารให้ความคงตัว

ขั้นตอนการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมส้อมไอ วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) โดยศึกษาความชอบของผู้ทดสอบต่อลักษณะด้านต่างๆของไอศกรีมส้อมไอ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนือส้อมผสม และความชอบโดยรวม [6]-[7] ให้คะแนนความชอบ (hedonic scale) มีระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = ไม่ชอบน้อยที่สุด 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบน้อยที่สุด 7 = ชอบเล็กน้อย 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน เพศชาย 25 คน และหญิง 25 คน มีอายุอยู่ในช่วง 20-45 ปี วิเคราะห์ความแปรปรวนโดย Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์

ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

2.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในไอศกรีมส้อมไอ

นำไอศกรีมแต่ละสูตรวัดคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีในด้านต่างๆ ดังนี้ โดยไอศกรีมทุกสูตรมีการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.4.1 การวิเคราะห์ค่าสี

วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma Meter รุ่น CR-400/CR-410 โดยใช้พารามิเตอร์สี CIE Lab ผลลัพธ์ของการวัดค่าสีจะแสดงค่าในระบบอินเตอร์ (Hunter system) และพิกัดสี่เหลี่ยม (rectangular coordinate) โดยกำหนดหน่วยวัดสีที่สำคัญลักษณะ L* คือ ความสว่าง (lightness) a* คือ ค่าสีแดง b* คือ ค่าสีเหลือง โดยทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกผล และคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง

2.4.2 การวัดค่าความหนืดของไอศกรีมที่ผ่านการบ่ม

บรรจุไอศกรีมเต็มถ้วยพลาสติก วัดค่าความหนืดของไอศกรีมที่ผ่านการบ่มที่ 3-4 องศาเซลเซียส ปริมาตร 600 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องวัดความข้นหนืด (Brookfield Viscometer รุ่น DV-II+) ใช้หัววัดเบอร์ 2 ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างขณะวัดที่ 25 องศาเซลเซียส รายงานในหน่วยเซนติพอยส์ (cP) โดยทดลอง 3 ซ้ำ ในไอศกรีมทุกสูตร

2.4.3 การวัดค่าการขึ้นฟู (Overrun)

วัดค่าการขึ้นฟู โดยชั่งน้ำหนักไอศกรีมเหลวที่บรรจุเต็มถ้วย ขนาด 50 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และชั่งน้ำหนักไอศกรีมเมื่อแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องทำไอศกรีมจนแข็งตัว เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตักไอศกรีมที่ได้ในถ้วยพลาสติกใบเดิม ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง โดยค่าการขึ้นฟูสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้ [8]

ค่าการขึ้นฟู (ร้อยละ) = ((น้ำหนักไอศกรีมเหลว - น้ำหนักไอศกรีม)/ น้ำหนักไอศกรีม) x 100

2.4.4 การวัดอัตราการละลาย (Melt-down rate)

วัดโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส โดยก่อนการวิเคราะห์ ตัวอย่างไอศกรีมต้องผ่านกระบวนการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตักไอศกรีมปริมาณ 30 กรัม วางไว้บนกรวยกรองที่รองรับด้วยกระบอกตวง ทำการวัดปริมาตรของไอศกรีมที่หยดลงมาในกระบอกตวงทุก ๆ 10 นาที จนกว่าไอศกรีมจะละลายหมด [9]

2.4.5 การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (⁰Brix)

วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง refractometer

2.4.6 การวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

วัดค่าความเป็นกรดต่างโดยนำส่วนผสมไอศกรีมที่ได้ก่อนบ่ม มาวัดค่าความเป็นกรดต่างด้วยเครื่อง pH meter

2.4.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างๆของไอศกรีม

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างๆได้แก่ ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC 2000 ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber, TDF) ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, SDF) และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDF) [10]

2.4.8 การศึกษาคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

ศึกษาโดยตรวจสอบสมบัติทางจุลินทรีย์ วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และวิเคราะห์แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ด้วยวิธี MPN [11]

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การศึกษาปริมาณเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นส่วนให้ความคงตัวในไอศกรีม

ผลการศึกษาการใช้เพียวเร่ส์มโอเป็นส่วนให้ความคงตัวในไอศกรีมที่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 7, 10 และ 15 เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่ใช้สารให้ความคงตัวทางการค้า (CREMODAN® SE 709-M; Danisco Thailand Co., Ltd.) ร้อยละ 0.45 พบว่า ปริมาณเนื้อสัมผัสที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าร้อยละการขึ้นฟู และค่าความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ทำให้อัตราการละลายลดลง ดังแสดงในตารางที่ 1 เนื่องจากในสัมผัสประกอบไปด้วยสารเพคตินซึ่งเป็นสารกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจะเกิดการพองตัวและส่งผลให้การละลายลดลง [9], [12]-[13] ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอาหารที่ต้องการความคงตัวได้ดียิ่งขึ้น [12], [14]

ตารางที่ 1 ร้อยละการขึ้นฟู (% Overrun) ความหนืด อัตราการละลายที่ 30 นาที ของไอศกรีมน้ำตาลต่ำเสริมใยอาหารจากสัมผัสโอ

เนื้อสัมผัส (%)	Overrun (%)	ความหนืด (Cps)	อัตราการละลาย (%)
0	93.00±0.61 ^a	669.79±5.13 ^c	19.08±0.16 ^d
5%	37.05±0.73 ^e	650.64±4.75 ^d	19.00±0.20 ^d
7%	41.15±0.59 ^d	698.02±5.56 ^b	22.23±0.24 ^c
10%	43.54±0.20 ^c	698.44±5.87 ^b	24.30±0.13 ^b
15%	62.00±0.48 ^b	705.36±4.98 ^a	26.11±0.22 ^a

- ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแต่ละคอลัมน์ บ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

3.2 การศึกษาปริมาณการใช้เพียวเร่ส้มโอที่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพด้านค่าสีของไอศกรีมที่ใช้เนื้อส้มโอเป็นสารให้ความคงตัว

จากการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพด้านค่าสี พบว่า การวิเคราะห์ค่าสีของไอศกรีมใช้เนื้อส้มโอเป็นสารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน คือ ร้อยละ 0, 5, 7, 10 และ 15 เมื่อมีการผสมเพียวเร่ส้มโอเพิ่มขึ้นทำให้ค่า L มีแนวโน้มลดลง ค่า a* และ b* แนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางกายภาพด้านค่าสี L a* b*

เนื้อส้มโอ (%)	ค่าสี		
	L	a*	b*
0	96.20±	-1.90±	6.19±
	0.43 ^a	0.41 ^d	0.35 ^d
5	94.09±	6.24±	4.71±
	0.32 ^b	1.03 ^c	0.85 ^c
7	90.72±	6.80±	4.28±
	1.00 ^c	0.81 ^c	1.01 ^c
10	86.80±	8.12±	2.15±
	1.31 ^d	1.00 ^b	1.12 ^b
15	83.13±	9.84±	1.05±
	0.62 ^e	0.19 ^a	1.66 ^a

- ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแต่ละคอลัมน์ บ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสในสูตรไอศกรีมที่ใช้เนื้อส้มโอเป็นสารให้ความคงตัว

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ไม่เติมและเติมเนื้อส้มโอในปริมาณต่างๆ ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ คุณภาพทางด้านกลิ่นรส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส พบว่า การเพิ่มเนื้อส้มโอ

เป็นสารให้ความคงตัวในปริมาณที่มากขึ้นมีแนวโน้มที่ทำให้ค่าความชอบในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากผู้ทดสอบชิมรับรู้ได้ถึงรสขมที่เกิดจากปริมาณเนื้อส้มโอที่มากเกินไปในไอศกรีม [15]-[16] โดยผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ไม่เติมเนื้อส้มโอได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีการเติมเนื้อส้มโอที่ 5 และ 7% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ไม่เติมเนื้อส้มโอและผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ใช้ส้มโอเป็นสารให้ความคงตัวร้อยละ 5 และ 7 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ค่าคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มคล้ายคลึงกับค่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส กล่าวคือ การเติมเนื้อส้มโอในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลดลง โดยผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ไม่มีการเติมเนื้อส้มโอ ได้คะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีการเสริมใยอาหารจากเนื้อส้มโอในปริมาณต่างๆ แต่อย่างไรก็ดี คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ไม่มีการเสริมเนื้อส้มโอไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีการเสริมเนื้อส้มโอที่ระดับร้อยละ 5 และ 7 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีการเสริมเนื้อส้มโอในปริมาณร้อยละ 10 และ 15 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสสูตรไอศกรีมที่ใช้เนื้อส้มโอเป็นสารให้ความคงตัว

เนื้อส้มโอ (%)	ลักษณะ ปรากฏ	รสชาติ	เนื้อ	ความชอบ
			สัมผัส	โดยรวม
0	7.00±	6.90±	6.79±	7.20±
	0.93 ^a	1.11 ^a	0.45 ^a	0.83 ^a
5	6.99±	6.84±	6.70±	6.55±
	0.99 ^a	1.66 ^a	0.35 ^{ab}	1.03 ^a

เนื้อส้มโอ (%)	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
7	6.72±	6.80±	6.53±	6.28±
	1.00 ^a	0.87 ^a	0.30 ^{ab}	1.88 ^{ab}
10	6.80±	6.42±	5.69±	5.35±
	1.31 ^a	1.22 ^a	0.47 ^b	1.72 ^b
15	6.73±	6.44±	5.71±	5.40±
	1.09 ^a	1.19 ^a	0.31 ^b	1.66 ^b

- ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแต่ละคอลัมน์ บ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

3.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และสมบัติต่างๆ ของไอศกรีมส้มโอ

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้นตามวิธีมาตรฐาน AOAC 2000 ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber, TDF) ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, SDF) และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDF) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4 โดยพบว่าปริมาณใยอาหาร ความชื้น และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการเพิ่มเนื้อส้มโอในไอศกรีม เนื่องจากในเนื้อส้มโอมีเพคตินเป็นองค์ประกอบซึ่งเพคตินจัดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ อีกทั้งในเนื้อส้มโอมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูง ซึ่งผลการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) กับสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมเนื้อส้มโอสำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างในไอศกรีม นอกจากนี้ ไอศกรีมที่มีส่วนผสมของส้มโอในปริมาณต่างๆ มีความเป็นกรดที่สูงขึ้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) กับสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมเนื้อส้มโอ

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้น ปริมาณใยอาหารทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในไอศกรีม

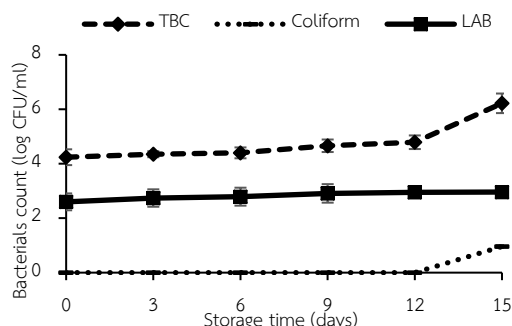
เนื้อส้มโอ (%)	ความชื้น (%)	ใยอาหาร (%)	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix)
0	70.00±	6.90±	4.09±	25.00±
	0.87 ^b	1.01 ^c	0.45 ^a	0.83 ^b
5	70.59±	7.54±	3.34±	25.25±
	0.90 ^b	1.11 ^b	0.35 ^b	1.03 ^b
7	71.72±	7.73±	3.35±	25.28±
	1.10 ^{ab}	0.87 ^b	0.30 ^b	1.88 ^b
10	72.26±	10.04±	3.45±	26.50±
	1.32 ^a	1.20 ^a	0.21 ^b	0.12 ^a
15	72.53±	10.32±	3.51±	26.40±
	1.09 ^a	1.09 ^a	0.31 ^b	1.06 ^a

- ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแต่ละคอลัมน์ บ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

3.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมใยอาหารจากส้มโอ

ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาไอศกรีมเสริมใยอาหารจากเนื้อส้มโอที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 354 เรื่องไอศกรีม (2556) แต่หลังจาก 12 วันของการเก็บรักษา พบว่าแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มมีการเพิ่มจำนวนขึ้น (0.96±0.05) log CFU/ml และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดก็เพิ่มจำนวนขึ้น (6.22±0.36) log CFU/ml แต่จุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลลัสมียังคงปริมาณคงที่ จึงสามารถสรุปได้ว่าไอศกรีมส้มโอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากมีปริมาณ

แบคทีเรียทั้งหมดและโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TBC) แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform) และจุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลลัส (LAB) ที่พบในไอศกรีมส้มโอที่เก็บรักษา 15 วัน ในอุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส

4. สรุป

การเติมเนื้อส้มโอเพื่อเสริมใยอาหารในไอศกรีมส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ ด้านสี ร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีม การละลายของไอศกรีม และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีม โดยทำให้สีของไอศกรีมหม่นลงเล็กน้อยซึ่งตรวจสอบได้จากผลการวัดค่าสี และการพัฒนาไอศกรีมน้ำตาลต่ำเสริมใยอาหารจากส้มโอโดยใช้เนื้อส้มโอเพื่อให้ความคงตัวในไอศกรีม 4 สูตร ปริมาณร้อยละ 5, 7, 10 และ 15 สูตรที่มีการเพิ่มเนื้อส้มโอที่เพิ่มขึ้นทำให้การร้อยละการขึ้นฟู และค่าความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ทำให้การละลายของไอศกรีมลดลง โดยไอศกรีมที่ไม่มีการผสมเนื้อส้มโอได้รับความชอบโดยรวมสูงสุด และเมื่อปริมาณเนื้อส้มโอเพิ่มขึ้น ทำให้การยอมรับโดยรวมมีค่าลดลง โดยพบว่าไอศกรีมที่มีเนื้อส้มโอ 7% เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงสุด (6.28 ± 1.88) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรมาตรฐานที่ไม่มีการเติมเนื้อส้มโอ มีค่าร้อยละการขึ้นฟู $41.15 \pm 0.59\%$ ค่าความหนืด 698.02 ± 5.56 cps มีค่าการละลายที่ 30 นาทีเท่ากับ $22.23 \pm 0.24\%$ นอกจากนี้ การวิเคราะห์

คุณสมบัติทางเคมี พบว่ามีค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 25.28 ± 1.88 องศาบริกซ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.35 ± 0.30 มีปริมาณความชื้นและเส้นใยร้อยละ 71.72 และ 7.73 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรควบคุม พบว่าไอศกรีมส้มโอมีปริมาณเส้นใยสูงชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 354 เรื่องไอศกรีม (2556) [17]

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] W. S. F. Chung, M. Meijerink, B. Zeuner, J. Holck, P. Louis, A. S. Meyer, J. M. Wells, H. J. Flint and S. H. Duncan, "Prebiotic potential of pectin and pectic oligosaccharides to promote anti-inflammatory commensal bacteria in the human colon" *FEMS microbiology ecology*, vol. 93(11), pp. 1-9, Nov. 2017.
- [2] J. Y. Huang, J. S. Liao, J. R. Qi, W. X. Jiang and X. Q. Yang, "Structural and physicochemical Properties of pectin-rich dietary fiber prepared from citrus peel" *Food Hydrocolloids*, vol. 110, pp. 106140. Jan. 2021.
- [3] W. Quan, Y. Tao, M. Lu, B. Yuan, J. Chen, M. Zeng, F. Qin, F. Guo and Z. He, "Stability of the phenolic compounds and antioxidant capacity of five fruit (apple, orange, grape,

- pomelo and kiwi) juices during *in vitro*-simulated gastrointestinal digestion” *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 53(5), pp.1131-1139. Nov. 2017.
- [4] R. Nazaruddin, A. Syaliza and A. Wan Rosnani, “The effect of vegetable fat on the physicochemical characteristics of dates ice cream” *International journal of dairy technology*, vol. 61(3), pp. 265-269. July. 2008.
- [5] M. Dervisoglu and F. Yazici, “The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream”. *Food Science and Technology International*, vol. 12(2), pp. 159-164. April. 2006.
- [6] A. P. Jardines, J. Arjona-Román, P. Severiano Pérez, A. Totosaús-Sánchez, S. Fiszman and H. Escalona-Buendía, “Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture properties” *Food Hydrocolloids*, vol. 108, pp. 106032. Nov. 2020.
- [7] A. Tiwari, H. K. Sharma, N. Kumar and M. Kaur, “The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low-fat ice cream” *International journal of dairy technology*, vol. 68(3), pp. 374-380. Nov. 2014.
- [8] W. Arbuckle, “Calculating cost and percentage of overrun Ice cream,” 1st ed. Springer, Boston, MA, 1986, pp. 184-200.
- [9] D. Parid, N. Rahman, A. Baharuddin, R. Kadir Basha, A. Mat Johari and S. Abd Razak, “Effects of carboxymethyl cellulose extracted from oil palm empty fruit bunch stalk fibres on the physical properties of low-fat ice cream” *Food Research*, vol. 5(1), pp. 1-7. Jan. 2021.
- [10] L. Prosky, N. G. Asp, T. F. Schweizer, J. W. Devries and I. Furda, “Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study” *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, vol. 71(5), pp. 1017-1023. Sep.1988.
- [11] Bacteriological Analytical Manual Online. (2001). Chapter 3: Aerobic Plate Count. USFDA. 10 pp. Retrieved March 11, 2022, from <http://www.cfsan.fda.gov>
- [12] X. Y. Wang, R. Xu, Y. X. Wang, L. Y. Ma, S. P. Nie, M. Y. Xie and J. Y. Yin, Physicochemical and rheological properties of pomelo albedo pectin and its interaction with konjac glucomannan” *International journal of biological macromolecules*, vol. 151, pp. 1205-1212. May. 2020.
- [13] M. Zhu, R. Huang, P. Wen, Y. Song, B. He, J. Tan, H. Hao and H. Wang, “Structural characterization and immunological activity of pectin polysaccharide from kiwano (*Cucumis metuliferus*) peels” *Carbohydrate Polymers*, vol.254, pp. 117371, Feb. 2021.
- [14] W. Wang, X. Ma, X. P. Jiang, L. Hu, Z. Zhi, J. Chen, T. Ding, X. Ye and D. Liu, “Characterization of pectin from grapefruit peel: A comparison of ultrasound-assisted and conventional heating extractions,”

- Food Hydrocolloids*, vol. 61, pp. 730-739, Dec. 2016.
- [15] M. W. Cheong, S. Q. Liu, W. Zhou, P. Curran and B. Yu, "Chemical composition and sensory profile of pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) juice," *Food Chemistry*, vol. 135(4), pp. 2505-2513, Dec. 2012.
- [16] S. Kumar, M. Khadka, R. Mishra, D. Kohli and S. Upadhaya, "Effects of conventional and microwave heating pasteurization on physiochemical properties of pomelo (*Citrus maxima*) juice," *Journal of Food Processing and Technology*, vol. 8(7), pp. 1-4, July. 2017.
- [17] Food Act standard No.354 (Ice cream), Ministry of Public Health (2556). (online). Available URL; https://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P354.pdf