



อิทธิพลของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก

The Stabilizer Influence on Qualities of Mahachanok Mango (*Mangifera indica* L.) Ice Cream

อภิญญา ภูมิสายดอน^{1*}, พนอจิต นิติสุก¹, สุภาพร พุ่มรื้อ¹, พนิดา วงศ์ปรีดี¹, จิระนันท์ วงศ์วัณญู²
และกนิษฐา ไชยเจริญ¹

Apinya Bhumsaidon^{1*}, Panorjit Nitisuk¹, Supaporn Pumriw¹, Panida Wongpreedee¹,
Jeeranan Wongwatanyoo² and Kanitha Chaicharoen¹

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์¹

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ²

Department of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University¹

Department of Food Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University²

*Corresponding Author: apinya.bhum@gmail.com

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 4 พฤศจิกายน 2563 แก้ไข: 28 พฤศจิกายน 2563 ตอบรับ: 10 มกราคม 2564	สารให้ความคงตัวในไอศกรีม มีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพที่ดีและสามารถเพิ่มความต้านทานของการละลาย ชะลอการโตของผลึกน้ำแข็งและปรับปรุงคุณลักษณะของเนื้อสัมผัสไอศกรีม จึงทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบชนิดของสารให้ความคงตัวต่อสมบัติทางกายภาพในไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยการใช้สารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาร์ราจีแนน และผงบุก ปริมาณร้อยละ 0.3 ในสูตรไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่า การใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และผงบุก ให้ค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีมสูงที่สุด ซึ่งมีค่าสูงถึงร้อยละ 36.12 และ 34.77 ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ยังมีอัตราการละลายช้าที่สุดเท่ากับ 0.05 กรัมต่อนาที และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งมากที่สุด (2,934.98 กรัม) รองลงมา คือ การเติมผงบุก และคาร์ราจีแนน เท่ากับ 2,190.48 และ 1,400.66 กรัม ตามลำดับ ในส่วนของค่าสีในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกให้ค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ค่าความเป็นสีแดง (a*) จะพบมากที่สุดไนไอศกรีมที่เติมคาร์ราจีแนน เท่ากับ 13.64 ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบมากที่สุดไนไอศกรีมที่เติมผงบุก เท่ากับ 47.87 และจากการประเมินทางประสาทสัมผัส เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยผู้บริโภคร่วมไป จำนวน 30 คน พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวม ความชอบลักษณะปรากฏ ความชอบสี ความชอบกลิ่น ความชอบรสชาติ และความชอบด้านเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยทุกคุณลักษณะได้รับคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก



Article Info	Abstract
Article History: Received: November 4, 2020 Revised: December 28, 2020 Accepted: January 10, 2021	Stabilizer in ice cream to have a key role in good quality and increased dissolution resistance, slow down the growth of ice crystals and improved the texture of ice cream. Therefore, this study was conducted to compare the stabilizer to physical properties in Mahachanok mango ice cream. Three different stabilizers were used: carboxymethyl cellulose (CMC), carrageenan, and konjac powder were 0.3% of the Mahachanok mango ice cream formula. It was found that the use of CMC and konjac powder had the highest % overrun value, were 36.12% and 34.77%, respectively. In addition, the melting rate of CMC which melts slowest was 0.05 g/min and the highest hardness (2,934.98g) was obtained. In the next order, used stabilizer of konjac powder and carrageenan were 2,190.48 and 1,400.66 g, respectively. In terms of color values in Mahachanok mango ice cream, the lightness (L^*) was not significantly difference ($p>0.05$) but the redness value (a^*) was found that the most in ice cream added carrageenan (13.64), while the yellowness value (b^*) was found that the most in ice cream added konjac powder (47.87). The sensory evaluation from using untrained panel 30 consumers to evaluate their preferences compared from the control formula, was found that the consumer scored to accepted the overall, appearance, color, flavor, taste and texture preferences were not significantly difference ($p>0.05$). All characteristics preference score at the level of liking moderately to liking very much.
Keywords: Ice cream/ Mahachanok mango/ Stabilizer	

1. บทนำ

ปัจจุบันจังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นแหล่งพื้นที่เพาะปลูกมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่สำคัญและมีศักยภาพ ทั้งในการพัฒนาและส่งออกของประเทศ โดยในพื้นที่อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ มีเกษตรกรหันมาปลูกมะม่วงพันธุ์มหาชนกมากขึ้น รวมเป็นพื้นที่ขณะนี้กว่า 1,000 ไร่ ส่งออกมะม่วงพันธุ์มหาชนกไปต่างประเทศมูลค่ากว่า 30 ล้านบาทต่อปี ซึ่งเกษตรกรส่งผลผลิตผ่านบริษัทเอกชนที่เข้ามารับซื้อ เพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น จีน รัสเซีย และประเทศแถบยุโรป คิดเป็นปริมาณร้อยละ 90 ส่งออกยังต่างประเทศ ส่วนที่เหลือจำหน่ายในพื้นที่และนำมาแปรรูปหลากหลาย เช่น แยมมะม่วง น้ำมะม่วง มะม่วงกวน ข้าวเกรียบมะม่วง เป็นต้น [1]

มะม่วงพันธุ์มหาชนกเป็นมะม่วงที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ชั้นเซกกับพันธุ์หนังกลางวัน ซึ่งคุณสมบัติที่โดดเด่นของมะม่วงพันธุ์มหาชนกนี้ เหมาะต่อการส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ เนื่องจากมีเปลือกหนา มีสีเปลือกของผลเหลืองสวยงาม สามารถวางจำหน่ายได้เป็นเวลานาน เมื่อสุกมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว รสชาติหวานอมเปรี้ยว



นอกจากนี้ในมะม่วงพันธุ์มหาชนกในระยะผลสุก จะมีปริมาณสารแคโรทีนอยด์มากถึง 8.2 กรัมต่อ 100 กรัมของมะม่วง และยังพบปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 0.23 มิลลิกรัม น้ำหนักสด ทั้งนี้ยังมีปริมาณร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ ในเนื้อมะม่วงระยะผลสุกมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 20.30 [2]

อย่างไรก็ตามมะม่วงมหาชนก เป็นผลไม้ที่ต้องเก็บเกี่ยวตามฤดูกาล ซึ่งผลผลิตในช่วงเดือนเมษายนถึง พฤษภาคมออกพร้อมกัน จึงทำให้เกิดปัญหาล้นตลาด เกษตรกรจำหน่ายออกไม่ทัน รวมไปถึงราคาจำหน่ายตกต่ำอีกด้วย ซึ่งจากเดิมเกษตรกรจำหน่ายได้ในราคา 60-70 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงต้นฤดู (เดือนมีนาคมถึงกลางเดือนเมษายน) ลดลงเป็น 8-10 บาทต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยังรวมไปถึงผลที่ยังไม่ได้ขนาดตามมาตรฐาน การส่งออกก็จำหน่ายได้ราคาต่ำเช่นกัน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้มะม่วง มีราคาตกต่ำ

ไอศกรีมชอร์เบต เป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมชนิดหนึ่งที่ผู้บริโภคในปัจจุบันหันมาให้ความสนใจกันมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาใส่ใจในเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น และด้วยไอศกรีมชอร์เบตมีส่วนผสมหลัก คือ ผลไม้และน้ำตาล แต่ไม่มีส่วนผสมของไขมันนมเลย อีกทั้งยังได้รับความนิยมในการบริโภคเพื่อดับร้อน ให้ความสดชื่น แก่กระหาย เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนเกือบตลอดทั้งปีในประเทศไทย สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย โดยมีมูลค่าทางการตลาดรวมของไอศกรีมในปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าอยู่ประมาณ 13,532 ล้านบาท เติบโตขึ้นร้อยละ 1.02 จากปีก่อนหน้า [3]

ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่จำหน่ายได้ในราคาต่ำ และเพิ่มความหลากหลายให้ผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำมะม่วงพันธุ์มหาชนก ซึ่งอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการดังกล่าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก เนื่องจากไอศกรีมที่มีคุณภาพดีนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อสัมผัสของไอศกรีม ซึ่งการใช้สารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม มีบทบาทสำคัญในการทำให้ไอศกรีมมีเนื้อเนียนละเอียด เพิ่มความต้านทานการละลาย ลดและชะลอการโตของผลึกของน้ำแข็งของไอศกรีมขณะเก็บรักษา เพื่อรอการจำหน่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีคุณภาพดีและผู้บริโภคให้การยอมรับ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมเนื้อมะม่วง ใช้มะม่วงพันธุ์มหาชนกผลแก่จัดที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 จากอำเภอนองบุรี จังหวัดกาฬสินธุ์ นำมาทดสอบความสุกแก่โดยการจุ่มและลอยในน้ำ เพื่อคัดเลือกมะม่วงที่แก่จัด คัดเลือกเฉพาะมะม่วงที่จมน้ำ ซึ่งเป็นมะม่วงที่มีความแก่จัดมาใช้ในการทดลอง จากนั้นเช็ดให้แห้ง นำมะม่วงที่จมน้ำมาปอกโดยวางเรียงกัน และคลุกกระสอบจนกระทั่งสุก โดยสังเกตจากสีเปลือกจากสีเขียวกลายเป็นสีเหลืองประมาณร้อยละ 70 หรือมีสีเหลืองอยู่ 2 ใน 3 ของเปลือก จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด ทำการปอกเปลือก แยกเนื้อผลและเมล็ด โดยส่วนเนื้อผลที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก จะถูกเก็บรักษาในถุงพลาสติกอลูมิเนียมฟอยล์แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.2 ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ในชอร์เบตมะม่วงพันธุ์มหาชนก ทำการศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกเบื้องต้นโดยการดัดแปลงจากสูตร และวิธีการของรายการ Food Travel TV Channel [4] ที่ใช้เนื้อมะม่วงมหาชนกจากข้อ 2.1 มาละลายชั่งปริมาณ 340 กรัม น้ำตาล 80 กรัม เกลือ 1 กรัม น้ำเปล่า 140 กรัม โดยนำส่วนผสมทุกอย่างมาปั่นรวมกันจนละเอียด นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จากนั้นเทใส่ภาชนะปิดให้สนิท แล้วทำให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส จากนั้นนำชอร์เบตมะม่วงที่มีปริมาณทั้งหมด 561 กรัม ไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม นาน 1-2 ชั่วโมง (Nemo รุ่น Gelato pro 3000, อิตาลี)



เมื่อไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งตัวแล้ว ตักเนื้อไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกใส่ในภาชนะบรรจุ 50 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปแช่ในช่องแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมง ซึ่งจากขั้นตอนการแปรรูปไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกนี้เป็นสูตรตัวอย่างควบคุม (Control)

จากนั้นทดลองการเติมสารให้ความคงตัว 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxy Methyl Cellulose; CMC) คาร์ราจีแนน (Carrageenan) และผงบุก (Konjac) เพื่อหาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมทำให้ไอศกรีมที่ได้มีคุณภาพดีและผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยเติมสารให้ความคงตัวลงไปในส่วนผสมของซอร์เบตมะม่วงพันธุ์มหาชนกจากขั้นตอนการแปรรูปปริมาณร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมซอร์เบตมะม่วงพันธุ์มหาชนกทั้งหมด [5] หรือปริมาณ 1.7 กรัม ซึ่งเติมในขั้นตอนการละลายน้ำตาลและเกลือก่อนนำไปพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งปริมาณส่วนผสมของไอศกรีมซอร์เบตมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมของไอศกรีมซอร์เบตมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

สูตรไอศกรีม	เนื้อมะม่วง (กรัม)	น้ำตาล (กรัม)	เกลือ (กรัม)	น้ำเปล่า (กรัม)	สารให้ความคงตัว (กรัม)
สูตรตัวอย่างควบคุม	340	80	1	140	1.7
สูตรคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	340	80	1	140	1.7
สูตรคาร์ราจีแนน	340	80	1	140	1.7
สูตรผงบุก	340	80	1	140	1.7

2.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของไอศกรีมมะม่วงมหาชนก

1) การวัดค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีม (% Overrun) ดำเนินการโดยดัดแปลงตามวิธีการของ Arbuckle, 1986 [6] นำตัวอย่างส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม มาบรรจุในภาชนะที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วชั่งน้ำหนักของส่วนผสมดังกล่าว จากนั้นนำส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมไปปั่นด้วยเครื่องผสมไอศกรีม (Nemo) หลังจากนั้นตักไอศกรีมที่ผ่านการปั่นมาบรรจุในภาชนะเดิม แล้วชั่งน้ำหนักของไอศกรีมที่ได้ แต่ละตัวอย่างทำการวัด 3 ซ้ำ และคำนวณค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีม ดังสมการที่ 1

$$\% \text{Overrun} = \frac{\text{น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีมเหลว} \times \text{น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีมเหลว}}{\text{น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีม}} \times 100 \quad (1)$$

2) อัตราการละลายของไอศกรีม ดำเนินการโดยดัดแปลงตามวิธีการของ Garcia et al., 1995 [7] นำไอศกรีมที่มีน้ำหนักประมาณ 50 กรัม และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของไอศกรีมด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง หลังจากนั้นวางไอศกรีมบนตะแกรงลวดขนาดรู ตะแกรงลวดเท่ากับ 25 มิลลิเมตร ซึ่งวางอยู่บนบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ (23 ± 1 องศาเซลเซียส) เริ่มจับเวลาเมื่อหยดแรกของไอศกรีมที่ละลายสัมผัสกับบีกเกอร์ ชั่งน้ำหนักทุก ๆ 10 นาที เป็นเวลา 90 นาที และคำนวณหาอัตราการละลายของไอศกรีมดังสมการที่ 2 ทำการวัด ตัวอย่างทั้งหมด 3 ซ้ำ

$$\text{ร้อยละการละลาย (\% Melting rate)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมในส่วนที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100 \quad (2)$$



3) การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีม นำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกปริมาณ 50 กรัม และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแบบการวัดค่าความแข็งจำลองการกัดไอศกรีมของคน ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Stable Micro Systems Texture รุ่น TA-XT Plus, สหรัฐอเมริกา) ใช้หัววัดใบมีด (HDP/BS) [8]

4) วิเคราะห์ค่าสี นำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกปริมาณ 50 กรัม นำไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ในระบบ CIE Lab (L^* a^* b^*) ดำเนินการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab (Easy Math QC รุ่น CQXE.US-PRO, สหรัฐอเมริกา)

2.4 การประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างควบคุม (ไม่ใส่สารให้ความคงตัว) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาร์ราจีแนน และผงบุก โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน [9] ใช้แบบทดสอบชนิด 9-Point Hedonic Scale เป็นสเกลในการให้คะแนนความชอบแบ่งเป็น 9 ระดับ ซึ่งมีระดับดังนี้ โดยคะแนน 1=ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3=ไม่ชอบปานกลาง 4=ชอบปานกลาง 5=ไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ชอบ 6=ชอบเล็กน้อย 7=ชอบปานกลาง 8=ชอบมาก 9=ชอบมากที่สุด คุณลักษณะที่ตรวจสอบ ได้แก่ ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และยอมรับโดยรวม

2.5 การออกแบบและวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยกำหนดปัจจัยในการศึกษาเป็น 1 ปัจจัย คือ ชนิดของสารให้ความคงตัว มีจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาร์ราจีแนน และผงบุก วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนการศึกษาผลของความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก ทำการวางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ คือ ค่าการขึ้นโฟม อัตราการละลาย ลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) และค่าความชอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ใช้สารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMR) วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS จากการทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาชนิดสารให้ความคงตัวที่ใช้ในไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก

3.1.1 ค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก (% Overrun) การใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาร์ราจีแนน และผงบุก ให้ร้อยละการขึ้นโฟมของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก ดังตารางที่ 2 คือ เมื่อใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะให้ค่าร้อยละการขึ้นโฟมที่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 36.12 ± 1.99 รองลงมาเป็นผงบุกที่ให้ค่าร้อยละการขึ้นโฟม เท่ากับ 34.77 ± 7.30 ซึ่งทั้งสองสารมีค่าร้อยละการขึ้นโฟมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า คาร์ราจีแนนมีค่าร้อยละการขึ้นโฟมน้อยที่สุด (21.43 ± 3.01) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไอศกรีมที่ใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและผงบุก ร้อยละ 0.3 เป็นสารให้ความคงตัว อีกทั้งยังให้ผลไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมสารให้ความคงตัว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.70 ± 7.44



3.1.2 ค่าอัตราการละลายของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน เมื่อพิจารณาอัตราการละลายจากตารางที่ 2 โดยการใช้สารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด พบว่า การเติมสารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด ให้อัตราการละลายต่ำกว่าในตัวอย่างควบคุม แต่สารคาร์ราจีแนนให้อัตราการละลาย (0.32 ± 0.09) เร็วที่สุด สารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส จะให้อัตราการละลายต่ำสุด (0.05 ± 0.04 กรัมต่อนาที) รองลงมาคือ การใช้ผงบุก (0.21 ± 0.08 กรัมต่อนาที) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งพบว่า การเติมสารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะให้ค่าอัตราการละลายช้ากว่าการใช้ผงบุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย

3.1.3 ค่าความแข็งของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน ในการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนที่ใช้ชนิดของสารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน โดยวัดค่าความแข็งซึ่งเป็นแรงที่ใช้ในการตัดไอสกรีม (จำลองการกัดของคน) ที่มีความสูง 2 เซนติเมตร พบว่าการเติมสารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อค่าความแข็งของไอสกรีม ดังตารางที่ 2 การใช้สารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีผลต่อค่าความแข็ง ($2,934.98 \pm 197.08$ กรัม) มากที่สุด รองลงมาคือ การใช้ผงบุก ($2,190.48 \pm 279.06$ กรัม) และคาร์ราจีแนน ($1,400.66 \pm 376.40$ กรัม) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่า การใช้ผงบุกและคาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัวมีค่าความแข็งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างควบคุม

ตารางที่ 2 ร้อยละของการขึ้นโฟม อัตราการละลายและค่าความแข็งของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน

ชนิดของสารให้ความคงตัว	ร้อยละของการขึ้นโฟม (%)	อัตราการละลาย (กรัมต่อนาที)	ค่าความแข็ง (กรัม)
ตัวอย่างควบคุม	23.70 ± 7.44^b	0.55 ± 0.15^a	$1,619.90 \pm 285.98^{bc}$
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	36.12 ± 1.99^a	0.05 ± 0.04^c	$2,934.98 \pm 197.08^a$
คาร์ราจีแนน	21.43 ± 3.01^b	0.32 ± 0.09^{ab}	$1,400.66 \pm 376.40^c$
ผงบุก	34.77 ± 7.30^a	0.21 ± 0.08^b	$2,190.48 \pm 279.06^b$

หมายเหตุ : a b c หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

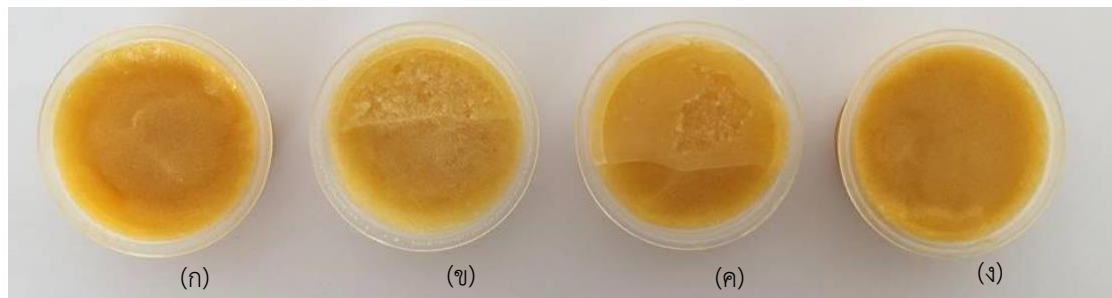
3.1.4 ค่าสีของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน จากผลการทดลองในตารางที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบของค่าสี L^* a^* b^* ของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนที่เติมสารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ค่า L^* (ค่าความสว่าง) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 4 ตัวอย่าง อาจเนื่องจากว่าได้รับอิทธิพลมาจากสีเหลืองของมะม่วงพันธุ์มหาชน ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบหลัก ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่า การเติมคาร์ราจีแนนในไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน ให้ค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 13.64 ± 0.27 ซึ่งให้ค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ a^* เท่ากับ 13.58 ± 0.75 แต่อย่างไรก็ตามการเติมผงบุก และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในไอสกรีมมะม่วง จะมีค่าความเป็นสีแดงลดลง ซึ่งมีค่า a^* เท่ากับ 12.13 ± 0.34 และ 11.41 ± 0.35 ตามลำดับ และทั้งสองสารก็ให้ค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ผงบุกเป็นสารให้ความคงตัวในไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน ให้ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มากที่สุด และไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม มีค่า b^* เท่ากับ 47.87 ± 3.35 และ 48.02 ± 1.71 ตามลำดับ ส่วนคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและคาร์ราจีแนนให้ค่า b^* ลดลง โดยมีค่า b^* เท่ากับ 45.53 ± 1.72 และ 44.68 ± 5.90 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ที่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากสีเริ่มต้นของสารให้ความคงตัวที่ใช้ทดลอง โดยแสดงลักษณะปรากฏและสีของไอสกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชน ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 3 ค่าสีของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก

ชนิดของสารให้ความคงตัว	L ^{ns}	a [*]	b [*]
ตัวอย่างควบคุม	67.50±1.81	13.58±0.75 ^a	48.02±1.71 ^a
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	71.46±3.08	11.41±0.35 ^b	45.53±1.72 ^b
คาร์ราจีแนน	69.68±4.56	13.64±0.27 ^a	44.68±5.90 ^b
ผงบุก	67.12±0.34	12.13±0.34 ^b	47.87±3.35 ^a

หมายเหตุ: a b c หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



รูปที่ 1 ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ใช้สารให้ความคงตัวแตกต่างกัน (ก) ตัวอย่างควบคุม

(ข) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ค) คาร์ราจีแนน (ง) ผงบุก

3.2 ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก

ผลการทดสอบทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของการศึกษาการเติมสารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาร์ราจีแนน และผงบุก ดังตารางที่ 4 โดยใช้ผู้บริโภคร่วมไป จำนวน 30 คน ทดสอบชิมไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกทั้งหมด 4 สูตร (รวมตัวอย่างควบคุม) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ ความชอบสี ความชอบกลิ่น ความชอบรสชาติ ความชอบเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบอยู่ในช่วงตั้งแต่ 7.40 ถึง 7.63, 7.30 ถึง 7.80, 7.43 ถึง 7.73, 7.30 ถึง 7.87, 7.17 ถึง 7.70 และ 7.73 ถึง 7.97 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่างควบคุม	คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	คาร์ราจีแนน	ผงบุก
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.40±0.93	7.60±0.86	7.63±0.81	7.47±1.11
สี ^{ns}	7.70±0.75	7.30±0.92	7.80±0.81	7.70±0.75
กลิ่น ^{ns}	7.73±1.08	7.47±0.98	7.70±0.92	7.53±0.82
รสชาติ ^{ns}	7.57±0.77	7.30±1.49	7.87±1.07	7.80±1.06
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.17±1.23	7.43±1.07	7.60±0.86	7.70±1.20
ยอมรับโดยรวม ^{ns}	7.87±0.94	7.73±1.01	7.86±0.73	7.97±0.85

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



4. อภิปรายผลการวิจัย

การใช้สารคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.3 เป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก ให้ร้อยละของการขึ้นโฟมใกล้เคียงกับการศึกษาของนงเยาว์ ชูสุข และจันทิมา ภูงามเงิน [5] ที่ทำการศึกษาการใช้สารเพิ่มความคงตัวในการพัฒนาสูตรไอศกรีมหวานเย็นรสนมข้าวโพด ที่ใช้คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.3 พบว่า ให้ค่าการขึ้นฟูของไอศกรีมเท่ากับร้อยละ 19.00 ± 0.8 ซึ่งในการศึกษาการขึ้นโฟมนี้ มีค่าต่ำกว่าการใช้โลกลิสปิน และกัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัวตามลำดับ โดยร้อยละการขึ้นโฟมที่ดีของไอศกรีม จะส่งผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของไอศกรีม จากผลการทดลองดังกล่าว การใช้สารเพิ่มความคงตัวทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.3 เท่ากัน พบว่า การใช้สารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และผงบุก มีค่าร้อยละการขึ้นโฟมดี ทั้งนี้เนื่องจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส จะช่วยจับอากาศของอากาศขนาดปั่นไอศกรีมได้ดี และทำให้ขนาดของฟองอากาศมีความสม่ำเสมอ ส่วนการใช้คาร์ราจีแนนจะทำให้เจลมีความแข็งมากขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการจับอากาศของไอศกรีมทำได้ยากขึ้น จึงส่งผลต่อร้อยละของการขึ้นโฟมที่ต่ำ

อย่างไรก็ตามการเติมสารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด ให้อัตราการละลายต่ำกว่าในตัวอย่างควบคุม โดยการเติมสารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสให้อัตราการละลายต่ำสุด ทั้งนี้อัตราการละลายต่ำแสดงถึงสารให้ความคงตัวน่าจะมีการอุ้มน้ำและกักเจลได้ดี จากโครงสร้างตาข่ายล้อมรอบของฟองอากาศ นอกจากนี้สารประกอบคาร์โบไฮเดรต จะช่วยในการสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้ ทำให้ด้านการละลายของไอศกรีมได้มากขึ้น [10] อีกประการหนึ่ง การที่น้ำเกิดพันธะกับสารให้ความคงตัวทำให้น้ำที่จะละลายเป็นน้ำแข็ง หรือน้ำที่อยู่ในรูปของน้ำเชื่อมมีปริมาณน้อยลง การนำความร้อนผ่านไอศกรีมจึงลดลงส่งผลให้อัตราการละลายช้าลง

สำหรับการใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นสารเพิ่มความคงตัวในไอศกรีมที่ให้แรงกด (ค่าความแข็ง) สูงสุด และมากกว่าการใช้ผงบุกกับคาร์ราจีแนน อาจเนื่องมาจากว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่มีโครงสร้างภายใน มีการเชื่อมต่อพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของหน่วยย่อย ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ของคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 กับออกซิเจนในวงของโมเลกุลหน่วยย่อยถัดไป ระหว่างเส้นสายของเซลลูโลสยังพบพันธะไฮโดรเจนเกิดขึ้น ทำให้เส้นสายของเซลลูโลสที่ขนานกันยึดเกาะเข้าด้วยกัน โดยที่พันธะดังกล่าวเกิดขึ้นระหว่างหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ของคาร์บอนตำแหน่งที่ 6 กับออกซิเจนที่เชื่อมต่อกับโมเลกุลของหน่วยย่อยของสายเซลลูโลสอีกสายหนึ่ง ซึ่งพันธะไฮโดรเจนดังกล่าวมีส่วนช่วยให้โครงสร้างของเซลลูโลสซับซ้อนและมั่นคง อีกทั้งยากต่อการย่อยสลายมากขึ้น ส่วนผงบุกและคาร์ราจีแนน จะให้โครงสร้างของเจลที่มีความแข็งแรงที่น้อยกว่า เนื่องจากมีการจับตัวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ ซึ่งจัดเป็นแรงยึดเกาะระหว่างโมเลกุลที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าพันธะไฮโดรเจน ที่มีคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส [11]

5. สรุปผลการวิจัย

การใช้สารให้ความคงตัว เพื่อปรับปรุงคุณภาพในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมชอร์เบทมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยการเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ร้อยละ 0.3 หรือการใช้ผงบุก ร้อยละ 0.3 ให้การขึ้นฟูของไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกได้ดีที่สุด และยังให้อัตราการละลายได้ช้าที่สุดอีกด้วย นอกจากนี้การใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส จะให้ค่าความแข็งของเนื้อไอศกรีมมากที่สุด ส่วนการเติมคาร์ราจีแนนทำให้ไอศกรีมมีค่าความแข็งน้อยสุด ไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนก ทั้ง 4 สูตร (รวมถึงสูตรควบคุม) มีความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างกัน แต่การเติมคาร์ราจีแนนจะมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมากกว่าการใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและผงบุก แต่กลับให้ค่าความเป็นสีเหลืองลดลงน้อยกว่าการใช้ผงบุก ซึ่งการใช้ผงบุกนั้นให้ค่า b^* ไม่ต่างตัวอย่างควบคุม ทั้งนี้ผู้บริโภคทั่วไปให้คะแนนความชอบในตัวอย่างไอศกรีมมะม่วงพันธุ์มหาชนกทั้ง 4 สูตร (รวมตัวอย่างควบคุม) ไม่แตกต่างกันในทุกคุณลักษณะ ซึ่งคะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก



6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิญญา ภูมิสาyton. การเพิ่มผลผลิตของมะม่วงพันธุ์มหาชนกและเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะม่วงมหาชนก ตำบลหนองหิน อำเภอนองศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ (รายงานผลการดำเนินงานโครงการยุวชนอาสา ระยะที่ 1 พื้นที่กาฬสินธุ์) กาฬสินธุ์: สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์; 2563.
- [2] นวลอนงค์ ปุเรนเต. การเปลี่ยนแปลงปริมาณและชนิดของรงควัตถุและกิจกรรมต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนก [ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. สมุทรปราการ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง; 2555.
- [3] สถาบันอาหาร. ตลาดไอศกรีมและบัตเตอร์เค้กแช่แข็งในประเทศไทย. [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2563] จาก: <http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=304>
- [4] Food Travel TV Channel. ซอร์เบทมะม่วง-ไอศกรีมมะม่วง Mango Sorbet. [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2563] จาก: <http://youtu.be/5P6pVGtILck>
- [5] นงเยาว์ ชูสุข และจันทิมา งามเงิน. การใช้สารเพิ่มความคงตัวบางชนิดในการพัฒนาสูตรไอศกรีมหวานเย็นรสสมข้าวโพด. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2553; 20(1): 106-113.
- [6] Arbuckle, WS. Ice Cream. 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold; 1986.
- [7] Garcia, RS., et al. Low fat ice creams from freeze-concentrated versus heat concentrated nonfat milk solids. J. Dairy Sci, 1995; 78(11): 2345-2351.
- [8] Stable Micro Systems. Confectionery Texture Measurement. [Internet]. 2020. [cited 17Jul 2020]. Availability from: <https://www.stablemicrosystems.com/ConfectioneryTesting.html>
- [9] Resurreccion Anna VA. Consumer sensory testing for product development. Aspen Publisher: Gaithersburg: Maryland. 1998.
- [10] Marshall, RT., Goff, HD. and Hartel, RW. Ice cream. 6th ed. New York: Kluwer Academic/Plenum; 2003.
- [11] Sasaki S, Naka M, Uematsu I. Elastic Moduli of Crystal Lattices of Poly (γ-benzyl glutamate) in the Direction Perpendicular to the Chain Axis. ใน: เกรียงศักดิ์ ศรีวิจิตรกมล. (2543). การเตรียมและศึกษาสมบัติบางประการของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.