

การผลิตไอศกรีมไขมันต่ำจากน้ำนมข้าวเหนียวดำ Production of Low Fat Ice Cream from Black Glutinous Rice Milk

นรินทร์ เจริญพันธ์*
Narin Charoenphun*

Received: May 24, 2018
Revised: August 30, 2018
Accepted: September 25, 2018

บทคัดย่อ

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งที่เป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภคอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามผู้บริโภคบางคนขาดเอนไซม์แลคเตสในลำไส้หรือแพ้โปรตีนนม ทำให้ไม่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนประกอบของนมได้วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคที่มีอาการแพ้นมวัวสามารถรับประทานได้ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเหนียวดำ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมข้าวเหนียวดำ (ร้อยละ 50:50) เปรียบเทียบกับไอศกรีมนม (สูตรควบคุม) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีทดสอบความชอบ (Hedonic test) พบว่าสูตรควบคุมมีค่าร้อยละการขึ้นฟูสูงที่สุด รองลงมา คือ ไอศกรีมสูตรข้าวไรซ์เบอร์รี่ ไอศกรีมสูตรข้าวเหนียวดำมีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวม (7.73 ± 0.88 คะแนน) สูงกว่าสูตรข้าวไรซ์เบอร์รี่และสูตรผสม ดังนั้นไอศกรีมสูตรข้าวเหนียวดำเป็นสูตรที่ถูกคัดเลือกเพื่อศึกษาการทดแทนวิปปิ้งครีมโดยใช้กล้วยหอมทอง แก่นตะวัน นมถั่วเหลือง และกลูโคสไซรัป พบว่าสูตรที่มีการใช้กล้วยหอมทองทดแทนวิปปิ้งครีมมีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงที่สุด (7.50 ± 0.90 คะแนน) เมื่อนำไปวิเคราะห์ร้อยละการขึ้นฟู ความหนืดและอัตราการละลาย มีค่าเท่ากับ 26.40 ± 0.15 (%), 655.00 ± 3.33 (cP) และ 0.08 ± 0.01 (g/min) ตามลำดับ ปริมาณไขมันในไอศกรีมสูตรกล้วยหอม (ร้อยละ 1.06) มีค่าน้อยกว่าไอศกรีมสูตรวิปปิ้งครีม (ร้อยละ 5.87) ดังนั้นไอศกรีมน้ำนมข้าวลดไขมันจึงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่มีอาการแพ้นมวัวได้

คำสำคัญ: ไอศกรีม ไขมัน ข้าว นม กล้วย

ABSTRACT

Ice cream is a frozen dairy product. It is popular in the widespread consumption. However, there are some consumers lacking lactase enzyme in the intestine or they are allergic to milk protein. As a result, they are not able to consume dairy products. This research aims to develop healthy ice cream products that are suitable for consumers, who are allergic to cow milk. The optimum formula for producing ice cream from milk rice consisting of rice berry, black glutinous rice and rice berry mixed with black glutinous rice (50:50) as compared with milk ice cream (control) were studied. Physical properties and sensory evaluation by 9-point hedonic scales of ice cream were investigated. The result showed that the control formula had the highest percentage of overrun as followed by rice berry formula. Interestingly, black glutinous rice formula had higher overall liking score (7.73 ± 0.88) than rice berry and mixed formula. Therefore, black glutinous rice formula was selected for studying in the replacement of dairy whipping cream by using cavendish banana, sunchoke, soy milk and glucose syrup. The result indicated that cavendish banana replacement in dairy whipping cream formula had the highest overall liking score (7.50 ± 0.90). Apparently, the overrun, viscosity and melting rate were $26.40 \pm 0.15\%$, 655.00 ± 3.33 cP and 0.08 ± 0.01 g/min, respectively. Fat content of cavendish banana formula was 1.06%, which was lower than that of dairy whipping cream formula (5.87%). Therefore, rice milk ice cream reducing fat content are good as healthy food products and suitable for milk allergy consumers.

Keywords: ice cream, fat, rice, milk, banana

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

บทนำ

ไอศกรีมนมคือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นม หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมโดยต้องมีไขมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และมีธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน ไม่รวมไขมันเนย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก [1] การแพ้นมวัวจัดเป็นภูมิแพ้ที่พบบ่อยมาก โดยเฉพาะในเด็กแรกเกิดและเด็กเล็ก ในประเทศไทยพบมากในช่วงอายุ 6 เดือนถึง 3 ขวบ [2] ปกติโปรตีนในนมวัวจะมีประมาณร้อยละ 3-3.5 สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ เคซีน ร้อยละ 80 และหางนม ร้อยละ 20 ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายอยู่ในน้ำนมหลังจากที่ผ่านกระบวนการตกตะกอนเคซีนด้วยกรดที่พีเอช 4.6 โปรตีนในนมวัวนั้นมีหลากหลายชนิดและมีคุณสมบัติในการก่อให้เกิดอาการแพ้ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน ที่สำคัญคือ เคซีน แอลฟา-แลคตาบูมิน และเบต้าแลคโตโกลบูลิน ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นโปรตีนหลักที่เป็นสารก่อภูมิแพ้ในนม นอกจากนี้ ยังพบโปรตีนปริมาณน้อยที่มีอยู่ในนมแต่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดอาการแพ้ ได้แก่ โบวินซีรัมแอลบูมิน แลคโตเฟอริน และ อิมมูโนโกลบูลิน [3] การใช้วัตถุติดทนแทนการใช้วัตถุที่มีส่วนผสมของนมวัวในกระบวนการผลิตไอศกรีมเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่แพ้นมวัวได้ นำนมจากข้าวพันธุ์สีม่วงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจซึ่งอุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการ มีโปรตีนสูง มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง โดยเฉพาะในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงดำซึ่งมีสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ เช่น แอนโทไซยานิน ไซยานิดิน ฟิโอดิน และโพรแอนโทไซยานิดิน เป็นต้น [4] นอกจากนี้การลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมช่วยให้ผู้บริโภคที่หลีกเลี่ยงการรับประทานขนมหวานที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง เนื่องจากการรับประทานอาหารที่มีปริมาณไขมันสูงเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคเรื้อรังต่างๆ โดยทั่วไปไอศกรีมนมเป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชันชนิดไขมันในน้ำ มีส่วนผสมหลักคือน้ำนม สารให้ความคงตัว และสารให้รสหวาน นิยมใช้วิปป์ครีมหรือวิปครีม คือนมที่มีไขมันเนยตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไป เป็นส่วนของครีมในนมที่สามารถตีให้ขึ้นฟูได้ เป็นครีมชั้น จนเนื้อครีมตั้ง

ตัวได้ มีรสมัน การที่ขึ้นฟูจะได้ผลดีเมื่ออุณหภูมิต่ำๆ เพราะจะทำให้ไขมันเนยในครีมแข็งตัว ดังนั้นการศึกษาคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมทดแทนการใช้วิปป์ครีมในการผลิตไอศกรีมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับไอศกรีมนม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมหน้านมข้าวลดไขมันเพื่อสุขภาพ การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบโจทย์ผู้บริโภคที่แพ้นมวัว และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในพัฒนาต่อยอดการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาผลของการใช้น้ำนมจากข้าวพันธุ์สีม่วงทดแทนนมสดต่อคุณภาพของไอศกรีม

การผลิตไอศกรีมนมสูตรควบคุม โดยการชั่งส่วนผสมตามสูตรคือ นมสด วิปป์ครีม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับ ร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับปั่นผสมส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่น (Philips, Model HR2115, Thailand) ที่ความเร็วระดับ 3 เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปต้มที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

การผลิตไอศกรีมหน้านมข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเหนียวดำ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมข้าวเหนียวดำ (1:1) โดยนำเมล็ดข้าวมาทำความสะอาด บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Dxfill, Model DXM-500, China) ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที ร่อนด้วยตะแกรงร่อน ผสมแป้งข้าวกับน้ำในอัตราส่วน 1:4 กรองด้วยผ้าขาวบาง ได้น้ำนมข้าว ใช้เป็นส่วนผสมในไอศกรีมร้อยละ 47 แทนนมสดในไอศกรีมสูตรควบคุม และทำการผลิตไอศกรีมตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น

วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมวัดความหนืด (CSC scientific bostwick consistometer, 24925-000, USA) จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม (Ice Cream Maker, RC-BJ1, China) นาน 30 นาที บรรจุ

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

ใส่กล่องพลาสติกแช่ในตู้เย็นแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ วัดค่าร้อยละการขึ้นฟู (% overrun) และอัตราการละลาย [5] วัดสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Minolta, Japan) ระบบ CIE โดยค่า L^* แสดงถึง ค่าความมืด-สว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า a^* แสดงถึง ค่าสีแดงและสีเขียวของวัตถุ เมื่อค่า a^* มีค่าเป็น บวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากค่า a^* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว ค่า b^* แสดงถึง ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินของวัตถุ เมื่อค่า b^* มีค่าเป็น บวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลืองหากค่า b^* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน ค่า C^* แสดงถึง ความเข้มของสีที่ปรากฏ หรือค่าสีในช่วงระหว่างกลางของค่าความสว่างและความเข้มของแสง ซึ่งได้แก่สีหลักกลางในระดับใดระดับหนึ่ง ที่ค่าสีนั้นอ่อนลงและไล่หน้าหนักจนกระทั่ง สีนั้นมีค่าความเข้มของสีสูง (High Chroma) ค่า H^* เป็นค่าที่บอกถึงสีที่แท้จริงของวัตถุ จากความสัมพันธ์จากมุมของค่า C^* หากค่า H^* เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H^* เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H^* เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H^* เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส กับกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส การละลายในปาก และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ระดับคะแนน คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบมาก 3 ไม่ชอบปานกลาง 4 ไม่ชอบเล็กน้อย 5 เฉยๆ 6 ชอบเล็กน้อย 7 ชอบปานกลาง 8 ชอบมาก และ 9 ชอบมากที่สุด เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมจำนวน 1 สูตร เพื่อพัฒนาปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [6] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

2. การศึกษาผลของการเติมกล้วยหอมทอง แก่นตะวัน นมถั่วเหลือง และกลูโคสไซรัป เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมต่อคุณภาพของไอศกรีมน้ำนมข้าว

ไอศกรีมน้ำนมข้าวสูตรที่มีการเติมวิปป์ครีม (สูตรควบคุม) ประกอบด้วยน้ำนมข้าว (ที่คัดเลือกได้จากข้อที่ 1) วิปป์ครีม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ ศึกษาผลของการเติมกล้วยหอมทอง แก่นตะวัน นมถั่วเหลืองและกลูโคสไซรัปทดแทนการใช้วิปป์ครีม (สูตรควบคุม) ในการผลิตไอศกรีมน้ำนมข้าว การเตรียมวัตถุดิบกล้วยหอมทองใช้กล้วยหอมทองสุก หั่นให้เป็นชิ้น ปั่นละเอียด แก่นตะวันทำความสะอาด ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นเล็ก ปั่นให้ละเอียด นมถั่วเหลือง การเตรียมนมถั่วเหลืองนำมาลัดถั่วเหลืองแห้งมาล้างทำความสะอาด จากนั้นแช่เมล็ดถั่วเหลืองแห้งในน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำเป็น 1:2 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ใช้กระชอนตักถั่วเหลืองขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ เติมน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำสะอาดเป็น 1:2 โดยน้ำหนัก ปั่นด้วยความเร็วปานกลาง 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที กรองแยกส่วนกากและน้ำนมถั่วเหลืองด้วยผ้าขาวบาง นำมาต้มด้วยไฟอ่อน ประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนอยู่เสมอจนหมดฟอง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้ง ได้น้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้น

การผลิตไอศกรีมตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น วัดความหนืด สังเกตลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ ร้อยละการขึ้นฟู อัตราการละลาย วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO, MASTER-M, China) วัดสี และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส กับกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรที่เหมาะสม 1 สูตรในการผลิตเป็นไอศกรีมน้ำนมข้าวลดไขมันเพื่อสุขภาพ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวัดความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า [7] เปรียบเทียบกับไอศกรีมนม ที่มีส่วนประกอบของนมสด วิปป์ครีม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [6] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของการใช้น้ำนมจากข้าวพันธุ์สีม่วงทดแทนนมสดต่อคุณภาพของไอศกรีม

การผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวพันธุ์สีม่วงประกอบด้วย ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเหนียวดำ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมกับข้าวเหนียวดำ (1:1) เปรียบเทียบกับไอศกรีมนม (สูตรควบคุม) ใช้นมสดในการผลิต ผลจากการสังเกตลักษณะปรากฏ (Figure 1) ของไอศกรีมสูตรควบคุม ไอศกรีมสีเหลือง กลิ่นหอมนม เนื้อสัมผัสเรียบเนียน

รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูสูง ละลายเร็วกว่าสูตรอื่น ไอศกรีมสูตรน้ำนมข้าวไรซ์เบอร์รี่ ไอศกรีมสีม่วงอ่อน กลิ่นหอมของข้าวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูน้อยกว่าสูตรควบคุม การละลายช้ากว่าสูตรควบคุม ไอศกรีมสูตรน้ำนมข้าวเหนียวดำ ไอศกรีมสีม่วงเข้ม กลิ่นหอมของข้าวชัดเจน เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูน้อยกว่าสูตรควบคุม การละลายช้ากว่าสูตรอื่นๆ และไอศกรีมสูตรผสมน้ำนมข้าวไรซ์เบอร์รี่กับน้ำนมข้าวเหนียวดำ ไอศกรีมสีม่วง กลิ่นหอมของข้าวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูน้อยกว่าสูตรควบคุม



Figure 1 Appearance of rice milk ice cream and control (milk) ice cream

การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของไอศกรีม ร้อยละการขึ้นฟู ความหนืด และอัตราการละลาย (Table 1) พบว่า ไอศกรีมทั้ง 4 สูตร มีค่าร้อยละการขึ้นฟู ความหนืด และอัตราการละลาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) สูตรควบคุมมีค่าร้อยละการขึ้นฟูสูงที่สุด อาจเนื่องจากไขมันนมเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญในไอศกรีมในระหว่างการปั่นเยือกแข็งไอศกรีม ไขมันที่มีในส่วนผสมไอศกรีมจะเกิดการเชื่อมต่อกันบางส่วน ส่งผลในการเกิดเป็นอิมัลชัน การเกิดผลึกน้ำแข็ง และการกักอากาศ ซึ่งส่งผลต่อการขึ้นฟูของไอศกรีม [8] ร้อยละการขึ้นฟูหรือโอเวอร์รัน หมายถึงปริมาณของไอศกรีมที่เพิ่มขึ้นขณะปั่นเนื่องจากมีการผสมเอาอากาศเข้าไปในเนื้อไอศกรีม การผสมอากาศจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมของไอศกรีม และค่าร้อยละการขึ้นฟูที่ดีต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป

โดยทั่วไปปัจจัยที่มีผลต่อค่าร้อยละการขึ้นฟู เช่น ไข่แดง อิมัลซิไฟเออร์ อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ ปริมาณไขมันในส่วนผสม และการโฮโมจิไนซ์ เป็นต้น [9] ไอศกรีม น้ำนมข้าวเหนียวดำมีค่าร้อยละการขึ้นฟูต่ำที่สุด และมีค่าความหนืดสูงที่สุด ความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สำคัญของแป้งข้าว ความหนืดจะแตกต่างกันไปตามชนิดและสายพันธุ์ของข้าว ข้าวเหนียวดำมีปริมาณอะไมโลเพกตินสูงกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นข้าวเจ้า โดยแป้งข้าวเหนียวดำประกอบด้วยอะมิโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ และมีแป้งอะมิโลสเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 5-7 โครงสร้างของอะไมโลเพกตินเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง โดยพันธะไกลโคไซด์ สองแบบ คือส่วนที่เป็นพันธะสายตรงเป็นพันธะ ชนิดแอลฟา-1-4 เหมือนกับอะมิโลส และส่วนที่เป็นสายแขนงจะเชื่อมต่อกับพันธะแอลฟา-1- 6

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

ส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลเมื่อผ่านการให้ความร้อน ในระหว่างการเกิดเจลลาติไนซ์เซชัน ทำให้แป้งข้าวเหนียวมีความหนืดสูงกว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงประมาณร้อยละ 17 อะไมโลสมีโครงสร้างที่มีกิ่งก้านสาขาน้อยกว่าเมื่อเกิดเจลทำให้ไอศกรีมจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความหนืดต่ำกว่า [10] อัตราการละลายของสูตรน้ำนมข้าวเหนียวดำมีค่าอัตราการละลายช้าที่สุด สอดคล้องกับค่าความหนืด ไอศกรีมสูตรน้ำนมข้าวเหนียวมีการจับตัวกันดี มีความข้นหนืดที่ดี จึง

ละลายได้ช้าลง และมีอัตราการละลายที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรอื่น แป้งข้าวเหนียวมีผลต่ออัตราการหลอมละลาย เมื่ออัตราส่วนของน้ำในแป้งข้าวเหนียวมาก อัตราการหลอมละลายจะช้าลงตามระดับของน้ำในแป้งข้าวที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการพองตัวเป็นเจลระหว่างการเกิดเจลลาติไนซ์เซชันเมื่อสารละลายน้ำแป้งได้รับความร้อน เมื่อเกิดเป็นเจลมากขึ้นความหนืดก็จะมาก จนทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่จึงน้อยลง การหลอมละลายของไอศกรีมจึงช้าลงด้วย [11]

Table 1 Overrun, viscosity and melting rate of rice milk ice cream and control (milk) ice cream

Formulas of ice cream	Overrun (%)	Viscosity (cP)	Melting rate (g/min)
Control (milk)	32.90±0.29 ^a	24.36±0.07 ^d	0.22±0.00 ^a
Rice berry milk	21.95±0.24 ^b	45.29±0.22 ^c	0.09±0.01 ^b
Black glutinous rice milk	19.28±0.23 ^c	55.31±0.21 ^a	0.06±0.00 ^d
Mixed (rice berry with black glutinous rice (1:1))	21.98±0.38 ^b	49.66±0.15 ^b	0.08±0.01 ^c

note: mean ±SD, ^{a-d} means within each column indicate significant differences (P<0.05) using Duncan's multiple range test.

เมื่อติดตามค่าสีของไอศกรีมทั้ง 4 สูตร (Table 2) ด้วยการวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE พบว่า ไอศกรีมทั้ง 4 สูตร มีค่า L* a* b* C* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ค่าความสว่างของไอศกรีมนมสูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุด ค่า b* และ H° วัดจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง สอดคล้องกับสีที่สังเกตจากลักษณะปรากฏไอศกรีมมีสีเหลืองอ่อน ส่วนไอศกรีมสูตรน้ำนมข้าวเหนียวดำมีค่าความสว่างต่ำที่สุด

ไอศกรีมมีสีม่วงเข้ม ไอศกรีมที่ผลิตจากน้ำนมข้าวดำ a* และค่า H° วัดจะมีแนวโน้มไปในโทนสีแดงถึงม่วง สอดคล้องกับสีที่สังเกตจากลักษณะปรากฏไอศกรีมมีสีม่วง เนื่องจากข้าวพันธุ์สีม่วงทั้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวดำที่อุดมไปด้วยสารสำคัญที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีแอนโทไซยานินซึ่งให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน [12] ทั้งนี้ความเข้มของสีขึ้นอยู่กับปริมาณของข้าวที่เติมลงไปในส่วนผสมของไอศกรีม

Table 2 Color of rice milk ice cream and control (milk) ice cream

Formulas of ice cream	Color				
	L*	a*	b*	C*	H°
Control (milk)	81.60±0.43 ^a	-2.27±0.14 ^d	34.5±0.44 ^a	34.58±0.43 ^a	93.52±0.17 ^a
Rice berry milk	48.29±0.39 ^b	3.65±0.35 ^a	5.60±0.45 ^b	6.48±0.44 ^b	51.57±0.33 ^d
Black glutinous rice milk	40.63±0.45 ^d	2.10±0.10 ^c	2.83±0.15 ^c	3.20±0.15 ^c	67.48±0.12 ^b
Mixed (rice berry with black glutinous rice (1:1))	45.64±1.84 ^c	2.75±0.11 ^b	5.73±0.11 ^b	6.35±0.14 ^b	64.67±0.20 ^c

note: mean ±SD, ^{a-d} means within each column indicate significant differences (P<0.05) using Duncan's multiple range test.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส (Table 3) เพื่อทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การละลายในปาก และความชอบรวม จากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมทั้ง 4 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ไอศกรีมสูตรน้ำนมข้าวเหนียวดำมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ (7.83 ± 0.75) กลิ่น (7.63 ± 0.61) รสชาติ (7.67 ± 0.66) เนื้อสัมผัส (7.60 ± 0.67) การละลายในปาก (7.53 ± 0.82) และความชอบรวม (7.73 ± 0.88) สูงกว่าสูตรน้ำนมข้าวไรซ์เบอร์รี่และสูตรผสมระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวดำ

เมื่อพิจารณาในภาพรวมสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นสูตรต้นแบบของไอศกรีมน้ำนมข้าวคือสูตรน้ำนมข้าวเหนียวดำ ซึ่งประกอบด้วยน้ำนมข้าวเหนียว

ดำ วิปป์ครีม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับ ร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ จากการทดลองมีการใช้น้ำนมจากข้าวต่างชนิดกันส่งผลต่อค่าร้อยละการขึ้นฟู ความหนืด และอัตราการละลายแตกต่างกัน ไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำนมข้าวเหนียวเป็นสูตรที่ถูกคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากน้ำนมข้าว เนื่องจากมีอัตราการละลายต่ำที่สุด แต่เนื่องจากมีค่าร้อยละการขึ้นฟูต่ำ จึงต้องมีการพัฒนาเนื้อสัมผัสด้านการขึ้นฟูของไอศกรีม การสังเกตลักษณะปรากฏของไอศกรีมให้ลักษณะสีม่วงเข้ม กลิ่นหอมของข้าวชัดเจน เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย และมีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การละลายในปาก และความชอบรวมสูงกว่าสูตรน้ำนมข้าวไรซ์เบอร์รี่และสูตรผสม ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงและเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นไอศกรีมน้ำนมข้าวลดไขมันเพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

Table 3 The liking score (n = 30) of rice milk ice cream and control (milk) ice cream

Sensory attribute	Formulas of ice cream			
	Control (milk)	Rice berry milk	Black glutinous rice milk	Mixed (rice berry with black glutinous rice (1:1))
Appearance	8.16±0.69 ^a	7.73±0.69 ^b	7.83±0.75 ^{ab}	7.76±0.56 ^b
Flavor	8.00±0.74 ^a	7.00±0.64 ^c	7.63±0.61 ^b	7.17±0.59 ^c
Overall taste	8.30±0.59 ^a	7.46±0.51 ^b	7.67±0.66 ^b	7.53±0.50 ^b
Texture	8.07±0.69 ^a	7.17±0.83 ^c	7.60±0.67 ^b	7.33±0.84 ^{bc}
Melting in mouth	8.00±0.78 ^a	7.20±1.15 ^b	7.53±0.82 ^b	7.37±0.81 ^b
Overall liking	8.10±0.84 ^a	7.07±0.94 ^b	7.73±0.88 ^{ab}	7.40±0.89 ^{ab}

note: mean ±SD, ^{a,c} means within each row indicate significant differences ($P \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

2. ผลของการเติมกล้วยหอมทอง แก่นตะวัน นมถั่วเหลือง และกลูโคสไซรัป เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมต่อคุณภาพของไอศกรีมน้ำนมข้าว

วิปป์ครีมมีราคาค่อนข้างสูงและมีแคลลอรี่ในปริมาณสูง การใช้วัตถุดิบอื่นเพื่อทดแทนวิปป์ครีมจะช่วยลดต้นทุนการผลิต ลดความเสี่ยงจากการบริโภคไขมันที่มีแคลลอรี่สูง และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่

ต้องการหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของนมวัวได้ สารทดแทนวิปป์ครีมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม อาจเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ เป็นไฮโดรคอลลอยด์ ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีม เพิ่มความข้นหนืด อาจเป็นประเภทเส้นใยอาหารที่ไม่ให้พลังงานหรือให้พลังงานต่ำ ในการศึกษาวิจัยนี้มีการทดลองใช้วัตถุดิบที่หลากหลายในการ

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

ทดแทนการใช้วิปปิ้งครีม ได้แก่ กล้วยหอมทอง แก่นตะวัน นมถั่วเหลือง และกลูโคสไซรัป ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน

ไอศกรีมหน้านมข้าวสูตรที่มีการเติมวิปปิ้งครีม (สูตรควบคุม) ประกอบด้วยหน้านมข้าวเหนียวดำ วิปปิ้งครีม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับ ร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ ผลของการเติมกล้วยหอมทอง แก่นตะวัน นมถั่วเหลือง และกลูโคสไซรัปทดแทนวิปปิ้งครีมในอัตราส่วนที่เท่ากัน จากการสังเกตลักษณะปรากฏของไอศกรีม (Figure 2) สูตรควบคุม ไอศกรีมสีม่วงเข้ม กลิ่นหอมของข้าวชัดเจน เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกล้วยหอมทอง ไอศกรีม

สีม่วงอ่อนปนน้ำตาล กลิ่นข้าวเหนียวดำและกล้วยหอม เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูสูง ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมแก่นตะวัน ไอศกรีมสีม่วงเข้มปนดำ กลิ่นข้าวเหนียวดำและกลิ่นแก่นตะวัน เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูน้อย ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมนมถั่วเหลือง ไอศกรีมสีม่วงเข้ม กลิ่นข้าวเหนียวดำและกลิ่นนมถั่วเหลือง เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย การขึ้นฟูสูง ละลายเร็ว และ ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกลูโคสไซรัป ไอศกรีมสีม่วง กลิ่นหอมข้าวเหนียวดำ เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสชาติค่อนข้างหวาน การขึ้นฟูน้อยกว่าสูตรควบคุม



Figure 2 Appearance of black glutinous rice milk ice cream

การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของไอศกรีม ร้อยละการขึ้นฟู ความหนืด อัตราการละลาย และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Table 4) พบว่า ไอศกรีมทั้ง 5 สูตร มีค่าร้อยละการขึ้นฟู ความหนืด อัตราการละลาย และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) สูตรที่มีการเติมนมถั่วเหลืองมีค่าร้อยละการขึ้นฟูสูงที่สุด รองลงมา คือ สูตรที่มีการเติมกล้วยหอมทอง ถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีองค์ประกอบของไขมันคาร์โบไฮเดรต โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ถั่วเหลือง ยังมี เลซิทินอยู่มากถึงร้อยละ 2 [13] การขึ้นฟูที่มีการเติมนมถั่วเหลืองเป็นผลมาจากนมถั่วเหลืองมีสารอิมัลซิไฟเออร์ที่สำคัญคือเลซิทิน [14] เช่นเดียวกับในไข่แดง คุณสมบัติที่สำคัญของอิมัลซิไฟเออร์คือช่วยในการเกิดโครงสร้าง

ของกลุ่มเม็ดไขมันที่จับกับฟองอากาศ เกิดเป็นฟิล์มรอบเม็ดไขมัน ลดแรงตึงผิวของเม็ดไขมัน ทำให้เม็ดไขมันสามารถรวมกันเกิดเป็นโครงสร้างหุ้มฟองอากาศได้ อิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้เนื้อไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่เนียนสร้างกลิ่นรส ช่วยลดระยะเวลาการตีขึ้นฟู ทำให้ฟลิกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ช่วยให้ส่วนผสมกระจายตัวดีขึ้น ช่วยลดขนาดฟองอากาศในเนื้อไอศกรีม ทั้งยังช่วยให้ไอศกรีมที่ได้มีลักษณะแห้ง คงรูปและขึ้นฟูได้ดี ช่วยลดอัตราการละลายและเพิ่มความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิ แต่ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไป จะทำให้เกิดโฟมขณะไอศกรีมละลาย [15] ดังนั้นเมื่อเติมนมถั่วเหลืองเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณอิมัลซิไฟเออร์มากขึ้น จึงส่งผลให้ไอศกรีมมีการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น นอกจากนี้โปรตีนจากถั่วเหลืองยังมีเชิงหน้าที่สำคัญ คือ เป็นอิมัลซิไฟเออร์ช่วยทำ

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

ให้อิมัลชันคงตัว ช่วยในการจับกับน้ำ และทำให้เกิดโฟม การเกิดโฟมเป็นระบบที่ประกอบด้วยฟองอากาศหรือแก๊สกระจายตัวอยู่ในของแข็งหรือของเหลวที่มีความหนืดสูง เช่น ไอศกรีม วิปปิงครีม การทำให้เกิดฟอง ทำได้โดยการใช้เครื่องตีปั่น หรือโดยการเป่าอากาศเข้าไปในของเหลว โฟมเป็นฟองอากาศขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในของเหลว หรือของแข็ง โดยมีฟิล์มบางๆ ล้อมรอบอากาศไว้ เกิดจากการตี หรือปั่นอย่างรุนแรง โปรตีนที่จะเกิดโฟมได้ดีและคงตัว ต้องมีความยืดหยุ่นสูง และสามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ และแข็งแรงที่สามารถกักเก็บอากาศได้ [16]

ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกล้วยหอมทอง และ แก่นตะวัน มีสารอินูลิน (inulin) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์จัดเป็นเส้นใยอาหาร ประเภทที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารและไม่ให้พลังงาน แต่ถูกย่อยได้ด้วยแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ มีสมบัติเป็นพรีไบโอติกซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ อินูลินดูดน้ำได้ดี ใช้เป็นส่วนผสมทดแทนไขมัน ในอาหารที่มีไขมันต่ำหลายชนิด เนื่องจากให้ความหนืด มีเนื้อเนียน มีลักษณะเนื้อเป็นครีม ให้ความรู้สึกในปากคล้ายไขมัน [17] ในแก่นตะวัน

มีปริมาณอินูลินสูง 19.4 กรัมต่อ 100 กรัม มีเส้นใยอาหารสูง มีไขมันต่ำ ในกล้วยมีปริมาณอินูลิน 0.3-0.7 กรัมต่อ 100 กรัม [18] ไอศกรีมสูตรกล้วยหอมมีค่าร้อยละการขึ้นฟูต่ำและความหนืดสูง อาจเนื่องจากแป้งกล้วยจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ แป้งกล้วยเป็นสารที่ให้ความคงตัวและให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมมีความชื้นหนืดมากขึ้น สอดคล้องกับการรายงานของ ชมภูษ [5] ศึกษาการใช้แป้งกล้วยเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกะทิ พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยส่งผลให้ความหนืดสูงขัดขวางการเคลื่อนที่ของใบพัดในขณะที่อากาศจึงมีผลทำให้ความสามารถในการตีอากาศเข้าไปในเนื้อไอศกรีมลดลง ค่าร้อยละการขึ้นฟูก็ลดลง โดยความหนืดที่สูงขึ้นทำให้อัตราการละลายลดลง ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกลูโคสไซรัปมีค่าร้อยละการขึ้นฟูต่ำที่สุด และมีความหนืดสูงที่สุด โดยทั่วไปนิยมใช้น้ำตาลทรายร่วมกับกลูโคสไซรัปในการผลิตไอศกรีม ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมด ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสที่ดีให้กับไอศกรีม แต่จากการทดลองปริมาณกลูโคสไซรัปในสูตรอาจมีปริมาณสูงเกินไป ไอศกรีมมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง ความหนืดสูง และค่าร้อยละการขึ้นฟูต่ำ

Table 4 Overrun, viscosity, melting rate and total soluble solid of black glutinous rice milk ice cream

Formulas of ice cream	Overrun (%)	Viscosity (cP)	Melting rate (g/min)	Total soluble solid (°brix)
Control (whipping cream)	19.28±0.23 ^c	55.31±0.21 ^c	0.06±0.00 ^d	32.2±0.11 ^c
Cavendish banana	21.29±0.14 ^b	63.61±0.32 ^b	0.08±0.01 ^c	28.9±0.06 ^e
Sunchoke	19.36±0.36 ^c	53.61±0.29 ^d	0.15±0.01 ^b	34.4±0.17 ^b
Soy milk	28.38±0.42 ^a	50.17±0.21 ^e	0.18±0.01 ^a	29.4±0.23 ^d
Glucose syrup	17.19±0.23 ^d	85.62±0.29 ^a	0.07±0.00 ^c	48.0±0.06 ^a

note: mean ±SD, ^{a-e} means within each column indicate significant differences (P≤0.05) using Duncan's multiple range test.

การวัดค่าสีของไอศกรีมทั้ง 5 สูตร (Table 5) พบว่า ไอศกรีมทั้ง 5 สูตร มีค่า L* a* b* C* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) ค่าความสว่างของไอศกรีมสูตรที่มีการเติมวิปปิงครีม (สูตรควบคุม) มีค่าสูงที่สุด ไอศกรีมทั้ง 5 สูตรมีค่า a* และ

H° อยู่ในโทนสีแดงและเหลือง สอดคล้องกับสีที่สังเกตจากลักษณะปรากฏไอศกรีมมีสีอยู่ในโทนสีม่วง ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมแก่นตะวันและกลูโคสไซรัปมีค่าความสว่างต่ำ สอดคล้องกับผลจากการสังเกตลักษณะปรากฏ ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกลูโคสไซรัปมีสีม่วงเข้มคล้ำ

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

อาจเนื่องจากเป็นสูตรที่มีปริมาณน้ำตาลสูงเมื่อผ่านการให้ความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดแอมิโนโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา [16] ส่วนในสูตรที่มีการเติมแก่นตะวันอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ โดยแก่นตะวันภายหลังการปอกเปลือก เซลล์เกิดการซ้ำ ฉีกขาด เมื่อ

ถูกกระทบ บด หั่น หรือสับ ทำให้เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส [19] สารตั้งต้น และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกัน สารโมโนฟีนอลจะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอลซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็นโอควิโนนซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดแอมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล ทำให้ไอศกรีมที่มีการเติมแก่นตะวันที่มีสีคล้ำ

Table 5 Color of black glutinous rice milk ice cream

Formulas of ice cream	Color				
	L*	a*	b*	C*	H°
Control (whipping cream)	40.63±0.45 ^a	2.10±0.10 ^c	2.83±0.15 ^c	3.20±0.15 ^c	67.48±0.12 ^a
Cavendish banana	35.45±0.45 ^b	5.14±0.13 ^b	6.76±0.13 ^a	8.36±0.08 ^a	53.59±0.43 ^b
Sunchoke	31.71±0.13 ^d	1.51±0.08 ^d	1.79±0.07 ^d	2.33±0.08 ^d	50.34±0.34 ^c
Soy milk	33.51±0.54 ^c	2.12±0.04 ^c	0.37±0.10 ^e	2.15±0.05 ^e	11.56±0.42 ^e
Glucose syrup	28.50±0.23 ^e	5.33±0.07 ^a	3.67±0.02 ^b	6.47±0.09 ^b	34.44±0.03 ^d

note: mean ±SD, ^{ae} means within each column indicate significant differences (P<0.05) using Duncan's multiple range test.

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมทั้ง 5 สูตร (Table 6) เพื่อทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การละลายในปาก และความชอบรวม จากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) ด้านลักษณะปรากฏไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกล้วยหอม ถั่วเหลือง และกลูโคสไซรัปมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ด้านเนื้อสัมผัสสูตรที่มีการเติมกล้วยหอมและกลูโคสไซรัปมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ด้านการละลายในปากสูตรที่มีการเติมกล้วยหอม แก่นตะวัน และนมถั่วเหลืองมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ด้านกลิ่น รสชาติรวมและความชอบรวม สูตรที่มีการเติมกล้วยหอมมีคะแนนเฉลี่ย

สูงใกล้เคียงกับสูตรควบคุม เมื่อพิจารณาในภาพรวมสูตรผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นสูตรต้นแบบของไอศกรีม นำนมข้าวคือสูตรที่มีการเติมกล้วยหอม ซึ่งประกอบด้วย นำนมข้าวเหนียวดำ กล้วยหอม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับ ร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ เนื่องจากการสังเกตลักษณะปรากฏของไอศกรีมสีม่วงอ่อนปนน้ำตาล กลิ่นข้าวเหนียวดำและกล้วยหอม เนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสหวานมันอร่อย มีค่าร้อยละการขึ้นฟูสูง อัตราการละลายต่ำ และมีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าสูตรที่มีการเติมแก่นตะวัน นมถั่วเหลืองและกลูโคสไซรัป มีความเป็นไปได้สูงและเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นการผลิตไอศกรีมไขมันต่ำจากนมนมข้าวเหนียวดำ

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

Table 6 The liking score (n = 30) of black glutinous rice milk ice cream

Sensory attribute	Formulas of ice cream				
	Control (whipping cream)	Cavendish banana	Sunchoke	Soy milk	Glucose syrup
Appearance	7.83±0.75 ^a	7.60±0.67 ^a	7.03±0.96 ^b	7.56±0.73 ^a	7.67±0.66 ^a
Flavor	7.63±0.61 ^a	7.43±0.50 ^{ab}	7.03±0.49 ^c	7.10±0.48 ^c	7.30±0.59 ^{bc}
Overall taste	7.67±0.66 ^a	7.40±0.56 ^a	7.00±0.58 ^b	7.00±0.59 ^b	7.03±0.81 ^b
Texture	7.60±0.67 ^a	7.47±0.73 ^{ab}	7.07±0.86 ^c	7.07±0.87 ^c	7.30±0.87 ^{ab}
Melting in mouth	7.53±0.82 ^a	7.33±0.80 ^{ab}	7.50±0.78 ^a	7.27±0.78 ^{ab}	6.93±0.87 ^b
Overall liking	7.73±0.88 ^a	7.50±0.90 ^{ab}	7.03±0.80 ^c	7.10±0.66 ^{bc}	7.13±0.68 ^{bc}

note: mean ±SD, ^{a-c} means within each row indicate significant differences (P<0.05) using Duncan's multiple range test.

เมื่อนำไอศกรีมนมที่ประกอบด้วยนมสด วิปปิ้งครีม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับ ร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ และไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกล้วยหอมที่ประกอบด้วยน้ำนมข้าว กล้วยหอม น้ำตาลทราย และไข่แดง เท่ากับ ร้อยละ 47, 23, 18 และ 12 ตามลำดับ มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าไอศกรีมนมมีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน แล็ก และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 70.06, 5.87, 3.70, 0.97 และ 19.40 ตามลำดับ ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกล้วยหอมมีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน แล็ก และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 68.47, 1.06, 3.05, 2.35 และ 25.07 ตามลำดับ ไอศกรีมสูตรที่มีการเติมกล้วยหอมทองมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงและปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศกรีมนมทั่วไป

สรุปผล

การผลิตไอศกรีมน้ำนมข้าวลดไขมันเพื่อสุขภาพ โดยใช้ข้าวเหนียวดำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปอยู่ในระดับชอบปานกลาง การใช้กล้วยหอมทองสามารถทดแทนวิปปิ้งครีมในการผลิตไอศกรีมเพื่อลดไขมันได้ มีคุณภาพใกล้เคียงกับการใช้วิปปิ้งครีมซึ่งมีราคาสูงในการผลิต เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการรับประทานไอศกรีมแต่แพ้แล็กโทส องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 3/2561

เอกสารอ้างอิง

- [1] Notification of the ministry of public health (No. 354). (2013). Ice cream. [Online]. Available from http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/V.English/P354_E.pdf. [Accessed February, 22, 2018]
- [2] Jessadapakorn, W., Sangsupawanich, P., Wootipoom, N., Suddeaugrai, O., and Yuenyongviwat, A. (2017). Component-resolved diagnostics in Thai children with cow's milk and egg allergy. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*. 35: 179-185.
- [3] Surojanamethakul, V. (2011). Food allergen. *Food Journal (Thailand)*. 41: 211-216.
- [4] Tirasarot, J. and Thanomwong, C. (2015). Production of healthy beverage from "Homnil" rice. *KKU Science Journal*. 43: 395-402.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

- [5] Phuenpipob, C. (2013). Developing stability of coconut milk ice-cream by banana flour. *RMUTP Research Journal. Special Issue*: 19-25.
- [6] Duncan, D.B. (1995). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11: 1-42.
- [7] Association of Official Analytical Chemists (AOAC International). (2012). *Official methods of analysis (19th edition)*, Washington, D.C.
- [8] Rattanapanone, N. (2014). *Milk chemistry*. Odeon Store, Bangkok. 206 p.
- [9] Boonpitak, W. and Koonchan, U. (2003). Study on the utilization of garcinia for nutrition value-added of yoghurt ice cream. *Special Problems*. Songkhla Rajabhat University, Thailand.
- [10] Srirod, K and Piyajomkhawn K. (2003). *Flour Technology*. Kasetsart University, Bangkok. 303 p.
- [11] Chinabark, K. (2017). Development of germinated chaiya brown rice yogurt ice cream. *KMUTT Research and Development Journal*. 40: 17-26.
- [12] Yamuangmorn, S and Thebault Prom-u-thai, C. (2016). Variation of anthocyanin content and antioxidant capacity among local Thai purple glutinous rice genotypes. *Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture Chiang Mai University*. 32: 191-199.
- [13] Vongpratheap, N. (1997). Studies on factors affecting the yield and quality of soy-curd. Master's thesis. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.
- [14] Boonkong, J. and Wongkaew, N. (2010). *Production of Soybean Milk Ice Cream*. *Journal of Food Technology, Siam University*. 1: 31-39.
- [15] Pojitt, T. (2008). The effect of milk proteins and emulsifiers on stability and quality of ice cream mix and ice cream. Master's thesis. Suranaree University of Technology, Thailand.
- [16] Rattanapanone, N. (2006). *Food chemistry*. Odeon Store, Bangkok. 504 p.
- [17] Pornchaloempong, P. and Rattanapanon, N. (2016). Inulin. [Online] Available from <http://www.foodnetworksolution.com>. [Accessed February, 22, 2018]
- [18] Tanjor, S., Judprasong, K. and Puwastien, P. (2010). Inulin and fructo-oligosaccharide for health benefits. *Journal of Nutrition Association of Thailand*. 45: 2-13.
- [19] Bhojen, K. and Suwonsichon, S. (2013). Effects of blanching and acid treatments on chemical and physical properties of Jerusalem artichoke powder. In *Proceedings of 51th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry, Thailand, February 5-7, 2013*, 178-185.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th