

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยใช้สารทดแทนไขมัน

Development of Low-fat Ice cream Product from Broken Riceberry Rice Using Fat Substitutes

เพ็ญศิริ คงสิทธิ์ และสุวรรณี ปานเจริญ*

Phensiri Khongsit and Suworanee Pancharoen*

Received: October 4, 2024; Revised: November 11, 2024; Accepted: November 13, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยใช้สารทดแทนไขมันจากการศึกษาปริมาณข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 10 20 และ 30 (แทนที่ส่วนผสมของน้ำเปล่า) เพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน พบว่าปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 20 (แทนที่ส่วนผสมของน้ำเปล่า) จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ ได้แก่ ทวีน 80 (TW) เวย์โปรตีนไอโซเลท (WPI) และมอลโทเดกซ์ทริน (MD) ร้อยละ 2 3 และ 4 พบว่าไอศกรีมที่ใส่ MD 4 % มีอัตราการละลายน้อยที่สุด และมีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีปริมาณไขมันลดลงจากสูตรพื้นฐานร้อยละ 85.19 ไอศกรีมที่ใส่ TW 4 % มีค่าความแข็งและความหนืดมากที่สุด ($p \leq 0.05$) และไอศกรีมที่ใส่ WPI 4 % MD 3 % และ MD 4 % มีค่าการขึ้นฟูน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคที่มีอายุระหว่าง 15 - 60 ปี จำนวน 30 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมต่อไอศกรีมที่ใส่ WPI 4 % MD 3 % และ MD 4 % อยู่ในระดับปานกลาง (7.22 - 7.61 คะแนน) จากผลการศึกษาพบว่าสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 4 (แทนที่ส่วนผสมของน้ำกะทิ) โดยสูตรของไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่พัฒนาขึ้นมีส่วนผสมดังนี้ น้ำกะทิ มอลโทเดกซ์ทริน น้ำเปล่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้น น้ำใบเตย น้ำตาลทราย และเกลือป่น ร้อยละ 38.4 1.6 28.0 7.0 5.0 19.7 และ 0.3 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ไอศกรีม; ข้าวไรซ์เบอร์รี่; ไขมันต่ำ; สารทดแทนไขมัน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

* Corresponding Author, Tel. 06 2198 5551, E - mail: suworanee.p@lawasri.tru.ac.th

Abstract

This research aims to develop a low-fat ice cream product from broken riceberry rice by using fat substitutes. The study investigated the appropriate concentration of riceberry rice slurry at 10 %, 20 %, and 30 % (replacing the water component) in the basic riceberry broken rice ice cream formulation. The results showed that a suitable concentration of riceberry rice slurry was 20 %, replacing the water. The study of types and concentrations of fat substitutes for the low-fat ice cream product included Tween 80 (TW), whey protein isolate (WPI), and maltodextrin (MD) at 2 %, 3 %, and 4 %. It was found that ice cream with MD 4 % had the lowest melt rate and the lowest fat content ($p \leq 0.05$), with a fat reduction of 85.19 % compared to the basic formulation. Ice cream with TW 4 % had the highest hardness and viscosity ($p \leq 0.05$), and ice creams with WPI 4 %, MD 3 %, and MD 4 % had the lowest overrun values ($p \leq 0.05$). Sensory testing with 30 consumers aged 15 - 60 revealed that consumers rated their liking for the color, aroma, taste, and overall acceptability of ice creams with WPI 4 %, MD 3 %, and MD 4 % at a moderate level (scoring between 7.22 and 7.61). The study concluded that the appropriate fat substitute for low-fat broken riceberry rice ice cream is 4% maltodextrin (replacing the coconut milk component). The developed low-fat riceberry broken rice ice cream formula includes the following ingredients: coconut milk, maltodextrin, water, riceberry rice slurry, pandan leaf juice, sugar, and salt, at 38.4, 1.6, 28.0, 7.0, 5.0, 19.7, and 0.3%, respectively.

Keywords: Ice Cream; Riceberry Rice; Low-Fat; Fat Substitutes

บทนำ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล และข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม เมล็ดข้าวเรียวยาว และผิวมันวาว ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นวัตถุดิบที่มีสารอาหารสูง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการคือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน และฟอสเฟต จึงมีสรรพคุณในการช่วยบำรุงร่างกาย และทำให้เกิดการสร้างคอลลาเจน ลดการอักเสบที่ผิวหนัง ช่วยลดริ้วรอยและชะลอความแก่ นอกจากนี้ยังมีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง จึงช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นช้ากว่าการบริโภคข้าวกล้องและข้าวขัดสีทั่วไป นอกจากนี้จะรับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเมตabolic และจากการศึกษาวิจัยยังพบว่าในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีเส้นใยอาหารอยู่ปริมาณมาก ซึ่งช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย ถือว่าเป็นข้าวที่มีประโยชน์สารพัดเหมาะแก่คนรักสุขภาพ (Agricultural Editorial Board, 2014)

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค อีกทั้งตลาดไอศกรีมเป็นตลาดที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีกำไรสูง ส่วนผสมหลักของไอศกรีมประกอบด้วย ไขมันนม ของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันนม (Milk Solid Not Fat) หรือแร่ธาตุในนมไม่รวมไขมันนม (โปรตีน เกลือแร่ และน้ำตาลแล็กโทส) น้ำตาล อิมัลซิไฟเออร์ สารให้ความคงตัว สารให้กลิ่น และส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ไข่ไก่ สี เป็นต้น ของผสมที่ได้เรียกว่า ไอศกรีมมิกซ์ โดยนำส่วนผสมไปผ่านการแปรรูปต่าง ๆ คือ การพาสเจอร์ไรซ์ การโฮมจีไนซ์ การบ่ม แล้วจึงไปปั่น ให้แข็ง พร้อมกับตีอากาศเข้าไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเรียบเนียนและความนุ่มตามต้องการ (Rattanapanon, 2014) ไขมันจัดเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญในการผลิตไอศกรีม การใช้ไขมันในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยให้ส่วนผสมมีความสมดุล ได้ไอศกรีมที่มีรสชาติที่ดี เนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน กลิ่นรสดี และมีปริมาณไขมันตามมาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ไขมันยังไม่มีผลในการ

ลดจุดเยือกแข็ง แต่การใช้ไขมันในปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง (Marshall Arbuckle, 1996) แต่ไอศกรีมมีส่วนประกอบที่มีไขมันสูงและมีบทบาทต่อการเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมาย เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง (Thiangtham, 2001) ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อสุขภาพมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะไขมันมักมีผลต่อรูป กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของอาหารให้ต่างจากเดิม

สารทดแทนไขมัน คือ สารที่ใช้ทดแทนไขมันในอาหาร ทำให้อาหารมีคุณภาพและเนื้อสัมผัสที่คล้ายกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันแต่ให้แคลอรีน้อยกว่า สารทดแทนไขมันมีหลายชนิดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามองค์ประกอบ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน โดยสารทดแทนไขมันที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ได้แก่ มอลโทเดกซ์ทริน อินูลิน เซลลูโลส ไอ้ตทริม แป้งดัดแปร เวย์โปรตีน โปรตีนผสม อิมัลซิไฟเออร์ และทวิน 80 เป็นต้น มอลโทเดกซ์ทริน จัดเป็นสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชบางส่วนให้เป็นสายสั้น ๆ ของน้ำตาลกลูโคส มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อย สามารถละลายในน้ำได้ดี มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มเนื้อที่เติมลงในไอศกรีมลดไขมัน เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ความหนืด และการขึ้นฟูของไอศกรีมที่มีการลดไขมัน (Ruansupa and Surapat, 2007) เวย์โปรตีนจัดเป็นสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการทำเนยแข็งแล้วทำให้เข้มข้น เป็นแหล่งของโปรตีนและวิตามินซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยการขึ้นฟู ความสามารถในการจับตัวกับไขมัน ความสามารถในการดูดน้ำ ให้ความข้นหนืด และเป็นสารเพิ่มแรงตึงผิวให้กับไอศกรีมมีกซ์มีความคงตัวมากขึ้น (Russel, 2004) ส่วนโพลีออกซีเอทิลีนซอปีแทนโมโนโอเลอเอท หรือทวิน 80 (Tween 80) เป็นสารทดแทนไขมันประเภทไขมัน เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ละลายได้ในน้ำ จัดอยู่ในประเภทโพลีซอลเบท มีโครงสร้างของโมเลกุลชนิดของกรดไขมันที่เกาะอยู่กับซอลบิทอล โดยโครงสร้างของทวิน 80 ประกอบด้วย กรดไขมันโอลิอิก มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และสารเพิ่มความคงตัวในการผลิตไอศกรีม (Marshall et al., 2003)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมัน 3 ชนิด ได้แก่ ทวิน 80 เวย์โปรตีนไฮโดรเลท และมอลโทเดกซ์ทริน เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์โดยใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีราคาต่ำ นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและนำไปสู่การพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ขึ้นเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน
เตรียมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ขึ้น โดยนำปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่มาล้างให้สะอาด ผสมกับน้ำเปล่า อัตราส่วนของปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อน้ำเปล่าเท่ากับ 1:2 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง นำส่วนผสมที่ได้มาปั่นด้วยเครื่องปั่นผสม (ยี่ห้อ Panasonic; รุ่น MX-5210 GM pulse ประเทศไทย) เป็นเวลา 2 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกและปิดผนึก เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) เพื่อเตรียมไว้ใช้ต่อไป

ศึกษาปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ขึ้น โดยใช้ทดแทนน้ำเปล่าในสูตรพื้นฐาน ในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เพื่อหาปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ขึ้นเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน ดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีการผลิตจากวิสาหกิจชุมชนการผลิตข้าวปลอดสารพิษ จังหวัดลพบุรี ส่วนผสมของไอศกรีม ได้แก่ น้ำกะทิ น้ำเปล่า น้ำใบเตย น้ำตาลทราย และเกลือป่น ร้อยละ 40.0 35.0 5.0 19.7 และ 0.3 ตามลำดับ โดยชั่งน้ำกะทิ น้ำเปล่า น้ำใบเตย ลงในภาชนะแบบหม้อตุ๋น แล้วนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 15 นาที จากนั้นใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ขึ้น เกลือป่น และน้ำตาลทราย คนให้ละลายเข้ากัน แล้วนำมาปั่นผสมด้วยเครื่องปั่น (ยี่ห้อ Panasonic; รุ่น MX-5210 GM pulse ประเทศไทย) ที่ระดับความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 2 นาที ทิ้งให้ส่วนผสมเย็น แล้วนำไปปั่นในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำส่วนผสมที่ได้มาปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีม

(ยี่ห้อ Katomo; รุ่น HA-3355 ประเทศญี่ปุ่น) เป็นเวลา 45 นาที แล้วตัดไอศกรีมที่ได้ใส่ถ้วยพลาสติกปิดฝาให้สนิท แช่ในตู้แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพด้านต่าง ๆ

ตอนที่ 2 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่

ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ ศึกษาสารทดแทนไขมัน 3 ชนิด ได้แก่ ทวิน 80 (Tween 80; TW; บริษัท Seppic S.A., ประเทศฝรั่งเศส) ร้อยละ 2 3 และ 4 เวย์โปรตีนไอโซเลท (Whey Protein Isolate; WPI; บริษัท Hilmar whey, ประเทศไทย) ร้อยละ 2 3 และ 4 และมอลโทเดกซ์ทริน (Maltodextrin; MD; บริษัท Shandong Duqing, ประเทศไทย) ร้อยละ 2 3 และ 4 โดยแทนที่ในส่วนผสมของน้ำกะทิในสูตรพื้นฐานซึ่งได้จากการศึกษาในตอนที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่งทดลอง เทียบกับสูตรพื้นฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพด้านต่าง ๆ

การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

1.1 คุณภาพทางกายภาพ

1) อัตราการละลาย (Melting Rate) บรรจุไอศกรีมลงถ้วยพลาสติกที่ผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้น้ำหนัก 95 ± 5 กรัม วางบนตะแกรงลวดที่อยู่บนกรวยซึ่งรองรับด้วยปิเกอร์ เริ่มจับเวลาการละลาย แล้วชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายเวลาที่ 15 คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย เทียบน้ำหนัก 100 กรัม (Garcia et al., 2009) ดังสมการที่ (1)

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

2) ความหนืด (Viscosity) นำไอศกรีมที่ผ่านการบ่มแล้วที่อุณหภูมิประมาณ 4 ± 1 องศาเซลเซียส ปริมาตร 500 มล. ใส่ในปิเกอร์ขนาด 600 มล. วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer (รุ่น DV-II+Pro EXTRA, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ใช้หัววัดเบอร์ S64 ความเร็วรอบ 30 rpm แล้วอ่านค่าหลังจากมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 30 วินาที (Yan et al., 2021)

3) การขึ้นฟู (Overrun) ชั่งน้ำหนักไอศกรีมเหลวในถ้วยพลาสติก หลังจากการปั่นเป็นไอศกรีม ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกใบเดิม บันทึกน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ นำข้อมูลไปคำนวณค่าร้อยละการขึ้นฟู (Adapa et al., 2000) ดังสมการที่ (2)

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

4) ความแข็ง (Hardness) วัดค่าความแข็งด้วยเครื่อง Texture Analyzer (ยี่ห้อ Stable Microsystems, รุ่น TA. XT. Plus, ประเทศอังกฤษ) เตรียมตัวอย่างไอศกรีมบรรจุเต็มถ้วยพลาสติกขนาดความจุ 60 ลบ.ซม. ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้หัววัดทรงกระบอก (P/2) กดลงไปในตัวอย่างเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร ด้วยความเร็ว 2 มม.ต่อวินาที ควมคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความแข็งของตัวอย่างไอศกรีมคือ ค่าแรงกดสูงสุด (N) (Aime et al., 2001)

5) ค่าสี (Color) นำตัวอย่างไอศกรีมบรรจุในถ้วยแก้วสำหรับใส่ตัวอย่าง วัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Hex Z2, ประเทศญี่ปุ่น) โดยใช้ระบบ CIE $L^* a^* b^*$ โดยที่ ค่า L^* คือค่าความสว่าง มีค่า 0 - 100 ค่า a^* คือค่าสีแดง (+) หรือสีเขียว (-) ของวัตถุ และค่า b^* คือค่าสีเหลือง (+) หรือสีน้ำเงิน (-) ของวัตถุ

6) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid; TSS) วัดค่าด้วยเครื่อง Brix Refractometer (ยี่ห้อ Atago, รุ่น PAL-3, ประเทศญี่ปุ่น)

1.2 คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยใช้วิธี Separation of Fat from Ice Cream ตามวิธี AOAC (2000)

1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale (Chompreeda, 2007) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมกับผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้รับการฝึกฝนที่มีอายุระหว่าง 15 - 60 ปี จำนวน 30 คน โดยได้ขอหมายเลขการรับรองจริยธรรมการวิจัย คือ TRU-EC No.036/67

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics สำหรับ Window

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 10 20 และ 30 โดยแทนที่ส่วนผสมของน้ำเปล่าเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐานดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1 พบว่าไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 10 20 และ 30 มีค่าสี L^* a^* b^* อัตราการละลาย ความหนืด การขึ้นฟู ความแข็ง และไขมัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าสี L^* ของไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 20 และ 30 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด ค่าสี a^* ของไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 30 มีค่าสีแดงมากที่สุด ค่าสี b^* ของไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 30 มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด เมื่อนำข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นมาใส่ในไอศกรีมจึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีม่วงเข้มมากขึ้นตามปริมาณของไรซ์เบอร์รี่ชั้นที่เติมลงไป ไอศกรีมจะมีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงแต่ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ประกอบด้วย รงควัตถุแอนโทไซยานิน ซึ่งมีสีม่วง-แดงและน้ำเงิน (Khumkhom, 2019)

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ค่าคุณภาพ	ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสี L^*	54.30 ± 0.81^a	52.71 ± 0.32^b	52.52 ± 0.51^b
a^*	7.22 ± 0.82^b	7.33 ± 0.25^b	7.94 ± 0.32^a
b^*	6.54 ± 0.60^a	5.54 ± 0.54^b	5.12 ± 0.22^c
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) ^{ns}	22.14 ± 0.35	22.05 ± 0.32	22.73 ± 0.42
อัตราการละลาย (ร้อยละ)	8.83 ± 0.91^a	6.32 ± 0.92^b	4.41 ± 0.63^c
ความหนืด (cP)	$5,319.15 \pm 32.92^c$	$8,851.14 \pm 37.91^b$	$16,130.11 \pm 87.42^a$
การขึ้นฟู (ร้อยละ)	33.71 ± 0.83^a	32.83 ± 0.43^a	25.95 ± 0.31^c
ความแข็ง (N)	23.13 ± 0.54^c	32.91 ± 0.44^b	41.72 ± 0.91^a

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30
คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน)			
สี	7.46 ± 0.72 ^a	7.13 ± 0.61 ^b	6.80 ± 0.79 ^c
กลิ่น	7.40 ± 0.91 ^a	7.15 ± 0.82 ^{ab}	7.00 ± 0.87 ^b
รสชาติ	7.83 ± 0.73 ^a	7.03 ± 0.94 ^b	6.63 ± 0.69 ^c
เนื้อสัมผัส	7.30 ± 0.96 ^a	7.10 ± 0.91 ^b	6.83 ± 0.90 ^c
การยอมรับโดยรวม	7.90 ± 0.62 ^a	7.26 ± 0.89 ^b	6.66 ± 0.39 ^c

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
^{a, b, c} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



(ก) ร้อยละ 10



(ข) ร้อยละ 20



(ค) ร้อยละ 30

รูปที่ 1 ไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้น

ไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 30 มีอัตราการละลายและการขึ้นฟูน้อยที่สุด แต่มีความหนืดมากที่สุด เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นมีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืดที่ใส่แทนที่ส่วนผสมของน้ำเปล่าในสูตร เมื่อใส่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นเพิ่มขึ้นจึงทำให้ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นด้วย จึงส่งผลทำให้ไอศกรีมมีความหนืดมากขึ้น เวลาปั่นไอศกรีมจึงมีอากาศเข้าไปในโครงสร้างของไอศกรีมค่อนข้างน้อยจึงทำให้ไอศกรีมขึ้นฟูได้น้อยและมีการละลายได้ต่ำ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคที่มีอายุระหว่าง 15 - 60 ปี จำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นที่เหมาะสมเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ต่อไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 10 20 และ 30 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่อไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 10 มากที่สุด รองลงมาคือ ไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 20 และให้คะแนนความชอบต่อไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 30 น้อยที่สุด การใส่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นที่มากขึ้นทำให้ไอศกรีมมีสีม่วงเข้มมากขึ้น มีกลิ่น รสชาติค่อนข้างไปทางกลิ่นข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นกลิ่นวัตถุดิบหลักซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งของการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ การใส่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นเพิ่มขึ้นทำให้เนื้อของไอศกรีมมีความหยาบและเนื้อไม่เรียบเนียน จึงทำให้คะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 30 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย จึงเลือกไอศกรีมที่ใส่ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นร้อยละ 20 โดยแทนที่ส่วนผสมของน้ำเปล่าเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป เนื่องจากเป็นสูตรที่ใส่ปริมาณข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นในปริมาณที่สูง ไอศกรีมที่ได้มีค่าการขึ้นฟูที่สูง และผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐานมีส่วนผสมของไอศกรีม ได้แก่ น้ำกะทิ

น้ำเปล่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้น น้ำใบเตย น้ำตาลทราย และเกลือป่น ร้อยละ 40.0 28.0 7.0 5.0 19.7 และ 0.3 ตามลำดับ
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาผลของชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมัน 3 ชนิด โดยแทนที่ในส่วนผสมของน้ำกะทิ ในสูตรพื้นฐาน ได้แก่ ทวีน 80 (TW) เวย์โปรตีนไอโซเลท (WPI) และมอลโทเดกซ์ทรีน (MD) ร้อยละ 2 3 และ 4 ต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ ดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ผลของชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันต่อค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และไขมันของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	ค่าสี			ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) ^{ns}	ไขมัน (ร้อยละ)
	L*	a*	b*		
TW 2 %	51.91 $\pm$ 0.22 ^{de}	10.42 $\pm$ 0.31 ^a	6.81 $\pm$ 0.53 ^a	22.91 $\pm$ 0.30	4.92 $\pm$ 0.51 ^b
TW 3 %	52.28 $\pm$ 0.71 ^{cd}	8.23 $\pm$ 0.22 ^d	6.72 $\pm$ 0.42 ^a	22.92 $\pm$ 0.81	3.71 $\pm$ 0.42 ^{cd}
TW 4 %	53.12 $\pm$ 0.70 ^{abc}	9.19 $\pm$ 0.81 ^{cd}	5.07 $\pm$ 0.22 ^b	23.13 $\pm$ 0.12	3.63 $\pm$ 0.64 ^{cd}
WPI 2 %	51.22 $\pm$ 0.51 ^e	10.26 $\pm$ 0.25 ^{ab}	6.52 $\pm$ 0.34 ^a	22.94 $\pm$ 0.83	4.92 $\pm$ 0.23 ^b
WPI 3 %	52.15 $\pm$ 0.74 ^{cde}	8.54 $\pm$ 0.44 ^{cd}	6.54 $\pm$ 0.32 ^a	23.04 $\pm$ 0.92	3.84 $\pm$ 0.34 ^{cd}
WPI 4 %	53.24 $\pm$ 0.63 ^{ab}	9.71 $\pm$ 0.83 ^{ab}	5.23 $\pm$ 0.24 ^b	23.82 $\pm$ 0.82	3.23 $\pm$ 0.22 ^d
MD 2 %	52.17 $\pm$ 0.15 ^{cde}	10.15 $\pm$ 0.31 ^{ab}	6.82 $\pm$ 0.24 ^a	22.47 $\pm$ 0.23	4.33 $\pm$ 0.45 ^{bc}
MD 3 %	52.36 $\pm$ 0.47 ^{bcd}	8.64 $\pm$ 0.82 ^{cd}	6.84 $\pm$ 0.16 ^a	22.62 $\pm$ 0.34	2.44 $\pm$ 0.36 ^e
MD 4 %	53.51 $\pm$ 0.37 ^a	9.82 $\pm$ 0.83 ^{ab}	5.13 $\pm$ 0.75 ^b	23.06 $\pm$ 0.75	1.62 $\pm$ 0.44 ^f
สูตรพื้นฐาน	53.56 $\pm$ 0.31 ^a	9.32 $\pm$ 0.27 ^{bc}	6.12 $\pm$ 0.12 ^a	22.02 $\pm$ 0.36	10.94 $\pm$ 0.23 ^a

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a, b, c} ที่กำกับตัวเลขในแนวดิ่ง หมายถึง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวดิ่ง หมายถึง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลของชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันต่ออัตราการละลายของความหนืด การขึ้นฟู และความแข็งของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	อัตราการละลาย (ร้อยละ)	ความหนืด (cP)	การขึ้นฟู (ร้อยละ)	ความแข็ง (N)
TW 2 %	4.92 $\pm$ 0.51 ^b	15,890.32 $\pm$ 43.07 ^d	29.20 $\pm$ 0.22 ^{bc}	33.62 $\pm$ 0.15 ^f
TW 3 %	3.71 $\pm$ 0.42 ^{cd}	17,963.62 $\pm$ 34.91 ^b	28.15 $\pm$ 0.11 ^{cd}	38.72 $\pm$ 0.22 ^d
TW 4 %	3.63 $\pm$ 0.64 ^{cd}	19,866.04 $\pm$ 90.50 ^a	27.12 $\pm$ 0.80 ^d	63.33 $\pm$ 0.61 ^a
WPI 2 %	4.92 $\pm$ 0.23 ^b	9,248.04 $\pm$ 50.92 ^h	29.91 $\pm$ 0.73 ^b	37.04 $\pm$ 0.43 ^e
WPI 3 %	3.84 $\pm$ 0.34 ^{cd}	14,737.02 $\pm$ 99.14 ^e	28.23 $\pm$ 0.42 ^c	38.53 $\pm$ 0.42 ^d
WPI 4 %	3.23 $\pm$ 0.22 ^d	16,646.04 $\pm$ 34.44 ^c	25.34 $\pm$ 0.81 ^e	62.71 $\pm$ 0.40 ^a
MD 2 %	4.33 $\pm$ 0.45 ^{bc}	10,328.06 $\pm$ 37.43 ^g	29.05 $\pm$ 0.45 ^{bc}	37.82 $\pm$ 0.82 ^{de}
MD 3 %	2.44 $\pm$ 0.36 ^e	13,807.07 $\pm$ 14.18 ^f	25.46 $\pm$ 0.72 ^e	39.94 $\pm$ 0.73 ^c
MD 4 %	1.62 $\pm$ 0.44 ^f	15,817.02 $\pm$ 86.07 ^d	25.02 $\pm$ 0.84 ^e	41.56 $\pm$ 0.74 ^b
สูตรพื้นฐาน	10.94 $\pm$ 0.23 ^a	8,851.20 $\pm$ 73.19 ⁱ	32.81 $\pm$ 0.52 ^a	32.72 $\pm$ 0.82 ^f

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a, b, c} ที่กำกับตัวเลขในแนวดิ่ง หมายถึง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการศึกษาพบว่า ไอคกริมทั้ง 10 สิ่งทดลอง มีค่าสี L^* a^* b^* ไขมัน อัตราการละลาย ความหนืด การขึ้นฟู และความแข็ง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าสี L^* ของไอศกริมที่ใส่ TW 4 % WPI 4 % MD 4 % และ ไอศกริมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐานมีค่าความสว่างมากที่สุด ค่าสี a^* ของไอศกริมที่ใส่ TW 2 % WPI 2 % WPI 4 % MD 2 % และ MD 4 % มีค่าสีแดงมากที่สุด ค่าสี b^* ของไอศกริมที่ใส่ TW 2 % TW 3 % WPI 2 % WPI 3 % MD 2 % และ MD 3 % มีค่าสีเหลืองมากที่สุด ซึ่งการใส่สารทดแทนไขมันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ไอศกริมมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้นลง แต่ค่าสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saentaweek and Aukkanit (2022) พบว่าการใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกริมช็อกโกแลตร้อยละ 5 ส่งผลทำให้ค่า L^* มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a^* และ b^* มีค่าลดลงเมื่อเทียบสูตรใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 0.4 ($p \leq 0.05$) จากผลการศึกษาจะเห็นว่าไอศกริมที่ใส่ทวิน 80 เวย์โปรตีนไอโซเลต และมอลโทเดกซ์ทริน เมื่อใส่สารทดแทนไขมันที่เพิ่มขึ้นจะมีปริมาณไขมันลดลงจากไอศกริมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐานร้อยละ 55.02 - 85.19 โดยไอศกริมที่ใส่ MD 4 % มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ซึ่งมีปริมาณไขมันลดลงสูงถึงร้อยละ 85.19 เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต เจลของมอลโทเดกซ์ทรินสามารถจับพันธะกับไขมันและสร้างเป็นเจลของอิมัลชันที่มีความคงตัว นิยมใส่ในไอศกริม น้ำสลัด มายองเนส ฯลฯ แทนที่ส่วนผสมที่เป็นไขมัน โดยที่ยังมีเนื้อสัมผัสของอาหารที่ใกล้เคียงกับการใช้ไขมัน (Fernandes et al., 2017) และเมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 445 พ.ศ. 2566 เรื่อง ฉลากโภชนาการ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถกล่าวอ้างว่าไขมันต่ำได้ จะต้องมีไขมันทั้งหมดไม่เกิน 3 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม พบว่ามีเพียง 2 สิ่งทดลองที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 3 ได้แก่ ไอศกริมที่ใส่ MD 3 % และ MD 4 %

ไอศกริมที่ใส่สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิด เมื่อใส่สารทดแทนไขมันเพิ่มขึ้นจะมีอัตราการละลายลดลง และมีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยไอศกริมที่ใส่ MD 4 % มีอัตราการละลายน้อยที่สุด และไอศกริมที่ใส่ TW 4 % มีค่าความหนืดมากที่สุด ส่วนไอศกริมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐานมีอัตราการละลายมากที่สุดแต่มีความหนืดน้อยที่สุด สารทดแทนไขมันมีคุณสมบัติเป็นสารให้ความหนืดและเพิ่มความคงตัว โดยจะเกิดเป็นโครงสร้างเจลและจับพันธะกับน้ำอิสระ (Akbaria et al., 2019) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Azari-Anpar et al. (2017) พบว่าไอศกริมที่ใส่มอลโทเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้นจะมีอัตราการละลายลดลง ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ทวิน 80 เป็นสารทดแทนไขมันที่ช่วยเพิ่มความคงตัว เป็นอิมัลซิไฟเออร์ และเป็นสารเพิ่มความแห้งในการผลิตไอศกริม (Marshall, 2003)

ไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลต และมอลโทเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้นจะมีการขึ้นฟูลดลง โดยไอศกริมที่ใส่ WPI 4 % MD 3 % และ MD 4 % มีค่าการขึ้นฟูน้อยที่สุด ส่วนไอศกริมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐานมีค่าการขึ้นฟูน้อยมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saentaweek and Aukkanit (2022) พบว่าไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 5 มีค่าการขึ้นฟูน้อยกว่าไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 0.4 ($p \leq 0.05$) ไอศกริมที่ใส่ มอลโทเดกซ์ทรินและเวย์โปรตีน-ไอโซเลตเป็นสารทดแทนไขมันจะมีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้ลดความสามารถในการเกิดโฟมของไอศกริม จึงส่งผลให้การขึ้นฟูลดลง (Akbaria et al., 2019)

ความแข็งของไอศกริมที่ใส่ TW 4 % และ WPI 4 % มีค่ามากที่สุด ส่วนไอศกริมที่ใส่ TW 2 % และไอศกริมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน มีค่าความแข็งน้อยที่สุด จะเห็นได้ว่าไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 4 จะมีความแข็งมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Peasura et al. (2023) พบว่าไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 8 มีความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าไอศกริมนมสูตรไขมันเต็ม และไอศกริมที่เติมอินูลิน 8 % ($p \leq 0.05$) ซึ่งเวย์โปรตีนไอโซเลตเป็นโปรตีนชนิด β -lactoglobulin ที่พบมากในน้ำนมวัวจะสร้างเครือข่ายขนาดใหญ่ ทำให้มีค่าความแข็งของเนื้อสัมผัสสูงกว่าไอศกริมสูตรปกติที่มีปริมาณไขมันสูงกว่า นอกจากนี้ไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 5 มีค่าความแข็งมากกว่าไอศกริมที่ใส่เวย์โปรตีนไอโซเลตร้อยละ 0.4 ($p \leq 0.05$) (Saentaweek and Aukkanit, 2022)

ตารางที่ 4 ผลของชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่

N = 30 คน

สิ่งทดลอง	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
TW 2 %	6.02 ± 0.81 ^b	6.64 ± 0.71	6.07 ± 0.81 ^b	6.20 ± 0.32 ^{cd}	6.03 ± 0.27 ^c
TW 3 %	6.94 ± 0.42 ^{ab}	7.22 ± 0.82	6.82 ± 0.72 ^{ab}	6.61 ± 0.82 ^{bcd}	6.84 ± 0.32 ^{ab}
TW 4 %	6.71 ± 0.22 ^{ab}	6.34 ± 0.15	7.11 ± 0.24 ^a	7.07 ± 0.71 ^{abc}	7.20 ± 0.35 ^{ab}
WPI 2 %	6.04 ± 0.91 ^b	6.01 ± 0.51	6.08 ± 0.32 ^b	6.03 ± 0.31 ^d	6.08 ± 0.37 ^c
WPI 3 %	7.12 ± 0.15 ^{ab}	6.92 ± 0.61	7.07 ± 0.31 ^a	7.02 ± 0.22 ^{abc}	7.12 ± 0.42 ^{ab}
WPI 4 %	7.31 ± 0.90 ^a	7.13 ± 0.73	7.22 ± 0.42 ^a	7.72 ± 0.73 ^{ab}	7.54 ± 0.71 ^a
MD 2 %	6.53 ± 0.31 ^{ab}	6.71 ± 0.22	6.24 ± 0.32 ^b	6.62 ± 0.41 ^{bcd}	6.63 ± 0.62 ^{bc}
MD 3 %	7.54 ± 0.12 ^a	7.05 ± 0.42	7.13 ± 0.42 ^a	7.34 ± 0.24 ^{ab}	7.15 ± 0.22 ^{ab}
MD 4 %	7.42 ± 0.92 ^a	7.30 ± 0.41	7.61 ± 0.38 ^a	7.22 ± 0.36 ^{ab}	7.52 ± 0.31 ^a
สูตรพื้นฐาน	7.41 ± 0.23 ^a	7.42 ± 0.07	7.11 ± 0.22 ^a	7.05 ± 0.32 ^{abc}	7.22 ± 0.18 ^a

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a, b, c} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยทดสอบด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale กับผู้บริโภคนาน 30 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของไอศกรีมทั้ง 10 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ต่อไอศกรีมที่ใส่สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิด อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงที่สุดในด้านสี รสชาติ และการยอมรับโดยรวมต่อไอศกรีมที่ใส่ TW 3 % TW 4 % WPI 3 % WPI 4 % MD 2 % MD 3 % MD 4 % และสูตรพื้นฐาน ส่วนด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงที่สุดต่อไอศกรีมที่ใส่ TW 4 % WPI 3 % WPI 4 % MD 2 % MD 3 % MD 4 % และสูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Azari-Anpar et al. (2017) พบว่าไอศกรีมที่ใส่มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 2 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) และให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบโดยรวม กับไอศกรีมที่ใส่มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 2 ร่วมกับแป้งดัดแปรร้อยละ 1 เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินสามารถแตกตัวเป็นโมเลกุลขนาดเล็กจับกับส่วนผสมอื่นภายในปาก ทำให้มีรสชาติที่คล้ายกับการใช้ไขมัน จึงนิยมใช้มอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม มาการิน มายองเนส ขนมอบ และน้ำสลัด (Guzeler et al., 2011) และเมื่อพิจารณาสิ่งทดลองที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน ได้แก่ ไอศกรีมที่ใส่ WPI 4 % MD 3 % และ MD 4 %

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมัน ได้แก่ ทวีน 80 (TW) เวย์โปรตีนไอโซเลท (WPI) และมอลโทเดกซ์ทริน (MD) ร้อยละ 2 3 และ 4 โดยแทนที่ส่วนผสมของน้ำกะทิ เพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมเพื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือมอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 4 (MD 4 %) โดยไอศกรีมที่ได้มีปริมาณไขมันต่ำ (ร้อยละ 1.62 ± 0.44) มีอัตราการละลาย และการขึ้นฟูต่ำ มีความหนืดและความแข็งอยู่ในช่วงปานกลาง และได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง (7.22 - 7.61 คะแนน)

สรุปผล

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยใช้สารทดแทนไขมัน พบว่าปริมาณปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้นที่เหมาะสมเพื่อใส่ในไอศกรีมจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรพื้นฐาน คือ ร้อยละ 20 โดยแทนที่ส่วนผสมของน้ำตาล ชนิตและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมเพื่อใส่ในไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 4 โดยแทนที่ส่วนผสมของน้ำกะทิ ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีอัตราการละลายและการขึ้นฟูต่ำ มีความหนืดและความแข็งอยู่ในช่วงปานกลาง มีปริมาณไขมันต่ำ โดยมีปริมาณไขมันลดลงจากสูตรพื้นฐานร้อยละ 85.19 และได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยอยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่พัฒนาขึ้นมีส่วนผสมดังนี้ น้ำกะทิ มอลโทเดกซ์ทริน น้ำเปล่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ชั้น น้ำใบเตย น้ำตาลทราย และเกลือป่น ร้อยละ 38.4 1.6 28.0 7.0 5.0 19.7 และ 0.3 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

References

- Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K.A. and Herald, T.J. (2000). Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. *Journal of Dairy Science*, 83(10), 2224-2229. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75106-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75106-X)
- Agricultural Editorial Board. (2014). *Riceberry, a New Fragrant Rice Strain, Changing the Lives of Thai Farmers*. Panyachon Publishing House, Bangkok.
- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. and 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)
- Akbaria, M., Eskandarib, M.H. and Davoudic, Z. (2019). Application and Functions of Fat Replacers in Low-fat Ice Cream: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.036>
- AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC International* (17thed). Gaithersburg, MD, U.S.A.
- Azari-Anpar, M., Khomeiri, M., Ghafouri-Oskuei, H., and Aghajani, N. (2017). Response Surface Optimization of Low-fat Ice Cream Production by Using Resistant Starch and Maltodextrin as a Fat Replacing Agent. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 1175-1183. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2492-0>
- Chompreeda, P. (2007). *Sensory Evaluation and Consumer Acceptance*. Kasetsart University, Bangkok.
- Fernandes, D.S., Leonel, M., Bem, M.S.D., Mischon, M.M., Garcia, E.L. and Santos, T.P.R. (2017). Cassava Derivatives in Ice Cream Formulations: Effects on Physicochemical, Physical and Sensory Properties. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 1357-1367. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2533-8>

- Garcia, R.S., Marshall, R.T. and Heymann, H. (2009). Low Fat Ice Cream from Freeze-Concentrated Versus Heat-Concentrated Nonfat Milk Solids. *Journal of Dairy Science*, 78(11), 2345-2351. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76861-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76861-8)
- Guzeler, N., Kagar, A. and Say, D. (2011). Effect of Milk Powder, Maltodextrin and Polydextrose use on Physical and Sensory Properties of Low Calorie Ice Cream During Storage. *Academic Food Journal*, 9(2), 6-12.
- Khumkhom, S. (2019). Effect of Riceberry Flour on Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Steamed Bun. *Thai Science and Technology Journal*, 28(11), (2025-2038). <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/208145/169716>
- Marshall, R.T. and Arbuckle, W.S. (1996). *Ice cream* (5thed). Chapman & Hall, New York.
- Marshall, R.T., Goff, H.D. and Hartel, R.W. (2003). *Ice Cream* (6thed). Kluwer Academic Plenum Publisher, New York, U.S.A.
- Peasura, N., Sinchaipanit, P. and Sangsuriyawong, A. (2023). Effect of Whey Protein Isolate and Inulin as a Fat Replacer on Physicochemical Properties of Low-Fat Ice Cream. *Journal of Food Research and Product Development*, 53(1), 5-18. <https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/JFRPD/article/view/5225/2560>
- Rattanapanon, N. (2014). *Milk Chemistry and Milk Product*. Odeon Store, Bangkok.
- Ruansupa, P. and Surapat, S. (2007). Effect of Sugar Content and Whey Protein Concentrate on Quality of Sherbet. In *Proceedings of 45th Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics, Agro-Industry*. (pp. 469-475). Bangkok: Kasetsart University.
- Russel, T.A. (2004). *Comparison of Sensory Properties of Whey and Soy Protein Concentrates and Isolate* [Unpublished Master Degree Thesis]. North Carolina State University.
- Saentaweek, S. and Aukkanit, N. (2022). Effects of Whey Protein Isolate and Soy Protein Isolate as Fat Replacers on the Physicochemical and Sensory Properties of Low-Fat Chocolate Ice Cream. *Burapha Science Journal*, 27(1), 666-701. <https://scijournal.buu.ac.th/index.php/sci/article/view/4211>
- Thiangtham, N. (2001). *Application of Mixed Fat Replacers in Low Fat Coconut Milk Ice Cream* [Unpublished Master of Science Thesis]. Kasetsart University.
- Yan, L., Yu, D., Liu, R., Jia, Y., Zhang, M., Wu, T. and Sui, W. (2021). Microstructure and Meltdown Properties of Low-Fat Ice Cream: Effects of Microparticulated Soy Protein Hydrolysate/Xanthan Gum (MSPH/XG) Ratio and Freezing Time. *Journal of Food Engineering*, 291, 110291. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110291>