ผลของการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนม

EFFECTS OF JERUSALEM ARTICHOKE *(HELIANTHUS TUBEROSUS.)* PURAE ADDITION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS AND SENSORY ACCEPTANCE OF MILK ICE CREAM

ดุสิต บุหลัน*[1] *ณัฐชรัฐ แพกุล[1] อภิญญา พุกสุขสกุล[1] สกุลตรา ค้ำชู[2]*

Dusit Bulan*[1] *, Natcharat Paekul[1], Apinya Phuksuksakul[1], Sakuntra Kumchoo[2]*

[1]สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[1]Department of Foods and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

[2]สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

[2]Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University.

**Corresponding author, e-mail: Dusit_b@rmutt.ac.th*

Received: *22 January 2021;* ***Revised:*** *4 March 2022;* ***Accepted:*** *31 March 2022*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ต่อลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนม วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในไอศกรีมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ลักษณะของไอศกรีมเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการเสริมคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) แต่คุณลักษณะด้าน สี ไม่มีความแตกต่างกัน ($p\geq0.05$) โดยสามารถเสริมแก่นตะวันพิวเร่ที่ระดับร้อยละ 20 ผู้ทดสอบให้การยอมรับไอศกรีมแก่นตะวันในระดับชอบปานกลาง การเพิ่มปริมาณแก่นตะวันพิวเร่มากขึ้นส่งผลให้มีค่าความหนืด ค่าความแน่นแข็ง และค่าอัตราการละลาย สูงขึ้น แต่มีค่าอัตราการขึ้นฟู ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ด้านค่าสี L^* และ b^* เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี a^* มีค่าลดลง เมื่อเพิ่มพิวเร่แก่นตะวันในปริมาณที่มากขึ้น ($p\leq0.05$) โดยตำรับไอศกรีมแก่นตะวันมีส่วนผสมดังนี้ แก่นตะวันร้อยละ 12.96 นมสดร้อยละ 49.46 วิปปิ้งครีมร้อยละ 18.55 นมผงร้อยละ 3.09 น้ำตาลทรายร้อยละ 15.45 สารให้ความคงตัวร้อยละ 0.19 และเจลาตินร้อยละ 0.31

คำสำคัญ: แก่นตะวัน แก่นตะวันพิวเร่ ไอศกรีมนม

Abstract

The objective of this research aimed to study the effects of added Jerusalem artichoke puree at different concentrations including 0%, 10%, 20%, and 30% on physical characteristics and sensory acceptance of milk ice cream. Duncan's New Multiple Range Test was used for comparing means in an analysis of variance at 95% confidence level. The study results showed that the addition of Jerusalem artichoke puree in milk ice cream tended to change characteristics of milk ice cream in accordance with characteristic enhancement with regard to appearance, smell, taste, texture, and overall preference, statistically significant ($p<0.05$) but color characteristic was not statistically significant ($p\geq0.05$). Jerusalem artichoke puree could be added at 20%. Testers accepted Jerusalem artichoke ice cream at a moderate level of preference. The addition of more Jerusalem artichoke puree to ice cream resulted in an increase in viscosity value, firmness value, and melting rate, and a decrease in overrun value compared to the control recipe. *L** and *b** values increased whie *a** value decreased with an increase in the addition of Jerusalem artichoke puree ($p\leq0.05$). The recipe of Jerusalem artichoke puree ice cream included 12.96 Jerusalem artichoke puree, 49.46% fresh milk, 18.55% whipping cream, 3.09% milk powder, 15.45% sugar, 0.19% stabilizer, and 0.31% gelatin.

Keywords: Jerusalem artichoke, Jerusalem artichoke Puree, Milk ice cream

บทนำ

ไอศกรีมเป็นอาหารว่างของชาวตะวันตกที่มีผู้นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในทุกเพศทุกวัย และเป็นที่รู้จักในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก [1] ไอศกรีมจัดเป็นผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งที่ผลิตขึ้นจากการนำส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ นม หรือหางนม ไขมันนม น้ำตาล สารให้ความคงตัว สารอิมัลซิไฟเออร์ สี และสารให้กลิ่นรส ผสมรวมกัน แล้วนำไปผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ โฮโมจีไนส์ ทำให้เย็น บ่ม ปั่นให้เป็นไอศกรีม และนำไปทำให้แข็ง [2] เนื่องจากไอศกรีมนั้นมีรสชาติที่หวานและเย็น อีกทั้งมีส่วนผสมของรสชาติและการแต่งกลิ่น ซึ่งสามารสรับประทานได้ง่ายทั้งเด็กและผู้ใหญ่ [3] ในปัจจุบันได้มีการศึกษาและพัฒนาการผลิตไอศกรีมเพื่อสุขภาพมากขึ้น เช่น การศึกษาพัฒนาไอศกรีมดอกโสน เพื่อเพิ่มเส้นใยในอาหารและคุณค่าทางโภชนาการที่ดีต่อสุขภาพ เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพมากขึ้น [4] การศึกษาผลของมะรุมผงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไอศกรีมนม พบว่า การเติมมะรุมผง มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น [3] การใช้สตีเวียและมอลทิทอลต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพ การทดสอบทางประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเชอร์เบทหม่อน พบว่า การใช้สตีเวียและมอลทิทอลทดแทนน้ำตาลในเชอร์เบท เหมาะสมเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการไอศกรีมที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำและไขมันต่ำ [5]

แก่นตะวันหรือทานตะวันหัว (Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) หรือ Sunchoke) เป็นพืชที่มีดอกสีเหลืองคล้ายดอกบัวตองแต่มีหัว รูปร่างคล้ายขิงอวบ มีสีขาว และกรอบคล้ายแห้ว เมื่อดิบ มีรสหวานเล็กน้อย เป็นพืชตระกูลเดียวกับทานตะวัน เป็นพืชล้มลุกเพาะปลูกในเขตร้อนได้ดี มีถิ่นกำเนิดแถบทวีปอเมริกาเหนือ [6] ปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้เพาะปลูกในหลายพื้นที่ ซึ่งหัวแก่นตะวันมีคุณประโยชน์ทางโภชนาการที่มีคุณสมบัติด้านใยอาหาร เป็นสารพรีไบโอติก ช่วยลดระดับไขมันในเส้นเลือด อีกทั้งแก่นตะวันยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หัวแก่นตะวัน มีคาร์โบไฮเดรต ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปอินนูลินโดยเป็นพอลิเมอร์ของฟรุคโตส [7] จึงมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำแก่นตะวันมาใช้บริโภคเพื่อเป็น

อาหาร ส่วนหัวของแก่นตะวันมีสารอินนูลิน และฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ ทำให้สุขภาพดีได้ อินนูลินในแก่นตะวันเป็นสารอาหารกลุ่มหนึ่งที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารส่วนบน แต่จะสามารถผ่านไปยังลำไส้ใหญ่เพื่อเป็นอาหารของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน และยับยังการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค [8] เพราะฉะนั้นจึงสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพได้

ดังนั้นเพื่อพัฒนาไอศกรีมที่มีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก และใยอาหารจากหัวแก่นตะวัน ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำหัวแก่นตะวันมาใช้ประโยชน์ โดยผสมลงในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม เพื่อให้ไอศกรีมมีประโยชน์ในแง่คุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มใยอาหาร อีกทั้งยังเป็นทางเลือกให้กับผู้ที่ชื่นชอบในการรับประทานไอศกรีม และผู้ที่สนใจในอาหารเพื่อสุขภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ต่อลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดเลือกตำรับพื้นฐานในการผลิตไอศกรีมนม

ศึกษาและทดลองการผลิตไอศกรีมนมโดยตำรับที่ 1 [9] ตำรับที่ 2 [10] ตำรับที่ 3 [11] ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือกตำรับที่เหมาะสมในการผลิตเป็นไอศกรีม พบว่า ตำรับที่ 3 ได้รับการยอมรับที่ชอบปานกลางและมีค่าความชอบรวมมากที่สุดที่ 7.93 จึงได้นำมาเป็นตำรับพื้นฐานเพื่อพัฒนาในการผลิตไอศกรีมแก่นตะวัน โดยมีส่วนผสมดังนี้ นมสด (เมจิ) ร้อยละ 56.82 วิปปิ้งครีม (แองเคอร์) ร้อยละ 21.31 นมผง (แดรี่ฟาร์ม) ร้อยละ 3.55 น้ำตาลทราย (ลิน) ร้อยละ15.76 สารให้ความคงตัว ร้อยละ 0.21 และเจลาตินผง (แม็กกาเร็ต) ร้อยละ 0.36

วิธีการผลิตไอศกรีมดัดแปลงวิธีการผลิตจากนาตยา อังคนาวิน และคณะ [5] นำส่วนผสมที่เป็นของแห้งผสมกับส่วนผสมที่เป็นของเหลว คนจนละลายนำส่วนผสมทั้งหมดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C ระยะเวลา 10 นาที เทใส่ในภาชนะปิดสนิทและนำมาลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วจนส่วนผสม (ไอศกรีมมิกซ์) ถึงอุณหภูมิ 4°C และนำไปบ่มในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C นาน 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไอศกรีมมิกซ์ไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม (Frigomat รุ่น G10) นาน 15 นาที เมื่อไอศกรีมแข็งตัวให้บรรจุลงในกล่องพาสติก แช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัส [12]

2. การเตรียมแก่นตะวันพิวเร่

นำหัวแก่นตะวันสด (ไร่บ้านแก่นตะวันทอง จังหวัดนครราชสีมา) ทำความสะอาด คัดแยกสิ่งปลอมปนออก ปอกเปลือกและหั่นเป็นแผ่นหนาประมาณ 40-50 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.25 (w/v) เป็นเวลา 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ตามวิธีการของวิภาวี ศรีคำภา [13] จากนั้นนำไปลวกในน้ำเดือดนาน 5 นาที สะเด็ดน้ำออกด้วยที่สลัดน้ำออกจากผัก (Salad Spinner) ตามวิธีการของกฤติกา โพธิ์เย็นและสุนทรี สุวรรณสิชณน์ [14] เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในแก่นตะวัน นำไปปั่นด้วยเครื่องบดสับอาหาร (Philips รุ่น HR2118) กำหนดใช้ความเร็วในการปั่นคงที่เป็นเวลา 5 นาที (พักคนส่วนผสมทุก 1 นาที)

3. การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในไอศกรีมนม

นำตำรับไอศกรีมที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากข้อ 1 มาทำการเสริมปริมาณแก่นตะวันพิวเร่ที่ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมของไอศกรีมตำรับพื้นฐาน เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร เนื้อสัมผัสของไอศกรีมนม และทำการผลิตไอศกรีมโดยใช้วิธีการเดียวกัน

4. การทดสอบสอบคุณภาพของไอศกรีม

4.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

4.1.1 การวัดอัตราการขึ้นฟู (% overrun) โดยชั่งน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีมหลังแช่เยือกแข็งแล้วนำไปวัดการขึ้นฟู ด้วยการบรรจุไอศกรีม ให้เต็มถ้วยบนเครื่องชั่ง ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ และนำข้อมูลไปคำนวณค่าร้อยละการขึ้นฟู ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (n = 3) [15]

$$\% \text{ overrun} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ - น้ำหนักหนักไอศกรีม}}{\text{น้ำหนักหนักไอศกรีม}} \times 100$$

4.1.2 การวัดความหนืด (viscosity) โดยนำไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4°C วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้ หัวเข็ม (spindle number) เบอร์ 2 ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 4+0.5°C ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (n = 3) [16]

4.1.3 การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer วัดความแน่นแข็ง (hardness) โดยใช้หัว วัดชนิดทรงกรวย (cone probe) เบอร์ P/30C ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (n = 3) [1]

4.1.4 การวัดอัตราการละลาย (melting rate) โดยการนำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุเต็มถ้วยพาสติก 50 กรัม หลังผ่านการแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิเริ่มต้นของตัวอย่างคือ -15 °C ปล่อยให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง 25+1 °C โดยจับเวลาการละลาย แล้วชั่งน้ำหนักของเหลวที่ละลายออกมาทุก ๆ 5 นาที [17]

$$\text{อัตราการละลาย (ร้อยละ/กรัม/นาที)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100$$

4.1.5 วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab (Color Flex) ในระบบ L* a* b* ซึ่งค่า L* แสดงถึงค่าความสว่างและความมืด มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 L* มีค่า 0 หมายถึง สีดำ L* มีค่า 100 หมายถึง สีขาว ค่า a* แสดงค่าความเป็นสีแดง - สีเขียว a* มีค่าบวก หมายถึง สีแดง a* มีค่าลบ หมายถึง สีเขียว ค่า b* แสดงความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน b* มีค่าบวก หมายถึง สีเหลือง b* มีค่าลบ หมายถึง สีน้ำเงิน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (n = 3) [1]

4.2 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการใช้ 9-Point Hedonic Scaling Test (คะแนนเท่ากับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกจำนวน 50 คน [12] ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ผ่านการประเมินและได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ภายใต้รหัสการรับรอง COE.1-057/2019

5. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design; RCBD) [1] และการทดสอบสมบัติทางกายภาพวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป [5]

ผลการวิจัย

1. ผลของการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ต่อลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมแก่นตะวัน

ผลของการวิเคราะห์ทางกายภาพของไอศกรีม พบว่า การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ที่ระดับต่างกัน ส่งผลให้ไอศกรีมมีค่าความหนืด (viscosity) ความแน่นแข็ง (Hardness) และอัตราการละลาย (melting rate) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนการขึ้นฟู (over run) มีแนวโน้มลดลง

1.1 ค่าความหนืด (viscosity) ของไอศกรีมมิกซ์ โดยมีค่าความหนืดอยู่ที่ 210.43, 265.44, 278.81 และ 297.36 centipoise ตามลำดับ ค่าความหนืดมีค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้แก่นตะวันพิวเร่ซึ่งมีอินนูลินเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ประเภทไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติจับกับโมเลกุลของน้ำ และเมื่อได้รับความร้อนจึงมีลักษณะเป็นเจล ที่ส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น [18] ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการขึ้นฟู อัตราการละลาย และความแน่นแข็งของไอศกรีม

1.2 อัตราการขึ้นฟู (over run) มีแนวโน้มที่ลดลง มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 56.81, 54.58, 51.63 และ 49.89 ตามลำดับ โดยปกติความหนืดของไอศกรีมมิกซ์มีส่วนช่วยทำให้เกิดการจับอากาศดีขึ้น อีกทั้งความหนืดของไอศกรีมมีความสำคัญที่เป็นตัวควบคุมปริมาณของแข็งที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างของไอศกรีม ที่ได้มาจากนมน้ำตาล ปริมาณเนื้อของวัตถุดิบ รวมทั้งสารให้ความคงตัว และการบ่มไอศกรีม [19]

1.3 ความแน่นแข็ง (hardness) โดยมีค่าอยู่ที่ 287.65, 420.22, 720.56 และ 953.61 กรัม ตามลำดับ การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในระดับต่างกันส่งผลให้ค่าความแน่นแข็งของไอศกรีมนมเพิ่มขึ้น เกิดจากปริมาณอากาศภายในไอศกรีมมีปริมาณน้อย ส่งผลให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อแน่น จึงต้องใช้แรงกดที่สูงขึ้น ซึ่งความแน่นแข็งของไอศกรีมที่เพิ่มขึ้นอาจมีความสำพันธ์กับความหนืดของไอศกรีมมิกส์ และการขึ้นฟูของไอศกรีม [20]

1.4 อัตราการละลาย (melting rate) โดยมีค่าอยู่ที่ 0.74, 1.29, 1.89 และ 2.67 ตามลำดับ การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ที่เพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อการอัตราการละลาย ส่งผลให้อัตราการละลายของไอศกรีมเพิ่มขึ้น และส่งผลทำให้อัตราการละลายเร็วขึ้น เนื่องจากปริมาณฟองอากาศที่มีในไอศกรีมสูงจึงส่งผลให้อัตราการละลายของไอศกรีมต่ำ เนื่องจากปริมาณ ฟองอากาศที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนมากจึงส่งผลให้มีคุณสมบัติป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก สู่ภายในเนื้อไอศกรีม [18]

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านความหนืด อัตราขึ้นฟู ความแน่นแข็ง และอัตราการละลายของไอศกรีมแก่นตะวัน

แก่นตะวันพิวเร่ (ร้อยละ)	ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพ (Mean ± SD.)			
	ความหนืด (centipoise)	อัตราขึ้นฟู (over run) (ร้อยละ)	ความแน่นแข็ง (hardness) (กรัม)	อัตราการละลาย (melting rate) (ร้อยละ/กรัม/นาที)
0	210.43±0.61^{d}	56.81±0.29^{a}	287.65±41.18^{d}	0.74±0.92^{d}
10	265.44±1.34^{c}	54.58±0.38^{b}	420.22±52.39^{c}	1.29±0.40^{c}
20	278.81±0.98^{b}	51.63±0.23^{c}	720.56±78.20^{b}	1.89±0.14^{b}
30	297.36±0.58b^{a}	49.89±1.43^{d}	953.61±84.36^{a}	2.67±0.83^{a}

หมายเหตุ สัญลักษณ์ a, b, c, d ในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

1.5 การวิเคราะห์ทางกายภาพด้านสีของไอศกรีมนมเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในระดับต่าง ๆ ในระบบ CIE L* a* b* โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ดังตารางที่ 3 พบว่า ค่าสี L* a* b* ไอศกรีมนมตำรับพื้นฐาน และไอศกรีมนมที่เสริมแก่นตะวันพิวเร่ทุกระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สีของไอศกรีมนมได้มีการเสริมแก่นตะวันพิวเร่จะมีแนวโน้มไปทางสีขาวขุ่นมากขึ้นตามระดับการเสริม

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสีของไอศกรีมแก่นตะวัน

แก่นตะวันพิวเร่ (ร้อยละ)	ค่าสี (Mean ± SD.)		
	*L**	*a**	*b**
0	74.88±0.81^{a}	2.04±0.74^{d}	12.39±0.94^{a}
10	73.41±0.56^{b}	3.21±0.20^{c}	11.55±0.47^{b}
20	71.20±0.26^{c}	3.35±0.66^{b}	11.25±0.79^{c}
30	69.06±0.10^{d}	3.36±0.16^{a}	11.05±0.77^{d}

หมายเหตุ สัญลักษณ์ a, b, c, d ในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

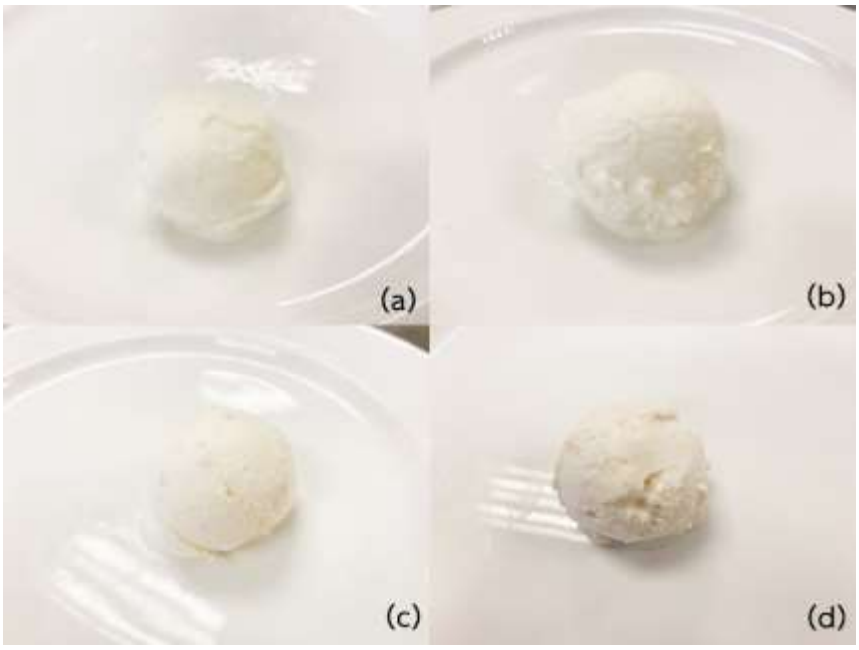
การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในไอศกรีมนมที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยพบว่า คุณลักษณะของไอศกรีมเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการเสริม คุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่คุณลักษณะด้าน สี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) เนื่องจากแก่นตะวันพิวเร่มีกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์ เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามระดับการเสริมส่งผลให้ผู้ทดสอบได้รับกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของแก่นตะวันมากขึ้น อีกทั้งทำให้ความหวานของไอศกรีมลดน้อยลง แต่ไม่ส่งผลในด้านสี โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับไอศกรีมนมเสริมแก่นตะวันที่ระดับร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบรวม คือ 7.65±1.11 และมีคะแนนความชอบรวมมากกว่ากว่าเสริมแก่นตะวันในระดับอื่น

ตารางที่ 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในไอศกรีมนม (n=50)

คุณลักษณะ	แก่นตะวันพิวเร่ (Mean ± SD.)			
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30
ลักษณะปรากฏ	7.85 ± 1.05^{a}	7.60 ± 1.39^{ab}	7.35 ± 0.81^{b}	7.30 ± 1.00^{b}
สี ^{ns}	7.45 ± 0.99	7.25 ± 1.30	7.25 ± 1.26	7.25 ± 1.08
กลิ่น	7.40 ± 0.84^{a}	7.15 ± 0.73^{b}	7.15 ± 0.93^{b}	7.00 ± 0.69^{c}
รสชาติ	7.65 ± 1.05^{a}	7.50 ± 0.92^{b}	7.51 ± 0.83^{b}	7.10 ± 0.71^{c}
เนื้อสัมผัส	7.75 ± 0.75^{a}	7.50 ± 0.79^{abc}	7.35 ± 0.91^{bc}	7.20 ± 1.00^{c}
ความชอบรวม	7.85 ± 1.15^{ab}	7.50 ± 1.39^{b}	7.65 ± 1.11^{ab}	7.10 ± 1.00^{c}

หมายเหตุ สัญลักษณ์ a, b, c ในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\geq0.05$)



ภาพที่ 1 ไอศกรีมนมที่เสริมแก่นตะวันพิวเร่ในระดับที่แตกต่างกัน

(a) ตำรับควบคุม (b) แก่นตะวันพิวเร่ร้อยละ 10 (c) แก่นตะวันพิวเร่ร้อยละ 20 (d) แก่นตะวันพิวเร่ร้อยละ 30

สรุปและอภิปรายผล

การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ในไอศกรีมในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 มีแนวโน้มให้ลักษณะของไอศกรีมเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการเสริม การวิเคราะห์ทางกายภาพของไอศกรีม การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ที่มากขึ้นส่งผลให้ไอศกรีมมีค่าความหนืด ความแน่นแข็ง และอัตราการละลาย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งในแก่นตะวันมีอินนูลินเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีสมบัติจับกับโมเลกุลของน้ำและได้รับความร้อนเกิดลักษณะเป็นเจลเมื่อมีปริมาณอินนูลินที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์เพิ่มขึ้น [19] ซึ่งสอดคลองกับจิราภัทร โอทอง

และคณะ [21] ได้ศึกษาใช้อินนูลินทดแทนน้ำตาลทรายในไอศกรีมนมเสริมอกไก่ และ Samakradhamrongthai [22] ศึกษาการใช้อินนูลินในไอศกรีมลดไขมัน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณอินนูลินในไอศกรีมมิกซ์ทำให้ค่าความหนืดสูงขึ้น ส่งผลต่อความแน่นแข็ง อัตราการละลาย และอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีม ซึ่งความหนืดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การรวมตัวของอากาศ และเซลล์ของอากาศมีขนาดเล็ก แต่การเสริมแก่นตะวันพิวเร่ทำให้อัตราการขึ้นฟูลดลง เนื่องจากแก่นตะวันพิวเร่มีกากใยอาหารขนาดใหญ่ส่งผลกระทบต่อการกักเก็บอากาศ และโครงสร้างของเม็ดไขมันลดลง ซึ่งสอดคลองกับนันทวรรณ ฉวีวรรณ์ [4] ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดอกโสน พบว่า ไอศกรีมที่มีปริมาณดอกโสนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าอัตราการขึ้นฟูลดลง และนวพร ลาภส่งผล และคณะ [3] ได้ศึกษาผลของมะรุมผงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไอศกรีมนม พบว่า การเติมมะรุมผง (เปลือก เนื้อ และเมล็ดมะรุม) ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักไอศกรีม ส่งผลให้ขัดขวางการเกิดโครงสร้างร่างแหของเม็ดไขมัน และการจับอากาศลดลง เมื่อนำไอศกรีมเสริมแก่นตะวันพิวเร่มาทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้าน สี และปริมาณการเสริมแก่นตะวันพิวเร่ที่ระดับ ร้อยละ 20 ได้รับการยอมรับมากที่สุดและไม่มีความแตกต่างกับตำรับควบคุม การเสริมแก่นตะวันในไอศกรีมช่วยให้ได้รับประโยชน์จากอินนูลิน และใยอาหารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก อีกทั้งช่วยส่งเสริมด้านเศรษฐกิจกับเกษตรกรผู้ปลูกแก่นตะวัน และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาไอศกรีมเชิงพาณิชย์ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากทุนอุดหนุนโครงการวิจัยงบประมาณรายได้ ปี 2563 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

เอกสารอ้างอิง

[1] Paekul, N., Ingsrisawang, L., & Limsuwan, T. (2014, May-August). Effect of Sugar Substitutes Sucralose and Maltitol on Sensory, Physical and Chemical Characteristics of Sherbet Ice Cream. *Journal of Home Economics*. 57(2), 21-30.

[2] Chinabhark, K. (2017, January-March). Development of Germinated Chaiya Brown Rice Yogurt Ice Cream. *Kmutt Research and Development Journal*. 40(1), 17-26.

[3] Lapsongphon, N., Sukkasem, J., Kchentornpak, N. & Changso, S. (2018, January-April). Effect of *Moringa oleifera* Powder on Physicochemical Properties of Milk Ice Cream. *Agricultural Science Journal*. 49(2)(Suppl.), 589-592.

[4] Nantawan Chaweewan. (2013). *The Development of the Novel Sesbania Flower Ice Cream*. Research report, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. Research and Development Institute

[5] Ungkanavin, N., Techakriengkrai, T., & Limsuwan, T. (2019, July-December). Effect of Stevia and Maltitol on Physico-Chemical, Sensory, Nutritional, and Antioxidant Properties of Mulberry Sherbet. *Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology*. 11(22), 78-90.

[6] Nantawan Chaweewan. (2013). *The Development of the Novel Sesbania Flower Ice Cream*. Research report, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. Research and Development Institute

[7] Joloy, S., Thanonkeo, P., & Puttha, R. (2008). Jerusalem artichoke. *Kaset Kaona Journal*. 21(2), 57-65.

[8] Wisarn Bunprakob. (2012). *The feasibility study on the investment grows Jerusalem Artichoke in khaoko district, Phetchabun Province*. In Research report, Phetchabun: Phetchabun Rajabhat University. Research and Development Institute.

[9] Christoffer Hruskova. (2020, July 13). Milk Ice Cream Recipe. Retrieved August 09, 2020, from https://www.greatbritishchefs.com/recipes/milk-ice-cream-recipe

[10] Ferrari, S. (2016) *Ice cream adventures: More than 100 deliciously different recipes*. NY, NY: Rodale.

[11] Dusit Bulan. (2020). *Snacks and Beverages*. (Unpublished manuscript). Department of Home Economics. Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University.

[12] Limsuwan, T., Paekul, N., & Ingsriwan, L. (2014). Effect of butterfly pea extract and flower petals on sensory, chemical and microbiological characteristics of sugar-free ice cream. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 7(01), 57-67.

[13] Wiphawee Srikhampha. (2008). *Inulin in Jerusalem Artichoke : Extraction, Determination and Effect on Physical and Chemical Properties of Low Fat Cake*. Master of Science (Food Technology). Khon Kaen: Faculty of Technology, Graduate School, Khon Kaen University

[14] Bhoyen, K., & Suwonsichon, S. (2013). Effects of blanching and acid treatments on chemical and physical properties of Jerusalem artichoke powder. In *Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics, Agro-Industry* (pp. 178-185). Bangkok (Thailand).

[15] Charoenphun, N. (2019). Production of Low Fat Ice Cream from Black Glutinous Rice Milk. *Journal of Food Technology, Siam University*, 14(1), 1-11.

[16] Nuntaporn Aukkanit. (2011). *Development of Herbal Ice-cream*. In Research report. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University. Research and Development Institute.

[17] Phungamngoen, C., Choosuk, N., Namsui, N., & Chaiyo, S. (2015, January-June) Effect of somes stabilizer on qualities of corn milk ice cream. *Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology*. 7(13), 1-14.

[18] Kowittaya, C,. Thongngam, M., & Surapat, S. (2006). Quality improvement of reduced fat vanilla ice cream by inulin. In *Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference : Agro-Industry, Economics and Business Administration*. (pp. 438-445). Bangkok (Thailand).

[19] Goff H.D., & Hartel, R.W. (2013). *Ice Cream*. 7th ed. New York: Springer.

[20] Clarke, C. (2004) *The Science of Ice Cream*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

[21] Othong, J., Klinmalai, L., & Chareonchai, A. (2020, January-June). The Using of Inulin Replaced with Sugar in Milk Ice Cream Supplemented with Chicken Breast. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi.* 19(1), 39-50.

[22] Samakradhamrongthai, R., Jannu, T., Supawan, T., Khawsud, A., Aumpa, P., & Renaldi, G. (2021). Inulin application on the optimization of reduced-fat ice cream using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*. 119, 106873.