บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวกล้องข้าวเจ้าหอมมะลิ ตราด็อกเตอร์กรีน (ซื้อที่บริษัท ดารินกรีน จำกัด)

ข้าวกล้องข้าวเหนียว ตราด็อกเตอร์กรีน (ซื้อที่บริษัท ดารินกรีน จำกัด)

ข้าวฟ่าง ตราด็อกเตอร์กรีน (ซื้อที่บริษัท ดารินกรีน จำกัด)

ลูกเดือย ตราด็อกเตอร์กรีน (ซื้อที่บริษัท ดารินกรีน จำกัด)

เมล็ดบัวจีน ตราด็อกเตอร์กรีน (ซื้อที่บริษัท ดารินกรีน จำกัด)

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ตรามิตรผล (บริษัท รวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด ซื้อที่ supermarket)

กลูโคสซีรัป ตรา ปลาแฟนซีคาร์ป (ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญวรกิจ ซื้อที่ตลาดสามย่าน) มีค่า Dextrose Equivalent (DE) เท่ากับ 38.0 – 43.0 และมีความเข้มข้นเท่ากับ 85.5 $^{\circ}$Brix

ไขมันผสมพิเศษสำหรับผลิตไอศกรีม (ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท น้ำมันพืชปทุม จำกัด) มีส่วนผสมของน้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าวผ่านกรรมวิธี มีจุดหลอมเหลวที่ 32 $^{\circ}$C

สารให้ความคงตัวผสมอิมัลซิฟายเออร์ (Cremodan$^{®}$SE 734 VEG ; ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ สเปเชียลตี้ส์ จำกัด) ประกอบด้วย Mono- and diglycerides of fatty acids (E 471), Guar gum (E 412), Sodium carboxymethylcellulose (E 466), Carrageenan (E 407) และ antioxidants

โพลีเด็กซ์โทรส (Litesse$^{®}$; ซื้อที่ บริษัท รามาโปรดั๊กชั่น จำกัด)

มอลโทเด็กซ์ทริน DE 10 (Neo Maldex ; ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท วินเนอร์กรุ๊ป เอ็นเตอร์ไพรซ์ จำกัด)

corn syrup solids DE 42 (ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ สเปเชียลตี้ส์ จำกัด)

โปรตีนถั่วเหลือง (soy protein isolate ;ซื้อที่ บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด) มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 90

นมผงขาดมันเนย ตรา Dairy Group (สั่งซื้อทาง www.icecreamfanclub.com) ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 0.7 MSNF ร้อยละ 96.3 โปรตีนร้อยละ 36.0

3.2 สารเคมี

3.2.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

Boric acid	(A.R.)
Catalyst-selenium mixture	(A.R.)
Ethanol	(A.R.)
Methyl red-methylene blue indicator	(A.R.)
Petroleum ether	(A.R.)
Sodium hydroxide	(A.R.)
Sulfuric acid (96.2%, ถพ. 1.84)	(A.R.)
Hydrochloric acid (36.5 – 38.0%, ถพ. 1.18)	(A.R.)

3.2.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

Brilliant green lactose bile broth (BGLB), 2%	(Merck)
Lauryl sulfate tryptose broth (LST)	(Merck)
Peptone water	(Merck)
Plate count agar (PCA)	(Merck)
Potato dextrose agar (PDA)	(Merck)
Tartaric acid	(A.R.)

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 การผลิตไอศกรีม

Water bath (Memmert, WB 14)

เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius, B 310S)

เครื่องโม่ไฟฟ้า (Soy bean grinder; Lita brand, NSB-6)

เครื่องร่อนแป้ง (Retsch, type vibro)

เครื่องโฮโมจิไนซ์ (APV, 15 MR-8TA)

เครื่องปั่นไอศกรีม (Taylor, 142-40)

ตู้แช่เย็น อุณหภูมิ 4 $^{\circ}$C (Mitsubishi electric, MR-F29M-SL)

ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -15 °C (Sanyo, SF-C95)

ตะแกรง 50 70 และ 100 เมช

3.3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

ตู้อบลมร้อน (hot air oven; Memmert, model 600)

ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet extractor; Soxtherm Gerhardt, HC61)

เครื่องย่อยโปรตีน (Buchi, K-424)

เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Buchi, B-324)

เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A 200S)

เตาเผา (Carbolite, CWF-1200)

Hot plate

3.3.3 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler-Toledo, AB204)

ตู้บ่มเชื้อ (WTC ,Binder)

Autoclave (Tony, SS-320)

ไมโครเวฟ (Daewoo, KOR-63 D7)

จานเพาะเชื้อ

ขวดใส่ตัวอย่างสำหรับทำ dilution

หลอดแก้ว

หลอดดักแก๊ส

3.3.4 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

Rheometer (Bohlin, C-VOR)

Brookfield viscometer (Brookfield, HADVI+)

ตะแกรงลวดขนาด 272 ช่อง/ตารางนิ้ว ขนาด 5 X 5 ตารางนิ้ว สำหรับหาอัตราการละลาย

3.3.5 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ทดสอบ

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแป้งธัญพืชและเมล็ดพืช

เตรียมแป้งจากธัญพืชและเมล็ดพืช 5 ชนิด คือ ข้าวกล้องข้าวเจ้า ข้าวกล้องข้าวเหนียว ข้าวฟ่าง ลูกเดือย และเมล็ดบัว โดยการโม่แห้งด้วยเครื่องโม่ไฟฟ้า ร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช เตรียมครั้งละ 500 g ยกเว้นข้าวฟ่าง เตรียมครั้งละ 300 g อบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นลดลง เหลือประมาณร้อยละ 7 นำแป้งที่ได้มาใช้ในงานวิจัยตลอดการทดลอง โดยบรรจุในถุงซิปและใส่ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตอีกชั้น และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -15 °C

3.4.1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งธัญพืชและเมล็ดพืช (A.O.A.C.,1995)

- ปริมาณความชื้น โดยวิธี Air oven method (ภาคผนวก ก.1)
- ปริมาณไขมัน โดยวิธี Ether extract (ภาคผนวก ก.2)
- ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method (ภาคผนวก ก.3)
- ปริมาณเถ้า โดยวิธี Direct method (ภาคผนวก ก.4)
- ปริมาณเส้นใยอาหาร (crude fiber) โดยวิธี Ceramic fiber filter method (ภาคผนวก ก.5)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ได้จากการคำนวณเป็นผลต่างจาก 100% กล่าวคือ

คาร์โบไฮเดรต (%) = 100 - (ความชื้น - ไขมัน - โปรตีน - เถ้า - เส้นใยอาหาร)

3.4.1.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งธัญพืชและเมล็ดพืช (ดัดแปลงจาก Chaisawang และ Suphantharika, 2005)

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งธัญพืชและเมล็ดพืช 5 ชนิด เพื่อหาอุณหภูมิในการเกิดเจลาทิไนซ์ (pasting temperature) โดยเตรียมสารละลายน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 2 ml ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ก่อนนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง rheometer ใช้โปรแกรม oscillation ตั้งให้อุณหภูมิค่อยๆ เพิ่ม จาก 25°C

เป็น 90°C โดยใช้เวลาทั้งหมด 1040 วินาที วัดด้วยหัววัด parallel plate ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 mm พล็อตกราฟระหว่างค่า เวลา (แกน x) กับ complex viscosity (แกน y) และ เวลา (แกน x) กับ อุณหภูมิ (แกน y) และดูจุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด จะได้ pasting temperature มีหน่วยเป็น °C

3.4.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมมิกซ์จากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม

ผสมแป้งข้าวกล้องข้าวเจ้า แป้งข้าวกล้องข้าวเหนียว แป้งข้าวฟ่าง แป้งลูกเดือย และแป้งเมล็ดบัว ในอัตราส่วน 11:7:2:8:7 โดยน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักรวมร้อยละ 6 (จากสูตรของ อรพิน เกิดชูชื่นและคณะ, 2544) ผสมกับ ไขมันร้อยละ 10 น้ำตาลร้อยละ 10 กลูโคสซีรัป DE 38.0 – 43.0 ร้อยละ 10 สารให้ความคงตัวผสมอิมัลซิฟายเออร์ (Cremodan®) ร้อยละ 0.5 และน้ำร้อยละ 63.5 ให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 5 นาที โฮโมจิไนซ์ที่ความดัน 2,500 และ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ตามลำดับ แล้วแปรอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ 3 ระดับ คือ 65 °C 69 °C และ 72 °C เป็นเวลา 30 นาที โดยที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นอุณหภูมิที่ อรพิน เกิดชูชื่นและคณะ (2544) ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากแป้งธัญพืชและเมล็ดพืช และเนื่องจากประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดว่าไอศกรีมมิกซ์ต้องผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 68.5 °C และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แต่เพื่อให้ควบคุมอุณหภูมิได้ง่ายจึงเลือกพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมมิกซ์ที่อุณหภูมิ 69 °C และที่เลือกพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมมิกซ์ที่อุณหภูมิ 72°C เนื่องจากวิธีในการพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมมิกซ์ในงานวิจัยนี้ เป็นแบบระบบไม่ต่อเนื่อง อาจทำให้ประสิทธิภาพในการพาสเจอร์ไรซ์ลดลง ดังนั้นจึงเลือกพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมมิกซ์ที่อุณหภูมิ 72°C นาน 30 นาที เหมือนกับงานวิจัยของ Rosnani และ Aini (2001) เพื่อให้แน่ใจว่าเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และมีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินมาตรฐานกำหนด นำไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้ว ทำให้เย็นทันที และบ่มไอศกรีมมิกซ์นาน 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°C ปั่นเป็นไอศกรีมและ hardening ที่อุณหภูมิ -15°C นาน 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัส ตามผังในรูปที่ 3.1

ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน เตรียมครั้งละไม่น้อยกว่า 2 kg

↓

ให้ความร้อนเบื้องต้นจนไอศกรีมมิกซ์มีอุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 5 นาที

↓

โฮโมจิไนซ์ที่ความดัน 2,500 และ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ตามลำดับ

↓

พาสเจอร์ไรซ์

↓

ทำให้เย็นทันทีในอ่างน้ำแข็ง และบ่มไอศกรีมมิกซ์นาน 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 °C

นำไปวัดความหนืดที่ อุณหภูมิ 4 °C และตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

↓

ปั่นเป็นไอศกรีมด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

↓

บรรจุใส่ถ้วยขนาด 1 ออนซ์ สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส

และใส่ถ้วยขนาด 4 ออนซ์สำหรับใช้ศึกษาการละลาย และหาค่าโอเวอร์รัน

↓

hardening ที่อุณหภูมิ -15 °C 24 ชั่วโมง

ก่อนนำมาวิเคราะห์ทางกายภาพและประสาทสัมผัส

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมของงานวิจัย

3.4.2.1 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีม

- **วัดความหนืดของไอศกรีมมิกซ์** (Goff และคณะ, 1990)

นำไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการบ่มแล้ว ที่มีอุณหภูมิ 4°C ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml ให้มีปริมาตร 200 ml วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ใช้หัววัดเบอร์ 3 ความเร็วรอบ 100 rpm อ่านค่าหลังจากมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 30 วินาที

- **หาปริมาณของแข็งทั้งหมด** (A.O.A.C., 1995)

ชั่งไอศกรีมมิกซ์หนัก 5 g ใส่ถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไประเหยน้ำออกบางส่วนด้วย water bath แล้วจึงอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C นาน 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง

การคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)} = 100 - \frac{[(A - B) \times 100]}{A}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

- **หาค่าโอเวอร์รัน** (overrun) **ของไอศกรีม** (Goff และคณะ, 1990)

ชั่งน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก และเมื่อปั่นไอศกรีมจนแข็งตัวแล้ว บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกใบเดิมจนเต็ม ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าโอเวอร์รัน (ปริมาตรเท่ากัน)

การคำนวณค่าโอเวอร์รัน

$$\text{ค่าโอเวอร์รัน (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักของไอศกรีมมิกซ์} - \text{น้ำหนักไอศกรีม})}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100$$

- **หาร้อยละการละลาย** (ดัดแปลงจาก Ohmes และคณะ, 1998)

ทำในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 1 °C โดยตัดก้นถ้วยพลาสติกและดันไอศกรีมที่ผ่านการ hardening แล้ว ซึ่งมีน้ำหนัก 95.5 ± 5 g ออกจากถ้วย วางบนตะแกรงลวดขนาด 272 ช่อง/ตารางนิ้ว มีภาชนะรองรับไอศกรีมที่ละลายอยู่ด้านล่าง เริ่มจับเวลาเมื่ออุณหภูมิของไอศกรีมที่ระดับลึกจากผิวหน้า 1 cm มีอุณหภูมิ -10 ± 0.5 °C ชั่งน้ำหนักของไอศกรีมที่ละลายทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที คำนวณร้อยละของการละลายที่ 30 นาที

การคำนวณร้อยละการละลาย

$$\text{ร้อยละการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100$$

- **หาอัตราการละลาย** (ดัดแปลงจาก Garcia และคณะ, 1995)

นำค่าร้อยละการละลายของไอศกรีมที่ละลายทุกๆ 5 นาที ไป plot graph เพื่อดูอัตราการละลายของไอศกรีม ให้แกน x เป็นเวลา และแกน y เป็นร้อยละการละลาย ณ เวลานั้นๆ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) (Montgomery, 1997)

3.4.2.2 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของไอศกรีมมิกซ์

- หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Standart Plate Count (Marshall, 1993) (ภาคผนวก ก.6)
- หาปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี Yeast – Mold Plate Count (Marshall, 1993) (ภาคผนวก ก.7)
- หาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม โดยวิธี Coliform test with a liquid medium (Marshall, 1993) (ภาคผนวก ก.8)

3.4.2.3 ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีม

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยฝึกให้ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ ด้วยวิธี triangle test ตามแบบทดสอบในภาคผนวก ข.2 และเลือกผู้ทดสอบที่สามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้มา 15 คน เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบเชิงพรรณนาแบบสเกลบอกระดับความเข้ม โดยใช้แบบทดสอบในภาคผนวก ข.3 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DNMRT ทดลอง 2 ซ้ำ (Montgomery, 1997)

3.4.3 ศึกษาหาปริมาณน้ำตาลและกลูโคสซีรัปที่เหมาะสมต่อคุณภาพของไอศกรีม

เนื่องจากไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม ไม่มีส่วนผสมจากนมและผลิตภัณฑ์นม จึงทำให้มีปริมาณของแข็งในสูตรต่ำ ดังนั้นจึงต้องใช้กลูโคสซีรัปร่วมกับน้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน โดยกลูโคสซีรัปจะช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งในสูตร แต่หากใช้มากเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหนียวหนืดและเกิดกลิ่นรสผิดปกติ จึงต้องศึกษาหาปริมาณการใช้กลูโคสซีรัปที่เหมาะสมโดยแปรปริมาณของกลูโคสซีรัป (DE 38.0 – 43.0) เป็น 3 ระดับ คือ 10 5 และ 0 ในสูตรที่ไม่ใส่กลูโคสซีรัปจะมีการเพิ่มปริมาณน้ำตาลให้มากกว่าสูตรอื่น เพื่อให้ความหวานของไอศกรีมไม่ต่ำเกินไป นอกจากนี้ ยังมีการเติมโพลีเด็กซ์โทรสเพื่อให้ปริมาณของแข็งในแต่ละสูตรเท่ากัน โดยมีสูตรของไอศกรีมดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของไอศกรีมในการศึกษาหาปริมาณน้ำตาลและกลูโคสซีรัปที่เหมาะสมต่อคุณภาพของไอศกรีม

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (% โดยน้ำหนัก)		
	S10/G10	S10/G5/P5	S15/P5
แป้งธัญพืช	6	6	6
ไขมัน	10	10	10
น้ำตาล (S)	10	10	15
กลูโคสซีรัป [1](G)	10	5	-
โพลีเด็กซ์โทรส (P)	-	5	5
Cremodan® [2]	0.5	0.5	0.5
น้ำ	63.5	63.5	63.5

[1] ปริมาณกลูโคสซีรัป คิดจากปริมาณของแข็ง
สูตรที่ 1 (S10/G10) น้ำตาลร้อยละ 10 และกลูโคสซีรัปร้อยละ 10
สูตรที่ 2 (S10/G5/P5) น้ำตาลร้อยละ 10 กลูโคสซีรัปร้อยละ 5 และโพลีเด็กซ์โทรสร้อยละ 5
สูตรที่ 3 (S15/P5) น้ำตาลร้อยละ 15 และโพลีเด็กซ์โทรสร้อยละ 5

[2] Cremodan® คือ สารให้ความคงตัวผสมอิมัลซิฟายเออร์

ผลิตไอศกรีมตามวิธีในรูปที่ 3.1 พาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมมิกซ์ด้วยอุณหภูมิที่ได้จากการศึกษาในข้อที่ 3.4.2

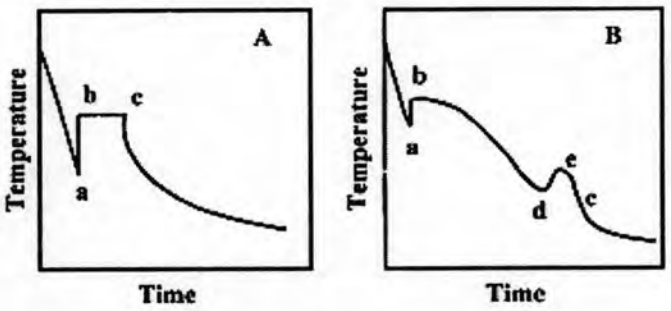
3.4.3.1 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีม

ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีมเหมือนดังข้อ 3.4.2.2 และวัดจุดเยือกแข็งของไอศกรีมมิกซ์ โดยวิธีของ Rahman และคณะ (2002)

- **วัดจุดเยือกแข็ง จาก** freezing curve (Rahman และคณะ, 2002)

ประกอบสาย thermocouple เข้ากับเครื่อง data logger และจุ่มปลาย thermocouple ลงในไอศกรีมมิกซ์ซึ่งบรรจุในถ้วยพลาสติกขนาด 4 ออนซ์ ให้อยู่กึ่งกลางของตัวอย่าง

วางไอศกรีมมิกซ์ที่มีสาย thermocouple เสียบอยู่แล้วใน nitrogen freezing chamber โดยตั้งอุณหภูมิภายในเท่ากับ -40 °C บันทึกอุณหภูมิและเวลาเพื่อนำไป plot freezing curve และหาจุดเยือกแข็งดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Typical cooling curves. A: water B : solution
a : ice crystallization temperature b : equilibrium or initial freezing point
c : end of freezing d : formation of solute crystal
e : eutectic point
ที่มา : Rahman และคณะ (2002)

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DNMRT (Montgomery, 1997)

3.4.3.2 ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีม

ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี hedonic scale และ ranking test เนื่องจากไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันน้อยมาก อาจทำให้คะแนนด้านความชอบรวมที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale มีค่าไม่แตกต่างกัน จึงใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี ranking test (ภาคผนวก ข.4) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 25 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DNMRT ทำการทดลอง 2 ซ้ำ (Montgomery, 1997) เลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชอบเป็นอันดับ 1 เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3.4.4 การศึกษาผลของการใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

เนื่องจากไขมันที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และในปัจจุบันผู้บริโภคก็หันมาดูแลสุขภาพกันมากขึ้น เลือกรับประทานอาหารที่มีไขมันต่ำและมีคุณภาพดี เพื่อควบคุมน้ำหนักและป้องกันโรคต่างๆ อันมีสาเหตุมาจากโรคอ้วน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงจะศึกษาการใช้สารทดแทนไขมันเพื่อลดปริมาณไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม สารทดแทนไขมันที่เลือกใช้คือ มอลโทเด็กซ์ทริน DE 10 ผสม corn syrup solids DE 42 โดยผลิตไอศกรีมตามสูตรที่เลือกมาจากข้อที่ 3.4.3 และแปรสัดส่วนของไขมัน : สารทดแทนไขมันเป็น 10:0 7:3 5:5 3:7

ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีม และ ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่าง เหมือนดังข้อ 3.4.3.1 และ 3.4.3.2 ตามลำดับ

3.4.5 ศึกษาการเสริม soy protein isolate ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

ผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมส่วนใหญ่จะมีปริมาณของโปรตีนต่ำ จึงต้องมีการเสริมโปรตีนจากแหล่งอื่น โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ soy protein isolate นอกจากจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแล้ว โปรตีนยังมีส่วนช่วยในการจับอากาศ ทำให้ไอศกรีมมีค่าโอเวอร์รันเพิ่มขึ้น และยังทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์อีกด้วย ผลิตไอศกรีมตามสูตรที่เลือกมาจากข้อที่ 3.4.4 และเสริม soy protein isolate โดย Friedeck และคณะ (2003) ได้ศึกษาการเสริม soy protein

isolate ในไอศกรีมไขมันต่ำ โดยแปรปริมาณของ soy protein isolate เป็นร้อยละ 0 2 และ 4 พบว่าไอศกรีมที่เสริม soy protein isolate ร้อยละ 4 ผู้ทดสอบเริ่มไม่ยอมรับ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงลดปริมาณของ soy protein isolate ให้ต่ำลง โดยแปรปริมาณ soy protein isolate ร้อยละ 0 1.5 และ 3

ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีม และ ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่าง เหมือนดังข้อ 3.4.3.1 และ 3.4.3.2 ตามลำดับ

3.4.6 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมที่พัฒนาได้ และเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ กับไอศกรีมที่มีส่วนผสมจากนม

ผลิตไอศกรีมตามสูตรที่เลือกมาจากข้อ 3.4.5 นำมาตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างไอศกรีมที่มีส่วนผสมจากนม ตามสูตรของ Marshall และ Arbuckle (1996) ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.2

ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีม เหมือนดังข้อ 3.4.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมที่พัฒนาได้ และไอศกรีมที่มีส่วนผสมจากนม และทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี hedonic scale ใช้แบบทดสอบในภาคผนวก ข.5 โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 25 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DNMRT ทดลอง 2 ซ้ำ (Montgomery, 1997)

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมและไอศกรีมที่มีส่วนผสมจากนม

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (% โดยน้ำหนัก)	
	ไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม	ไอศกรีมที่มีส่วนผสมจากนม[1]
แป้งธัญพืช	6	-
MSNF	-	11
ไขมัน[2]	5	10
มอลโทเด็กซ์ทริน	5	-
น้ำตาล	10	10
กลูโคสซีรัป	5	5
โพลีเด็กซ์โทรส	5	-
Cremodan®[3]	0.5	0.5
โปรตีนถั่วเหลือง	1.5	-
น้ำ	62	63.5

[1] ที่มา : Marshall และ Arbuckle (1996)

[2] ไขมัน คือ น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันมะพร้าวผ่านกรรมวิธี

[3] Cremodan® คือ สารให้ความคงตัวผสมอิมัลซิฟายเออร์

I 2380514 X