บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. นมผงขาดมันเนย (Skim Milk Powder) ตรา มิชชั่นไฮแคล (บริษัท มิชชั่นเฮ็ลธ์ฟู้ด จำกัด, ประเทศไทย)
2. นมสดขาดมันเนย ตรา โฟร์โมสต์ (บริษัท ฟรีสแลนด์ ฟู้ดส์ โฟร์โมสต์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน))
3. เนยสดชนิดจืด ตรา กล้วยไม้ (บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด, ประเทศไทย)
4. น้ำตาลเบเกอรี่ ตรา ลิน (บริษัท ไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม จำกัด, ประเทศไทย)
5. กลิ่นวนิลา ตรา เบสท์ โอเดอร์ (บริษัท เบสท์ โอเดอร์ จำกัด, ประเทศไทย)
6. แป้งข้าวโพด ตรา คนอร์ (บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย เทรดดิ้ง จำกัด, ประเทศไทย)
7. เจลาติน (Gelatin) ตรา เจลิต้า (ร้าน เพื่อนครัว จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย)
8. สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน
    - 8.1 เวย์โปรตีนเข้มข้น (Whey protein concentrate; บริษัท I.P.S International co.,Ltd, Thailand)
    - 8.2 โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลต (Soy protein isolate; บริษัท ฟู้ด อีควิปเมนท์ จำกัด, ประเทศไทย)
9. สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต
    - 9.1 แอลฟา-สตาร์ช (Alpha Starch; บริษัท ไทยวา แอลฟา สตาร์ช จำกัด, ประเทศไทย)
    - 9.2 เอ็มที-01(MT-01; บริษัท อดินพ จำกัด, ประเทศไทย)
    - 9.3 อะวิเซล (Avicel pH 101; Fluka, Switzerland)
10. สารทดแทนความหวาน
    - 10.1 มอลติตอล (Maltitol ; MC-TOWA. International Sweetener co.,Ltd, Thailand)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid, AR Grade, Merck , Germany)
2. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper Sulfate, AR Grade, Ajax, Australia)
3. โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulfate, AR Grade, BHD, UK)
4. ซิลิเนียมไดออกไซด์ (Selenium dioxide, AR Grade, Merck , Germany)
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide, AR Grade, Merck , Germany)
6. เมทิลเรด(Methyl red indicator, AR Grade, BHD, UK)
7. โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green indicator, AR Grade, BHD, UK)
8. กรอบอริก(Boric acid, AR Grade, Merck , Germany)
9. ซิงค์แอซิเทต (Zinc acetate dehydrate, AR Grade, Merck , Germany)
10. กรดอะซิติก (Acetic acid, AR Grade, Merck , Germany)
11. โพแทสเซียมเฟอโรไซยาไนด์ (Potassium ferrocyanide, AR Grade, Ajax, Australia)
12. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate, AR Grade, Ajax, Australia)
13. โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต(Potassium sodium tartrate, AR Grade, BHD, UK)
14. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, AR Grade, Merck , Germany)
15. เมทิลีนบลู (Methylene blue indicator, AR Grade, BHD, UK)
16. สารละลายแอมโมเนีย (Ammonia solution, AR Grade, Merck , Germany)
17. เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol, AR Grade, Merck , Germany)
18. ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether, AR Grade, BHD, UK)
19. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petholeum ether, AR Grade, BHD, UK)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมวนิลาและไอศกรีมวนิลาลดไขมัน

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Analytical balance , DENSER instrument : Model TB-403, Germany)
2. เครื่องปั่นผสมอาหาร (Blender; Moulinex : Model W36)
3. เครื่องปั่นไอศกรีม (ยี่ห้อ SIMAC GELATAIO : Model GC 4000 E, Germany)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer; OAKTON, Japan)
5. ตู้เย็น (ยี่ห้อ Whirlpool: Model WCF-95L, Japan)
6. ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ – 30 องศาเซลเซียส (ยี่ห้อ SANYO : Model SF-C997(GYN), Japan)
7. ถ้วยพลาสติกสำหรับบรรจุไอศกรีม
8. เครื่องครัวต่าง ๆ

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

1. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer, Model LVDV-II+, USA)
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter, Sartorius : Model PB10, Germany)
3. เครื่องวัดสี (Minolta chroma meter, Model CR 300 , Japan)
4. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม (Texture analyzer, Model TA.XT plus, England)
5. เครื่องวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ (Hand Refractometer, Atago : Model N1 Brix 0~32 %, Japan)
6. เครื่อง Advanced Rheometer (TA Instruments, Model A R2000, England)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. บีกเกอร์(beaker)
8. ตะแกรงลวดขนาด 272 ช่องต่อตารางนิ้ว
9. ถ้วยพลาสติกพร้อมฝาสำหรับวัดเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน
10. ขวดรูปชมพู่
11. บิวเรต (burette) และปิเปต(pipette)
12. กรวยกรอง
13. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Analytical balance, DENSER instrument: Model TB-403, Germany)
14. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance, Sartorious : Model CP 225D, Germany)

3.3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางเคมีของไอศกรีมวนิลา และไอศกรีมวนิลาลดไขมัน

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance, Sartorious : Model CP 225D, Germany)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven, Memmert : ULM-400, USA)
3. ถ้วยวิเคราะห์ความชื้น(Moisture Can)
4. เตาเผาให้ความร้อน(Hot Plate)
5. โถดูดความชื้น(Desiccators)
6. เครื่องแก้วต่าง ๆ
7. เครื่องวิเคราะห์พลังงาน (Bomb Calorimeter, Gallencamp : Model CBB-330, England)
8. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl Method.
9. ชุดวิเคราะห์โปรตีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม ประกอบด้วย ถ้วยพลาสติกขาว, ช้อนเล็ก, ถาด โฟมและแบบประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ก)

3.2.3 เครื่องประมวลผลทางสถิติ

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10.0

3.4 วิธีการทดลอง

ในการวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 การผลิตไอศกรีมวนิลาและไอศกรีมวนิลาลดไขมัน

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีมวนิลาและไอศกรีมวนิลาลดไขมัน ทำได้โดยโดยผสมวัตถุดิบที่เป็นของแห้งได้แก่ นมผงขาดมันเนย, น้ำตาลซูโครส, สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ของไอศกรีม ให้เข้ากัน (ในสูตรลดไขมันต้องคำนวณปริมาณสารทดแทนไขมันที่ใช้และในสูตรลดพลังงานต้องคำนวณปริมาณสารทดแทนความหวานที่ใช้ จากนั้นจึงเติมลงในส่วนของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส ก่อนการเติมวัตถุดิบที่เป็นผงแห้งดังกล่าว) นำวัตถุดิบที่เป็นของเหลวได้แก่ น้ำนมขาดมันเนย ตั้งไฟที่อุณหภูมิประมาณ 50 ± 2 องศาเซลเซียส เติมวัตถุดิบที่เป็นของแห้งลงไปคนจนละลายดี จึงนำส่วนผสมไปปั่นในเครื่องปั่นผสมอาหารความเร็วสูงนาน 2 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นการโฮโมจิไนส์ไอศกรีมเหลวที่ได้ แล้วพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 ±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที จึงลดอุณหภูมิการผสมอย่างรวดเร็ว เติมกลิ่นวนิลาลงไปหลังจากไอศกรีมเหลวเย็นลงก่อนทำการบ่ม จากนั้นนำไอศกรีมเหลวดังกล่าวบ่มที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไอศกรีมเหลวที่ผ่านการบ่มมาปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีมเป็นเวลา 45 นาที ควบคุมอุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียส บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกมีฝาปิด นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการผลิตไอศกรีมวนิลา (ดัดแปลงจาก Marshall และ Arbuckle, 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 3.1 แผนผังกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมวนิลา

ตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณของสารทดแทนไขมัน และปริมาณน้ำนมที่เหมาะสมต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของไอศกรีมวนิลาลดไขมัน

การทดลองนี้ให้สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน 2 ชนิด คือ เวย์โปรตีน และ โปรตีนถั่วเหลืองและเพิ่มปริมาณน้ำนมในสูตรจากเดิมอีก 2 ระดับ คือ 25 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมี เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่มีปริมาณไขมัน 7 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

การผลิตไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมัน โดยแปรผันปริมาณน้ำนม, ชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน สูตรควบคุมประกอบด้วย นมสดขาดมันเนย 76 เปอร์เซ็นต์, เนยสดชนิดจืด 7 เปอร์เซ็นต์, นมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์, เจลลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์, แป้งข้าวโพด 0.2 เปอร์เซ็นต์, กลิ่นวนิลา 0.2 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำตาลทราย 12 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน 2 ชนิด คือ เวย์โปรตีน และโปรตีนถั่วเหลืองโดยทดแทนไขมัน 2 ระดับ คือ 0.3 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มปริมาณน้ำนมจากเดิมอีก 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยควบคุมปริมาณไขมันของทุกสิ่งทดลอง ให้มีปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ คำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ และผลิตไอศกรีมตามกรรมวิธีการผลิตข้อ 3.4.1

การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยหาระดับการใช้ที่เหมาะสมของน้ำนมที่ใช้และสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนที่ใช้ เพื่อให้ได้ระดับการใช้ที่เหมาะสมในไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมัน ใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) เพื่อให้มีคุณสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกับสูตรควบคุม โดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพซึ่งประกอบด้วย

พีเอช วัดพีเอชของไอศกรีมเหลว หลังผ่านการบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 4 ±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิขณะวัดอยู่ที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนืด (ดัดแปลงวิธีของ Chang *et al.,* 1995) วัดความหนืดของไอศกรีมเหลวหลังผ่านการบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 4 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยเครื่องวัดความหนืด ใช้หัวหมุนเบอร์ 1 อ่านค่าที่ได้หลังมอเตอร์หมุน 30 วินาที ควบคุมอุณหภูมิเหลวที่ 20 ± 1 องศาเซลเซียส วัดสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

การวัดโอเวอร์รัน (overrun) ของไอศกรีมโดยกำหนดปริมาตรคงที่ (Arbuckle, 1986) ชั่งน้ำหนักไอศกรีมเหลวในถ้วยพลาสติกขนาดความจุ 30 ลูกบาศก์มิลลิลิตร บนเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักไอศกรีมเหลว หลังจากปั่นเป็นไอศกรีม ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกใบเดิม บันทึกค่าน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ นำข้อมูลไปคำนวณค่าโอเวอร์รันดังสมการต่อไปนี้ วัดสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

$$\text{โอเวอร์รัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักไอศกรีมเหลว} - \text{น้ำหนักไอศกรีม}) \times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}}$$

การวัดอัตราการละลาย(ดัดแปลงวิธีของ Guinard *et al.,* 1997 และ Roland *et al.,* 1999) บรรจุไอศกรีมลงในถ้วยพลาสติกให้ได้น้ำหนัก 50 ± 5 กรัม นำไอศกรีมไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดอัตราการละลายที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 1 องศาเซลเซียส โดยวางไอศกรีมบนตะแกรงลวดเบอร์ 4 รองรับไอศกรีมที่ละลายด้วยบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เริ่มวัดอัตราการละลายเมื่อไอศกรีมมีอุณหภูมิ -10 ± 0.1 องศาเซลเซียสที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตรจากผิวหน้าไอศกรีม โดยวัดจากแท่งวัดอุณหภูมิ (thermocouple) จากนั้นชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายทุก 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายคิดเทียบน้ำหนัก 100 กรัม ดังสมการข้างล่าง จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟกับเวลา (นาที) เพื่อหาความชัน รายงานเป็นอัตราการละลายต่อ 100 กรัม วัดสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ตัวอย่าง

$$\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลายต่อ 100 กรัม} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}}$$

การวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม (ดัดแปลงวิธีของ Guinard *et al.,* 1997) บรรจุไอศกรีมเต็มถ้วยพลาสติกขนาด 30 ลูกบาศก์มิลลิลิตร ซึ่งผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไปวัดเนื้อสัมผัสของไอศกรีม จากค่าแรงกดสูงสุดด้วยระยะทางคงที่ สภาวะที่ใช้วัดได้แก่ ใช้หัววัดชนิด P2 โหลดเซลล์รับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนทดสอบ ขณะทดสอบ หลังทดสอบอยู่ที่ 2.0, 1.0 และ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ตามลำดับ วัดแรงเมื่อความลึกของหัววัดเป็น 15 มิลลิเมตร โดย วัดตัวอย่างที่อุณหภูมิ-10±0.1 องศาเซลเซียสจากผิวหน้าของไอศกรีม ที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตรจากผิวหน้าไอศกรีม โดยวัดจากแท่งวัดอุณหภูมิ วัดสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัดค่าสีตัวอย่างไอศกรีมที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงโดยเครื่องวัดสีระบบ ฮันเตอร์ (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี

ศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีของไอศกรีมวนิลาลดไขมัน โดยเครื่อง Advanced Rheometer รุ่น AR2000โดยทำการทดสอบหาความเค้นที่เหมาะสม โดยวิธี stress sweep step เพื่อใช้ในการทำนายช่วง Linear Viscoelastic Region(LVR) ของไอศกรีมวนิลาลดไขมันที่ใช้สารทดแทนไขมัน โดยแสดงสมบัติวิสโคอิลาสติกเชิงเส้น (linear viscoelastic) ซึ่งแสดงค่าระหว่าง elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และ loss tangent (tan δ) โดยกำหนดให้มีความถี่ (frequency) 1.0 เฮิร์ซ ช่วงความเค้นสั่น (oscillating stress) 0.1-1,000 ปาสคาล gap 2,500 มิลลิเมตร ใช้หัววัด 25 mm plate and plate geometry อุณหภูมิของเครื่องรีโอมิเตอร์ขณะทดสอบเท่ากับ -7 องศาเซลเซียส วัดสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

<u>การตรวจสอบสมบัติทางเคมี</u>

- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, %) โดยใช้ Hand refractometer ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โดยวิธี Roese–Gottlieb ตามวิธีของ AOAC (2000)
- หาค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้เครื่องวัดพีเอช ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยวิธี(Kjeldahl Method)ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธี Lane และ Eynon ตามวิธีของ AOAC (2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้การทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) และทดสอบด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) ซึ่งมีระดับคะแนน 1-9 (1= ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) โดยผู้บริโภคจำนวน 50 คน ปัจจัยที่ทดสอบได้แก่ ความเรียบเนียน สี กลิ่นรสกะทิ ความมัน ความเหนียวหนืด การละลายในปาก และความชอบรวม

หมายเหตุ ความเรียบเนียน = การสัมผัสของลิ้นกับอนุภาคต่าง ๆ หรือผลึกน้ำแข็ง; ความมัน = ความรู้สึกของความหนืดร่วมกับการลื่นไหลในปากของไอศกรีมขณะละลาย; ความหนืดหนืด = ความเหนียวของไอศกรีมหลังจากการละลายในปาก; การละลายในปาก = ไอศกรีมแช่แข็งกลายเป็นของเหลวในปาก (Prindiville *et al.,* 1999)

การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส เสริฟตัวอย่างเมื่อไอศกรีมมีอุณหภูมิ – 13 องศาเซลเซียส (Roland *et al.*, 1999) โดยนำไอศกรีมจากตู้แช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3.5 นาที

ตอนที่ 2 ศึกษาระดับของสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนที่สามารถทดแทนไขมันในไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมันที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับไอศกรีมวนิลาสูตรควบคุม

การผลิตไอศกรีมวนิลาสูตรควบคุมและสูตรลดไขมัน โดยผันแปรอัตราส่วนของสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนผลิตไอศกรีมวนิลาสูตรควบคุม ไอศกรีมสูตรควบคุมมีส่วนประกอบคือ นมสด 76 เปอร์เซ็นต์, เนยสดชนิดจืด 7 เปอร์เซ็นต์, นมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลทราย 12 เปอร์เซ็นต์, แป้งข้าวโพด 0.2 เปอร์เซ็นต์, เจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ และกลิ่นวนิลา 0.2 เปอร์เซ็นต์ คำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ และผลิตไอศกรีมสูตรลดไขมันตามกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมข้างต้น (Muhammet, 2006)

ผลิตไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมัน ซึ่งไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมันมีส่วนประกอบคือ นมสดขาดมันเนย 76 เปอร์เซ็นต์, นมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลซูโครส 12 เปอร์เซ็นต์, เจลลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์, แป้งข้าวโพด 0.2 เปอร์เซ็นต์ และกลิ่นวนิลา 0.2 เปอร์เซ็นต์ แปรระดับปริมาณไขมันในสูตรต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 0.4 2.5 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ และทดแทนปริมาณไขมันที่ลดลงด้วยสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน 2 ชนิดคือ เวย์โปรตีน และ โปรตีนถั่วเหลือง ใช้แผนการทดลองแบบ CRD แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ ไอศกรีมทุกสิ่งทดลองของแต่ละชุดการทดลองนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีปริมาณไขมันต่ำที่สุดและมีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยหาระดับของการทดแทนไขมันประเภทโปรตีนที่เหมาะสมจากนั้น เปรียบเทียบชนิดและระดับของสารทดแทนไขมันทั้งสองชนิด เพื่อให้ได้ชนิดและระดับการใช้สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนที่เหมาะสมในไอศกรีมนิลาลดไขมัน โดยทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

- วัดความข้นหนืดของส่วนผสมไอศกรีมที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องวัดความข้นหนืด (Bookfield digital viscometer)
- วัดค่าสี โดยเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-300
- วัดค่าโอเวอร์รัน(overrun) ตามวิธีของ (Arbuckle, 1986)
- วัดอัตราการละลาย (ดัดแปลงจาก Guinard *et al.,* 1997 และ Roland *et al.*, 1996)
- วัดเนื้อสัมผัสของไอศกรีมวนิลาลดไขมันโดยเครื่อง Texture analyzer.
- ศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีของไอศกรีมวนิลาลดไขมัน โดยเครื่อง Advanced Rheometer รุ่น AR2000

<u>การตรวจสอบสมบัติทางเคมี</u>

- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(Total Soluble Solid, %) โดยใช้ Hand refractometer ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โดยวิธี Roese–Gottlieb ตามวิธี ของ AOAC (2000)
- หาค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้เครื่องวัดพีเอช ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยวิธี(Kjeldahl Method)ตามวิธีของAOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธี Lane และ Eynon ตามวิธีของ AOAC (2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Consumer test)

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบการให้คะแนนความชอบโดยวิธี Hedonic scoring test 9 point ซึ่งมีระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อประเมินความชอบในลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของไอศกรีมวนิลาลดไขมัน ใช้ผู้บริโภคในการทดสอบจำนวน 50 คน ปัจจัยที่ใช้ทดสอบได้แก่ ความเรียบเนียน สี กลิ่นรสวนิลา ความมัน ความเหนียวหนืด การละลายในปาก และความชอบรวม

หมายเหตุ ความเรียบเนียน = การสัมผัสของลิ้นกับอนุภาคต่าง ๆ หรือผลึกน้ำแข็ง; ความมัน = ความรู้สึกของความเหนียวร่วมกับการลื่นไหลในปากของไอศกรีมขณะละลาย; ความเหนียวหนืด = ความเหนียวของไอศกรีมหลังการละลายในปาก; การละลายในปาก = ไอศกรีมแช่แข็งกลายเป็นของเหลวในปาก (นันทินา, 2544)

ตอนที่ 3 ศึกษาผลของอัตราส่วนของสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนและสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวนิลาลดไขมัน

ผลิตไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนชนิดเดียวผลิตไอศกรีมสูตรลดไขมัน โดยเลือกชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนที่มีปริมาณไขมันต่ำที่สุดและมีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุดจากตอนที่ 1 โดยในแต่ละชุดการทดลองจะใช้ เวย์โปรตีนเป็นสิ่งทดลองในการทดลอง และศึกษาผลของอัตราส่วนของสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนและสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตซึ่งใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต 3 ชนิด คือ เอ็มที-01(MT-01), แอลฟา-สตาร์ช (Alpha-starch) และอะวิเซล (Avicel) โดยผลิตไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมันที่ใช้สารทดแทนไขมัน 2 ชนิดผสมกัน แปรระดับอัตราส่วนผสมระหว่างสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต 3 ระดับได้แก่ 4:1 1:1 และ 1:4 โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ ไอศครีมทุกสิ่งทดลองของแต่ละชุดการทดลองนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสทำการคัดเลือกสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุดจำนวน 5 สูตรมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีปริมาณไขมันต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และมีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ส่วนในกรณีการการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Consumer test) ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD

การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตรวจคุณสมบัติทางกายภาพดังข้อ 1.1

การตรวจสอบสมบัติทางเคมี โดยตรวจคุณสมบัติทางเคมี ดังข้อ 1.2

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Consumer test) โดยตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังข้อ 1.3

ตอนที่ 4 ศึกษาผลของสารทดแทนไขมันแบบผสมและผลของสารทดแทนความหวานต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสไอศกรีมวนิลาลดไขมันและพลังงานต่ำ

ผลิตไอศกรีมวนิลาลดไขมันสูตรควบคุม ซึ่งมีองค์ประกอบเช่นเดียวกับไอศกรีมวนิลาสูตรควบคุมในตอนที่ 2 และ ตอนที่ 3 ยกเว้นปริมาณไขมัน ซึ่งจะทดแทนปริมาณไขมันด้วยชนิดและอัตราส่วนของสารทดแทนไขมันแบบผสมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุดจากตอนที่ 3 คำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้และผลิตไอศกรีมวนิลาตามกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ผลิตเป็นไอศกรีมวนิลาสูตรลดไขมัน โดยเลือกชนิดและระดับของสารทดแทนไขมันแบบผสมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุดจากตอนที่ 3 ตามกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมวนิลาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น นำแต่ละชุดการทดลองมาผันแปรระดับของสารทดแทนความหวานมอลติทอล (maltitol) 3 ระดับคือ 10 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ ไอศกรีมทุกสิ่งทดลองของแต่ละชุดการทดลองนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีปริมาณไขมันต่ำที่สุดและมีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ส่วนในกรณีการการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ โดย ตรวจคุณสมบัติทางกายภาพดังข้อ 1.1

การตรวจสอบสมบัติทางเคมี

- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, %) โดยใช้ Hand refractometer ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไขมัน ตามวิธีของโรส-กอตต์เลียบ (Roese– Gottlieb) (AOAC, 2000)
- หาค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้ pH-meter ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี (Kjeldahl Method) ตามวิธีของ AOAC (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธี Lane และ Eynon ตามวิธีของ AOAC (2000)
- การวิเคราะห์พลังงานโดยเครื่อง Bomb Calorimeter ตามวิธีของ AOAC (2000)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Consumer test) โดยตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังข้อ 1.3

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows การทดลองที่ใช้แผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance;ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

1. สถานที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. ระยะเวลาในการทำวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2550-มิถุนายน 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved