บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1) ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (ตลาดต้นพะยอม อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่)
2) น้ำนมดิบ (สหกรณ์โคนมห้วยแก้ว, เชียงใหม่)
3) นมผง ตรา MMD 8000 (ร้าน เพื่อนครัว จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย)
4) เนยสดชนิดจืด ตรา ยูดีเอฟ (บริษัท ยูไนเต็ดแดรี่ฟูดส์ จำกัด, ประเทศไทย)
5) น้ำตาล ตรา ลิน (บริษัท ไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม จำกัด, ประเทศไทย)
6) ผงวานิลลา ตรา Gold Badge (Keith Harris & Co. (Far East) Pte. Ltd, Singapore)
7) แป้งข้าวโพด ตรา คนอร์ (บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย เทรดดิ้ง จำกัด, ประเทศไทย)
8) เจลาติน ตรา แม็กกาแรต (บริษัท เจอาร์ เอฟแอนด์บี จำกัด, ประเทศไทย)
9) น้ำมันปาล์มโอลิน ตรา หยก (บริษัท ล่ำสูง จำกัด, ประเทศไทย)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1) เครื่องวัดสี (chromameter, Minolta: Model CR 300 , Japan)
2) เครื่องปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuge, Hettich Zentrifugen: Rotina 46R, Germany)
3) เครื่องปั่นผสมอาหาร (blender, Philips: HR 2061, Indonesia)
4) เครื่องเขย่า (endecotts: Model Octagon 200, England)
5) เครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, Jeol: Model JSM-5910LV, Japan)
6) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง (3 digits electronic analytical balance, DENSER instrument: Model TB-403, Germany)
7) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (4 digits electronic analytical balance, Sartorius: A120S, Germany)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (refractometer, ATAGO Model Pocket รุ่น PAL-α: Brix 0~85, Japan)
9) เครื่องวัดปริมาณโปรตีน (combussion, Leco Corporation: FP-528, USA)
10) เครื่องวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม (texture analyzer, Model TA.XT Plus, England)
11) เครื่องรีโอมิเตอร์ (advanced rheometer, TA Instruments, Model AR2000, England)
12) ตู้อบลมร้อนไฟฟ้า (hot air oven, Memmert: UM100-UM800, Germany)
13) บีกเกอร์ขนาด 100, 250 และ 500 มิลลิลิตร (beaker, Pyrex, England)
14) หลอดปั่นเหวี่ยง (spinning centrifuge tubes)
15) ตะแกรงลวดขนาด 272 ช่องต่อตารางนิ้ว (laboratory test sieve, ASTME: 11, London)
16) ถ้วยพลาสติกสำหรับวัดค่าการขึ้นฟู (ร้านเพื่อนครัว, เชียงใหม่, ประเทศไทย)

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1) ถ้วยอลูมีเนียมมีฝาปิดใส่ตัวอย่างเพื่อหาความชื้น (moisture can)
2) โถดูดความชื้น (desicator)
3) ตู้อบลมร้อนไฟฟ้า (hot air oven, Memmert: UM100-UM800, Germany)
4) เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity meter, Aqua Lab: model series 3, Decagon Device Inc., USA)
5) ตลับพลาสติกใส่ตัวอย่างเพื่อหาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w box)
6) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 digits electronic analytical balance, Dielhemim: HF-3000G, Switzerland)
7) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (4 digits electronic analytical balance, Sartorius: A120S, Germany)
8) เครื่องปั่นผสม (vortex, Scientific Industries: G-560E, U.S.A.)
9) เครื่องกวนผสมและให้ความร้อนแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (hot plate and magnetic stirrer, Whatman: HPMS, England)
10) เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Sartorius: Model PB10, Germany)
11) เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, OAKTON, Japan)
12) เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer, OAKTON, Japan)
13) อ่างน้ำแบบควบคุมอุณหภูมิ (water bath, Memmert, Germany)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

14) ชุดสกัดซอล์กเลต (soxhlet extractor)
15) ขวดก้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร
16) กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
17) หลอดเคลดาห์ล (Kjeldahl tubes)
18) ช้อนตักสารเคมี
19) ชุดย่อยโปรตีน (Kjeldahl digestion set, Tecator, USA)
20) ชุดกลั่นโปรตีน (Kjeldahl distillation set, Tecator, USA)
21) บีกเกอร์ ขนาด 100, 250 และ 1,000 มิลลิลิตร
22) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
23) กระบอกตวง ขนาด 100 และ 1,000 มิลลิลิตร
24) หลอดหยด
25) แท่งแก้วคน
26) บิวเรต
27) กรวยแยก
28) กรวยกรอง
29) ตู้ดูดควัน (Hood)
30) Frit crucible porosity No.2
31) ไมโครปิเปต (Brand, Germany)
32) เตาเผาไฟฟ้า (Gallenkamp, England)

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

1) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง (3 digits electronic analytical balance, DENSER instrument: Model TB-403, Germany)
2) เครื่องปั่นผสมอาหาร (blender, Philips: HR 2061, Indonesia)
3) เครื่องปั่นไอศกรีม (ice cream making machine, SIMAC GELATAIO: GC 4000E, Germany)
4) เครื่องโฮโมจิไนซ์(homogenizer, OV5: VELP® SCIENTIFICA, Speed 10,000-30,000 min^{-1}, Italy)
5) เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer, OAKTON, Japan)
6) ตู้เย็น (ยี่ห้อ Whirlpool: Model WCF-95L, Japan)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7) ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส (ยี่ห้อ SANYO: Model SF-C997, Japan)
8) ถ้วยพลาสติกสำหรับบรรจุไอศกรีม (ร้านเพื่อนครัว, เชียงใหม่, ประเทศไทย)
9) เครื่องครัวต่าง ๆ

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1) ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม ประกอบด้วย ถ้วยพลาสติกขาว, ช้อนเล็ก, กระดาษทิชชู่, ถาดโฟม และแบบประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ก)

3.2.5 เครื่องประมวลผลทางสถิติ

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2) โปรแกรมสำเร็จรูป Design-Expert version 6.0.11 Serial Number: W6XL1290
3) โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)

3.3 สารเคมีและเอนไซม์

1) น้ำกลั่น ตรา โพลสตาร์ (Distillation water, บริษัท เชียงใหม่โพลสตาร์ (1992) จำกัด, ประเทศไทย)
2) กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid, AR Grade, Merck, Germany)
3) คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper Sulfate, AR Grade, Ajax, Australia)
4) โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulfate, AR Grade, BHD, England)
5) ซิลิเนียมไดออกไซด์ (Selenium dioxide, AR Grade, Merck , Germany)
6) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, AR Grade, Merck , Germany)
7) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, Food Grade, O.V. Chemical & supply, Thailand)
8) เมทิลเรด (Methyl red indicator, AR Grade, BHD, UK)
9) โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green indicator, AR Grade, BHD, England)
10) กรอบอริก (Boric acid, AR Grade, Merck, Germany)
11) ซิงค์แอซิเทต (Zinc acetate dehydrate, AR Grade, Merck, Germany)
12) กรดอะซิติก (Acetic acid, AR Grade, Merck, Germany)
13) คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate, AR Grade, Ajax, Australia)
14) กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, AR Grade, Merck, Germany)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

15) เมทิลีนบลู (Methylene blue indicator, AR Grade, BHD, England)

16) สารละลายแอมโมเนีย (Ammonia solution, AR Grade, Merck, Germany)

17) เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol, AR Grade, Merck, Germany)

18) เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 (Ethyl alcohol, AR Grade, O.V. Chemical & supply, Thailand)

19) เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 99.8 (Ethanol absolute anhydrous, Liquor Distillery Organization Excise Department, Thailand)

20) ไดเอทิล อีเทอร์ (Diethyl ether, AR Grade, BHD, England)

21) ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether, AR Grade, BHD, England)

22) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane, AR Grade, Lab Scan, Thailand)

23) เมทานอล (Methanol, HPLC grade, Lab Scan, Thailand)

24) ไดเมธิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl sulphoxide, HPLC grade, Lab Scan, Thailand)

25) อะซีโตไนไทร์ล (Acetonitrile, HPLC grade, Lab Scan, Thailand)

26) น้ำปราศจากไอออน (deionized water, Lab Scan, Thailand)

27) นาริงจินมาตรฐาน (Naringin, Fluka, USA)

28) ลิโมนินมาตรฐาน (Limonin, Sigma-Aldrich, USA)

29) อะซีโตน (Acetone, Merck, Germany)

30) ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Di-Sodium hydrogen phosphate, Merck, Germany)

31) โซเดียมไดไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต (Sodium dihydrogen orthophosphate BHD, England)

32) ซีไลท์ (Celite, acid washed, Sigma-Aldrich, USA)

33) อัลฟาอะมัยเลส (α-amylase, heat-stable, Sigma-Aldrich, USA)

34) โปรตีเอส (Protease, Fluka, USA)

35) อะมัยโลกลูโคซิเดส (Amyloglucosidase from *Aspergillus niger*, Fluka, USA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 วิธีการวิจัย

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ส้มโอที่ใช้ในการศึกษาคือ ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ซื้อจากตลาดต้นพะยอม จังหวัดเชียงใหม่ การเตรียมวัตถุดิบทำโดยนำผลส้มโอสดมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด และปอกเอาเฉพาะเปลือก จากนั้นใช้มีดลอกเปลือกในให้แยกออกจากเปลือกนอก เลือกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสีขาวมาตัดให้มีขนาดประมาณ 1x1x1 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.4.2 การทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความขมจากเปลือกในส้มโอ

ก) วิธีการทดลองและการวางแผนการทดลอง

นำเปลือกในส้มโอที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบมาศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความขมโดยใช้ Response Surface Methodology (RSM) และวางแผนการทดลองแบบ Central Composite เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดความขม 3 ปัจจัย คือ พีเอชของสารละลาย (7-9) อุณหภูมิการสกัด (40-60 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาการสกัด (20-40 นาที) แสดงดังตารางที่ 3.1 จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากแผนการทดลอง มาวิเคราะห์หาปริมาณนารินจินและลิโมนินด้วยเครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนลิควิดโครมาโตกราฟี (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) ตามสภาวะที่แสดงในภาคผนวก ค.1 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Design-Expert version 6.0.11 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณนารินจินและลิโมนินในเปลือกในส้มโอ และหาสมการถดถอย (stepwise multiple regression) เลือกสมการถดถอยที่มีค่า coefficient of determination (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.80 เพื่อนำไปสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง 3 มิติ (อิศรพงษ์, 2544)

ข) การสกัดนารินจินและลิโมนินจากเปลือกในส้มโอ

การสกัดนารินจินดัดแปลงจากวิธีการศึกษาของ Wang *et al.* (2008) โดยนำเปลือกในส้มโอที่ผ่านการลดความขมมาอบแห้งและบดให้ละเอียด จากนั้นชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ แล้วทำการสกัดด้วยสารละลายผสมของ Methanol: Dimethyl Sulfoxide (DMSO) ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นถ่ายใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยงและนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ดูดเอาส่วนใสเก็บไว้ จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งด้วยตัวทำละลายเดียวกัน

การสกัดลิโมนินดัดแปลงจากวิธีการศึกษาของ Kuljarachanan *et al.* (2009) ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ทำการสกัดโดยเติมไดคลอโรมีเทนปริมาตร 60 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (Shaker) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) นำตัวอย่างมา กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 แล้วนำสารละลายที่กรองได้ไประเหยให้แห้งด้วยชุดซอล์กเลตที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นละลายส่วนที่เหลือด้วยอะซิโตไนไทร์ลปริมาตร 10 มิลลิลิตร

จากนั้นนำสารละลายนารินจินและลิโมนินที่สกัดได้มาผสมให้เข้ากัน และปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยตัวทำละลายผสมของอะซีโตไนไทร์ลต่อน้ำปราศจากไอออนในอัตราส่วนร้อยละ 25 ต่อร้อยละ 75 แล้วนำมากรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมโครเมตร ก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ โดยเทคนิค HPLC

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลองแบบ Central Composite ในการลดความขมจากเปลือกในส้มโอ

การทดลอง	ระดับตัวแปรอิสระ[1]		
	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
1	-1 (7)	-1 (40)	-1 (20)
2	1 (9)	-1 (40)	-1 (20)
3	-1 (7)	1 (60)	-1 (20)
4	1 (9)	1 (60)	-1 (20)
5	-1 (7)	-1 (40)	1 (40)
6	1 (9)	-1 (40)	1 (40)
7	-1 (7)	1 (60)	1 (40)
8	1 (9)	1 (60)	1 (40)
9	-2 (6)	0 (50)	0 (30)
10	2 (10)	0 (50)	0 (30)
11	0 (8)	-2 (30)	0 (30)
12	0 (8)	2 (70)	0 (30)
13	0 (8)	0 (50)	-2 (10)
14	0 (8)	0 (50)	2 (50)
15	0 (8)	0 (50)	0 (30)
16	0 (8)	0 (50)	0 (30)
17	0 (8)	0 (50)	0 (30)

หมายเหตุ: [1]ตัวเลขนอกวงเล็บเป็นตัวแปรรหัส (coded variable) ตัวเลขในวงเล็บเป็นตัวแปรจริง (actual variable)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค) การทดสอบทางประสาทสัมผัสในการเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการลดความขมจากเปลือกในส้มโอ

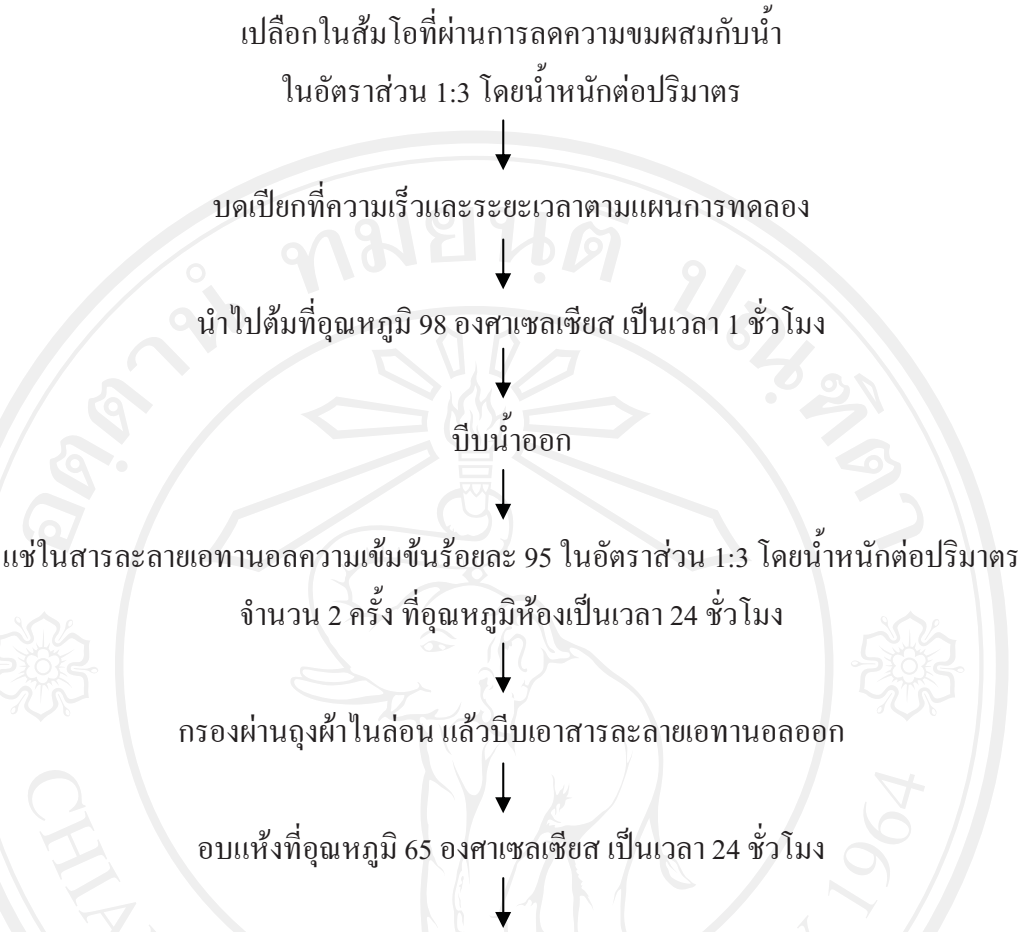
ชั่งตัวอย่างเปลือกในส้มโอผงที่ผ่านการลดความขมด้วยสภาวะที่เหมาะสมตามที่โปรแกรม Design-Expert แนะนำ จำนวน 0.5 กรัม ใส่ในถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก และเตรียมน้ำดื่มปริมาตร 10 มิลลิลิตร (1 ชุดทดสอบ) จากนั้นให้ผู้ทดสอบชิมผสมผงเปลือกในส้มโอและน้ำดื่มเข้าด้วยกัน และให้คะแนนด้านการรับรสขมและการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน และทำการทดสอบชิม 2 ครั้ง นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาหาค่าเฉลี่ย และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดความขมจากเปลือกในส้มโอ

ตอนที่ 2 ศึกษาผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อสมบัติของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ

ก) วิธีการทดลองและการวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial Experiment in Completely Randomizes Design (ไพโรจน์, 2545) โดยศึกษาความเร็วในการบดเปียก 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง และศึกษาระยะเวลาในการบดเปียก 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 นาที โดยนำเปลือกในส้มโอที่ผ่านการลดความขมสภาวะที่ดีที่สุดจากตอนที่ 1 มาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นนำไปบดเปียกที่ความเร็วและระยะเวลาตามแผนการทดลอง และนำเปลือกในส้มโอที่ได้ไปผลิตเป็นเส้นใยอาหารผงโดยดัดแปลงจากวิธีการศึกษาของธนิกานต์ (2549) โดยนำไปต้มที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัดน้ำตาลออก และในระหว่างการต้มคนเป็นครั้งคราว เสร็จแล้วบีบเอาน้ำออก จากนั้นนำเปลือกในส้มโอไปแช่ในสารละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อกำจัดสารให้สีและไขมัน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องโดยแช่จำนวน 2 ครั้ง แล้วกรองผ่านถุงผ้าไนล่อน บีบเอาสารละลายเอทานอลออก นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อแห้งนำไปบดให้ละเอียด กระบวนการผลิตเส้นใยอาหารผง แสดงดังรูปที่ 3.1 จากนั้นนำเส้นใยอาหารผงที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาค จากนั้นนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาหาค่าเฉลี่ย และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ
ที่มา: ดัดแปลงจากธนิกานต์ (2549)

ข) การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (chromameter, Minolta: Model CR-300, Japan)
- ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยวิธีการปั่นเหวี่ยง (Ang, 1991)
- ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน โดยวิธีการปั่นเหวี่ยง (Ang, 1991)
- ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ โดยคำนวณจากน้ำหนักเส้นใยอาหารผงที่ได้ต่อน้ำหนักเปลือกในส้มโอที่ใช้
- ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาค ด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, Jeol: Model JSM-5410LV, Japan)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค) การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqua Lab: model series 3, Decagon Device Inc., USA)
- ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (AOAC, 2000)
- ปริมาณของเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำและเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (AOAC, 2000)

ตอนที่ 3 ศึกษาผลของปริมาณเส้นใยอาหารผงและการโฮโมจิไนซ์ส่วนผสมไอศกรีมต่อคุณภาพของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ

ก) วิธีการทดลองและการวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) (ไพโรจน์, 2545) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยศึกษาผลของปริมาณเส้นใยอาหารผงต่อคุณภาพของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ โดยแปรปริมาณเส้นใยอาหารผง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 0.5, 1.0 และ1.5 (w/w) นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาหาค่าเฉลี่ย และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการคัดเลือกปริมาณเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอระดับที่เหมาะสมในการเสริมในไอศกรีมนม แล้วนำผลที่ได้มาศึกษาผลของการโฮโมจิไนซ์ส่วนผสมไอศกรีมต่อคุณภาพของไอศกรีมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับส่วนผสมไอศกรีมที่ไม่ผ่านการโฮโมจิไนซ์

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีมนมที่ใช้ในการศึกษาดัดแปลงมาจากผลงานวิจัยของเวียร์ยันโตโร และอภิรักษ์ (2549) โดยเตรียมส่วนผสมดังตารางที่ 3.2 เริ่มจากผสมวัตถุดิบที่เป็นของแห้ง ได้แก่ นมผง น้ำตาลทราย แป้งข้าวโพด และเส้นใยอาหารผงให้เข้ากัน และผสมผงเจลาตินกับนมสดบางส่วนทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นละลายเนยสดในหม้อต้มสองชั้น เมื่อเนยละลายหมด เติมส่วนผสมที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำนม และเจลาตินที่ละลายในน้ำนมลงไป ตั้งไฟที่อุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส เติมวัตถุดิบที่เป็นของแห้งแล้วคนส่วนผสมจนละลาย จากนั้นต้มต่อจนกระทั่งอุณหภูมิถึง 65±2 องศาเซลเซียส นำส่วนผสมไอศกรีมที่ได้ไปโฮโมจิไนซ์ด้วยเครื่องโฮโมจิไนซ์เซอร์ที่ความเร็วเบอร์ 2 เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำส่วนผสมไอศกรีมไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส และนำส่วนผสมไอศกรีมที่ได้ไปบ่มในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เป็น

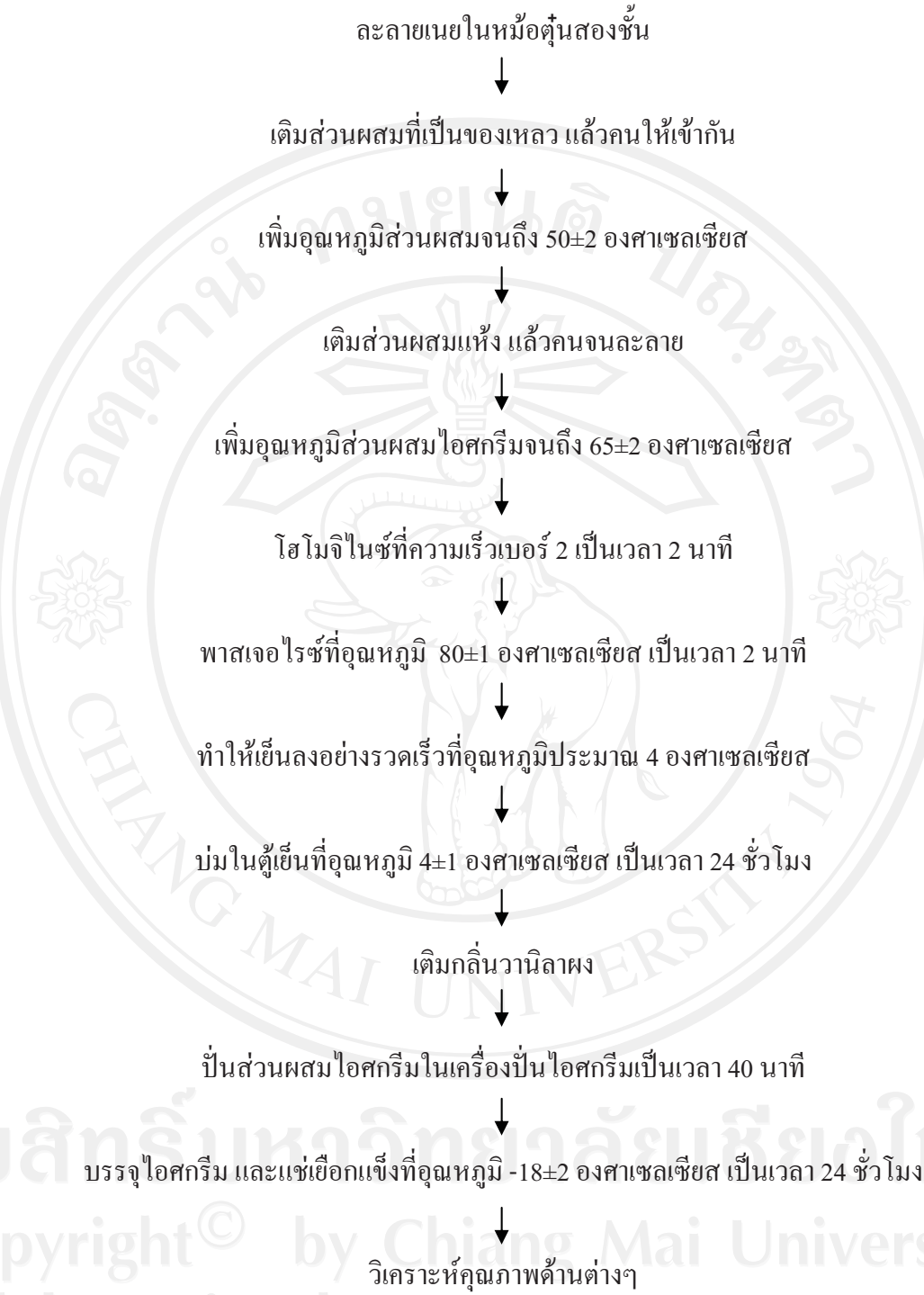
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาการบ่มจึงเติมกลิ่นวานิลาลงไป นำส่วนผสมไอศกรีมที่ผ่านการบ่มปริมาตร 800 มิลลิลิตร มาปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีมเป็นเวลา 40 นาที บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกมีฝาปิด นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ของไอศกรีมต่อไป กระบวนการผลิตไอศกรีมนม แสดงดังรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมโดยน้ำหนักในการผลิตไอศกรีมนม

ส่วนผสม	ไอศกรีมนมสูตรควบคุม (ร้อยละ)	ไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผง (ร้อยละ)		
		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
นมสด	77.96	77.57	77.18	76.80
เนยสด	7.65	7.61	7.57	7.54
น้ำตาลทราย	10.00	9.95	9.90	9.85
นมผง	3.82	3.80	3.78	3.76
เจลาติน	0.19	0.19	0.19	0.19
แป้งข้าวโพด	0.19	0.19	0.19	0.19
วานิลาผง	0.19	0.19	0.19	0.19
เส้นใยอาหารผง	0	0.5	1.0	1.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตไอศกรีมนม

ที่มา: ดัดแปลงจากเวียร์ยันโตโร และอภิรักษ์ (2549)

ข) การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด ด้วยเครื่องรีแฟลคโตมิเตอร์ (AOAC, 2000)
- ความหนืดปรากฏ ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Dervisoglu, 2006)
- การขึ้นฟู (Arbuckle, 1986)
- อัตราการละลาย (ดัดแปลงจาก Segall and Goff, 2002)
- ความแน่นเนื้อของไอศกรีม ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ดัดแปลงจาก Aime *et al*., 2001)
- สมบัติทางรีโอโลยี ด้วยเครื่องรีโอมิเตอร์ (ดัดแปลงจาก หทัยทิพย์, 2552)

ค) การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน ด้วยเครื่อง Combussion (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน โดยวิธี Roese-Gottlieb (AOAC, 2000)

ง) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

วางแผนการทดสอบโดยวิธีสุ่มตลอดในบล็อกแบบสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) (ไพโรจน์, 2545) และทดสอบทางประสาทสัมผัสในแง่ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธี Hedonic scoring test 9 point ซึ่งมีระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อประเมินคุณภาพของไอศกรีมในด้านสีที่ปรากฏ กลิ่นวานิลา ความเรียบเนียน ความมัน ความเหนียวหนืด การละลายในปาก การรับรสขม และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน และทำการทดสอบชิม 2 ครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved