บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. เมล็ดข้าวก่ำพันธุ์ลืมผัวกะเทาะเปลือก (อำเภอพบพระ จังหวัดตาก, ประเทศไทย)
2. น้ำตาลทราย ตรา มิตรผล (ร้านหยกอินเตอร์เทรด จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย)
3. กะทิกล่องสำเร็จรูป ตราชาวเกาะ (บริษัท เทพผดุงพรมะพร้าว จำกัด, ประเทศไทย)
4. สารเพิ่มความคงตัว
    4.1 คาราจีแนน (Carageenan) (บริษัท ยูเนี่ยน ซายน์ จำกัด, ประเทศไทย)
    4.2 เจลาติน (Gelatin) (บริษัท ยูเนี่ยน ซายน์ จำกัด, ประเทศไทย)
    4.3 แซนแทนกัม (Xanthan gum) (บริษัท ยูเนี่ยน ซายน์ จำกัด, ประเทศไทย)
    4.4 แป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) (ช้างสามเศียร, บริษัท โรงเส้นหมี่ซอเฮง จำกัด, ประเทศไทย)
5. น้ำมันรำข้าวก่ำ (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ประเทศไทย)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตน้ำข้าวก่ำและไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

1. เครื่องปั่นผสมอาหาร (blender) ขนาด 2 ลิตร (Philips, รุ่น Model HR2061/20 กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ โถปั่นขนาด 2 ลิตร, Netherlands)
2. เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) (OAKTON, Japan)
3. เครื่องปั่นไอศกรีม (Gelatino Pro 3K, Italy)
4. ถ้วยพลาสติกสำหรับบรรจุไอศกรีม (ร้านหยกอินเตอร์เทรด, ประเทศไทย)
5. ตู้เย็น (Whirlpool: Model WCF-95L, Japan)
6. ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส (Sanyo: Model SFC997 (GYN), Japan)
7. ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ –10 องศาเซลเซียส (Sanyo: Model SFC997 (GYN), Japan)
8. เครื่องโฮโมจิไนซ์ (VELP scientific, OV5, Italy)

3.2.2 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง (3-digits analytical balance) (DENSER Instrument: Model TB-403, Germany)
2. เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) (Brookfield: Model LVDV-II+, USA)
3. เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter: Model CR 400, Japan)
4. เครื่องวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer) (Atago: Model N1 Brix 0~32 %, Japan)
5. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม (Texture analyzer, Model TA.XT plus, England)
6. กระป๋องอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can)
7. ตู้อบลมร้อน (hot air oven) (Memmert: ULM-400, USA)
8. โถดูดความชื้น (desiccators)
9. ตะแกรงลวดขนาด 8 mesh สำหรับวัดอัตราการละลายไอศกรีม (บริษัท ยูเนี่ยน ซายน์ จำกัด, ประเทศไทย)
10. ถ้วยพลาสติกสำหรับวัดเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน (ร้านหยกอินเตอร์เทรด จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย)

3.2.3 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางเคมี

1. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (water bath) (Memmert, WNB29, Germany)
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) (Sartorius: Model PB10, Germany)
3. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) (Biomate5, England)
4. หลอดทดลอง
5. บีกเกอร์
6. คิวเวต
7. กระบอกน้ำกลั่น

3.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางจุลชีววิทยา

1. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) (Gallenkamp, England)
2. ขวดดูแรนขนาด 500 มิลลิลิตร
3. ปิเปต (Pipette)
4. จานเพาะเชื้อ
5. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert: Model UM 500, Germany)
6. ตู้บ่มเพาะเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Incubator) (Gallenkamp, England)

3.3 สารเคมี

1. กรดแกลลิก (gallic acid) (Sigma-Aldrich, USA)
2. สารละลายโฟลีน (Folin-Ciocateu reagent) (Merk, Germany)
3. โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) (Ajax, Australia)
4. เมทานอล และเอทานอล (methanol and ethanol) (Labscan, Thailand)
5. อะซิโตน (acetone) (Labscan, Germany)
6. โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) (Ajax, Australia)
7. โซเดียมอะซิเตทไตรไฮเดรต (sodium acetate trihydrate, $CH_3COONa \cdot 3H_2O$) (Ajax, Australia)
8. น้ำกลั่น (distilled water) (Labscan, Thailand)
9. DPPH radical (2, 2 -diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Merck, Germany)
10. โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (sodium dihydrogen phosphate, NaH_2PO_4) (QReC, New Zealand)
11. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (disodium hydrogen phosphate, Na_2HPO_4) (QReC, New Zealand)
12. ไอรอนคลอไรด์เตรตระไฮเดรต (iron (II) chloride tetrahydrate, $FeCl_2 \cdot 4H_2O$) (Sigma-Aldrich, USA)
13. เฟอร์โรซีน (ferrozine) (Sigma-Aldrich, USA)
14. โพแทสเซียมเฟอร์ริกไซยาไนด์ (potassium ferricyanide) (Fisher scientific, USA)
15. เฟอร์ริกคลอไรด์ (ferric chloride anhydrous) (LOBA chemie, India)
16. กรดไตรคลอโรอะซิติก (trichloroacetic acid) (Fisher scientific, USA)
17. น้ำปราศจากอิออน (deionized water) (Labscan, Thailand)
18. Plate count agar (Difco, USA)
19. Potato dextrose agar (Difco, USA)
20. Peptone water (Difco, USA)

3.4 วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างข้าวก่ำต่อน้ำต่อสมบัติของน้ำข้าวก่ำ

1.1 การเตรียมน้ำข้าวก่ำ

นำเมล็ดข้าวก่ำพันธุ์ลืมผัวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออกไปล้างทำความสะอาด จากนั้นทำการแช่ในน้ำสะอาด โดยทำการผันแปรอัตราส่วน (โดยน้ำหนัก) ระหว่างข้าวก่ำต่อน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ทำการแช่เป็นระยะเวลานาน 4 ชั่วโมง แล้วนำไปปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร จากนั้นกรองแยกเอาส่วนกากและน้ำออกจากกันโดยใช้ผ้าขาวบาง น้ำข้าวก่ำที่ได้ซึ่งจะใช้เป็นส่วนผสมไอศกรีม ไปตรวจสอบสมบัติด้านต่างๆ ต่อไป (ดัดแปลงจาก Wongkhalaung & Boonyaratanakornki, 2000)

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วน (โดยน้ำหนัก) ระหว่างข้าวก่ำต่อน้ำ ที่ทำการศึกษา

สิ่งทดลอง	อัตราส่วนข้าวก่ำต่อน้ำ (โดยน้ำหนัก)
1	1:2
2	1:4
3	1:10

1.2 การตรวจสอบสมบัติของน้ำข้าวก่ำ

1.2.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

1.2.1.1 ค่าสีระบบฮันเตอร์ (L*, a*, และ b*) โดยเครื่องวัดสี Minolta CR-400 (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.1.2 ความหนืด โดยเครื่อง Brookfield-Programmable Viscometer รุ่น LVDV-II+ ด้วยหัววัดเบอร์ S18 ที่อุณหภูมิประมาณ 4 ± 1 องศาเซลเซียส อ่านค่าที่ได้เมื่อ %Torque มีค่ามากที่สุด

1.2.1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดย hand refractometer (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.1.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.1.5 ปริมาณของโปรตีน (protein) (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวัด แ ส ด ง ใ น ภาคผนวก ง.)

1.2.1.6 ปริมาณของไขมันทั้งหมด (fat) (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.1.7 ปริมาณของเถ้า (ash) (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.1.8 ค่า pH ของตัวอย่างโดย pH Meter (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.2 การตรวจสอบสมบัติด้านเคมี

1.2.2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Waterhouse, 2005) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.2.2 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในรูปของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์โดยวิธี pH Differential (Giusti & Wrolstad, 2005) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.3 การตรวจสอบสมบัติการต้านออกซิเดชัน

1.2.3.1 DPPH radical scavenging activity assay โดยใช้สารละลาย DPPH solution และวัดด้วยวิธี spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสง 515 นาโนเมตร (Kanitha & Wanida, 2010) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.3.2 Reducing Power วัดด้วยวิธี spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสง 700 นาโนเมตร (Maorun *et al.*, 2009) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

1.2.3.3 Metal Chelating Activity วัดด้วยวิธี spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสง 562 นาโนเมตร (Mao *et al.*, 2006) (รายละเอียดการวัดแสดงในภาคผนวก ง.)

ตอนที่ 2 การศึกษาผลของส่วนผสมพื้นฐานไอศกรีมต่อคุณสมบัติของไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

2.1 การผลิตไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

2.1.1 การเตรียมส่วนผสมไอศกรีม

เตรียมส่วนผสมไอศกรีมข้าวที่มีน้ำนมข้าวเป็นส่วนผสมหลัก ทำการผันแปรปริมาณกะทิในส่วนผสม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30, 40 และ 50 (โดยน้ำหนัก) และผันแปรปริมาณ

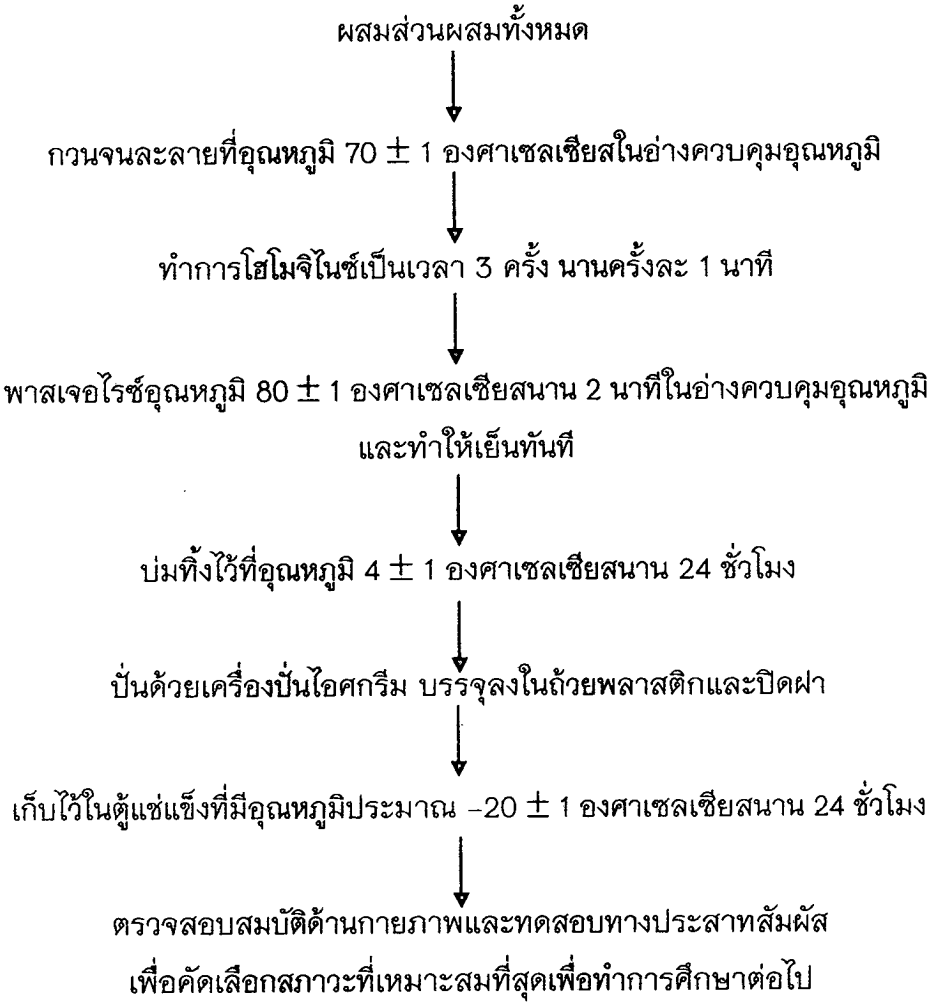
น้ำตาล 2 ระดับ คือ ร้อยละ 10 และ 20 (โดยน้ำหนัก) ได้ส่วนผสมทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนผสมพื้นฐาน (ร้อยละของปริมาณส่วนผสม) ไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

สิ่งทดลอง	อัตราส่วน ข้าว:น้ำ	กะทิ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	น้ำตาล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
1	1:2	30	10
2	1:2	30	15
3	1:2	40	10
4	1:2	40	15
5	1:2	50	10
6	1:2	50	15
7	1:4	30	10
8	1:4	30	15
9	1:4	40	10
10	1:4	40	15
11	1:4	50	10
12	1:4	50	15
13	1:10	30	10
14	1:10	30	15
15	1:10	40	10
16	1:10	40	15
17	1:10	50	10
18	1:10	50	15

2.1.2 วิธีการผลิตไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

นำส่วนผสมไอศกรีมที่เตรียมได้มาผ่านขั้นตอนการผลิตไอศกรีม ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

2.2 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

2.2.1 ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม ดัดแปลงจากวิธีของ Chang *et al.*, 1995

นำส่วนผสมไอศกรีมผสมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์และบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ด้วยหัววัดเบอร์ S18 ที่อุณหภูมิประมาณ 4 ± 1 องศาเซลเซียส อ่านค่าที่ได้เมื่อ %Torque มีค่ามากที่สุด

2.2.2 ร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีม (%overrun) ดัดแปลงจากวิธีของ Marshall *et al.*, 2003

นำตัวอย่างส่วนผสมไอศกรีมผสม ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาบรรจุใส่กล่องพลาสติกที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วและนำไปชั่งหาน้ำหนัก จากนั้นนำส่วนผสมไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม จากนั้นตักไอศกรีมที่ผ่านการปั่นแล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติกเดิม ชั่งหาน้ำหนักของไอศกรีมที่ได้ และคำนวณหาค่าการขึ้นฟูของไอศกรีม ตามสมการ (1)

$$\%\text{overrun} = \frac{\text{น้ำหนักของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม} - \text{น้ำหนักของไอศกรีม} \times 100}{\text{น้ำหนักของไอศกรีม}} \quad (1)$$

2.2.3 อัตราการละลายของไอศกรีม (meltdown rate) ดัดแปลงจากวิธีของ Koxholt *et al.*, 2001

ตักไอศกรีมแช่แข็งด้วยช้อนตักไอศกรีมให้ได้ลักษณะทรงกลมและน้ำหนักประมาณ 50 กรัม ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง บันทึกเป็นน้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น จากนั้นวางไอศกรีมลงบนตะแกรง Mesh เบอร์ 8 ที่มีภาชนะรองรับ ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักส่วนที่ละลายทุกๆ 10 นาที นาน 1 ชั่วโมง และนำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละการละลายของไอศกรีม ตามสมการ (2)

$$\text{ร้อยละการละลาย (\% melting)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมส่วนที่ละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \quad (2)$$

จากนั้นนำร้อยละการละลายสะสมที่คำนวณได้ที่แต่ละช่วงเวลาไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายกับเวลา เพื่อหาอัตราการละลาย (meltdown rate) ของไอศกรีมข้าวก่ำ

2.2.4 ค่าสีของไอศกรีม

ทำการวัดค่าสี ของไอศกรีมแช่แข็งที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ -22 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส โดยเครื่องวัดสี Minolta CR-400 แต่ละตัวอย่างทำการวัด 3 ซ้ำ

2.2.5 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีม ดัดแปลงจากวิธีของ Bolliger *et al.*, 2000

บรรจุไอศกรีมเต็มถ้วยพลาสติกขนาด 30 ลูกบาศก์มิลลิลิตร ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -22 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไปวัดเนื้อสัมผัสของไอศกรีมด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร Texture Analyser รุ่น TA.XT.plus ด้วยหัววัดทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (P/2) load cell ขนาด 50 กิโลกรัม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนทดสอบ ขณะทดสอบ หลังทดสอบอยู่ที่ 2.0, 1.0 และ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ตามลำดับอ่าน ค่าแรงสูงสุดเมื่อระยะทางที่หัววัดกดลงในเนื้อไอศกรีมเท่ากับ 4 มิลลิเมตร และทำการวัดเมื่ออุณหภูมิของไอศกรีมที่ระดับลึกจากผิวหน้า 1 เซนติเมตรเท่ากับ -10 ± 1 องศาเซลเซียสโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล

2.3 การตรวจสอบสมบัติทางด้านเคมี

2.3.1 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 2000)

2.3.2 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (AOAC, 2000)

2.3.3 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในรูปของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์โดยวิธีpH Differential (Giusti & Wrolstad, 2005)

2.3.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Waterhouse, 2005)

2.3.5 ค่า pH ของตัวอย่างโดย pH Meter

2.4 การตรวจสอบสมบัติการต้านออกซิเดชัน

2.4.1 DPPH radical scavenging activity assay โดยใช้สารละลาย DPPH solution และวัดด้วยวิธี spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสง 515 นาโนเมตร (Kanitha & Wanida, 2010)

2.4.2 Reducing Power วัดด้วยวิธี spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสง 700 นาโนเมตร (Maorun *et al.*, 2009)

2.4.3 Metal Chelating Activity วัดด้วยวิธี spectrophotometer ที่ค่าการดูดกลืนแสง 562 นาโนเมตร (Mao *et al.*, 2006)

2.5 การตรวจสอบสมบัติด้านประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างไอศกรีมที่มีสมบัติทางกายภาพและสมบัติการต้านออกซิเดชันที่เหมาะสม จำนวน 3 ตัวอย่าง มาทดสอบสมบัติด้านประสาทสัมผัส ทำการทดสอบการยอมรับ (acceptance test) ของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อันได้แก่ สี ความเหนียวหนืด

ความเรียบเนียน การละลายในปาก รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยวิธี 9 point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 20 คน ทดสอบการยอมรับตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (ภาคผนวก ข) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 (Prindiville *et al.*, 1999)

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

2.6 แผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3×3×2 factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ ร้อยละ 95 ยกเว้นการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัส

ตอนที่ 3 การศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัว ต่อสมบัติของไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

3.1 การผลิตไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

เตรียมส่วนผสมพื้นฐานที่มีความเหมาะสมแล้วจากผลการทดลองตอนที่ 2 แล้วทำการผันแปรชนิดของสารเพิ่มความคงตัว 4 ชนิด คือ คาราจีแนน เจลาติน แซนแทนกัม และแป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) โดยสารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดที่เติมจะผันแปรความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 (โดยน้ำหนัก) จากนั้นทำการเตรียมไอศกรีมตามขั้นตอนเช่นเดียวกับ 2.1.2

3.2 การตรวจสอบสมบัติของไอศกรีม

ทำการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี การต้านออกซิเดชัน เช่นเดียวกับ 2.1, 2.3 และ 2.4 ตามลำดับและประสาทสัมผัสโดยวิธี Ranking Test (ภาคผนวก ข.)

3.3 แผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3×4 factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 ยกเว้นการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัส

ตอนที่ 4 การศึกษาผลของปริมาณการเติมน้ำมันรำข้าวก่ำ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

4.1 การเตรียมไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

เตรียมส่วนผสมไอศกรีมข้าวก่ำที่มีชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมจากการทดลองตอนที่ 3 แล้วทำการผันแปรความเข้มข้นของน้ำมันรำข้าวก่ำในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 10, 20 และ 30 (โดยน้ำหนัก) จากนั้นทำการเตรียมไอศกรีมตามขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2

4.2 การตรวจสอบสมบัติของไอศกรีม

ทำการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี การต้านออกซิเดชัน และประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับ 2.2, 2.3, 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ

4.3 แผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ ร้อยละ 95 ยกเว้นการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัส

ตอนที่ 5 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำระหว่างการเก็บรักษา

5.1 การเตรียมไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำ

ทำการเตรียมส่วนผสมที่ทำให้ได้ไอศกรีมดัดแปลงข้าวก่ำที่เหมาะสมจากการทดลองตอนที่ 4 ซึ่งประกอบไปด้วย น้ำข้าวก่ำ ร้อยละ 55 กะทิ ร้อยละ 20 น้ำตาลร้อยละ 15 เจลาติน

ร้อยละ 0.3 และน้ำมันรำข้าวก่ำร้อยละ 10 (โดยน้ำหนัก) จากนั้นทำการเตรียมไอศกรีมตามขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2 แล้วนำไอศกรีมข้าวก่ำที่เตรียมได้บรรจุในถ้วยพลาสติกแล้วเก็บรักษาในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -10 ± 1 และ-20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน รวมระยะเวลา 3 เดือน

5.2 การตรวจสอบสมบัติของไอศกรีม

ทำการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ อัตราการละลาย, ค่าสี และค่าแรงกดสูงสุด สมบัติทางเคมี การต้านออกซิเดชัน และประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับ 2.3, 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ โดยเพิ่มการศึกษาสมบัติทางด้านจุลชีววิทยา ดังนี้

5.2.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวิเคราะห์ แสดงในภาคผนวก ง.)

5.2.2 ปริมาณยีสต์ และรา (AOAC, 2000) (รายละเอียดการวิเคราะห์ แสดงในภาคผนวก ง.)

5.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×2 factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows เวอร์ชั่น 10.0 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

3.6 สถานที่ในการทำวิจัย และรวบรวมข้อมูล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่