

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษา

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์

##### 1. วัสดุดิบ

1. ก้างปลาสด
2. ปลากระตักสด
3. แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร)
4. แป้งสาลี (ตราว่าว)
5. พริกไทยขาว
6. เกลือ (ตราปรุngthิพย์)
7. น้ำตาลทราย(มิตรผล)
8. กระทียม
9. น้ำมันพืช (ตรามรกต)

##### 2. อุปกรณ์

1. โถดูดความชื้น (Desiccators)
2. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น
3. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
4. เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ แท่งแก้วคน ฯลฯ
5. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น ชามผสม ลังถึง ถาด ฯลฯ
6. ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Gerhard รุ่น VAP 1)
7. ชุดวิเคราะห์หาไขมัน (Gerhard รุ่น306M)
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius CPA 2245)
9. เครื่องบดเนื้อ (Food processor รุ่น CUTTEX M11N)
10. เครื่องบดแห้ง (Blender รุ่น Panasonic MX-151-SG1)
11. ตู้บลมร้อน (กล้วยน้ำไท รุ่น T5042)
12. เครื่องหั่นข้าวเกรียบรุ่น (WASINO)
13. หม้อนึ่งความดัน รุ่น (AUTOCLAVE HA- 300MII)
14. เครื่องทอดอาหารไฟฟ้า (Elframo รุ่น E391-0)
15. AAS

### 3. สารเคมี

1. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ไขมัน ได้แก่ ปีโตรเลียมอีเทอร์
2. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์โปรตีน ได้แก่ คอปเปอร์ซัลเฟต โพแทสเซียมซัลเฟต คอปเปอร์ซัลเฟต โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดไฮโดรคลอริก กรดบอริก
3. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ความหืน ได้แก่ กรดบาบิทูริก กรดไตรคลอโรอะซิติก กรดไฮโดรคลอริก
4. สารเคมีสำหรับการศึกษาการแตกตัวของแคลเซียม ได้แก่ กรดซัลฟูริก
5. เมททิลเรด
6. โบรโมครีซอลบลู
7. กรดไนตริก

### 4. วิธีการทดลอง การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ

- 1) การศึกษาผลของแหล่งแคลเซียมที่ใช้เสริมในข้าวเกรียบต่อคุณภาพของข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม
- 2) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมโดยใช้แหล่งแคลเซียมต่างกัน
- 3) การศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมจากแหล่งต่าง ๆ
- 4) การศึกษาประสิทธิภาพการแตกตัวของแคลเซียมในข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมจากแหล่งต่าง ๆ รายละเอียดในการศึกษาแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

#### 4.1 การศึกษาผลของแหล่งแคลเซียมที่ใช้เสริมในข้าวเกรียบต่อคุณภาพของข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม

4.1.1 ผลิตภัณฑ์ปลาทูและปลากะตักผง ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก ลักษณะ และคณะ (2546) โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

- 1) ใช้ก้างปลาตากแห้งซึ่งเป็นเศษเหลือจากการผลิตซูริมิ และปลากะตักสด (*Encrasicholina* sp.) ที่ซื้อจากสะพานปลา จังหวัดปัตตานี นำมาล้างน้ำให้สะอาด ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ
- 2) นึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 45 นาที
- 3) ปล่อยให้เย็น และกรองด้วยผ้าขาวบางและบีบน้ำออกให้มากที่สุด
- 4) นำตัวอย่างอาหารใส่ในถาด เกลี่ยให้สม่ำเสมอ แล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
- 5) บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องบดแห้ง (Blender รุ่น Panasonic MX-151-SG1)
- 6) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช

- 7) บรรจุกากปลาผง และปลากะตักผง เก็บในถุงโพลีโพรพิลีนชนิดหนา ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะนำไปใช้

#### 4.1.2 วิเคราะห์คุณภาพของกากปลาผง และ ปลากะตักผง โดยการวิเคราะห์

- 1) ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab)
- 2) ความชื้น โดยวิธี Hot Air Oven Method (A.O.A.C., 2000)
- 3) เถ้า โดยวิธี Drying Method (A.O.A.C. 2000)
- 4) โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method (A.O.A.C, 2000)
- 5) ไขมัน โดยวิธี Solvent Extraction (A.O.A.C., 2000)
- 6) แคลเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometric Method (A.O.A.C.,2000)

- 7) คาร์โบไฮเดรตโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)} = 100 - \text{ความชื้น(ร้อยละ)} - \text{ไขมัน (ร้อยละ)} \\ - \text{โปรตีน(ร้อยละ)} - \text{เถ้า (ร้อยละ)}$$

- 8) พลังงาน คำนวณโดยใช้ Atwater factor คำนวณโดยใช้ค่าสำหรับคุณจำนวนกรัมโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 4 , 9 และ 4 กิโลแคลอรีตามลำดับ

4.1.3 ผลิตภัณฑ์ การผลิตข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม จำนวน 3 สูตร ที่ใช้แหล่งแคลเซียมต่างกัน 3 ชนิด คือ กากปลาผง ปลากะตักผง และ ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (เป็นแคลเซียมสังเคราะห์) โดยส่วนผสมในสูตรเป็นดังนี้

ตารางที่ 2 ส่วนผสมในข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม 3 ประเภท

ส่วนประกอบ	ปริมาณที่ใช้ในสูตร (กรัม)		
	สูตรเสริมก้างปลาผง	สูตรเสริมปลากะตักผง	สูตรเสริมแคลเซียมสังเคราะห์
เนื้อปลาสด	49.3	0	49.5
แป้งมันสำปะหลัง	39.4	39.4	39.4
แป้งสาลี	4.9	4.9	4.9
ก้างปลาผง/ปลากะตักผง	17.5	17.5	1.93**
เกลือป่น	2	2	2
น้ำ ตาลทราย	0.6	0.6	0.6
พริกไทยป่น	0.2	0.2	0.2
กระเทียม	0.3	0.3	0.3
น้ำ	15-20	15-20	15-20

\*\* คำนวณปริมาณแคลเซียมสังเคราะห์ที่ทำให้ได้แคลเซียมในข้าวเกรียบคิดเป็น 30% RDI (RDI เป็นปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป โดยแนะนำให้บริโภคแคลเซียมปริมาณ 800 มิลลิกรัมต่อวัน)

ขั้นตอนในการผลิตข้าวเกรียบ ดัดแปลงจาก อรุณข (2548) มีดังนี้

- 1) นวดแป้งมันสำปะหลังกับน้ำและส่วนผสมอื่น ๆ ให้ส่วนผสมเนียนแป้งนุ่มจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 2) ปั่นก้อนแป้งเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร
- 3) นึ่งก้อนแป้งด้วยไอน้ำจนกระทั่งแป้งสุกเนื้อแป้งใสทั่วทั้งก้อน
- 4) ปล่อยให้ก้อนแป้งเย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น 1 คืน
- 5) หั่นก้อนแป้งเป็นแผ่นให้มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องหั่นข้าวเกรียบ
- 6) นำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิประมาณ 55-60°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
- 7) เก็บตัวอย่างข้าวเกรียบแผ่นแห้งในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนชนิดหนา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อทำการศึกษาคุณภาพต่อไป ภายใน 5 สัปดาห์

ใช้ไตรแคลเซียมฟอสเฟต [  $Ca_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$  ] มีลักษณะละเอียดเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่นรส ละลายน้ำได้น้อย สามารถแตกตัวให้แคลเซียมได้ประมาณร้อยละ 34-48 ไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่ใช้มีความบริสุทธิ์ 35-40% และการกระจายขนาดของอนุภาคมีขนาดอยู่ในช่วง L.D. เท่ากับ 25 micron max และ H.D เท่ากับ 60 micron max ผลิตโดยบริษัท Gadot Biochemical Industries

#### 4.1.4 วิเคราะห์คุณภาพของข้าวเกรียบ

ทอดข้าวเกรียบในน้ำมันปาล์มอุณหภูมิ 175 – 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วินาที นำตัวอย่างข้าวเกรียบไปวิเคราะห์

##### 4.1.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

- 1) การพองตัว (linear expansion) โดยวิธี Yu Michell and Abdullah (1981)
- 2) ความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer
- 3) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab)

##### 4.1.4.2 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่

- 1) ความชื้น โดยวิธี Hot Air Oven Method (A.O.A.C., 2000)
- 2) เถ้า โดยวิธี Drying Method (A.O.A.C., 2000)
- 3) โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method (A.O.A.C, 2000)
- 4) ไขมัน โดยวิธี Solvent Extraction (A.O.A.C., 2000)
- 5) แคลเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometric Method (A.O.A.C., 2000)
- 6) คาร์โบไฮเดรตโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)} = 100 - \text{ความชื้น(ร้อยละ)} - \text{ไขมัน (ร้อยละ)} \\ - \text{โปรตีน(ร้อยละ)} - \text{เถ้า (ร้อยละ)}$$

- 7) พลังงาน คำนวณโดยใช้ Atwater factor คำนวณโดยใช้ค่าสำหรับคุณจำนวนกรัม โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 4 , 9 และ 4 กิโลแคลอรีตามลำดับ

4.1.4.3 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในปัจจุบันด้านความกรอบ รสชาติ กลิ่นคาว สี และความชอบโดยรวมโดยวิธีการประเมินแบบ Hedonic scaling 9 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน

4.1.5 คำนวณต้นทุนการผลิตข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมและเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตข้าวเกรียบปลาสูตรท้องถิ่น

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

## 4.2 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมโดยใช้แหล่งแคลเซียมต่างกัน

เตรียมตัวอย่างข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมแต่ละประเภทที่ทอดแล้วในปริมาณ 30 กรัม (เท่ากับ 1 หน่วยบริโภค) ใส่ถุงพลาสติกซีลปากถุงให้สนิท สำหรับผู้ทดสอบ 1 คน ให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบ 5 ระดับคะแนน ผู้ทดสอบ 1 คนจะทำการประเมินข้าวเกรียบทั้ง 3 ประเภท ใช้ผู้ทดสอบที่เป็นกลุ่มเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 100 คน และกลุ่มผู้ใหญ่จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดปัตตานี

#### 4.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมจากแหล่งต่าง ๆ

ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมที่เป็นข้าวเกรียบแห้งดิบ กับข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดแล้ว โดยใช้บรรจุกัมมันต์ในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

4.3.1 การเก็บข้าวเกรียบแห้ง นำข้าวเกรียบแห้งดิบบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน สุ่มตัวอย่างข้าวเกรียบแผ่นแห้งดิบในเดือนที่ 0 1 2 3 4 5 และ 6 ของการเก็บรักษา เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- 1) วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี ด้วยเครื่อง Aw meter
- 2) การพองตัว (ในข้าวเกรียบที่นำไปทอด) โดยวิธี Yu Michell and Abdullah (1981)
- 3) ค่าสี (ของข้าวเกรียบที่นำไปทอด) วัดด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab)
- 4) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี (BAM, 2000)
- 5) สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส โดยวิธี (BAM, 2000)
- 6) ยีสต์ และรา โดยวิธี (BAM, 2000)

4.3.2 การเก็บข้าวเกรียบทอด นำข้าวเกรียบทอดบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างข้าวเกรียบในสัปดาห์ที่ 0 1 2 3 4 และ 5 ของการเก็บรักษา เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- 1) ทาค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) โดยวิธี (Buege and Aust, 1978)
- 2) ความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer
- 3) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี (BAM, 2000)
- 4) สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส โดยวิธี (BAM, 2000)
- 5) ยีสต์ และรา โดยวิธี (BAM, 2000)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์อาหารฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

#### 4.4 การศึกษาประสิทธิภาพการแตกตัวของแคลเซียมในข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมจากแหล่งต่าง ๆ

การศึกษาประสิทธิภาพในการแตกตัวของแคลเซียมที่เสริมในข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตร เปรียบเทียบกับการแตกตัวของแคลเซียมในนมผง (เป็นแหล่งแคลเซียมอ้างอิง) ใช้นมผงยี่ห้อดูมิลค์ 1 พลัส คอมพลีตแคร์ รสจืด ผลิตโดยบริษัทดูเม็ก โดยใช้วิธีการของ Roig *et al*, (1999)