

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1 แป้งสาลี ตราพัดโบก (บริษัท ยูเอฟเอ็มฟู้ด จำกัด)
- 3.1.2 ข้าวสาลี ตรา กรีนนิช (บริษัท แอล เอช ไรซ์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด)
- 3.1.3 เนยสดชนิดเค็ม ตรา ออร์คิด (บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด)
- 3.1.4 ไข่ไก่ ตรา ซีพี (บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด)
- 3.1.5 น้ำตาลทราย ตรา ดิน (กลุ่มบริษัทน้ำตาลไทยรุ่งเรือง)
- 3.1.6 เกลือป่น ตรา ปรุณทิพย์ (บริษัท สหพัฒน์ปิบูล จำกัด)
- 3.1.7 ผงฟู ตรา เบสท์ฟู้ดส์ (บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด)
- 3.1.8 เนยขาว ตรา เซสท์ (บริษัท ล้ำสูง จำกัด)
- 3.1.9 Xanthan gum จาก บริษัท ไทยฟูด แอนด์ เคมีคอล จำกัด
- 3.1.10 Guar gum (Ramcol F-11) จากบริษัท ไทยฟูด แอนด์ เคมีคอล จำกัด
- 3.1.11 อิมัลซิไฟเออร์ ตรา เมารี (บริษัท MAURI LA NGA FERMENTATION Co.,Ltd) ประกอบด้วย Mono และ Di-glycerides of fat foaming fatty acid ร้อยละ 22.5 Propylene Glycol ร้อยละ 12.5 และ Glycerol ร้อยละ 5.5)
- 3.1.12 Pregelatinized modified tapioca starch (H-50) จาก บริษัท FOOD&COSMETIC SYSTEMS CO.,LTD
- 3.1.13 Powdered cellulose (VITACEL® L600-30) จาก บริษัท Rama Production Co.,Ltd

3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือการผลิตแป้งข้าวสาลี

- 3.2.1.1 เครื่องโม่แป้งแบบ Pin mill ยี่ห้อ ALPINE รุ่น 160-Z
- 3.2.1.2 ตะแกรงร่อนแป้ง ขนาด 100 เมช

3.2.2 อุปกรณ์ แลเครื่องมือการผลิตแบตเตอรี่เค็ก

3.2.2.1 เครื่องนวดผสม ยี่ห้อ Tonghor Marchine รุ่น Auto LNK 530 พร้อมโถผสม และหัวผสมชนิดใบพัด

3.2.2.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น LC 12001S

3.2.2.3 เตาอบไฟฟ้า รุ่น E100 (บริษัท ร่วมเจริญเมือง จำกัด)

3.2.2.4 เครื่องครัว ได้แก่ จาน ชาม ถ้วย ถาดโลหะ พายยาง แปรงทาเนยขาว ตะแกรงร่อนแป้ง พิมพ์สำหรับทำเค้ก มีดหั่นเค้ก ตะแกรงสำหรับผึ่งเค้กให้เย็น

3.2.2.5 ฟิล์มพลาสติกชนิด Nylon laminate with Polyethylene

3.2.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือการวิเคราะห์คุณภาพ

3.2.3.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BA210S

3.2.3.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น CX2

3.2.3.3 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA-XT2i (Stable Micro System, UK) พร้อมหัววัดแบบ Cylindrical probe (P/25)

3.2.3.4 กระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร พร้อมเมล็ดงาขาว

3.2.3.5 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ WTB binder รุ่น ED

3.2.3.6 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300

3.2.3.7 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนแบบกึ่งอัตโนมัติ ยี่ห้อ I tecator รุ่น 1002

3.2.3.8 ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมันแบบอัตโนมัติ (Soxtherm 2000) ยี่ห้อ

Gerhardt

3.2.3.9 ชุดวิเคราะห์หาเส้นใย ยี่ห้อ Labconco

3.2.3.10 ชุดกรองพร้อมปั๊มสุญญากาศ ยี่ห้อ Gast รุ่น 1023-101Q-G608NEX

3.2.3.11 ชุดเครื่องกลั่นไอน้ำ

3.2.3.12 เตาเผา (Muffle furnace) ยี่ห้อ Carbolite รุ่น CSF 1200

3.2.3.13 Hot plate ยี่ห้อ PMC รุ่น 502 series

3.2.3.14 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Heto รุ่น BWB

3.2.3.15 เครื่องเขย่าสาร (Rotary shaker) รุ่น innova 4000 (New Brunswick Scientific, USA)

3.2.3.16 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Thermo Spectro รุ่น Genesys 20

3.2.3.17 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ยี่ห้อ Hettich รุ่น Universal 16 R

3.2.3.18 เครื่องตีแป้งอาหาร ยี่ห้อ AES Laboratoire รุ่น MIX 1

3.2.3.19 เครื่องปั่นอาหาร ยี่ห้อ เนชั่นเนล ซูเปอร์เบลนเดอร์ รุ่น MX-T2GN

3.2.3.20 เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) ยี่ห้อ Vortex genie-2

3.2.3.21 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ยี่ห้อ ALP Co.,Ltd รุ่น KT-40

3.2.3.22 ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert รุ่น W 8540

3.2.3.23 เครื่องนับจำนวนโคโลนี ยี่ห้อ WTW รุ่น BZG 30

3.2.3.24 สมุดเทียบสี Munsell book of color (Matte collection, Macbeth Division of Kollmorgen Instrument, USA)

3.2.3.25 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ถ้วยพลาสติก แก้วพลาสติก และแบบทดสอบ

3.3 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.1 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 11.0

3.3.2 โปรแกรมสำเร็จรูป XLSTAT เวอร์ชัน 2010 (Demo version)

3.4 วิธีการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การผลิตแป้งข้าวสาลี

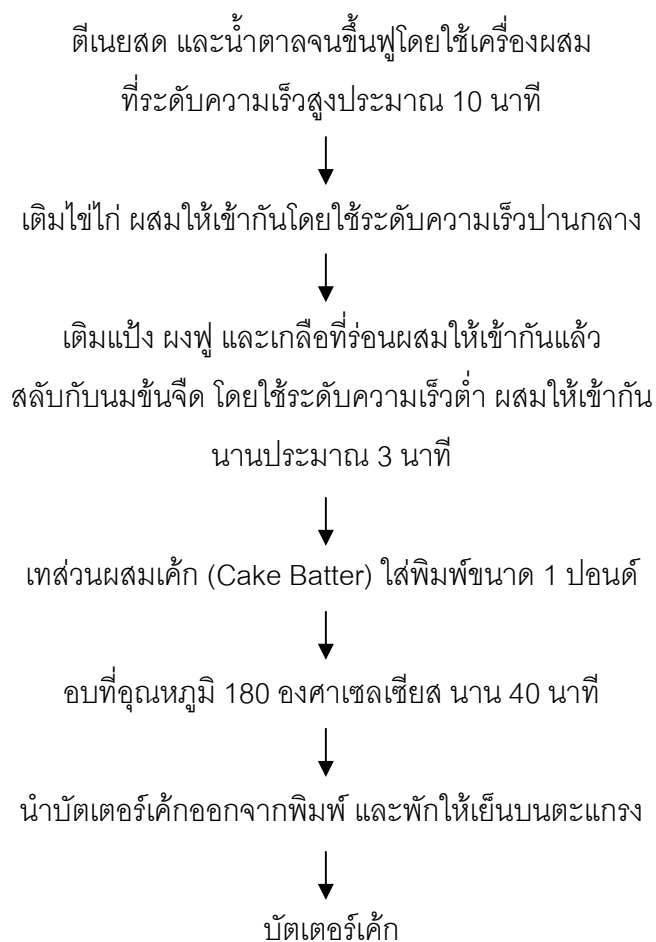
เตรียมแป้งข้าวสาลี โดยนำข้าวสาลีมาโม่ด้วยวิธีโม่แห้ง (Dry milling) ด้วยเครื่องโม่แบบ Pin mill นำแป้งข้าวสาลีที่ได้มาโม่ผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช จะได้แป้งข้าวสาลีที่มีอนุภาคขนาดประมาณ 150 ไมครอน บรรจุแป้งข้าวสาลีที่โม่แล้วลงในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) แล้วนำไปเก็บรักษาในที่แห้งและสะอาด ที่อุณหภูมิห้อง

3.4.2 การคัดเลือกเค้าสูตรต้นแบบ

คัดเลือกเค้าสูตรต้นแบบที่ใช้ในการทดลองจาก 3 สูตรแสดงดังตารางที่ 3.1 และกรรมวิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 3.1 จากนั้นให้ผู้ทดสอบจำนวน 60 คนประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส และให้คะแนนความชอบโดยรวมด้วยวิธี 9-pointed hedonic scale (Meilgaard และคณะ, 1999)

ตารางที่ 3.1 สูตรการผลิตบัตเตอร์เค้ก

ส่วนผสม	ร้อยละ (%Baker)		
	สูตรที่ 1 (ครัวโกลบ้าน, 2551)	สูตรที่ 2 (ครัวลูกสน, 2551)	สูตรที่ 3 (สัฟเพหระข้างครัว, 2551)
แป้ง	100.00	100.00	100.00
เนยสดชนิดเค็ม	74.07	83.30	129.41
ไข่ไก่	74.07	111.07	117.64
น้ำตาลทราย	102.76	102.76	117.64
นมข้นจืด	90.35	66.65	72.94
ผงฟู	2.98	4.32	1.88
เกลือ	0.62	0.94	0.67



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตบัตเตอร์เค้ก

3.4.3 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก

เตรียมบัตเตอร์เค้กตามสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลอง 3.4.2 และวิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 3.1 โดยแปรรูปการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีที่ระดับต่างๆ 7 ระดับ คือร้อยละ 0, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 ของน้ำหนักแป้งสาลี แล้วศึกษาสมบัติของส่วนผสมเค้ก และผลิตภัณฑ์เค้กในด้านต่างๆ ดังนี้

3.4.3.1 ส่วนผสมเค้ก

3.4.2.1.1 ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability)

วัดค่าความคงตัวของอิมัลชันของตัวอย่าง โดยชั่งส่วนผสมเค้ก 5 กรัม นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลานาน 20 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นคำนวณค่าร้อยละความคงตัวของอิมัลชันจากสมการ (Turabi และคณะ, 2008a) โดยปริมาณน้ำมันทั้งหมดคำนวณได้จากน้ำมันที่มีในวัตถุดิบทั้งหมด

$$\text{ค่าร้อยละความคงตัวของอิมัลชัน} = \left(1 - \frac{\text{ปริมาณน้ำมันที่แยกชั้น}}{\text{ปริมาณน้ำมันทั้งหมดในส่วนผสมเค้ก}} \right) \times 100$$

3.4.2.1.2 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

วัดค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่าง โดยเทส่วนผสมเค้กลงในปิกรอร์ขนาด 50 มิลลิลิตรให้เต็ม แล้วปาดผิวด้านบนให้เรียบ นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่ได้ จากนั้นเทน้ำลงในปิกรอร์ให้เต็ม นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่ได้ นำค่าน้ำหนักของส่วนผสมเค้กและน้ำหนักรวมมาคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะดังสมการ (Turabi และคณะ, 2008a)

$$\text{ค่าความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนผสมเค้ก}}{\text{น้ำหนักน้ำในปริมาตรเดียวกัน}}$$

3.4.3.2 ผลิตภัณฑ์เค้ก

3.4.3.2.1 สมบัติทางเคมี

3.4.3.2.1.1 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วัดปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (เครื่อง Aqualab CX2 Decagon Device, Inc., USA.) โดยนำตัวอย่างบัตเตอร์เค้กใส่ใน

ถ้วยตัวอย่างประมาณครึ่งหนึ่งของถ้วย นำตัวอย่างใส่ในช่องวัดค่า ปิดช่องใส่ตัวอย่าง จากนั้นหมุนสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง Read รอจนเครื่องมีเสียงดัง อ่านค่า a_w ได้จากหน้าจอแสดงผล

3.4.3.2.1.2 ปริมาณความชื้น (Moisture content)

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีการ AOAC (1995)

รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวกที่ ก-1

3.4.3.2.2 สมบัติทางกายภาพ

3.4.3.2.2.1 น้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างบัตเตอร์เค้กหลังอบด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง โดยชั่งบัตเตอร์เค้กทั้งก้อน (Loaf) ที่พักจนเย็นแล้ว บันทึกน้ำหนักของบัตเตอร์เค้กในหน่วยกรัม (g)

3.4.3.2.2.2 ปริมาตร

วัดปริมาตรของตัวอย่าง โดยการแทนที่ด้วยเมล็ดงาขาว (ดัดแปลงวิธีการจาก AACC, 2000) เริ่มจากการวัดปริมาตรของภาชนะที่จะใช้วัดปริมาตรบัตเตอร์เค้ก (ภาชนะที่ใช้เป็นภาชนะที่สามารถบรรจุบัตเตอร์เค้กที่ต้องการวัดปริมาตรได้ทั้งก้อน) โดยใส่เมล็ดงาขาวให้เต็มภาชนะ แล้วปาดผิวด้านบนให้เรียบ เทเมล็ดงาออกจากภาชนะ จากนั้นนำบัตเตอร์เค้กทั้งก้อนวางลงในภาชนะเดิม เทเมล็ดงาขาวลงไปให้เต็มภาชนะ ปาดผิวด้านบนให้เรียบ วัดปริมาตรของเมล็ดงาขาวที่เหลืออยู่โดยใช้กระบอกลง บันทึกปริมาตรเมล็ดงาขาวที่เหลืออยู่เป็นค่าปริมาตรของบัตเตอร์เค้กในหน่วยของลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) โดยเทียบจากปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ml) มีค่าเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3)

3.4.3.2.2.3 ดัชนีปริมาตร (Volume index)

คำนวณค่าดัชนีปริมาตรของตัวอย่างตามวิธีการ AACC (2000) โดยตัดบัตเตอร์เค้กบริเวณหัว และท้าย loaf ออก จากนั้นตัดออกเป็นแผ่นที่มีความหนาแผ่นละ 1.5 เซนติเมตร นำบัตเตอร์เค้กแผ่นแรก แผ่นกลาง และแผ่นสุดท้ายของ loaf มาวัดความสูง ณ ตำแหน่ง 3 ตำแหน่ง คือ B, C และ D โดยตำแหน่ง C คือความสูง ณ จุดกึ่งกลางของแผ่น และจุด B และ D คือความสูง ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดกึ่งกลาง 2.5 เซนติเมตรไปทางด้านซ้ายและขวาตามลำดับ จากนั้นคำนวณดัชนีปริมาตรได้ดังสมการ

$$\text{ดัชนีปริมาตร (cm)} = B + C + D$$

3.4.3.2.2.4 ความหนาแน่น (Density)

คำนวณค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแบตเตอรี่เค็กในหน่วยของกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3) ดังสมการ

$$\text{ความหนาแน่น (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{น้ำหนักของแบตเตอรี่เค็กหลังอบ (g)}}{\text{ปริมาตรของแบตเตอรี่เค็กหลังอบ (cm}^3\text{)}}$$

3.4.3.2.2.5 ค่าสี

วัดค่าสีของแบตเตอรี่เค็กในระบบ CIELAB ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Minolta รุ่น CR-300) ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 เตรียมตัวอย่างโดยหั่นแบตเตอรี่เค็กให้เป็นแผ่นแต่ละแผ่นหนา 1.5 เซนติเมตร วางแบตเตอรี่เค็กลงบนแผ่นกระดาษสีขาว จากนั้นนำหัววัดวางแนบลงบนผิวของแบตเตอรี่เค็กบริเวณจุดกึ่งกลางของแผ่น วัดค่าสีของแบตเตอรี่เค็กที่ได้ โดยแสดงค่าเป็น L^* a^* และ b^* อ่าน และบันทึกผลค่าสีที่วัดได้ ทำการวัดค่าซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

3.4.3.2.2.6 เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile)

วิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis: T.P.A) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT2i, Stable Microsystems, UK.) เตรียมตัวอย่างโดยหั่นตัวอย่างให้เป็นแผ่นขนาด 1.5 เซนติเมตร จากนั้นตัดขอบทั้ง 4 ด้านออก แล้วหั่นเค็กแต่ละแผ่นให้มีขนาดประมาณ $3 \times 3 \times 1.5$ เซนติเมตร วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยหัววัดแบบ Cylindrical probe ขนาด 25 มิลลิเมตร (P/25) โดยกดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1 มม./วินาที เป็นระยะทาง 50% ของความสูงของตัวอย่าง จากนั้นหัววัดจะเคลื่อนที่กลับขึ้นไปด้วยอัตราเร็ว 1 มม./วินาที แล้วหยุดเคลื่อนที่นาน 30 วินาที จากนั้นหัววัดจะกดลงบนตัวอย่างอีกครั้งด้วยความเร็วเท่าเดิม (Gómez และคณะ, 2007) บันทึกค่า Firmness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess และ Chewiness ทำการวัดค่าซ้ำละ 3 ตัวอย่าง (รายละเอียดของการอ่านค่าต่างๆ จากกราฟที่วิเคราะห์ได้จาก Texture profile analysis ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ข้อ 2.4.3)

3.4.3.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.3.2.3.1 การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive test)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างแบตเตอรี่เค็กด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน จากหน่วยวิจัยทางประสาทสัมผัสและผู้บริโภคแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University Sensory

and Consumer Research Unit, KU-SCR) เตรียมตัวอย่างแบตเตอรี่เค็กโดยนำแบตเตอรี่เค็กมาหั่นเป็นแผ่นๆ แต่ละแผ่นหนา 1.5 เซนติเมตร จากนั้นนำแบตเตอรี่เค็กมาตัดขอบทุกด้านออก แล้วหั่นเนื้อ แบตเตอรี่เค็กให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาดประมาณ 1.5x1.5x1.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่หั่นแล้วใส่กล่องพลาสติกที่มีฝาปิด และปราศจากกลิ่น กำกับรหัสตัวอย่างโดยใช้เลขสุ่ม 3 หลัก ขั้นตอนการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่หนึ่ง เป็นช่วงการพัฒนา Lexicon เริ่มต้นจากการคิดคำศัพท์เพื่อใช้อธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของตัวอย่างแบตเตอรี่เค็ก คัดเลือกตัวอย่างแบตเตอรี่เค็กที่มีการทดแทนแบ่งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีที่ระดับร้อยละ 0, 50 และ 100 กำหนดให้ตัวอย่าง แบตเตอรี่เค็กทั้ง 3 ตัวอย่างเป็นตัวแทนของแบตเตอรี่เค็กทั้ง 6 ตัวอย่าง เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่คาดว่าจะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสครอบคลุมทุกลักษณะที่จะตรวจพบในทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบ เสริมตัวอย่างแก่ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่าง เมื่อได้รับตัวอย่าง ผู้ทดสอบเริ่มชิมตัวอย่าง โดยแต่ละคนจะคิดคำศัพท์ และเขียนคำศัพท์ที่ใช้อธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความรู้สึกตกค้าง หลังจากนั้นจึงอภิปรายกลุ่มเพื่อรวบรวมและสรุปคำศัพท์ทั้งหมดที่สามารถอธิบายลักษณะของตัวอย่างได้ รวมทั้งตัดคำศัพท์ที่ซ้ำซ้อนออก เมื่อได้ข้อสรุปแล้วจึงเสริมตัวอย่างถัดไป ทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 ตัวอย่าง เมื่ออภิปรายครบทุกตัวอย่างแล้ว นำชุดคำศัพท์ทั้งหมดที่ได้มาอภิปรายร่วมกันอีกครั้งเพื่อกำหนดคำจำกัดความหรือความหมายของคำศัพท์ วิธีการประเมิน ตัวอย่างอ้างอิง (Reference sample) และระดับความเข้มข้นของตัวอย่างอ้างอิงสำหรับการประเมินแต่ละลักษณะ ใช้สเกลการให้คะแนนแบบตัวเลข 0 – 15 ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงๆ ช่วงละ 0.5 คะแนน

ช่วงที่สอง เป็นช่วงการฝึกฝนผู้ทดสอบ โดยเสริมตัวอย่างแบตเตอรี่เค็กทั้ง 3 ตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นให้ผู้ทดสอบอีกครั้งหนึ่ง แต่เปลี่ยนรหัสเลขสุ่ม 3 หลัก เพื่อให้ผู้ทดสอบได้ฝึกฝนให้เกิดความคุ้นเคยและทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับคำศัพท์ที่พัฒนาขึ้น รวมทั้งฝึกการให้คะแนนระดับความเข้มข้นของแต่ละลักษณะ โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างและแต่ละคนให้คะแนนระดับความเข้มข้นของลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ลงในแบบทดสอบ (ภาคผนวกที่ ข-2) จากนั้นชานคะแนนร่วมกันแล้วหาข้อสรุปสำหรับระดับความเข้มข้นของแต่ละลักษณะ หากผู้ทดสอบคนใดให้คะแนนแตกต่างออกจากกลุ่ม ให้ทดสอบตัวอย่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิงใหม่ แล้วปรับระดับการให้คะแนนให้ใกล้เคียงกับคะแนนของทั้งกลุ่มมากขึ้น ทำการฝึกฝนต่อจนกระทั่งผู้ทดสอบทั้ง 8 คนมีการให้คะแนนในแต่ละลักษณะใกล้เคียงกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ช่วงที่สาม เป็นช่วงการประเมินตัวอย่างจริง โดยทำการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยเสิร์ฟตัวอย่างแบตเตอรี่เค้กให้แก่ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับแบบสุ่ม เมื่อได้รับตัวอย่างผู้ทดสอบแต่ละคนจะประเมินความเข้มของแต่ละลักษณะ โดยเริ่มจากการประเมินลักษณะปรากฏด้วยสายตา ทดสอบกลิ่นรส รสชาติ ความรู้สึกตกค้างหลังกลืน และประเมินด้านเนื้อสัมผัส จากนั้นผู้ทดสอบแต่ละคนให้คะแนนลงในแบบทดสอบ แล้วส่งคืนให้ผู้ดำเนินการ ทำเช่นนี้จนครบทุกตัวอย่าง ในระหว่างการทดสอบผู้ทดสอบจะต้องดื่มน้ำ และทานแครกเกอร์เพื่อล้างปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

3.4.3.2.3.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแบตเตอรี่เค้ก โดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ขอรับประทานเค้ก จำนวน 100 คน คัดเลือกโดยให้ผู้บริโภคซึ่งเป็นนักศึกษา และบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตทำแบบสอบถามเบื้องต้นที่มีคำถามถึงความชื่นชอบต่อการรับประทานเค้ก (ภาคผนวกที่ ข-1) จากนั้นนำผู้ที่ผ่านการคัดเลือกมาทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลีต่อไป เตรียมตัวอย่างแบตเตอรี่เค้กโดยนำแบตเตอรี่เค้กมาหั่นให้เป็นแผ่นให้มีความหนา 1.5 เซนติเมตร จากนั้นนำแบตเตอรี่เค้กแต่ละแผ่นมาหั่นเปลือกทุกด้านออก หั่นเนื้อแบตเตอรี่เค้กให้เป็นชิ้นขนาดประมาณ $1.5 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร นำตัวอย่างที่หั่นแล้วใส่ลงในถ้วยพลาสติกสีที่มีฝาปิด ซึ่งกำกับด้วยตัวเลขสุ่ม 3 หลัก เสิร์ฟตัวอย่างให้แก่ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่างจนครบทั้ง 7 ตัวอย่างตามลำดับแบบสุ่มสมดุลโดยใช้แผนการเสิร์ฟของ MacFie และคณะ (1989) ให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ คือ สี ลักษณะปรากฏโดยรวม กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (Meilgaard และคณะ, 1999) แบบทดสอบที่ใช้แสดงดังภาคผนวกที่ ข-3

3.4.3.3 สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและประเมินผล

สำหรับการศึกษาคูณภาพของผลิตภัณฑ์เค้กทางด้านการวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพของแบตเตอรี่เค้ก ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของแบตเตอรี่เค้ก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005) นำข้อมูลที่ได้

ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA) โดยใช้ Covariance matrix และหมุนแกนองค์ประกอบหลักด้วยวิธี Varimax เพื่อจัดกลุ่มลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ร่วมกับการจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis แบบ Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis (AHC) โดยใช้วิธี Ward's method และ Euclidean distance

สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแบตเตอรี่เค็ก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005) รวมทั้งจัดกลุ่มผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบโดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมด้วยเทคนิค Cluster Analysis แบบ Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis (AHC) โดยใช้วิธี Ward's method และ Euclidean distance

วิเคราะห์แผนผังความชอบของผู้บริโภค (Preference mapping) แบบ Internal Preference mapping เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค กับลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของแบตเตอรี่เค็ก

3.4.4 การศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ แป้งดัดแปรและอิมัลซิไฟเออร์ ในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลี

3.4.4.1 การศึกษาผลของการใช้สารเสริมคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่เค็ก

ศึกษาชนิดของสารเสริมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบตเตอรี่เค็กที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลี โดยนำแบตเตอรี่เค็กที่มีการใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีที่ได้รับการคัดเลือกในการทดลองที่ 3.4.3 มาทำการทดสอบแปรชนิดของสารเสริมคุณภาพ โดยใช้สารเสริมคุณภาพ 4 ชนิด คือ ส่วนผสมของ Guar gum และ Xanthan gum, Cellulose, แป้งดัดแปร (Modified tapioca starch) และอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ซึ่งในการทดลองนี้จะทำการศึกษาการทำงานร่วมกันของสารเสริมคุณภาพทั้ง 4 ชนิดด้วย นั่นคือจะมีตัวอย่างที่ทำการทดสอบทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ได้แก่

1. แบตเตอรี่เค็กแป้งสาลีล้วน (สูตรควบคุม 1)
2. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีล้วน (สูตรควบคุม 2)
3. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีล้วนเติม Xanthan gum + Guar gum (50:50) ร้อยละ 1

4. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีกลั่นเต็ม Cellulose ร้อยละ 1
5. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีกลั่นเต็มแป้งดัดแปร ร้อยละ 1
6. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีกลั่นเต็มสารอิมัลซิไฟเออร์ ร้อยละ 5
7. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีกลั่นเต็ม Xanthan gum + Guar gum ร้อยละ 1 ร่วมกับสารอิมัลซิไฟเออร์ ร้อยละ 5
8. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีกลั่นเต็ม Cellulose ร้อยละ 1 ร่วมกับสารอิมัลซิไฟเออร์ ร้อยละ 5
9. แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวสาลีกลั่นเต็มแป้งดัดแปรร้อยละ 1 ร่วมกับสารอิมัลซิไฟเออร์ ร้อยละ 5

หมายเหตุ: ร้อยละที่แสดงเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง

จากนั้นนำแบตเตอรี่เค็กมาประเมินคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

3.4.4.1.1 สมบัติทางเคมี

3.4.4.1.1.1 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วัดปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (เครื่อง Aqualab CX2 Decagon Device, Inc., USA.) ตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.1.1

3.4.4.1.1.2 ปริมาณความชื้น (Moisture content)

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.1.2

(AOAC, 1995)

3.4.4.1.2 สมบัติทางกายภาพ

3.4.4.1.2.1 น้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างแบตเตอรี่เค็กหลังอบด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.2.1

3.4.4.1.2.2 ปริมาตร

วัดปริมาตรของตัวอย่าง โดยใช้วิธีแทนที่ด้วยเมล็ดงาขาว (ดัดแปลงวิธีการจาก AACCC, 2000) ตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.2.2

3.4.4.1.2.3 ดัชนีปริมาตร (Volume index)

คำนวณดัชนีปริมาตรของตัวอย่างตามวิธีการของ AACCC (2000) ตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.2.3

Randomized Design (CRD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของแบตเตอรี่เค็ก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA) โดยใช้ Covariance matrix และหมุนแกนองค์ประกอบหลักด้วยวิธี Varimax เพื่อจัดกลุ่มลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ร่วมกับการจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis แบบ Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis (AHC) โดยใช้วิธี Ward's method และ Euclidean distance

สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแบตเตอรี่เค็ก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005) รวมทั้งจัดกลุ่มผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบโดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมด้วยเทคนิค Cluster Analysis แบบ Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis (AHC) โดยใช้วิธี Ward's method และ Euclidean distance

วิเคราะห์แผนผังความชอบของผู้บริโภค (Preference mapping) แบบ Internal Preference mapping เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค กับลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของแบตเตอรี่เค็ก

3.4.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแบตเตอรี่เค็กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือกระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแบตเตอรี่เค็กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือกที่ผ่านการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (25 – 27 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยบรรจุแบตเตอรี่เค็กไว้ในถุงพลาสติกชนิด Nylon laminated LDPE แล้วสุ่มตัวอย่างมาประเมินคุณภาพด้านต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

3.4.5.1 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ ได้รับการคัดเลือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 – 27°C) ของแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองที่ 3.4.3 โดยสุ่มตัวอย่าง แบตเตอรี่เค้กที่ผ่าน การเก็บรักษานาน 1, 3 และ 5 วันมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.4.5.1.1 สมบัติทางเคมี

3.4.5.1.1.1 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วัดค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้

ตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.1.1

3.4.5.1.1.2 ปริมาณความชื้น

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีการ AOAC (1995)

รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวกที่ ก-1

3.4.5.1.1.3 Thiobarbituric acid value (TBA value)

วิเคราะห์ค่า TBA ของแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลี ตามวิธีการของ Egan และคณะ (1981) โดยชั่งตัวอย่างแบตเตอรี่เค้กบดละเอียด 10 กรัมลงในปิกรเกอร์ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 นาที จากนั้นเทส่วนผสมที่ได้ใส่ใน Distillation flask ขนาด 500 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร ล้างตัวอย่างที่ตกค้างในปิกรเกอร์ เทน้ำกลั่นที่ใช้ล้างตัวอย่างรวมใน Distillation flask ใบเดิมที่มีตัวอย่างในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วเติม 4M hydrochloric acid 2.5 มิลลิลิตร antifoam 2-3 หยด และ glass beads 2 – 3 เม็ด ลงใน Distillation flask นำไปกลั่น แล้วเก็บ Distillate ที่กลั่นได้ใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ในระยะเวลา 10 นาที นับจากสารละลายเริ่มเดือด จากนั้นปิเปตสาร Distillate ที่กลั่นได้ 13 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิด (Sample) และเตรียมสาร Blank โดยใช้น้ำกลั่น 13 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 0.2883%TBA 13 มิลลิลิตรในแต่ละหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน นำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 10 นาที แล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance, A) ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาค่า TBA value ตามสมการดังนี้

$$\text{TBA (mg malonaldehyde/kg)} = 0.78 \times (A_{\text{Sample}} - A_{\text{blank}}) \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}$$

3.4.5.1.2 สมบัติทางกายภาพ

3.4.5.1.2.1 เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile)

วิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis:

T.P.A) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT2i, Stable Microsystems, UK.) โดยใช้หัววัดแบบ Cylindrical probe ขนาด 25 มิลลิเมตร (P/25) ตามวิธีการในข้อ 3.4.3.2.2.6

3.4.5.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อบัตเตอร์เค้กแบ่งข้าวสาลีโดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ที่ชอบบริโภคเค้กจำนวน 20 คน เตรียมตัวอย่างโดยหั่นบัตเตอร์เค้กเป็นชิ้นขนาด 1.5x1.5x1.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่หั่นแล้วใส่ลงในถ้วยพลาสติกใสที่มีฝาปิด ซึ่งกำกับด้วยตัวเลขสุ่ม 3 หลัก เสิร์ฟตัวอย่างให้แก่ผู้ทดสอบ แล้วให้ผู้ทดสอบทำการประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ คือ สี ลักษณะปรากฏโดยรวม กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (Meilgaard และคณะ, 1999) แบบทดสอบที่ใช้แสดงดังภาคผนวกที่ ข-7 โดยในการทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ จะให้ผู้ทดสอบคนเดิมในการทดสอบ

3.4.5.1.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.4.5.1.4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของบัตเตอร์เค้กแบ่งข้าวสาลีตามวิธีการของ Food and Drug Administration (1995) รายละเอียดของการตรวจวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวกที่ ก-7

3.4.5.1.4.2 ปริมาณยีสต์ และรา (Yeast & Mold count)

วิเคราะห์ปริมาณยีสต์ และราของบัตเตอร์เค้กแบ่งข้าวสาลีตามวิธีการของ Food and Drug Administration (1995) รายละเอียดของการตรวจวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวกที่ ก-8

3.4.5.2 สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและประเมินผล

สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพของบัตเตอร์เค้กแบ่งข้าวสาลี ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลี
วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มา
วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี
Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

สำหรับการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ ใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพ
จุลินทรีย์จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเค้ก มพช.459/2549 ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม 2549 (ภาคผนวก ค)

3.4.5.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ ได้รับการคัดเลือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศา
เซลเซียสของแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองที่ 3.4.3.1 โดยสุ่ม
ตัวอย่างแบตเตอรี่เค้กที่ผ่านการเก็บรักษานาน 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 สัปดาห์ นำตัวอย่างออกจาก
ห้องแช่เย็นมาวางไว้จนตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพ
ด้านต่างๆ เช่นเดียวกับวิธีการในข้อ 3.4.5.2.1 – 3.4.5.2.4

3.4.5.4 สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและประเมินผล

สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและประเมินผล ทำตามวิธีการในข้อ
3.4.5.2

3.4.6 การศึกษาสมบัติทางเคมี และการทดสอบผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กแบ่ง ข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือกก่อนนำออกสู่ตลาด

3.4.6.1 การศึกษาสมบัติทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กที่ใช้แบ่งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลี และมีการ
เติมสารเสริมคุณภาพที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองที่ 3.4.3 และแบตเตอรี่เค้กสูตรควบคุม
(แป้งสาลีล้วน) มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีต่างๆ เปรียบเทียบกันดังต่อไปนี้

3.4.6.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน
เส้นใย และเถ้าตามวิธีการของ AOAC (1995) และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากสมการ
รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ แสดงดังภาคผนวกที่ ก-1 ถึง ก-6 ตามลำดับ

3.4.6.1.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%Scavenging effect)
โดยใช้วิธีการทดสอบด้วย DPPH free radical scavenging activity test (ดัดแปลงวิธีการจาก
Hsu และคณะ, 2004) เตรียมตัวอย่างโดยนำแบตเตอรี่เค้กมาบดให้มีขนาดเล็ก นำไปอบที่ตู้อบ
อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดอีกครั้ง ร่อนผ่านตะแกรง

ขนาด 60 เมช ซึ่งตัวอย่างบัตเตอร์เค้กอบแห้ง 1.25, 2.5, 3.75, 5, 6.25 และ 7.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่จำนวน 6 ขวดตามลำดับ เติมน้ำตาล 20 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละขวด นำไปเขย่าใน Rotary Shaker นาน 2 ชั่วโมง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman เบอร์ 1) ปริมาตรของเหลวที่กรองได้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยเมทานอลในขวดวัดปริมาตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของตัวอย่างเท่ากับ 50 , 100, 150, 200, 250 และ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (mg/ml) ตามลำดับ จากนั้นปิเปตสารตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมไว้ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร และสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ 5 มิลลิลิตร (Sample) ลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน เตรียมตัวอย่างควบคุม (Control) โดยใช้สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ 6 มิลลิลิตร โดยไม่เติมสารตัวอย่าง ลงในหลอดทดลอง และเตรียม Sample blank ของแต่ละตัวอย่าง โดยใช้สารตัวอย่างที่แต่ละความเข้มข้นปริมาณ 6 มิลลิลิตรโดยไม่เติมสารละลาย DPPH ลงในหลอดทดลอง นำสารทั้งหมดไปเก็บไว้ในตู้หรือที่ที่ปราศจากแสงนาน 50 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance, A) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณค่าการต้านอนุมูลอิสระ (%Scavenging effect) จากความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างที่ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระของ DPPH ดังสมการ

$$\% \text{ Scavenging effect} = [1 - (A_{\text{sample}} - A_{\text{sampleblank}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่า % Scavenging effect ของแต่ละความเข้มข้นของตัวอย่าง (แกน Y) กับค่าความเข้มข้นของตัวอย่าง (แกน X) แล้วหาค่าความเข้มข้นของตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ร้อยละ 50 (EC_{50} ; Efficient concentration) จากกราฟ บันทึกค่า EC_{50} ที่ได้ในหน่วยมิลลิกรัมของตัวอย่าง (mg)

3.4.6.2 การทดสอบผลิตภัณฑ์ก่อนนำออกสู่ตลาด

3.4.6.2.1 การคัดเลือกบรรจุภัณฑ์

ออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยเลือกใช้พลาสติกชนิด Nylon laminated LDPE เนื่องจาก Nylon เป็นพลาสติกที่สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านของออกซิเจนได้ดี และ LDPE เป็นพลาสติกที่สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านของความชื้นได้ดี (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2553) เนื่องจากออกซิเจน และความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ จากนั้นออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ ให้มีความสวยงาม ประกอบด้วยชื่อผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์ที่ใช้ ข้อมูลทางโภชนาการ และวันหมดอายุ จากนั้น

ทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อบรรจุภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ให้ผู้บริโภคประเมินความชอบโดยรวมต่อบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

3.4.6.2.2 การกำหนดราคาผลิตภัณฑ์

กำหนดราคาผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการตั้งราคาแบบบวกเพิ่ม (Markup price) โดยนำข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์มาคำนวณราคาจากสมการดังนี้

$$\text{ราคาแบบบวกเพิ่ม} = \frac{\text{ต้นทุนรวมต่อหน่วย}}{1 - \text{ร้อยละของผลตอบแทนที่ต้องการ}}$$

เมื่อ ต้นทุนรวมต่อหน่วย = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่
 ต้นทุนผันแปร = ต้นทุนที่ผันแปรตามปริมาณกำลังการผลิต เช่น ค่าวัตถุดิบต่างๆ ค่าจ้างแรงงาน
 ต้นทุนคงที่ = ต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามกำลังการผลิต เช่น ค่าเสื่อมของเครื่องจักร

3.4.6.2.3 การทดสอบการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อ

ทดสอบการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองข้อ 3.4.3.1 ก่อนนำออกสู่ตลาด โดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภครุ่นเป้าหมายซึ่งชอบทานเค็กจำนวน 200 คน ซึ่งเป็นนักศึกษา และบุคลากรในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เตรียมตัวอย่างโดยนำแบตเตอรี่เค็กแบ่งข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองข้อ 3.4.3 มาหั่นให้ได้ขนาด 1.5x1.5x1.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่หั่นแล้วใส่ลงในถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์ที่มีฝาปิด ถ้วยละ 2 ชิ้น กำกับแต่ละถ้วยด้วยตัวเลขสุ่ม 3 หลัก เริ่มการทดสอบโดยเสิร์ฟตัวอย่าง พร้อมแบบทดสอบ (ภาคผนวก ข-6) ให้แก่ผู้ทดสอบ โดย การทดสอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนตามแบบทดสอบ คือส่วนแรกเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนที่สองเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทางด้านการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อ ให้ผู้ทดสอบประเมินตัวอย่าง โดยที่ผู้ทดสอบไม่ทราบข้อมูลก่อนการทดสอบว่าตัวอย่างที่ทำการทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กที่ใช้แบ่งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลี ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ทั้งสี่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ประเมิน

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี 2-choice scale และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 5-point category scale (Meilgaard และคณะ, 1999) จากนั้นให้ผู้ทดสอบทำแบบทดสอบส่วนตัวสุดท้าย ซึ่งเป็นส่วนของข้อมูลทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยให้ผู้ทดสอบเห็นผลิตภัณฑ์พร้อมบรรจุภัณฑ์ที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับคุณประโยชน์ด้านต่างๆ ของแบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลี ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีส่วนผสมของข้าวสาลีที่ประกอบด้วยรงควัตถุแอนโทไซยานิน และโปรแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากกลูเตน หลังจากที่ได้รับข้อมูลแล้ว ให้ผู้ทดสอบตอบแบบสอบถามในส่วนที่สาม โดยประเมินการยอมรับ และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งประเมินความเหมาะสมของราคาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กแบ่งข้าวสาลี ซึ่งคำนวณราคาของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการบวกเพิ่ม (mark up price)

3.4.6.3 สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและประเมินผล

สำหรับการศึกษาสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เค้ก ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค คำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของตัวอย่าง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SD}$) ร้อยละของผู้บริโภค เปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคกรณีที่ยังไม่ทราบ และหลังจากทราบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แล้วด้วยวิธีแมคนีมาร์ (Prinyawiwatkul, 2007) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สำหรับการทดสอบการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค คำนวณร้อยละของผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณจากผู้บริโภคที่เลือกคำตอบซื้ออย่างแน่นอน และอาจจะซื้อ ส่วนกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์คำนวณจากผู้บริโภคที่เลือกคำตอบอาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ อาจจะไม่ซื้อ และไม่ซื้ออย่างแน่นอน เปรียบเทียบการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่ยังไม่ทราบ และหลังจากทราบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แล้วด้วยวิธีแมคนีมาร์ (Prinyawiwatkul, 2007) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95