# บทที่ 3

# วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 วัสดุ

### 3.1.1 วัตถุดิบ

- ข้าวเปลือกเหนียวสายพันธุ์ กข 6 ซึ่งซื้อจากสหกรณ์การเกษตรสันป่าตอง
- ข้าวเปลือกเจ้ากล้องสายพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งซื้อจากสหกรณ์การเกษตรสันป่าตอง
- น้ำดื่มจากบริษัท เชียงใหม่โพลสตาร์ (1992) จำกัด
- น้ำมันปาล์ม ตราโอลีน
- ผงปรุงรส ได้แก่ บาร์บิคิว และสาหร่าย ซึ่งซื้อได้จากร้านค้าในจังหวัดเชียงใหม่

### 3.1.2 สารเคมี

- ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether: Merck, Germany)
- กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid: $H_2SO_4$, Merck, Germany)
- กรดบอริก (Boric acid: $H_3BO_3$, Merck, Germany)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide: NaOH, Merck, Germany)
- เอทธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 (Ethyl alcohol: $C_2H_5OH$, Merck, Germany)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate: $CuSo_4.5H_2O$, Anala R, England)
- โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulfate: $Na_2SO_4$, Merck, Germany)
- โปเตโตอะไมไลส ( Potato amylase: Fluka, Switzerland)
- ไอโอดีน (Iodine: $I_2$, APS Finechem, Australia)
- โปแตสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide: KI, APS Finechem, Australia)
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrocloric acid, HCl, Merck, Germany)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.2 อุปกรณ์**

**3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตขนมอบพองจากข้าวเหนียวหัก**

- เครื่องสีข้าว (Rice machin: Satake, Model 3360)
- เครื่องบดแบบค้อน (Hammer mill: Crompton controls, Model series 2000)
- เครื่องนวดขนมปัง (Food mixer: Kitchen aid, Model 5K5SS)
- เครื่องชั่งแบบสปริง (Weighing machine: Nhon hoa, Model HN-2K)
- ตู้อบลมร้อนแบบถาดใช้แก๊ส (Tray dryer: Likhitchewan, รุ่น สีทอง JR ริกกี้)
- เตาแก๊ส (Gas cooker: Lucky flame, AT-101I)
- เตาอบไมโครเวฟ (Microwave oven: Sharp, Model R-241, 800 watts)
- ตู้เย็น (Refrigerator: Samsung, Model RA18FE3)
- ตะแกรงร่อน ขนาด 40 และ 80 mesh
- พิมพ์สแตนเลสทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร
- จานเซรามิค ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว
- เครื่องครัวที่จำเป็นในงานวิจัย เช่น รังถึง หม้ออะลูมิเนียม มีด เขียง ผ้าขาวบาง กะละมังเคลือบ ช้อน จาน ชาม เป็นต้น
- อุปกรณ์เบเกอรี่ที่จำเป็นในงานวิจัย เช่น ไม้พายพลาสติก ตะแกรงลวด มีด เป็นต้น
- บรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุงอลูมินัมฟอยล์ หนา 0.100 มิลลิเมตร และถุงพลาสติกลามิเนตชนิด NYLON/LLDPE หนา 0.105 มิลลิเมตร และถุงพลาสติก Polyethylene หนา 0.250 มิลลิเมตร

**3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพ**

- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven: Memmert, Model ULM500)
- เตาเผาไฟฟ้า (Muffle furnance: Gallenkamp, Model Canada)
- เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Analytical balance: Precisa, Model XT 320M)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance: Sartorius, Model A120S)
- เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Thermoconstanter: AQUA Lab, Model CX3TX)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer: Instron, Model 5565)
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer: Biomate, Model V-530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- เครื่องวัดสี (Color lab: Minolta, Model CR-300 series)
- เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Protein analyzer: Leco, Model FP-528)
- ชุดวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet apparatus: Itecator, Model Soxtec avanti 2050)
- เวอร์เนียร์ คาร์ลิปเปอร์ (Vernier carliper)
- กระป๋องอบความชื้น (Moisture can)
- ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับหาปริมาณเส้นใย และเถ้า
- เครื่องแก้วที่จำเป็น เช่น ขวดรูปชมพู่ หลอดทดลอง บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร กรวยกรอง บิวเรต และปิเปต เป็นต้น

**3.3 วิธีการทดลอง**

**3.3.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตข้าวเหนียวกล้องอบพอง**

ซึ่งข้าวกล้องที่นำมาใช้นั้นจะทำการควบคุมคุณภาพโดยจะซื้อข้าวเปลือกมาจำนวนมาก แล้วทยอยสีเป็นข้าวกล้อง โดยข้าวกล้องที่ใช้จะต้องเป็นข้าวที่สีเก็บไว้ไม่เกิน 1 เดือน

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตขนมอบพอง ได้แก่ ข้าวเหนียวกล้องสายพันธุ์ กข 6 และข้าวเจ้ากล้องสายพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเตรียมด้วยวิธีการเดียวกัน คือ นำข้าวเปลือกไปผ่านกระบวนการสีให้เป็นข้าวกล้อง แล้วเตรียมข้าวกล้องออกเป็น 6 ชนิด ได้แก่ ข้าวเหนียวกล้องทั้งเมล็ด ข้าวเหนียวกล้องหัก ปลายข้าวเหนียวกล้อง แป้งข้าวเหนียวกล้องหยาบ (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 แต่ไม่ผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) แป้งข้าวเหนียวกล้องละเอียด (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) และแป้งข้าวเจ้ากล้องละเอียด (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) โดยนำข้าวกล้องที่สีได้ไปคัดแยกเป็น ข้าวกล้องทั้งเมล็ด ข้าวกล้องหัก และปลายข้าวกล้อง จากนั้นเตรียมแป้งข้าวกล้องโดยนำข้าวกล้องที่สีได้ไปบดด้วยเครื่อง hammer mill แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 และ 80 mesh ตามลำดับ เก็บแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวกล้องหยาบ (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 แต่ไม่ผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) และแป้งข้าวกล้องละเอียด (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) สุ่มตัวอย่างนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

- ความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส (AOAC, 2000)
- โปรตีน โดยใช้เครื่อง Protein analyzer ซึ่งเครื่องจะเผาตัวอย่าง แล้วนำไนโตรเจนไปคำนวณเป็นปริมาณโปรตีน
- ไขมันโดยวิธีซอล์กเลต : Soxhlet (AOAC, 2000)
- กากโดยวิธีการย่อยด้วยกรดและด่าง (AOAC, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- เถ้าโดยวิธีการเผา (AOAC, 2000)
- คาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ (AOAC, 2000)
- อะไมโลส โดยวิธีการทำให้เกิดสีด้วยสารละลายไอโอดีน (colorimetric method) วัดสีที่เกิดขึ้นโดยเครื่อง Spectrophotometer แล้วนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน ของ potato starch (Juliano, 1971)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

**3.3.2 ศึกษาผลของรูปแบบข้าวเหนียวกล้องต่อการพองตัวของข้าวเหนียวกล้องอบพอง**

**3.3.2.1 ความเป็นไปได้ในการใช้ข้าวเหนียวกล้องรูปแบบต่าง ๆ ผลิตเป็นข้าวเหนียวกล้องอบพอง**

นำข้าวเหนียวกล้องสายพันธุ์ กข 6 จากข้อ 3.3.1 มาแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอนุภาคขนาดใหญ่ ได้แก่ ข้าวเหนียวกล้องทั้งเมล็ด ข้าวเหนียวกล้องหัก และปลายข้าวข้าวเหนียวกล้อง กับกลุ่มอนุภาคขนาดเล็ก ได้แก่ แป้งข้าวเหนียวกล้องหยาบ (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 แต่ไม่ผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) และแป้งข้าวเหนียวกล้องละเอียด (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh) นำวัตถุดิบทั้ง 2 กลุ่มไปผลิตเป็นข้าวเหนียวกล้องอบพอง โดยดัดแปลงจากวิธีการของขนิษฐา (2549) ดังนี้

- **กลุ่มข้าวเหนียวกล้องอนุภาคขนาดใหญ่** นำข้าวเหนียวกล้องอนุภาคขนาดใหญ่แช่น้ำข้ามคืน นึ่งจนสุก อัดใส่พิมพ์สแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร สูง 2.5 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 22 (ขนิษฐา, 2549) แล้วนำใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บไว้ข้ามคืนให้ความชื้นกระจายตัวสม่ำเสมอ (Jomduang, 1994) อบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นานประมาณ 30-40 วินาที หรือจนพองกรอบออกเหลือง

- **กลุ่มข้าวเหนียวกล้องอนุภาคขนาดเล็ก** นำข้าวเหนียวกล้องอนุภาคขนาดเล็กนวดผสมกับน้ำให้เป็นก้อนโดด้วยเครื่องนวดขนมปังที่ใช้ใบนวดแบบใบโพธิ์จนแป้งจับกันเป็นก้อนโด นึ่งจนสุก ปั้นใส่พิมพ์สแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ข้ามคืนให้ก้อนแป้งคงตัว แล้วหั่นเป็นแผ่นให้มีความหนา 2.5 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 22 (ขนิษฐา, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วนำใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทเก็บไว้ข้ามคืน ให้ความชื้นกระจายตัวสม่ำเสมอ (Jomduang, 1994) อบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นานประมาณ 30-40 วินาที หรือจนพองกรอบออกเหลือง

ในระหว่างการผลิตข้าวเหนียวกล้องอบพองทั้ง 2 กลุ่ม ทำการสังเกต ลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังทำให้เกิดรูปร่างก่อนอบแห้ง และลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังการอบพองด้วยไมโครเวฟ

**3.3.2.2 ศึกษาคุณภาพของข้าวเหนียวกล้องอบพองที่ได้จากรูปแบบข้าวเหนียวกล้องที่เลือกมา**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกล้องอบพองจากข้อ 3.3.2.1 โดยวิธีการวิเคราะห์แสดงใน ภาคผนวก ค และวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

**คุณภาพทางกายภาพ**

- ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) โดยเครื่องวัดสี Color lab (วิจิตรา, 2546)
- อัตราการขยายปริมาตรของข้าวเหนียวกล้องอบพอง (expansion ratio) โดยวัดปริมาตรของผลิตภัณฑ์หลังอบพองต่อปริมาตรของผลิตภัณฑ์ก่อนอบพอง
- ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (maximum force for penetration) โดยใช้เครื่อง Instron ใช้ Probe 1/4 นิ้ว (วิจิตรา, 2546)

**คุณภาพทางเคมี**

- ความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส (AOAC, 2000)

สำหรับลักษณะทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ทำการทดสอบชิม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนตามความชอบ 1-9 คะแนน (จากน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด) ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ ลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความกรอบ ความเนียนของเนื้อ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม จากนั้นเลือกรูปแบบข้าวเหนียวที่มีอัตราการพองตัวที่ดี และได้รับความยอมรับสูงสุดเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.3.3 ศึกษาผลของการเติมแป้งข้าวเจ้ากล้อง และการนวดแป้งนึ่งสุกต่อคุณภาพของข้าวเหนียวกล้องอบพอง**

นำวัตถุดิบจากข้อ 3.3.2 ผสมกับแป้งข้าวเจ้ากล้อง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 5 10 และ 15 แล้วนวดผสมกับน้ำให้เป็นก้อนโดด้วยเครื่องนวดขนมปัง ที่ใช้ใบนวดแบบใบโพธิ์จนแป้งจับกันเป็นก้อนโด นึ่งจนสุก แบ่งแป้งสุกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งนำไปนวดด้วยเครื่องนวดขนมปัง ที่ใช้ใบนวดแบบใบโพธิ์ นวดนาน 10 นาที อีกส่วนไม่ทำการนวด จากนั้นนำแป้งทั้ง 2 ส่วนที่ผ่านการนวดและไม่ผ่านการนวดมาปั้นใส่พิมพ์สแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1คืน (ประมาณ 20-24 ชั่วโมง) หรือจนก้อนแป้งคงตัว แล้วหั่นเป็นแผ่นให้มีความหนา 2.5 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 22 (ขนิษฐา, 2549) แล้วนำใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทแช่เย็นเก็บไว้ข้ามคืน (Jomduang, 1994) ให้ความชื้นกระจายตัวสม่ำเสมอ อบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นานประมาณ 30-40 วินาที หรือจนพองกรอบออกเหลือง วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ การนวดแป้ง 2 ระดับ และการเติมแป้งข้าวเจ้ากล้อง 4 ระดับ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ซึ่งทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 ส่วนคุณภาพประสาทสัมผัส วางแผนการทดลอง และทำการทดสอบชิมเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 จากนั้นเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราการพองตัวที่ดี และได้รับความยอมรับสูงสุดเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

**3.3.4 ศึกษาผลของระยะเวลาในการแช่เย็นให้แป้งสุกคงตัว**

เลือกส่วนผสมจากข้อ 3.3.3 มานวดผสมกับน้ำให้เป็นก้อนโดด้วยเครื่องนวดขนมปัง ที่ใช้ใบนวดแบบใบโพธิ์จนแป้งจับกันเป็นก้อนโด นึ่งจนสุก นวดตามวิธีจากข้อ 3.3.3 ปั้นใส่พิมพ์สแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แช่เย็นให้คงตัวเบื้องต้นก่อนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากแม่พิมพ์ไปแช่เย็นต่อเป็นระยะเวลาแตกต่างกัน 4 ช่วงเวลา คือ 10 12 14 และ 16 ชั่วโมง แล้วหั่นเป็นแผ่นให้มีความหนา 2.5 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 22 (ขนิษฐา, 2549) แล้วนำใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทแช่เย็นเก็บไว้ข้ามคืนให้ความชื้นกระจายตัวสม่ำเสมอ (Jomduang, 1994) อบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นานประมาณ 30-40 วินาที หรือจนพองกรอบออกเหลือง จากนั้นวางแผนการทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับข้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.2.2 และทำการวิเคราะห์แรงตัดให้ขาดเพิ่มเติม ส่วนคุณภาพประสาทสัมผัส วางแผนการทดลอง และทำการทดสอบชิม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 จากนั้นเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัว และหั่นได้ง่าย ในระยะเวลาที่สั้นที่สุด และได้รับความยอมรับที่ดีเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

**3.3.5 ศึกษาผลของความหนา และความชื้นหลังอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวเหนียวกล้องอบพอง**

เลือกส่วนผสมจากข้อ 3.3.3 มานวดผสมกับน้ำให้เป็นก้อนโดด้วยเครื่องนวดขนมปัง ที่ใช้ใบนวดแบบใบโพธิ์จนแป้งจับกันเป็นก้อนโด นึ่งจนสุก นวดตามวิธีจากข้อ 3.3.3 ปั้นใส่พิมพ์สแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แล้วทำการแช่เย็นตามข้อ 3.3.4 ให้คงตัว จากนั้นหั่นให้ได้ความหนาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 2.5 3.5 และ 4.5 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทโดยทำการหา drying curve ของการอบ สุ่มตรวจวัดความชื้นทุก ๆ 15 นาที ดังแสดงในภาพ ง.1และตาราง ง.1 ในภาคผนวก ง จากนั้นเลือกเวลาอบแห้งที่ได้ความชื้นที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 14 16 18 20 และ 22 แล้วจึงทำการอบแห้งให้ได้ความชื้นดังที่กล่าวมาข้างต้น จากนั้นนำไปใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทแช่เย็นเก็บไว้ข้ามคืนเพื่อให้ความชื้นกระจายตัวสม่ำเสมอ แล้วทำการอบให้พองตัวด้วยเตาอบไมโครเวฟ ที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นานประมาณ 30-40 วินาที หรือจนพองกรอบออกเหลือง วางแผนการทดลอง 2x5 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ ความหนา 2 ระดับ และความชื้นหลังอบแห้ง 5 ระดับ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 ส่วนคุณภาพประสาทสัมผัส วางแผนการทดลอง และทำการทดสอบชิม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 จากนั้นเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราการพองตัวที่ดี และได้รับความยอมรับสูงสุดเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

**3.3.6 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของข้าวเหนียวกล้องอบพองกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า**

นำข้าวเหนียวกล้องอบพองที่ผลิตได้จากข้อ 3.3.5 ทำการปรุงรสข้าวเหนียวกล้องอบพองทั้งหมด 2 รสชาติ คือ รสบาร์บิคิว และรสสาหร่าย โดยฉีดพ่นข้าวเหนียวกล้องอบพองด้วยน้ำมันปาล์ม (ร้อยละ 8) คลุกเคล้าให้ทั่ว จากนั้นค่อย ๆ โรยผงปรุงรส (ร้อยละ 12) ลงไปให้ทั่ว คลุกเคล้าจนผงปรุงรสเกาะติดข้าวเหนียวกล้องอบพองดี จากนั้นนำข้าวเหนียวกล้องอบพองที่ปรุงรสแล้วทั้ง 2 รสชาติ และข้าวเหนียวกล้องอบพองแบบไม่ปรุงรส ไปทำการเปรียบเทียบคุณภาพกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า 3 ชนิด วางแผนการทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 และทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น (วิจิตรา, 2546)
- คุณภาพทางเคมีพื้นฐาน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และความชื้น (AOAC, 2000) และ ปริมาณอะไมโลส (Juliano, 1971)

สำหรับลักษณะทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลอง และทำการทดสอบชิม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2

**3.3.7 ศึกษาคุณ ภาพข้าวเหนียวกล้องอบพองระหว่างการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์**

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกล้องอบพอง ที่ได้คะแนนการยอมรับดีที่สุดจากข้อ 3.3.6 ไปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกล้องอบพองแบบไม่ปรุงรส ทำการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกัน 2 ชนิด คือ บรรจุภัณฑ์อลูมินัมฟอยล์ และบรรจุภัณฑ์พลาสติกลามิเนต บรรจุผลิตภัณฑ์ลงบรรจุภัณฑ์ละ 50 กรัม ซิลปิดปากถุงให้สนิท ทำการเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ การปรุงรสข้าวเหนียวกล้องอบพอง 2 ระดับ และบรรจุภัณฑ์ 2 ระดับ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2 และวิเคราะห์เพิ่มเติมดังนี้ ค่าความหนาแน่น ปริมาณ Thiobarbituric acid (TBA) และค่า Water activity (Aw) ตามวิธี AOAC (2000) ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ นำข้อมูลคุณภาพที่อายุการเก็บรักษา 4 8 และ 12 สัปดาห์ ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ลักษณะทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลอง และทำการทดสอบชิม เช่นเดียวกับการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสในข้อ 3.3.2.2 แต่จะทำการทดสอบชิม 6 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ 4 สัปดาห์ จนครบ 12 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved