สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3
# การดำเนินงานวิจัย

## 3.1 วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกที่ใช้เป็นข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (*Oryza sativa* L.) จากจังหวัดมหาสารคาม น้ำหนัก 20 กิโลกรัม เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 10 % (w.b) ข้าวเปลือกทั้งหมดที่ได้ผ่านกระบวนการทำความสะอาดโดยผ่านเครื่องทำความสะอาดที่ใช้ลมเป่า (air-screen cleaner) คัดเอาสิ่งปนเปื้อน เช่น ฟางหญ้า ฝุ่น รวมทั้งเมล็ดลีบออกไป เก็บข้าวเปลือกที่ได้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 4°C เพื่อรอเวลาใช้ในการทดลองก่อนการทดลองประมาณ 10 วัน นำข้าวเปลือกที่ใช้มาหาความชื้น (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก1) แล้วปรับความชื้นให้ได้ 24-26%(w.b) โดยเติมน้ำและเก็บที่อุณหภูมิ 4°C คลุกเคล้าทุกวันเป็นเวลา 7 วัน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก3 ) ก่อนการทดลองนำข้าวเปลือกวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิของเมล็ด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก2)เท่ากับอุณหภูมิห้อง

## 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องอบแห้งฟลูอิไดซ์เบดแบบใช้ลมร้อน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก14)

เครื่องอบแห้งฟลูอิไดซ์เบดแบบใช้ไอน้ำร้อนยิ่งยวด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก15 )

ตู้อบลมร้อน (Memmert รุ่น model 600, Germany)

เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius รุ่น CP320s, Germany)

เครื่องวัดความเร็วลม (Air- max รุ่น SK- 26A, Japan)

เครื่องกะเทาะเปลือกชนิดลูกยาง (Jircas, Japan)

เครื่องขัดขาวชนิดหินขัด (Jircas, Japan)

เครื่องคัดขนาดเมล็ดข้าว (Jircas, Japan)

(ได้รับการอนุเคราะห์จาก คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)

เครื่องโม่ vertical stone mill (Lita Hathuyuki รุ่น NSD-6, Thailand)

เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter รุ่น CR300)

ตู้อบลมร้อน (Yeu Heng รุ่น HA-100S, Thailand)

เครื่อง Spectrophotometer (Milton Roy รุ่น Spectronic 601, USA.)

เครื่อง DSC ( Differential Scanning Calorimeter) (Perkin-Elmer รุ่น Dimond DSC, USA)

เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo รุ่น AB204, Switzerland)

เครื่อง Centrifuge (Centrifugal Thermo IEC รุ่น IEC MultiRF, USA.)

เครื่องTexture Analyzer (Stable Micro Systems รุ่น TA.XT2i, England)

เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer (Stouguton รุ่น HADVI+, USA.)

เครื่อง Scanning Electron Microscope (JE OL รุ่น JSM-54 LOLV, Japan)

เครื่องปั่นไฟฟ้า (Moulinex รุ่น DAB1, France)

ตะแกรงขนาด 100 mesh

ขวดแก้วทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร มีฝาปิด

ถ้วยอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร

เทอร์โมมิเตอร์ ชนิดแอลกอฮอล์

เดสิกเคเตอร์ (desiccator)

นาฬิกาจับเวลา

## 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.3.1 ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวเจ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

#### 3.3.1.1 ศึกษาเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจากการทำแห้งข้าวเปลือกโดยวิธีต่างกัน

อบแห้งข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 24-26 % (w.b) โดยวิธีดังนี้

(1) ตากแห้งข้าวเปลือกในตะกร้าขนาด 80×40 $cm^2$ ความสูงของข้าวเปลือกประมาณ 5 cm เก็บข้าวเปลือกที่ตากแห้งไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)(ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก1) ทุกวันจนความชื้นอยู่ในช่วง 13- 14 % (w.b)

(2) อบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อนตามด้วยเทมเปอริงที่อุณหภูมิ 150°C ใช้ความหนาของชั้นเบดนิ่ง 9.5 เซนติเมตร ความเร็วของอากาศในห้องอบแห้ง 2.5 เมตร/วินาที อบเป็นเวลา 3 นาที (ตามวิธีของ Soponronnarit and prachayawarakorn, 1994)

(2.1) นำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อนที่ 150 °C ไปวัดอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.2) บันทึกค่าที่ได้เพื่อใช้ตั้งอุณหภูมิตู้อบลมร้อน

(2.2) บรรจุข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งในขั้นตอนที่ 2.1 ในขวดแก้วปิดสนิทและเก็บไว้ในตู้อบที่ปรับอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิเมล็ดของข้าวเปลือก เพื่อเทมเปอริงข้าวเปลือกที่อุณหภูมิของเมล็ดเป็นเวลา 30 นาที

(2.3) นำข้าวเปลือกที่ผ่านเทมเปอริงไปตากในที่ร่ม (นำข้าวเปลือก 1.9 กิโลกรัม ใส่ในตะกร้าขนาด 80×40 $cm^2$ วางในบนชั้นที่มีช่องเปิดรอบด้าน ภายในที่ร่ม)

(2.4) เก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC (2000) ทุกวันจนความชื้นอยู่ในช่วง 13- 14 % (w.b)

(3) อบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 170°C ใช้ความหนาของชั้นเบดนิ่ง 9.5 เซนติเมตร ความเร็วของอากาศในห้องอบแห้ง 3.1 เมตร/วินาที อบเป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที (ตามวิธีของ Taechapairoj *et al.*, 2004) นำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งมาตากในที่ร่ม เก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC (2000) ทุกวันจนความชื้นอยู่ในช่วง 13- 14 %(w.b)

ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งทั้งหมดไปผ่านกระบวนการขัดสี แล้ววิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (รายละเอียดในภาคผนวก ก4) โม่แป้งโดยวิธีโม่เปียก (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก5) นำแป้งจากข้าวต้นและข้าวหักไปวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1.1.1 วัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Rapid Viscosity Analyzer (RVA) (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก6)

3.3.1.1.2 วัดค่าการดูดกลืนพลังงานความร้อนของแป้งข้าวเจ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกันด้วยเครื่อง DSC (Differential Scanning Calorimetry)(ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก7)

3.3.1.1.3 กำลังการพองตัวของแป้งข้าวเจ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน(ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก8)

3.3.1.1.4 ปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า และความชื้น ของแป้งข้าวเจ้าจากการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก9-12)

3.3.1.1.5 ปริมาณแอมิโลสของแป้งข้าวจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งแบบต่างกัน (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก13)

3.3.1.1.6 ดัชนีความขาวของแป้งข้าวเจ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างๆ (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก14)

3.3.1.1.1-3.3.1.1.6 ออกแบบการทดลองแบบ Random Complete Block Design (RCBD) ตัวแปรที่ 1 ในการทดลองคือชนิดของแป้งข้าวเจ้า ตัวแปรที่ 2 ในการทดลองคือวิธีการอบแห้ง แต่ละวิธีทำ 3 ซ้ำวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS สำเร็จรูป

**3.3.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพและลักษณะของขนมอบกรอบและโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน**

3.3.2.1 ศึกษาเนื้อสัมผัส และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของขนมอบกรอบจากแป้งจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ขนมอบกรอบมีส่วนผสม คือ แป้งข้าวเจ้า 40 g น้ำ 28 ml เนยขาว 8 g น้ำมันพืช 7.2 g (ดัดแปลงมาจากนิตยสารกุลสตรี, 2533) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน นึ่งเป็นเวลา 20 นาที นำโดมารีดเป็นแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร ตัดแป้งออกเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร อบที่อุณหภูมิ 150°C เป็นเวลา 45 นาที สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

(1) ตรวจวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser (Stable Micro Systems รุ่น TA.XT2i, England) ออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ตัวแปรในการทดลองคือวิธีอบแห้ง 3 แบบแต่ละแบบทำ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS สำเร็จรูป

(2) ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยพิจารณาจากสี ความกรอบ และการยอมรับโดยรวมโดยใช้ hedonic 9 scale ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's Multiple Range Test

3.3.2.2 ศึกษาความหนืดและคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวหัก

(1) นำข้าวหักที่ผ่านการทำแห้งทั้งสามวิธีมาต้ม อัตราข้าวหักต่อน้ำคือ 1:8 วัดความหนืดโดยใช้ Brookfield viscometer (Stouguton รุ่น HADVI+, USA.) หัววัดเบอร์ 4 ความเร็วรอบ 60 rpm จับเวลา 5 นาทีแล้วจึงบันทึกค่าความหนืด วัดความหนืดตัวอย่างเมื่อต้มผ่านไปแล้ว 30 นาที จากนั้นวัดทุก 15 นาที จนความหนืดที่ได้ใกล้เคียงกับความหนืดของตัวอย่างโจ๊กควบคุม (โจ๊กควบคุมจากร้านโจ๊กเจ้าเก่าสามย่าน เป็นโจ๊กข้าวเปล่าไม่มีเครื่องปรุง วัดความหนืดโจ๊กควบคุมที่อุณหภูมิ 85°C ปริมาตร 400 มิลลิลิตร ความหนืดโจ๊กควบคุมที่วัดได้คือ 3754.50±97.40 cP) บันทึกเวลาที่ใช้ต้ม

(2) อบแห้งโจ๊กที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 วัน (ความชื้นโจ๊กหลังอบแห้งประมาณ11%(w.b))โดยใช้ตู้อบลมร้อน (Yeu Heng รุ่น HA-100S,

Thailand) นำโจ๊กที่อบแห้งแล้วไปปั่นเป็นเวลา 2 นาที (ตามวิธีของจรัสพรรณ ตันหยง)

(3) ศึกษาสัดส่วนการเติมน้ำลงในผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป เพื่อให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างโจ๊กควบคุม

(4) ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยพิจารณาจากสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมโดยใช้ hedonic 9 scale ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's Multiple Range Test