

## บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

### 3.1 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

#### 3.1.1 การศึกษาผลของวิธีการทำแห้งต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

งานวิจัยส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการทำแห้ง 3 วิธี คือ การทำแห้งในที่ร่ม การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไคซ์เบด ต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

#### 3.1.2 การศึกษาผลของภาวะการเก็บรักษา ต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

งานวิจัยส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของภาวะการเก็บรักษา ได้แก่ ชนิดบรรจุภัณฑ์ คือ OPP/AL/LLDPE และ Nylon/LLDPE อุณหภูมิในการเก็บรักษา คือ อุณหภูมิห้อง (27-35°C) และ 15°C และระยะเวลาในการเก็บรักษา เป็นเวลา 12 เดือน ต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

#### 3.1.3 การศึกษาผลของการหุงต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

งานวิจัยส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหุงต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัดตัวอย่าง 2 วิธี คือ การสกัดตัวอย่างด้วยตัวทำละลายอินทรีย์และการย่อยด้วยเอนไซม์

## 3.2 วัสดุดิบ

### 3.2.1 ข้าวหอมมะลิแดง

ข้าวหอมมะลิแดงที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นข้าวอินทรีย์ที่มีแหล่งปลูก ณ อ. ตระการพืชผล จ. อุบลราชธานี เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกมีค่าประมาณ 14-15% wb นำข้าวเปลือกทั้งหมดไปผ่านกระบวนการทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดที่ใช้ลมเป่า (air-screen cleaner) คัดเอาสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษฟางหญ้า ฝุ่น รวมทั้งเมล็ดลีบออกไป เก็บข้าวเปลือกที่ได้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4°C ระหว่างรอการนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

### 3.2.2 บรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 ชนิด คือ oriented polypropylene/aluminium/linear low density polyethylene (OPP/AL/LLDPE) ขนาด 230 x 300 mm<sup>2</sup> หนาประมาณ 100 µm และ nylon/linear low density polyethylene (Nylon/LLDPE) ขนาด 200 x 300 mm<sup>2</sup> หนาประมาณ 70 µm ค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด

(อุบลรัตน์ สิริภัทรวรรณ และคณะ, 2550)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ* (g/m <sup>2</sup> day)	ค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน* (cc/m <sup>2</sup> day)
OPP/AL/LLDPE	~0	~0
Nylon/LLDPE	57.25 ± 2.63	25.34 ± 1.27

\* วัดที่อุณหภูมิ 25°C ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

### 3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.3.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของข้าวกล้องหอมมะลิแดง

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของข้าวกล้องหอมมะลิแดง ดังนี้

- (1) ปริมาณความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก.1
- (2) ปริมาณโปรตีนทั้งหมด โดยคำนวณจากปริมาณไนโตรเจน  $\times 5.95$  ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก.2
- (3) ปริมาณไขมันทั้งหมด โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก.3
- (4) ปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก.4
- (5) ปริมาณใยอาหาร ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก.5
- (6) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ในรูปของผลต่าง ดังแสดงในภาคผนวก ก.6
- (7) ปริมาณแอมิโลส ด้วยวิธี spectrophotometry ตามวิธีของ Juliano (1971) ดังแสดงในภาคผนวก ก.7

#### 3.3.2 การเตรียมตัวอย่างข้าวกล้องหอมมะลิแดงสำหรับการทำแห้ง

ปรับความชื้น (rewetting) ข้าวหอมมะลิแดงในรูปของข้าวเปลือก ให้อยู่ในช่วง 26-30% wb โดยคำนวณปริมาณน้ำ ได้จากสูตรต่อไปนี้

$$W_w = W_f - W_i$$

$$W_f = W_i \left[ \frac{1 - MC_i}{1 - MC_f} \right]$$

เมื่อ	$W_w$	=	ปริมาณน้ำที่ต้องเติม (g)
	$W_f$	=	น้ำหนักเมล็ดข้าว+น้ำหนักน้ำ (g)
	$W_i$	=	น้ำหนักเมล็ดข้าวเริ่มต้น (g)
	$MC_i$	=	ความชื้นของข้าวเปลือกเริ่มต้น (%wb/100)
	$MC_f$	=	ความชื้นของข้าวเปลือกที่ต้องการ (%wb/100)

เมื่อเติมน้ำตามปริมาณที่คำนวณได้ลงในข้าวเปลือกแล้ว จึงคลุกเคล้าข้าวเพื่อให้ น้ำกระจายอย่างทั่วถึง แล้วนำข้าวเปลือกไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4°C ในระหว่างนี้จะมีการคลุกข้าวทุกวัน เพื่อให้เมล็ดข้าวมีความชื้นอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งความชื้นอยู่ในช่วงที่ต้องการ (26-30% wb) โดยใช้เวลาดังกล่าวประมาณ 7 วัน

### 3.3.3 การทำแห้งข้าวเปลือก

นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่ปรับความชื้นให้อยู่ในช่วงที่ต้องการแล้วออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 8 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิของตัวอย่างเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงนำไปทำแห้ง 3 วิธี คือ การทำแห้งในที่ร่ม การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไคซ์เบด

#### 3.3.3.1 การทำแห้งในที่ร่ม (ชุดควบคุม)

นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่ปรับความชื้นแล้วมาทำแห้งในที่ร่ม ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 27-33°C โดยบรรจุข้าวเปลือกในตระกร้าพลาสติกขนาด 28 x 40 x 12 cm<sup>3</sup> ให้มีความสูงของชั้นข้าวประมาณ 2.5 cm นำตะกร้าบรรจุข้าวเปลือกมาวางบนชั้นเหล็กที่เตรียมไว้สำหรับการทำแห้งในที่ร่ม (ล้อมรอบด้วยมุ้งลวด ป้องกันนก หนู หรือสัตว์ต่างๆ มาทำลายข้าวเปลือกในระหว่างการทำแห้ง) เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือก ใช้เวลาในการลดความชื้นข้าวเปลือกให้เหลือ 13-14% wb ประมาณ 7 วัน ในระหว่างนี้จะมีการคลุกข้าวทุกวัน เพื่อให้ตัวอย่างมีความชื้นสม่ำเสมอ

#### 3.3.3.2 การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์

นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่ปรับความชื้นแล้วมาทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ โดยบรรจุข้าวเปลือกในตระกร้าพลาสติกขนาด 28 x 40 x 12 cm<sup>3</sup> ให้มีความสูงของชั้นข้าวประมาณ 2.5 cm นำตะกร้าบรรจุข้าวเปลือกมาวางบนแผ่นผ้าใบในบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึงตลอดเวลา ใช้เวลาในการลดความชื้นข้าวเปลือกให้เหลือ 13-14% wb ประมาณ 6 ชั่วโมง ในระหว่างนี้จะมีการคลุกข้าวทุก 2 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวอย่างมีความชื้นสม่ำเสมอ



### 3.3.3.3 การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบด

นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่ปรับความชื้นแล้วมาทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบด ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ในการอบแห้งในแต่ละครั้ง คือ 1800 g (ที่ความสูงเบด เท่ากับ 9.5 cm) ในขั้นแรกจะให้ความร้อนแก่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิความร้อน 115°C ความเร็วลม 2 m/s เป็นเวลา 215 วินาที จนความชื้นของข้าวเปลือกลดลงเหลือ ประมาณ 18-20% wb ข้าวเปลือกที่ได้จะมีอุณหภูมิประมาณ  $72.3 \pm 1.6^{\circ}\text{C}$  จากนั้นนำข้าวเปลือกไปทำแห้งในที่ร่ม (ตามวิธีที่ระบุในข้อ 3.3.3.1) เพื่อให้ข้าวเปลือกมีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 13-14% wb โดยใช้เวลาประมาณ 2 วัน รายละเอียดการใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบดแสดงในภาคผนวก ข

### 3.3.4 การเก็บรักษาข้าวกล้องหอมมะลิแดง

นำข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 วิธี มากะเทาะเปลือกออกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกชนิดลูกกลิ้งยาง (JIRCAS, Japan) เก็บในรูปของข้าวกล้อง จากนั้นนำข้าวกล้องหอมมะลิแดงมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิด OPP/AL/LLDPE และ Nylon/LLDPE โดยบรรจุถุงละ 300 กรัม ปิดผนึกแบบสุญญากาศ แปรอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็น 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง ( $27-35^{\circ}\text{C}$ ) และ  $15^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 12 เดือน

### 3.3.5 การวิเคราะห์สมบัติของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาที่ภาวะต่างๆ

#### 3.3.5.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของข้าวกล้องหอมมะลิแดง

(1) ปริมาณความชื้น โดยการอบแห้งเมล็ดข้าวกล้องในตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก.1 ทดลอง 3 ซ้ำ

(2) Water activity ( $a_w$ ) โดยวัด  $a_w$  ของเมล็ดข้าวกล้องด้วยเครื่อง water activity meter (Aqua lab series 3, Decagon, USA) ทดลอง 3 ซ้ำ

(3) วัดสีของเมล็ดข้าวกล้องในระบบ Hunter (L, a, b) โดยเครื่อง Chroma meter (Minolta, Model CR-300 series, Japan) และคำนวณความแตกต่างของค่าสี ( $\Delta E$ ) จากสูตร

$$\Delta E = [(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2]^{1/2}$$

เมื่อ	L a และ b	คือ	ค่าสีที่เวลาใดๆ
	L <sub>0</sub> a <sub>0</sub> และ b <sub>0</sub>	คือ	ค่าสีที่เวลาเริ่มต้น (เดือนที่ 0)

ทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำเมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิแดงใส่ในจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm ใส่เมล็ดข้าวให้มีความสูง 1 cm ให้เต็มจาน แล้วกดให้แน่น จากนั้นใช้เครื่องวัดสี วัดสีของข้าว ตัวอย่างละ 5 บริเวณ วัดด้วยระบบ Hunter (L, a, b) โดยค่า L แสดงระดับความสว่างของสี ค่า a แสดงระดับสีแดง-เขียว และค่า b แสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน

### 3.3.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

บดตัวอย่างข้าวกล้องประมาณ 40 g ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (Panasonic, รุ่น MX-795N, Japan) แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 70 mesh (Retsch, Germany) เก็บแบ่งข้าวที่ได้ในบรรจุภัณฑ์ชนิด OPP/AL/LLDPE ปิดผนึก เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18°C รอการวิเคราะห์ต่อไป

#### ก) การสกัดสารกลุ่มฟีนอลิก (ดัดแปลงจาก Thewaruth, 2007)

ชั่งแบ่งข้าวกล้อง 5.0 ± 0.1 g ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml เติมนเมทานอล (Merck, USA) ปริมาตร 50 ml (ในอัตราส่วนแบ่งข้าว:เมทานอลเป็น 1:10) แล้วนำไปสกัดในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิพร้อมระบบเขย่า (GFL, รุ่น 1092, Germany) ที่อุณหภูมิ 35°C ความเร็วรอบในการเขย่า 125 rpm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปเหวี่ยงแยกโดยใช้เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Hettick, 460R, Germany) ที่ 21790×g เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C เก็บส่วนใส (เมทานอล) ไว้ สำหรับกากที่แยกได้จากการสกัดด้วยเมทานอล จะนำมาสกัดซ้ำอีกครั้งดังภาวะที่กล่าวมาข้างต้น นำส่วนเมทานอลที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้งมารวมกัน แล้วระเหยเมทานอลให้เหลือ 1 ใน 4 ส่วน ด้วยเครื่องระเหยชนิด rotary-evaporator (Eyela, N-N series, Japan) ที่ 65°C ประมาณ 4-5 นาที กรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman no.1 ปรับปริมาตรสารสกัดสุดท้ายให้เป็น 25 ml ด้วยเมทานอล เก็บไว้ในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -18°C (ทดลอง 3 ซ้ำ) ขั้นตอนการสกัดโดยย่อแสดงในรูปที่ 3.1





— Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assay

(Benzie และ Strain, 1996) ซึ่งวัดกำลังการรีดิวซ์ของตัวอย่าง ดังแสดงในภาคผนวก ก.10

ค) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านออกซิเดชันทั้ง 2 วิธี วิเคราะห์ด้วยวิธี Pearson's Correlation และรายงานเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ )

### 3.3.6 ศึกษาผลของการหุงข้าวต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

#### 3.3.6.1 การเตรียมตัวอย่างข้าวหุงสุก

นำตัวอย่างข้าว  $130 \pm 1$  g ผสมน้ำ 260 g (ในอัตราส่วนข้าว:น้ำเป็น 1:2) มาหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ขนาด 0.6 L (Panasonic, รุ่น model SR-G06, Japan) ประมาณ 30 นาที อุณหภูมิหลังหุงอีกประมาณ 10 นาที แล้วบรรจุข้าวหุงสุกในบรรจุภัณฑ์ชนิด OPP/AL/LLDPE ปิดผนึก เก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $-18^{\circ}\text{C}$  รอการวิเคราะห์ต่อไป

#### 3.3.6.2 การวัดสีข้าวกล้องหุงสุก

นำข้าวกล้องหุงสุกที่ทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องมาวัดค่าสีในระบบ Hunter (L, a, b) โดยเครื่อง Chroma meter (Minolta, Model CR-300 series, Japan) ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.5.1

#### 3.3.6.3 การเตรียมสารสกัดจากข้าวกล้องหุงสุก

นำข้าวกล้องหุงสุกประมาณ  $150 \pm 1$  g ไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) (Labconco, Model 7753501, USA) ประมาณ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ

-40°C ภายใต้ความดัน  $1.33 \times 10^{-5}$  mbar จากนั้นจึงเตรียมแป้งข้าวกล้องหุงสุกที่ทำแห้งแล้ว ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.5.2 แล้วจึงสกัดตัวอย่างด้วยตัวทำละลายอินทรีย์หรือย่อยตัวอย่างด้วย เอนไซม์

ก) การสกัดสารกลุ่มฟีนอลิกด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

นำแป้งข้าวกล้องหุงสุกมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.5.2

ข) การย่อยตัวอย่างด้วยเอนไซม์ (ดัดแปลงจาก Pérez-Jiménez และ

Saura-Calixto, 2005)

(1) การเตรียมสารละลายเอนไซม์

– สารละลายเอนไซม์ pepsin : ละลาย pepsin (P-7000, Sigma, USA, activity 800-2500 units/mg protein) 300 mg ใน HCl-KCl buffer 0.2 M pH 1.5 ปริมาตร 1 ml

– สารละลายเอนไซม์ pancreatin : ละลาย pancreatin (P-1750, Sigma, USA, activity equipvalent 4x U.S.P) 5 mg ใน Phosphate buffer 0.1 M pH 7.5 ปริมาตร 1 ml

– สารละลายเอนไซม์  $\alpha$ -amylase : ละลาย  $\alpha$ -amylase (A-3176, Sigma, USA, activity 26 units/mg solid) 120 mg ใน Phosphate buffer 0.1 M pH 6.9 ปริมาตร 1 ml

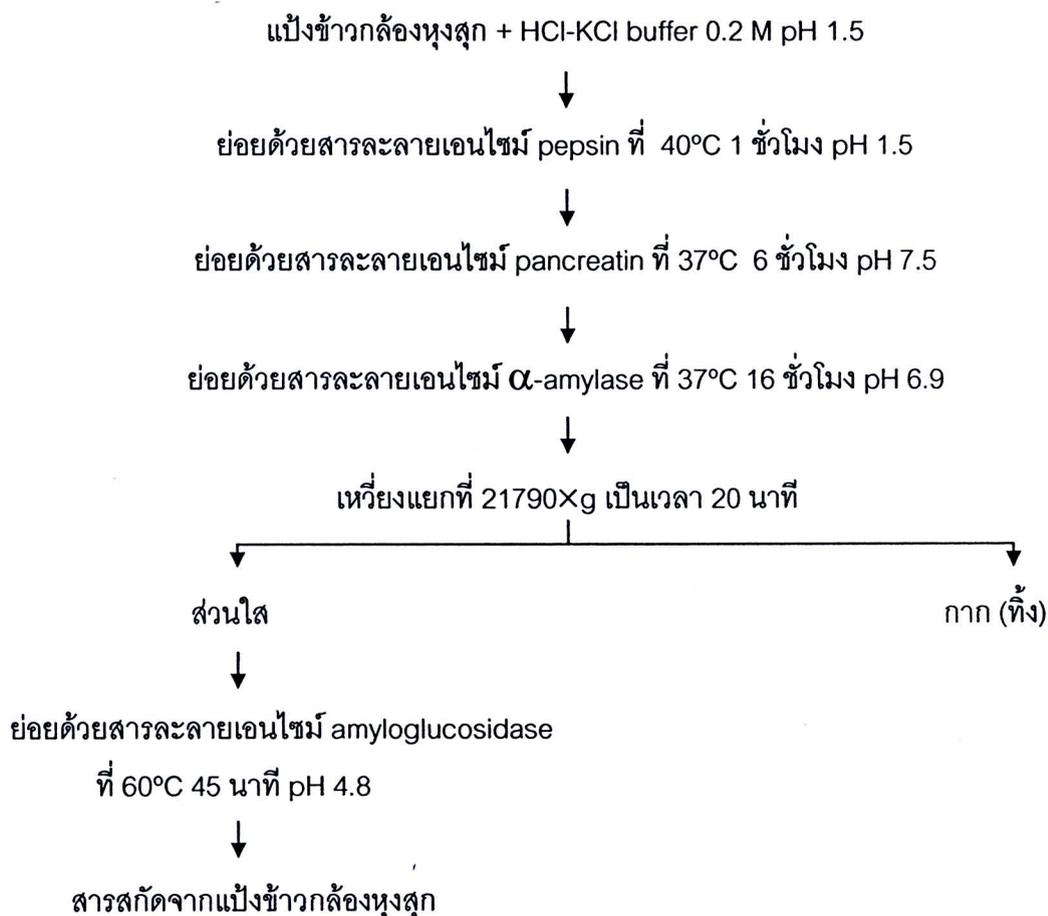
– สารละลายเอนไซม์ amyloglucosidase : ละลาย amyloglucosidase (A-74205, Sigma, USA, activity 67.4 units/mg) 25 mg ใน Sodium acetate buffer 0.2 M pH 4.8 ปริมาตร 5 ml

(2) ขั้นตอนการสกัด มีดังต่อไปนี้

ซึ่งแป้งข้าวกล้องหุงสุก  $900 \pm 10$  mg ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml ปรับตัวอย่างให้มีค่า pH เป็น 1.5 โดยเติม HCl-KCl buffer 0.2 M ประมาณ 60 ml เติม

สารละลายเอนไซม์ pepsin 0.2 ml บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 40°C 1 ชั่วโมง จากนั้นปรับ pH ของตัวอย่างให้มีค่าเป็น 7.5 แล้วจึงเติมสารละลายเอนไซม์ pancreatin 1 ml บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37°C 6 ชั่วโมง แล้วปรับ pH ของตัวอย่างให้มีค่าเป็น 6.9 แล้วจึงเติมสารละลายเอนไซม์  $\alpha$ -amylase 1 ml บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37°C 16 ชั่วโมง แล้วนำไปเหวี่ยงแยกที่ 21790×g เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใสมาปรับ pH ให้มีค่าเป็น 4.8 แล้วจึงเติมสารละลายเอนไซม์ amyloglucosidase 5 ml บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 60°C นาน 45 นาที นำสารสกัดที่ได้มากรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 ปรับปริมาตรสารสกัดสุดท้ายเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -18°C ขั้นตอนการย่อยโดยย่อแสดงในรูปแบบที่ 3.2

อนึ่ง ในการปรับ pH ของตัวอย่างระหว่างการสกัดจะใช้สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 M และ 6 M หรือสารละลาย HCl ความเข้มข้น 1 M



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงหุงสุกด้วยเอนไซม์

### 3.3.6.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดง

วิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าวกล้องหุงสุก ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.5.2

### 3.3.7 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สำหรับการทดลองในส่วนที่ศึกษาผลของวิธีการทำแห้งต่อสมบัติทางกายภาพและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของข้าวกล้องหอมมะลิแดง และการทดลองในส่วนที่ศึกษาผลของวิธีการหุง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ในขณะที่การทดลองในส่วนที่ศึกษาผลของภาวะการเก็บรักษาที่ภาวะต่างๆ ต่อสมบัติทางกายภาพและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของข้าวกล้องหอมมะลิแดง วางแผนการทดลองแบบ  $2 \times 2 \times 6$  Factorial in CRD โดยตัวแปรในการทดลอง ได้แก่

- ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ OPP/AL/LLDPE และ Nylon/LLDPE
- อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง และ  $15^{\circ}\text{C}$
- เวลาการเก็บรักษา 6 ค่า คือ เดือนที่ 2 4 6 8 10 12

ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของข้อมูล (analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%