บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย

วัตถุดิบและสารเคมี

ตารางที่ 3.1 รายการเอนไซม์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	เกรด	ประเทศ
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	-	ไทย
เปปซิน A P - 7000 จาก porcine stomach mucosa 550 Units / mg. solid	Sigma Chemicol CO.	สหรัฐอเมริกา
ปาเปน P - 3375 จาก Papaya latex 1.7 Units / mg. solid	Sigma Chemical CO.	สหรัฐอเมริกา
อัลคาเลส® 0.6 L 2.4 AU/g. ความหนาแน่น 1.26 กรัม / มิลลิลิตร	Novo	เดนมาร์ก
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
ไอโอดีน (I_2)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
กรดซัลฟุริก (H_2SO_4)	Sigma Chemicol CO.	สหรัฐอเมริกา
กรดบอริค (Br)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	Sigma Chemicol CO.	สหรัฐอเมริกา
โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	Sigma Chemicol CO.	สหรัฐอเมริกา
คอปเปอร์ซัลเฟต (Cu_2SO_4)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต (NaK tartrate)	Merk (AR grade)	เยอรมัน

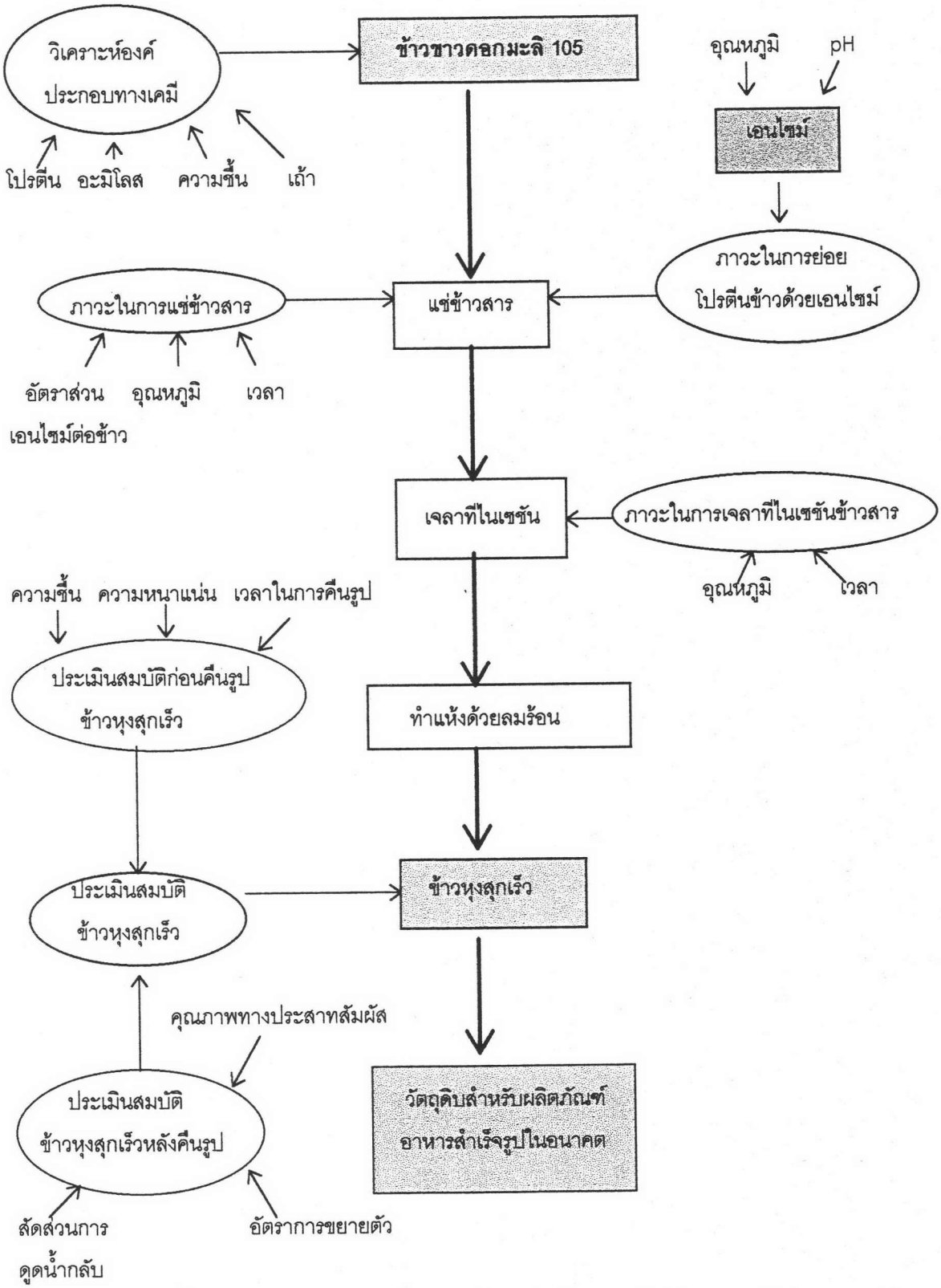
ตารางที่ 3.1 (ต่อ) รายการเอนไซม์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	เกรด	ประเทศ
สารละลายโฟลิน รีเอเจนท์	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)	Sigma Chemicol CO.	สหรัฐอเมริกา
โซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (NaH_2PO_4 H_2O)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4 $7H_2O$)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์
ไกลซีน	Sigma Chemicol CO.	สหรัฐอเมริกา
คูมาซี บริลเลียน บลู อาร์ 250 (coomassie brilliant blue R250)	Fluka (AR grade)	สวิตเซอร์แลนด์

อุปกรณ์

ตารางที่ 3.2 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์	รุ่น	ประเทศที่ผลิต
เครื่องชั่งชนิดหยาบ	Sartorious BA 2105	เยอรมัน
เครื่องชั่งชนิดละเอียด	Sartorious A 2005	เยอรมัน
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	Milton Roy Spectronic 1201	สหรัฐอเมริกา
เครื่องบด	General 113C 925 AB6	แมกซิโก
หม้ออัดไอน้ำ	Sanyo MLS 2400	ญี่ปุ่น
เครื่องเหวี่ยงแยก	Sorvall RC 5C	ฝรั่งเศษ
อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	MTW. LAUDA, MS 12	-
ตู้อบลมร้อบหมุนเวียน	Kan machines SA-20	ไทย
เครื่องกลั่นไอแอมโมเนีย	Buchi 321	เยอรมัน
เตาเผา	NGY 2-525 series 2	-
เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง	Suntech 300	-



รูปที่ 3.1 ขอบเขตงานวิจัยเรื่องการใช้เอนไซม์ในการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบตั้งต้น (รายละเอียดในภาคผนวก ก.)

3.1.1 ความชื้น (AOAC,1984)

3.1.2 โปรตีน (AACC,1983)

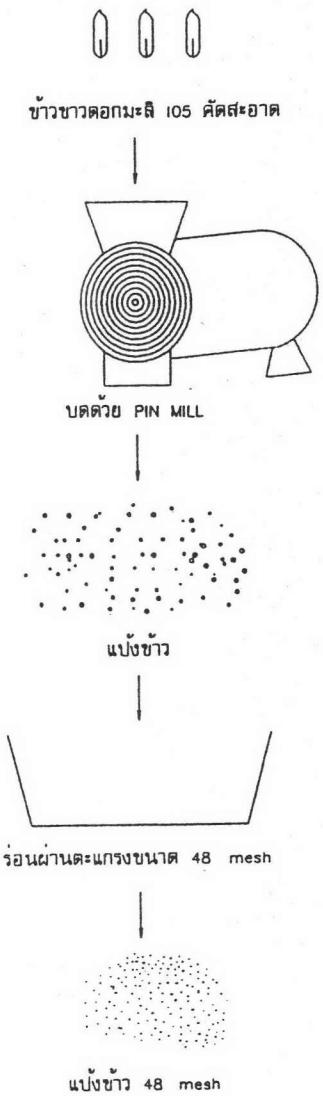
3.1.3 เถ้า (AOAC,1984)

3.1.4 อะมิโลส (William,Kuzina and Hlynka,1970)

3.2 หาภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในแป้งข้าวเจ้าด้วยเอนไซม์

3.2.1 หาภาวะความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในแป้งข้าวเจ้าด้วยเอนไซม์

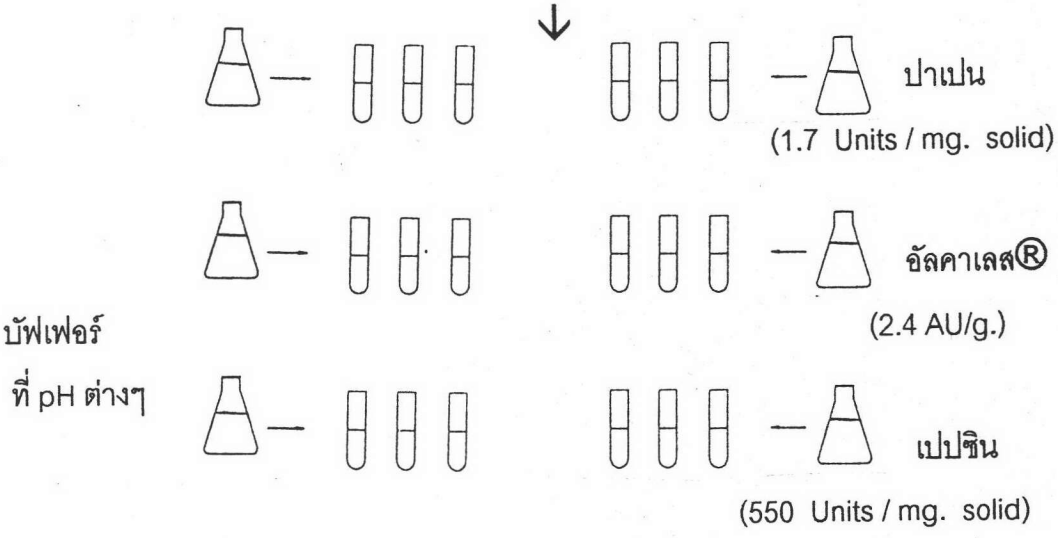
ย่อยสารละลายแป้งข้าวเจ้าขนาด 48 เมช ความเข้มข้น 0.3 กรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายปาเปน (1.7 Units / mg. solid), อัลคาเลส® (2.4 AU/g.) และเปปซิน (550 Units / mg. solid) ปริมาตรเอนไซม์ 2 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที **เมื่อย่อยด้วยปาเปน แปรค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายปฏิกิริยาเป็น 7 ระดับ** คือ 4.0 , 5.0 , 6.0 และ 6.5 ด้วยซิเตรทบัฟเฟอร์ 0.1 โมลาร์ และ 7.0 , 7.5 และ 8.0 ด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ ใช้สารละลาย L -cystein 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร **เมื่อย่อยด้วยอัลคาเลส® แปรความเป็นกรดด่างของสารละลายปฏิกิริยาเป็น 9 ระดับ** คือ 4.0 , 5.0 , 6.0 และ 6.5 ด้วยซิเตรทบัฟเฟอร์ 0.1 โมลาร์ ; 7.0 , 7.5 และ 8.0 ด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ ; 8.5 ด้วยทริส บัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ และ 9.0 และ 10.0 ด้วยไกลซีนโซเดียมไฮดรอกไซด์ บัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ **และเมื่อย่อยด้วยเปปซิน แปรความเป็นกรดด่างของสารละลายปฏิกิริยาเป็น 7 ระดับ** คือ 1.0, 1.5 และ 2.0 ด้วยไฮโดรคลอริคโพแทสเซียมคลอไรด์ บัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ และ 3.0 , 4.0 , 5.0 และ 6.0 ด้วยซิเตรทบัฟเฟอร์ 0.1 โมลาร์ หยุดปฏิกิริยาโดยใช้สารละลาย Trichloroacetic acid 5% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปเหวี่ยงที่ 2000 รอบ/นาที **แยกส่วนใสนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้** Folin lowry color method (AACC,1983) ตัวอย่างควบคุมใช้บัฟเฟอร์ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แทนสารละลายเอนไซม์ **วางแผนการทดลองแบบ** Completely randomized design **และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี ด้วย** Duncan's new multiple range test **ทำการทดลอง** 3 **ซ้ำ**



รูปที่ 3.2 วิธีการเตรียมแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ขนาด 48 เมช

สารละลายแป้งข้าวเจ้า 48 เมช

ความเข้มข้น 0.3 g./ml. ที่ pH ต่างๆ



บัฟเฟอร์

ที่ pH ต่างๆ

ตัวอย่างควบคุม

สารละลายแป้งข้าวเจ้า 10 ml.

+ บัฟเฟอร์ 2 ml.

ตัวอย่างวิเคราะห์

สารละลายแป้งข้าวเจ้า 10 ml.

+ สารละลายเอนไซม์ 2 ml.

↓

บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส 30 นาที

↓

หยุดปฏิกิริยาด้วย สารละลาย TCA 5% 10 ml

↓

เหวี่ยงที่ 2,000 รอบต่อนาที

↓

ส่วนใสนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่ละลายในสารละลายปฏิกิริยา

ด้วยวิธี Folin lowry method (AACC, 1983)

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนหาความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนแป้งข้าวเจ้าด้วยเอนไซม์

3.2. 2 หาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในแป้งข้าวเจ้าด้วยเอนไซม์

ย่อยสารละลายแป้งข้าวเจ้า ขนาด 48 เมช ความเข้มข้น 0.3 กรัม ต่อ มิลลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วย สารละลาย ปาเปน (1.7 Units / mg. solid), อัลคาเลส® (2.4 AU/g.) และเปปซิน (550 Units / mg. solid) ใช้สารละลายเอนไซม์ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ควบคุมภาวะความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมของเอนไซม์แต่ละชนิด ตามการทดลองข้อ 2.1 คือ 6.5 ด้วยซิเตรทบัฟเฟอร์ ; 8.5 ด้วยทริส บัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ และ 1.5 ด้วยไฮโดรคลอริคโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ เมื่อย่อยด้วย ปาเปน, อัลคาเลส® และเปปซิน ตามลำดับ และเมื่อย่อยด้วยปาเปนใช้ สารละลาย L -cystein 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร **แปรอุณหภูมิเป็น 30 , 40 , 50 และ 60 องศาเซลเซียส** ตัวอย่างควบคุมใช้บัฟเฟอร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แทนสารละลายเอนไซม์ **วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล เช่นเดียวกับข้อ 2.1.1**

3.3 หาภาวะในการแช่ข้าวสารที่เหมาะสม

3.3.1 หาปริมาณของเอนไซม์ต่อข้าวที่เหมาะสม

ย่อยสารละลายแป้งข้าวเจ้า ขนาด 48 เมช ความเข้มข้น 0.3 กรัม ต่อ มิลลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย ปาเปน (1.7 Units / mg. solid), อัลคาเลส® (2.4 AU/g.) และเปปซิน (550 Units / mg. solid) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ที่ความเป็นกรดด่าง 6.2 , 6.5 และ 3.4 ตามลำดับ ด้วยซิเตรทบัฟเฟอร์ แปรอัตราส่วนของน้ำหนักเอนไซม์ ต่อ น้ำหนักข้าว **เมื่อย่อย ด้วยปาเปน และเปปซิน เป็น 7 ระดับคือ** 1:6,000, 1:3,000, 1:1,500, 1:1,000 1:750, 1:500 และ 1:250 กรัมต่อกรัม และเมื่อย่อย**ด้วยอัลคาเลส® แปรอัตราส่วน ปริมาตรอัลคาเลส® ต่อน้ำหนักข้าวเป็น 7 ระดับคือ** 1:1,200, 1:600, 1:300, 1:150, 1:75, 1:37.5 และ 1:18.5 มิลลิลิตร ต่อกรัม หยุดปฏิกริยาโดยใช้สารละลาย Trichloroacetic acid 5% 10 มิลลิลิตร นำไปเหวี่ยงที่ 2000 รอบ/นาที **แยกส่วนใสนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้** Folin lowry color method (AACC,1983) ตัวอย่างควบคุมใช้บัฟเฟอร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แทนสารละลายเอนไซม์ **วางแผนการทดลองแบบ** Completely randomized design **และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี ด้วย** Duncan's new multiple range test **ทำการทดลอง 3 ซ้ำ**

3.3.2 หาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวสารด้วยสารละลายเอนไซม์

เนื่องจากโปรตีนในข้าวเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลาทีไนเซชัน (Marshall et al., 1990) และค่าทางประสาทสัมผัส(Arai and Watanabe, 1994) มีผลให้ข้าวสารเกิดเจลาทีไนเซชันได้ยากขึ้น และทำให้ข้าวสุกที่ได้มีลักษณะการหุงไม่ดี ในขั้นตอนการทดลองนี้จึงต้องการเลือกภาวะการแช่ข้าวที่ มีค่าร้อยละการย่อยโปรตีนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาถึงผลของระดับการย่อยโปรตีน ต่อการเกิดเจลาทีไนเซชัน และลักษณะข้าวหุงสุกเร็วที่ได้ โดยเลือกภาวะการแช่ข้าวที่มีระดับการย่อยโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับคือ การย่อยโปรตีนระดับต่ำ กลาง และ สูง และที่แต่ละภาวะนั้นต้องมีค่าความชื้น 30-35%(Luh ,1980) จึงจะเพียงพอต่อการเกิดเจลาทีไนเซชันในขั้นต่อไป

ทำการทดลองโดยแช่ข้าวลงในสารละลายเอนไซม์ สารละลายปาเปน (1.7 Units / mg. solid), อัลคาเลส® (2.4 AU/g.) และเปปซิน (550 Units / mg. solid), อัตราส่วนระหว่าง ข้าวต่อสารละลายเอนไซม์ เป็น 1 : 2 น้ำหนักต่อปริมาตร โดยใช้ข้าว 10 กรัม ใช้สารละลายเอนไซม์ ปริมาณ 20 มิลลิลิตร แต่เมื่อย่อยด้วยปาเปนใช้ L-cystein 0.5 โมลาร์ ปริมาตร10 มิลลิลิตร และอุณหภูมิที่ใช้แช่ไม่ควรเกินอุณหภูมิแป้งสุกของข้าว เพราะจะทำให้ข้าวเกิด เจลาทีไนเซชัน ซึ่งอุณหภูมิแป้งสุกของ ข้าวขาวดอกมะลิคือ 68 องศาเซลเซียส (กมลทิพย์ มั่นภักดี , 2533) จึงแปรอุณหภูมิที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ 30, 60, 90 นาที บ่มไว้ที่ภาวะต่าง ๆ ตามเวลาที่กำหนด เมื่อครบกำหนดเวลาแยกข้าวออก แล้ววิเคราะห์ค่าร้อยละความชื้นในเมล็ดข้าว (AOAC,1984) และร้อยละโปรตีนที่ถูกย่อย โดยวิธี kjeldahl methed (AACC,1983) วางแผนการทดลองแบบ Symmetric factorial design และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี ด้วย Duncan's new multiple range test ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเลือกระดับการย่อยโปรตีนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ โดยใช้วิธี Response surface methodology (RSM) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statgraphic

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 10 กรัม

↓

แช่ด้วยสารละลายเอนไซม์ 20 มิลลิลิตร

อัตราส่วนเอนไซม์ต่อข้าวสาร ปาเปน 1:500 โดยน้ำหนัก

อัลคาเลส® 1:75 ปริมาตรต่อน้ำหนัก

เปปซิน 1:1,000 โดยน้ำหนัก

↓

บ่มไว้ที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

↓

เมื่อครบกำหนดเวลาแยกออกล้างด้วยน้ำ นาน 1 นาที

↓

ข้าวสารที่ผ่านการแช่เอนไซม์

↓

วิเคราะห์

ความชื้น (AOAC, 1984)

ร้อยละการย่อยสลายโปรตีน (Watanabe et el., 1990)

ร้อยละการย่อยสลายโปรตีน

$$= \left(\frac{\text{ปริมาณโปรตีนในข้าวสารเริ่มต้น- ปริมาณโปรตีนในข้าวสารหลังแช่สารละลายเอนไซม์}}{\text{ปริมาณโปรตีนในข้าวสารเริ่มต้น}} \right) * 100$$

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวสารด้วยสารละลายเอนไซม์

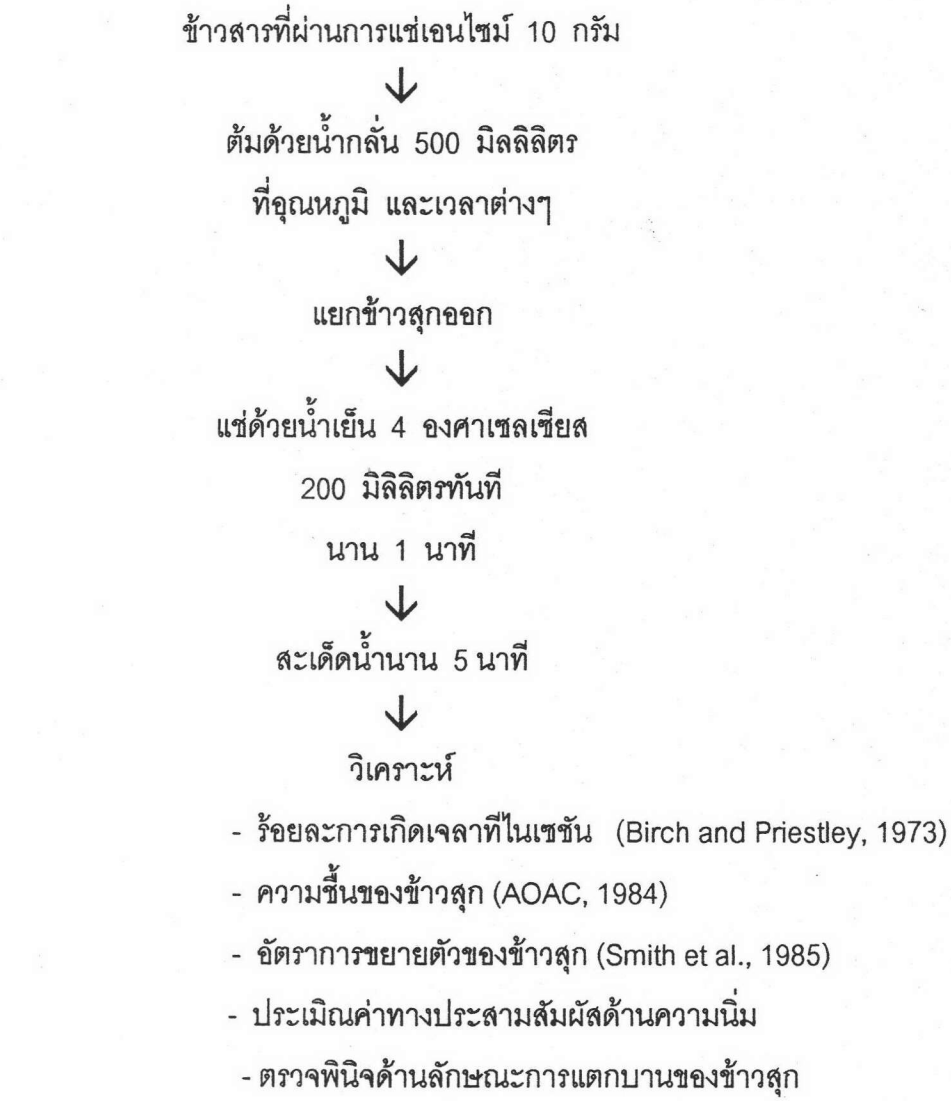
3.4 หาภาวะที่เหมาะสมในการทำให้ข้าวสุก

3.4.1 เปรียบเทียบผลของระดับการย่อยโปรตีนในข้าวสาร อุณหภูมิ และ เวลาในการต้ม ต่อคุณสมบัติของข้าวสุก

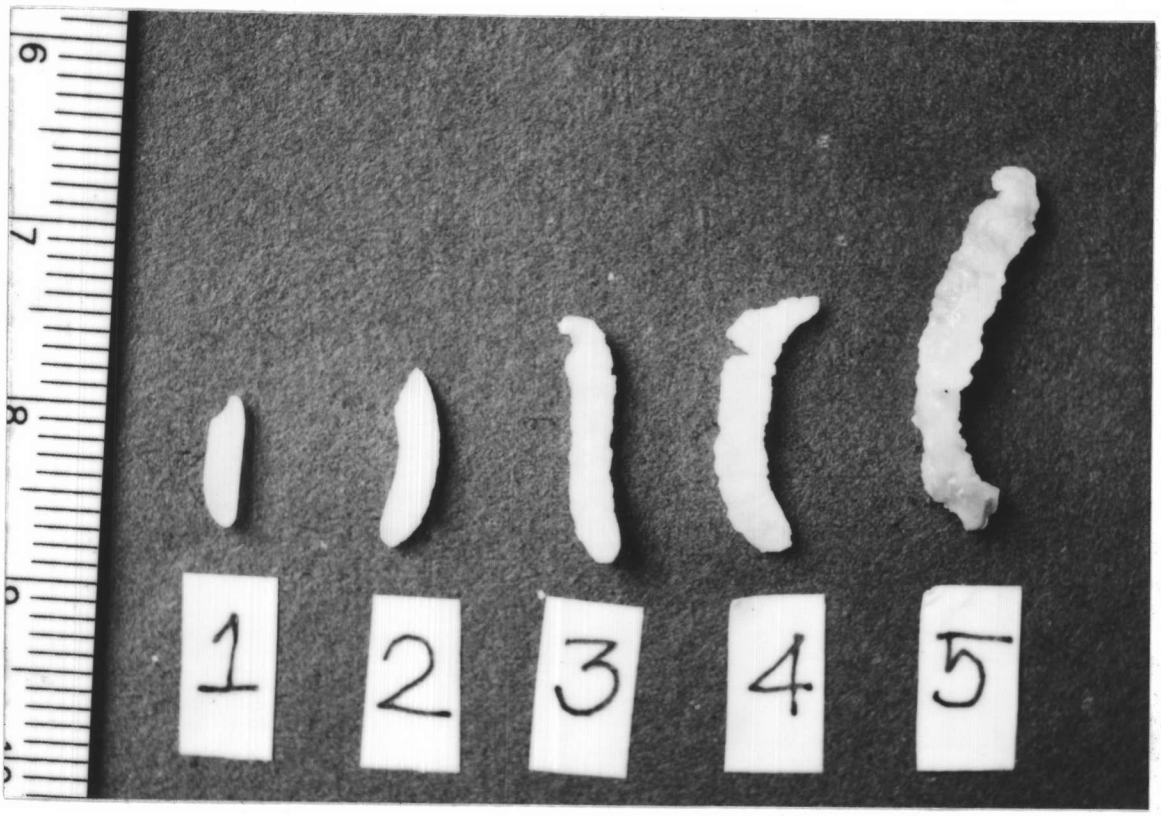
ศึกษาผลของ ระดับการย่อยโปรตีนข้าวสาร อุณหภูมิ และเวลาในการต้มเพื่อทำให้ข้าวสุก โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ เป็น 1:50 น้ำหนัก : ปริมาตร ตามการทดลองใช้ข้าว 10 กรัม น้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร **แปรอุณหภูมิเป็น 2 ระดับ คือ 85 และ 100 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ 5,10 และ 15 นาที และแปรระดับการย่อยโปรตีนเป็น 4 ระดับ คือ** 0; 7; 19 **และ** 31% โดยจากการทดลองข้อ 3.3.2 เลือกระดับการย่อยโปรตีน 3 ระดับ คือ 7 ,19 และ 31% และระดับการย่อยโปรตีน 0% ได้จากการแช่ข้าวด้วยน้ำกลั่นที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที ใช้เป็นการทดลองเปรียบเทียบข้าวที่ได้นำมา**วิเคราะห์ค่าความชื้น** (AOAC, 1984) **ร้อยละการเกิดเจลาทีไนเซชัน** (Birch and Priestley,1973) **และค่าการขยายตัวของข้าวสุก** (Smith,Rao,Liuzzo and Champagen,1985) **วางแผนการทดลองแบบ** Asymetric factorial design **และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี ด้วย** Duncan's new multiple range test **ทำการทดลอง** 2 **ซ้ำ**

3.4.2 หาอุณหภูมิ และ เวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการต้มข้าวสาร เพื่อให้เกิดเจลาทีไนเซชัน

อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการต้มข้าวสาร ต้องเป็นภาวะที่ทำให้ข้าวเกิดการเกิดเจลาทีไนเซชันที่สมบูรณ์ เพื่อให้ข้าวสุกไม่มีแป้งดิบที่จุดกึ่งกลางเม็ดข้าว **โดยเลือกภาวะที่มีค่าร้อยละการเกิดเจลาทีไนเซชันมากกว่าร้อยละ** 80 (Brooks et al.,1982) **และมีค่าความชื้นไม่เกิน** 80 % **จากการทดลองข้อ** 3.4.1 มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนิ่มของข้าวเมื่ออยู่ในปาก ด้วยวิธีการให้คะแนน (Scoring test) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน จำนวน 15 คน และการตรวจพินิจด้านลักษณะการแตกบานของข้าว **พิจารณาเลือกภาวะที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด และข้าวสุกที่ได้มีลักษณะการแตกบานที่ดีตามการทดลองนี้ ข้าวสุกที่มีลักษณะการแตกบานที่ดีที่มีการอ้างถึงคือข้าวสุกที่มีลักษณะตามรูปที่** 3.6 **หมายเลข** 3



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการหาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการทำให้ข้าวสุก



รูปที่ 3.6 เปรียบเทียบลักษณะการแตกบานของข้าวสุก
ในขั้นตอนการหาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการทำให้ข้าวสุก

หมายเหตุ หมายเลข 1 คือ ตัวอย่างข้าวดิบ
หมายเลข 2 คือ ตัวอย่างข้าวที่ยังไม่แตกบาน
หมายเลข 3 คือ ตัวอย่างข้าวที่แตกบานที่ดี
หมายเลข 4 คือ ตัวอย่างข้าวที่เริ่มแตกบานมากเกิน
หมายเลข 5 คือ ตัวอย่างข้าวที่แตกบานมากเกินไป

3.5 ประเมินคุณภาพข้าวหุงสุกเร็ว

3.5.1 ประเมินคุณภาพข้าวหุงสุกเร็วก่อนคืนรูป

นำข้าวที่ ผ่านการเจลาทีไนเซชันด้วยภาวะที่เหมาะสมตามการทดลอง 3.4.2 **มาทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน** ที่ 200 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เพื่อทำให้ข้าวเกิดขอบแข็งที่ผิวข้าว (case hardening) เพื่อกันการหดตัว และรักษารูปร่างของเมล็ดข้าวไว้ หลังจากนั้นค่อยๆลดความชื้นภายในให้เหลือประมาณร้อยละ 7 ที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบลมร้อนหมุนเวียน **วัดค่าความชื้น และ ค่าความหนาแน่น** (Carlson, Robert and Farkas, 1976)

3.5.2 หาเวลาที่ใช้ในการคืนรูป ข้าวหุงสุกเร็ว

คืนรูปข้าวหุงสุกเร็วโดยแช่ข้าวในน้ำเดือดจัดที่มากเกินพอ นาน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 นาที ด้วยอัตราส่วน ข้าว : น้ำ เป็น 1: 50 น้ำหนักต่อปริมาตร ใช้ข้าว 10 กรัม น้ำเดือด 500 มิลลิลิตร วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี ด้วย Duncan's new multiple range test ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ อัตราการขยายตัว(Smith et al.,1985) เลือกช่วงเวลาที่ข้าวหุงสุกเร็วคืนรูปมีค่าอัตราการขยายตัวคงที่ คือข้าวมีการคืนรูปโดยสมบูรณ์ มาทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้านค่าความนิ่มในปาก ด้วยวิธีการให้คะแนน โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน จำนวน 15 คน **เลือกเวลาที่ใช้ในการคืนรูปข้าวหุงสุกเร็ว จากเวลาที่ทำให้ข้าวมีคะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด**

3.5.3 ประเมินคุณภาพข้าวหุงสุกเร็วหลังการคืนรูป

คืนรูปผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ โดยแช่ข้าวหุงสุกเร็วในน้ำเดือดจัดตามเวลาที่เหมาะสมตามการทดลอง 3.5.2 **วัดสัดส่วนการดูดน้ำกลับ**(Smith et al.,1985) , **อัตราการขยายตัว** (Smith et al., 1985) **วางแผนการทดลองแบบ** Completely randomized design **และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี ด้วย** Duncan's new multiple range test **ทำการทดลอง** 3 **ซ้ำ ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ ลักษณะนื้อสัมผัส การยอมรับผลิตภัณฑ์ตามลักษณะข้าวหุงสุกเร็ว ด้วยวิธีการให้คะแนน โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน** 15 **คน** โดยในขั้นตอนแรกจะแนะนำให้ผู้ทดสอบรู้จักผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกเร็วก่อน และกล่าวถึงลักษณะข้าวหุงสุกเร็วที่ดี หลังจากนั้นจึงคืนรูปข้าวหุงสุกเร็วด้วยอัตราส่วนข้าว ต่อน้ำเดือดจัด ตามการทดลองข้อ 3.5.2 โดยใช้ข้าว 10 กรัม น้ำเดือดจัด 500 มิลลิลิตร ทดสอบชิมในลักษณะข้าวเปล่า

ข้าวหุงสุกเร็ว
ที่ได้จากการแช่ด้วยเอนไซม์ต่างๆ

↓

ประเมินสมบัติข้าวหุงสุกเร็ว ← วิเคราะห์
ก่อนคืนรูป
- ความชื้น (AOAC, 1984)
- ความหนาแน่น
(Carlson, Robert and Farkas, 1976)

↓

คืนรูปด้วยน้ำเดือด ← วิเคราะห์
ข้าว 10 กรัม + น้ำเดือดจัด 500 มิลลิลิตร - อัตราการขยายตัว (Smith et al., 1985)
ตั้งทิ้งไว้นาน 1-10 นาที - ค่าทางประสาทสัมผัส
ด้านความนิ่ม

↓

ประเมินสมบัติข้าวหุงสุกเร็ว ← วิเคราะห์
หลังการคืนรูป- อัตราการขยายตัว (Smith et al., 1985)
- สัดส่วนการดูดน้ำกลับ (Smith et al., 1985)
- ค่าทางประสาทสัมผัสด้าน
ลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, รส
ลักษณะเนื้อสัมผัส, การยอมรับ

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการประเมินสมบัติข้าวหุงสุกเร็ว