

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1.1 ผลมะดันแก่จัด
- 3.1.1.2 น้ำตาลทรายขาว
- 3.1.1.3 น้ำผึ้งดอกกล้วย

3.1.2 สารเคมี

- 3.1.2.1 โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, Food grade)
- 3.1.2.2 แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride, Food grade)
- 3.1.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide solution, AR grade)
- 3.1.2.4 เมธิลีนบลู (Methylene blue indicator)
- 3.1.2.5 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein indicator)

3.1.3 อุปกรณ์ในการผลิต

- 3.1.3.1 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 3.1.3.2 เครื่องชั่ง พิกัดกำลัง 7 กิโลกรัม และ 60 กิโลกรัม
- 3.1.3.3 เทอร์โมมิเตอร์
- 3.1.3.4 Hand Refractometer (Atago ขนาด N-1E N-2E N-3E)
- 3.1.3.5 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer)
- 3.1.3.6 ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE)

3.1.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

- 3.1.4.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง (Sartorius Model BP-3100S)

- 3.1.4.2 เครื่องวัดสี (Minolta Model CR-10)
- 3.1.4.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser Model TA.XT2i)
- 3.1.4.4 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Rotronic Model Aw 2101)
- 3.1.4.5 ตู้อบลมร้อน (Binder Model VD23)
- 3.1.4.6 ถ้วยอลูมิเนียม (moisture can)
- 3.1.4.7 อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- 3.1.4.8 อุปกรณ์ทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.5 โปรแกรมประมวลผล

- 3.1.5.1 โปรแกรม Microsoft Excel
- 3.1.5.2 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป Statistix 7.0

3.2 วิธีการและแผนการทดลอง

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

คัดเลือกผลมะดันที่แก่จัด ผิวสีเขียวเข้ม กำหนดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 4-5 องศาบริกซ์ นำผลมะดันมาล้าง ทำความสะอาด ถัดขนาด และตัดแต่ง สุ่มตัวอย่างเพื่อวัดสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะดันสด ส่วนที่เหลือนำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง และแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 วัน นำมาแกะเมล็ด และลวกน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที หลังจากนั้นทำให้เย็นโดยการแช่น้ำนาน 3 นาที และทิ้งให้สะเด็ดน้ำ (ดัดแปลงจากพรพิมล เลิศพานิช, 2548)

3.2.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะดันสด

3.2.2.1 สมบัติทางกายภาพ

- ค่าสีระบบ CIE ($L^* a^* b^*$) วัดด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR-10

3.2.2.2 สมบัติทางเคมี

- ปริมาณความชื้น โดยวิธี Oven Method (AOAC, 2000)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS) โดยวิธี Refractometer method (AOAC Official Method 932.12, 2005)

- ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) ในรูปของไฮดรอกซีซิเตริก โดยวิธี Indicator method (AOAC Official Method 942.15, 2005)

3.2.3 การศึกษาผลของสารละลายออสโมติกต่อปริมาณการสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นในมะดันแช่อิ่ม

นำผลมะดันที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบมาศึกษาอิทธิพลของสารละลายออสโมติกที่ใช้ในกระบวนการแช่อิ่มต่อปริมาณการสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นในมะดันแช่อิ่ม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) สารละลายออสโมติกที่ใช้ศึกษามีความเข้มข้นเริ่มต้น 30 องศาบริกซ์ เปรียบเทียบสารละลายออสโมติก 3 ชนิด ได้แก่ สารละลายซูโครส น้ำผึ้ง และสารละลายผสมระหว่างสารละลายซูโครสและน้ำผึ้งในอัตราส่วน 1 : 1 โดยอัตราส่วนของผลมะดันต่อสารละลายออสโมติกเท่ากับ 1 : 2 แช่มะดันในสารละลายออสโมติกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายออสโมติกเดิมมาปรับความเข้มข้นเพิ่มวันละ 10 องศาบริกซ์ จนกระทั่งความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 60 องศาบริกซ์ หลังจากแช่อิ่ม นำมะดันไปลวกน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดน้ำเชื่อมบางส่วนที่เกาะอยู่บนผิวมะดัน (ดัดแปลงจากพรพิมล เลิศพานิช, 2548) ขั้นตอนการผลิตแสดงไว้ในภาพที่ 3.1

สุ่มตัวอย่างมะดันแช่อิ่มเพื่อนำมาหาปริมาณความชื้นและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด จากนั้นคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำ (Water Loss; WL) จากสมการที่ 1 และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่อิ่ม (Solid Gain; SG) จากสมการที่ 2 (El-Aour, Azoubel, Barbosa and Murr, 2006) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยการทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Least Square Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$$WL (\%) = \frac{(w_i X_i - w_f X_f)}{w_i} \times 100 \quad (1)$$

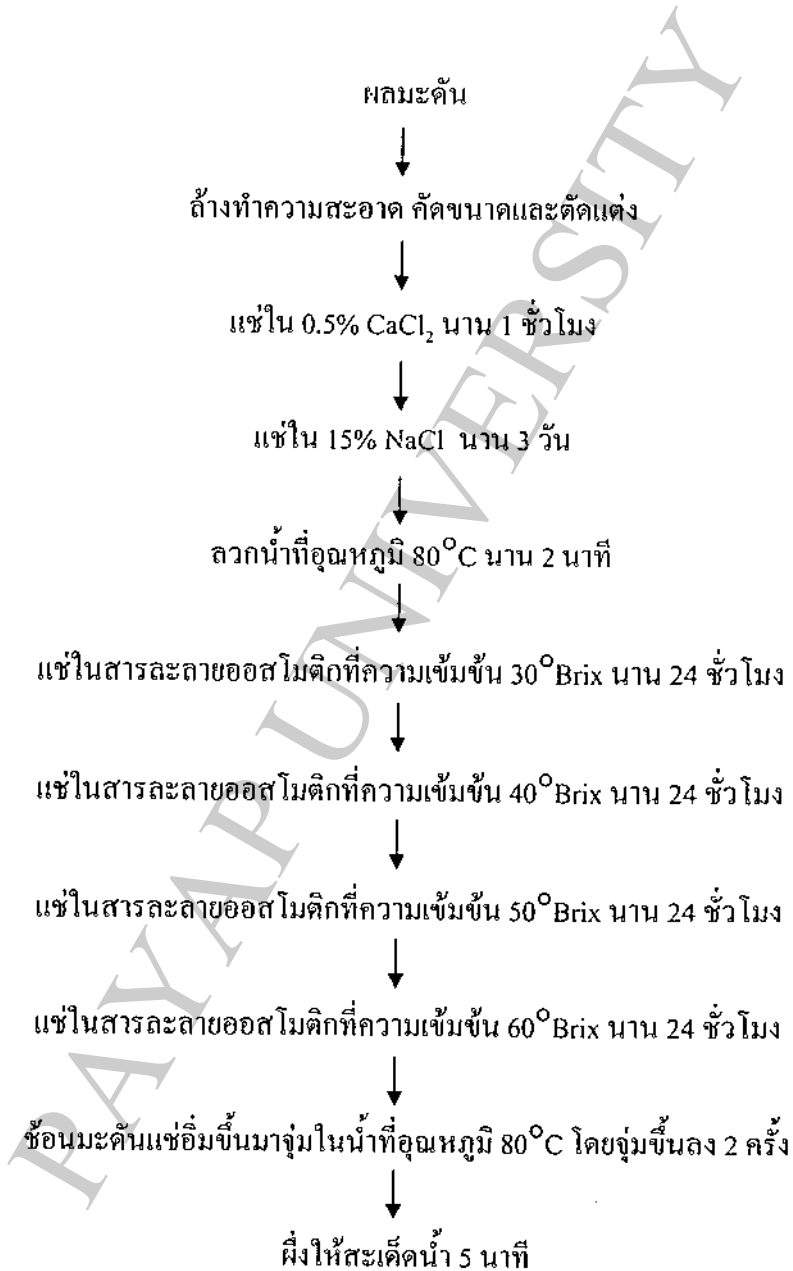
$$SG (\%) = \frac{\left[w_f \left(1 - \frac{X_f}{100} \right) - w_i \left(1 - \frac{X_i}{100} \right) \right]}{w_i} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ w_i = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น [กรัม]

w_f = น้ำหนักตัวอย่างหลังผ่านการแช่เย็น [กรัม]

X_i = ความชื้นเริ่มต้น [กรัมของน้ำ/100 กรัม ตัวอย่าง]

X_f = ความชื้นสุดท้าย [กรัมของน้ำ/100 กรัม ตัวอย่าง]



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตมะดันแช่เย็น

ที่มา : คัดแปลงจากพรพิมล เลิศพานิช (2548)

3.2.4 การศึกษาผลของสารละลายออสโมติกต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะดันแช่อิ่มอบแห้ง
 นำมะดันแช่อิ่มที่ผ่านการแช่ในสารละลายออสโมติกทั้ง 3 ชนิดมาอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์มะดันแช่อิ่มอบแห้งในด้านต่างๆ ดังนี้

3.2.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าสีระบบ CIE (L^* a^* b^*) ด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR-10
- ความแข็ง (Hardness) วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser TA.XT2i)
- ค่าออสโมเตอร์แอคติวิตี (a_w) วัดด้วยเครื่องวัดค่าออสโมเตอร์แอคติวิตี (Rotronic Aw 2101)

3.2.4.2 คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณความชื้น โดยวิธี Oven Method (AOAC, 2000)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS) โดยวิธี Refractometric Method (IS 13815 : 1993 / ISO 2173 : 1978)
- ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) ในรูปของไฮดรอกซีซิตริก โดยวิธี Indicator Method (AOAC Official Method 942.15, 2005)

3.2.4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์มะดันแช่อิ่มอบแห้ง ในด้านสี ความแน่นเนื้อ ความหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบอย่างยิ่ง และ 9 = ชอบอย่างยิ่ง) ใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยการทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Least Square Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของผลิตภัณฑ์มะดันแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

เลือกสารละลายออสโมติกที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4 นำมาผลิตมะดันแช่อิ่มอบแห้ง จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (PE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 วัน สุ่มผลิตภัณฑ์ทุก 15 วัน มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ดังนี้

3.2.5.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ

- ค่าสีระบบ CIE (L^* a^* b^*) วัดด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-10)
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) วัดด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Rotronic Aw 2101)

3.2.5.2 คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)
โดยวิธี Pour-plate method (FDA-BAM, 2001 Chapter 3)
- ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold Count)
โดยวิธี Pour-plate method (FDA-BAM, 2001 Chapter 18)
- ปริมาณ *Escherichia coli*
โดยวิธี MPN method (FDA-BAM, 2002 Chapter 4)

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สถิติทดสอบที (t-test) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%