

### บทที่ 3

## วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 3.1 วัสดุและอุปกรณ์

#### 3.1.1 วัสดุ

ลำไยพันธุ์อีดอ (จากสวนลำไย ตำบลทาสบเส้า อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน)

โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Potassium metabisulfite ;  $K_2S_2O_5$ , Food grade, Lab P&P, Thailand)

กรดซิตริก (Citric acid ;  $C_6H_{10}O_8$ , Food grade, Lab P&P, Thailand)

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (ตรามิตรผล)

ฟรุกโตสไซรัป (Fructose syrup ; บริษัท เจ้าคุณเกษรพีชผล จำกัด, ประเทศไทย)

คาราจีแนน (Carrageenan ; Food grade, O.V. Chemical & supply, Thailand)

กลูโคสไซรัป (Glucose syrup ; บริษัท นครหลวงกลูโคส จำกัด, ประเทศไทย)

#### 3.1.2 อุปกรณ์

เครื่องปั่นผสม (Blender, Imarflex : Model IF-308, Thailand)

เครื่องวัดค่า water activity (Aqualab : Model CX3TE, USA )

เครื่องวัดสี (Minolta chroma meter CR-300, Japan)

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser : Model TA.XT.plus, England)

ตู้อบหาความชื้น (Hot air oven, Termarks, England)

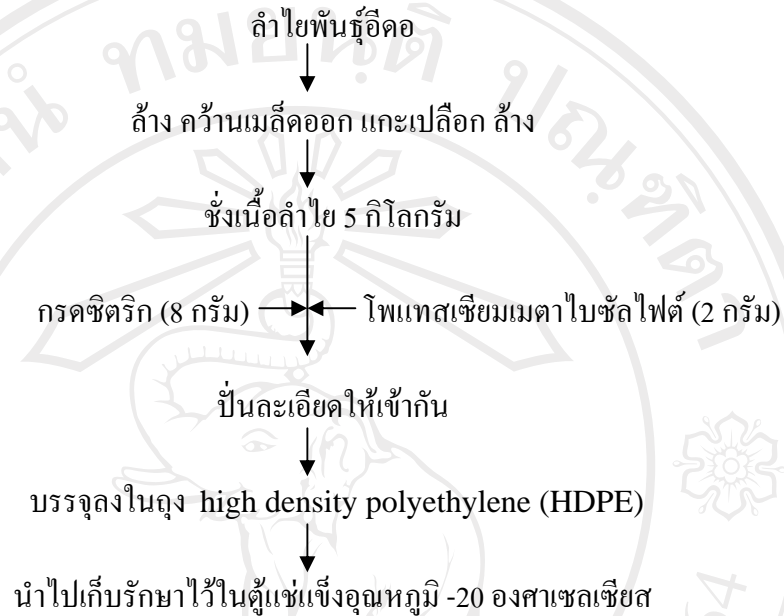
เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ (Solar tunnel dryer : Hohenheim University, Germany)

เตาอบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer, Armfield Limited Ringwood Hampshire, England)

เตาอบไมโครเวฟสุญญากาศแบบตั้งหมุน (Microwave-vacuum dryer : March Cool, Thailand)

### 3.2 วิธีการทดลอง

#### 3.2.1. การเตรียมลำไยปั่น



ภาพ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมลำไยปั่น

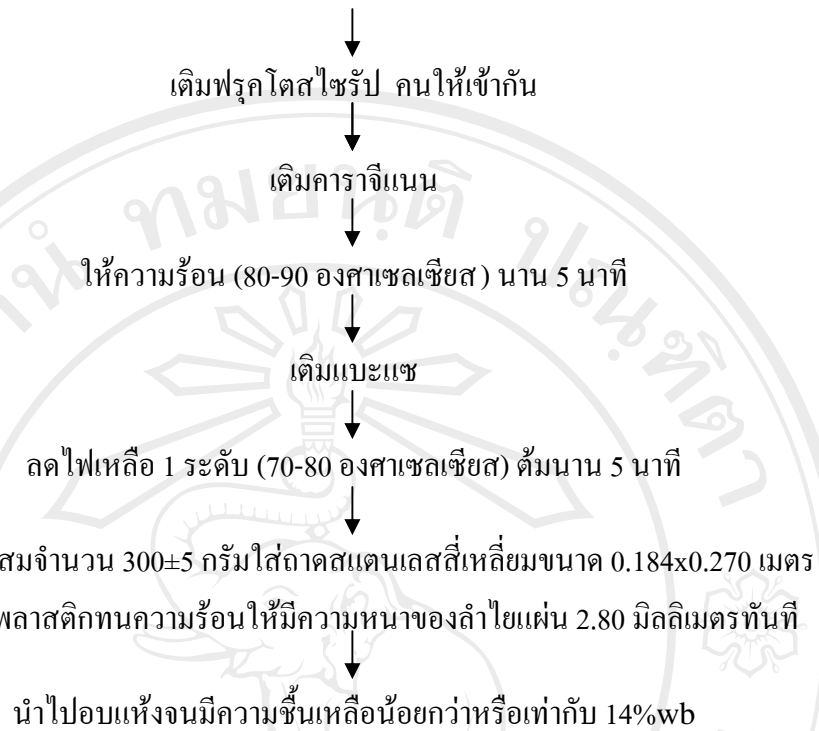
ที่มา : รัตนาและคณะ, 2549

#### 3.2.2. กรรมวิธีการผลิตลำไยแผ่น

นำลำไยปั่นแช่แข็งมาละลายโดยแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องจนละลาย จากนั้นนำไปเข้าสู่การผลิต ซึ่งสูตรการผลิตลำไยแผ่นประกอบด้วยส่วนผสม ได้แก่ น้ำตาลทราย, ฟรุคโตสไซรัป, คาราจีแนน และเบะแซ (รัตนาและคณะ, 2549) โดยมีกรรมวิธีการผลิตแสดงดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 กรรมวิธีการผลิตลำไยแผ่น



ภาพ 3.2 (ต่อ) กรรมวิธีการผลิตลำใยแผ่น

ที่มา : รัตนาและคณะ, 2549

### 3.2.3. กระบวนการอบแห้ง

กระบวนการอบแห้งลำใยแผ่น แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาการอบแห้งลำใยแผ่นโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตาอบลมร้อน ประกอบด้วย

#### 1.1 การศึกษาเพื่อหาระยะเวลาการอบแห้งลำใยแผ่นโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์

นำตัวอย่างลำใยแผ่นที่มีความหนา 2.80 มิลลิเมตร ที่บรรจุในถาดสแตนเลสขนาด 0.184x0.270 เมตร จำนวน 4 ถาด มาอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ ตั้งแต่เวลา 9.00 น. จนถึง 17.00 น. หลังจากนั้นจะนำตัวอย่างออกจากเตาอบ รอให้เย็น แล้วจึงบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน ปิดผนึกถุงให้สนิท นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการ

ดูความชื้นกลับ และในการอบแห้งตัวอย่างวันต่อไปจะนำตัวอย่างออกจากตู้เย็น แกะถุงโพลีเอทิลีนออก รอให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก แล้วนำไปอบแห้งต่อโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ ตั้งแต่เวลา 9.00 น. จนถึง 17.00 น. ทำการอบเช่นนี้จนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ โดยในระหว่างการอบแห้งจะทำการบันทึกอุณหภูมิภายในเตาอบทุกๆ ชั่วโมง และบันทึกน้ำหนักตัวอย่างทุกๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักตัวอย่างเริ่มคงที่ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณความชื้นและอัตราการอบแห้งของตัวอย่าง และสร้างกราฟการอบแห้ง (Drying curve) กราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเตาอบระหว่างการอบแห้ง และกราฟอัตราการอบแห้ง (Drying rate curve) ของตัวอย่างในระหว่างการอบแห้ง

### 1.2 การศึกษาเพื่อหาระยะเวลาการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เตาอบลมร้อน

นำตัวอย่างลำไยแผ่นที่มีความหนา 2.80 มิลลิเมตร ที่บรรจุในภาตสแตนเลสขนาด 0.184x0.270 เมตร จำนวน 4 ภาต มาอบแห้งโดยใช้เตาอบลมร้อนแบบภาตที่อุณหภูมิเริ่มต้น 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเหลือ 70 องศาเซลเซียส (รัตนและคณะ, 2549) อบต่อจนกระทั่งน้ำหนักตัวอย่างคงที่ โดยในระหว่างการอบแห้งจะทำการบันทึกน้ำหนักตัวอย่างทุกๆ 30 นาที ไปเรื่อยๆ จนช่วงระยะห่างของน้ำหนักมีค่าต่างกันไม่มากนัก จึงเปลี่ยนเป็นเวลาทุกๆ ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักเริ่มคงที่ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณความชื้นและอัตราการอบแห้งของตัวอย่าง ทำการสร้างกราฟการอบแห้ง และกราฟอัตราการอบแห้งของตัวอย่างระหว่างการอบแห้ง

### 1.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตาอบลมร้อน

นำตัวอย่างลำไยแผ่นมาอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นตอนแรก ร่วมกับเตาอบลมร้อนในขั้นตอนสุดท้าย

#### 1.3.1 การอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นตอนแรก

นำตัวอย่างลำไยแผ่นที่มีความหนา 2.80 มิลลิเมตร ที่บรรจุในภาตสแตนเลสขนาด 0.184x0.270 เมตร จำนวน 4 ภาต มาอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ เป็นระยะเวลา 1 วัน ช่วงเวลาตั้งแต่ 9.00 น. ถึง 17.00 น.

### 1.3.2 การอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคเตาอบลมร้อนในขั้นตอนสุดท้าย

นำตัวอย่างลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์มาอบแห้งต่อโดยใช้เตาอบลมร้อน เพื่อหาตัวอย่างลำไยแผ่นที่มีความชื้นเหลือ 14%wb หรือน้อยกว่า โดยแปรผันปัจจัยในการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 3 ระดับ คือ 5, 7 และ 9 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ 3x3 factorial in CRD ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ

ตัวอย่างลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์และเตาอบลมร้อนในแต่ละสิ่งทดลอง (treatment) จะนำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 1998)
- ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Aqualab : Model CX3TE, USA)
- ค่าสี (Minolta chroma meter : Model CR-300, Japan)
- ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser : Model TA.XT.plus, England)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองมาวิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 และหาสภาวะในการอบแห้งที่เหมาะสมโดยใช้ Response Surface Methodology

**ตอนที่ 2 ศึกษาการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ**

นำตัวอย่างลำไยแผ่นมาอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นตอนแรก ร่วมกับเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศในขั้นตอนสุดท้าย

## 2.1 การอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นตอนแรก

นำตัวอย่างลำไยแผ่นที่มีความหนา 2.80 มิลลิเมตร ที่บรรจุในภาตสแตนเลสขนาด 0.184x0.270 เมตร จำนวน 4 ภาต มาอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ เป็นระยะเวลา 1 วัน ช่วงเวลาดังตั้ง 9.00 น. ถึง 17.00 น.

## 2.2 การอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศในขั้นตอนสุดท้าย

ทำการลอกตัวอย่างลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ออกจากภาตสแตนเลส แล้วนำเฉพาะตัวอย่างลำไยแผ่นมาทำแห้งต่อโดยใช้เตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ เพื่อหาตัวอย่างลำไยแผ่นที่มีความชื้นเหลือ 14%wb หรือน้อยกว่า โดยแปรผันปัจจัยในการอบแห้ง คือ กำลังไมโครเวฟ 3 ระดับ ได้แก่ 10% (480 วัตต์), 20% (960 วัตต์) และ 30% (1440 วัตต์) และอุณหภูมิสุดท้ายในการอบแห้ง 3 ระดับ ได้แก่ 30, 32 และ 34 องศาเซลเซียส โดยคงความดันของระบบไว้ที่ 28 กิโลพาสคาล และเปิดแมกนีตรอนจำนวน 6 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 3x3 factorial in CRD ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ

นำตัวอย่างลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์และเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศในแต่ละสิ่งทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกันกับตอนที่ 1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 และหาสภาวะในการอบแห้งที่เหมาะสมโดยใช้ Response Surface Methodology

## ตอนที่ 3 การคัดเลือกสภาวะและเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งลำไยแผ่น

ทำการอบแห้งลำไยแผ่นตามสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากกระบวนการอบแห้งในตอนที่ 1 และ 2 แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่า Aw ค่าสี  $L^*$   $a^*$   $b^*$  และลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analysis) ด้านแรงฉีกและแรงกด และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวและความแข็ง ความชอบรวม โดยใช้ 9-Point Hedonic Scale

การพิจารณาคัดเลือกพิจารณาจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง