

### บทที่ 3

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### วัสดุอุปกรณ์

#### วัสดุพันธุ์พืช

ผลลำไยพันธุ์คอกที่ได้จากต้นลำไยที่ใช้ไปแตสเชื่อมคลอเรตในระยะตัดจำหน่าย จากสวนของเกษตรกรในเขตจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน โดยขนส่งมายังห้องปฏิบัติการภายใน 12 ชั่วโมง หลังจากเก็บเกี่ยวทันทีที่มาถึงห้องปฏิบัติการ คัดเลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีตำหนิจากโรคและแมลงมาใช้ในการทดลอง

#### อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี colormeter ของบริษัท Hunter Lab รุ่น color quest XE
2. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (digital refractometer) ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101
3. เครื่องชั่งละเอียดแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง ของบริษัท Nettek Toledo รุ่น PB 3002-S
4. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
5. กล้องถ่ายรูป ยี่ห้อ Nikon รุ่น 301
6. ตู้แช่เย็น (Incubator) ยี่ห้อ Sanyo รุ่น NIR-533
7. สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย (commercial grade)
  - 6.1 sorbic acid
  - 6.2 methyl paraben
  - 6.3 citric acid
  - 6.4 potassium sorbate
  - 6.5 ผงกำมะถัน

#### สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และห้องปฏิบัติการภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนเมษายน 2546 ถึงเดือนกรกฎาคม 2547

## วิธีการทดลอง

### วิธีการวิจัย

**การทดลองที่ 1** เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผสมระหว่าง sorbic acid, citric acid, potassium sorbate และ methyl paraben ควบคุมกับการใช้อุณหภูมิต่ำในการควบคุมเชื้อรา

### วิธีการดำเนินงาน

นำผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายต่างๆ ในข้อ 1.1 ครอบคลุมระยะเวลาที่กำหนดจากนั้นนำมาทำให้แห้งโดยใช้ลมร้อนเป่าผลลำไย ใส่ผลลำไยในตะกร้าพลาสติกเก็บไว้ที่ตู้แช่เย็น อุณหภูมิ 1, 3, 5 และ 10 องศาเซลเซียส โดยใช้ลำไยอีกส่วนหนึ่งรมด้วย  $SO_2$  เป็นชุดควบคุม บันทึกผลการทดลองทุก 5 วันนับจากวันแรกของการทดลองจนกระทั่งผลลำไยมีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้

#### 1.1 การฆ่าเชื้อที่ผิวบนเปลือกผลลำไย

สารที่ใช้ในการทดลองเป็นสารผสมระหว่าง sorbic acid, citric acid, potassium sorbate และ methyl paraben ชุด control คือ น้ำ (negative control) และรมด้วยผงกำมะถัน (positive control)

1.1.1 sorbic acid	0.05%	+	methyl paraben	0.1%
1.1.2 citric acid	5%	+	sorbic acid	0.05%
1.1.3 citric acid	5%	+	methyl paraben	0.1%
1.1.4 citric acid	5%	+	potassium sorbate	0.3%

1.1.5 รมด้วย  $SO_2$  โดยผสมผงกำมะถัน 1 กรัมต่อผลลำไย 1 กิโลกรัม (ผลลำไยจากผู้ประกอบการ)

1.1.6 น้ำ (ชุดควบคุม)

นำผลลำไยที่ทำการคัดขนาดผลให้มีความใกล้เคียงกันและไม่มีบาดแผล มาทำการฆ่าเชื้อที่บริเวณผิวโดยแช่ผลลำไยในสารผสมทั้ง 4 ชนิด นาน 5 นาที และแช่ผลลำไยในน้ำเป็นชุด control

หลังจากแช่ผลลำไยแล้ว ทำผลลำไยให้แห้งโดยการเป่าลมร้อนเป่าลำไยเพื่อให้ลำไยนั้นแห้งเร็วขึ้น แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1, 3, 5 และ 10 องศาเซลเซียส

บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลลำไยครั้งนี้ คือ การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกลำไย เเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค และอายุในการเก็บรักษา

## 1.2 การตรวจคุณภาพของผลลำไย

สุ่มผลลำไยที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยสารผสมทั้ง 4 ชนิดรวมทั้งผลลำไยที่ผ่านการรมผงกำมะถัน และชุด control ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1, 3, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มาทำการตรวจคุณภาพผลลำไย ทุก 5 วันนับจากวันแรกที่ทำกรทดลอง นำผลลำไยมาทำการตรวจวัดคุณภาพดังนี้

### การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกลำไย

วัดการเปลี่ยนแปลงสีผิวด้วยใช้เครื่องวัดสี (color quest) โดยวัดสีผิวที่เปลือกผลบริเวณกึ่งกลาง ผลทั้ง 2 ด้าน ทั้งเปลือกนอกและเปลือกในผล รวม 10 ซ้ำต่อกรรมวิธี ค่าที่ได้แสดงในรูปของค่า  $L^*$ ,  $a^*$ , และ  $b^*$  ดังนี้

$L^*$  = The lightness factor value เป็นค่าแสดงถึงความสว่างของวัตถุ ถ้า  $L$  เข้าใกล้ 0 แสดงว่า วัตถุมืดสีทึบ ถ้าค่า  $L$  เข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีสว่าง ถ้า  $L$  เท่ากับ 100 วัตถุจะมีสีขาว

$a^*$  = เป็นค่าแสดงถึงความมีสีแดงและสีเขียวของวัตถุ ถ้าค่า  $a$  เป็นบวก (+) แสดงว่าวัตถุมีสีออกแดง ถ้า  $a^*$  เป็นลบ (-) แสดงว่าวัตถุมีสีออกเขียว โดยมีค่า  $a^*$  ตั้งแต่ -60 ถึง +60

$b^*$  = เป็นค่าแสดงถึงความมีสีเหลืองและสีน้ำเงินของวัตถุ ถ้าค่า  $b$  เป็นบวก (+) แสดงว่าวัตถุมีสีออกเหลือง ถ้าค่า  $b$  เป็นลบ (-) แสดงว่าวัตถุมีสีออกน้ำเงิน ทั้งค่า  $a$  และ  $b$  หากมีค่าเป็นศูนย์วัตถุจะมีสีเทา (gray) โดยมีค่า  $b^*$  ตั้งแต่ -60 ถึง +60

$h^0$  = hue angle ซึ่งเท่ากับ  $\arctangent\ b^*/a^*$  เมื่อค่า  $h$  มีค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มเหลือง (+b) หากมีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว (-a)

$C$  = chroma หาจาก  $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$  โดยค่า  $c$  มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึงวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) หากมีค่าเข้าใกล้ 60 วัตถุมีสีเข้ม

### เปอร์เซ็นต์ผลลำไยที่ขึ้นรา

ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ใช้ผลลำไย 10 ผลต่อซ้ำ วัดความเสียหายที่เกิดจากโรคบนผลลำไยโดยการประเมินด้วยตาเปล่าบริเวณขั้วผลและ เปลือกผลโดยพิจารณาจากการปรากฏของเส้นใยของเชื้อรา แล้วหาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่เกิดโรคจากสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลลำไยที่ขึ้นรา} = \frac{\text{จำนวนผลที่ขึ้นรา}}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}} \times 100$$

### เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

ทำทั้งหมด 10 ซ้ำ วัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลลำไย โดยชั่งน้ำหนักของผลลำไยทีละ 1 ผล และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียไป ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียไป} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักวันที่ต้องการวัด}}{\text{น้ำหนักวันเริ่มต้น}} \times 100$$

### ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ทำทั้งหมด 10 ซ้ำ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ในน้ำคั้น โดยใช้ digital refractometer ซึ่งปรับศูนย์ด้วยน้ำกลั่น

### การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ทำ 5 ซ้ำๆ ละ 3 ผล โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 5 คน ที่ชอบการรับประทานลำไย ซึ่งเป็นชุดเดียวกันตลอดการทดลองทุกครั้ง ซึ่งสามารถระบุความแตกต่างของลักษณะที่ปรากฏภายนอกและรสชาติลำไยได้เป็นอย่างดี สำหรับการกำหนดคะแนนจะใช้ตามแบบที่ดัดแปลงจาก พรวิสาข์ (2544) ดังนี้

สี่เปลือกด้านนอก (Profile test)

- 1 = สีนํ้าตาลทั้งผล (สีนํ้าตาล 100% ของผล)
- 2 = สีเหลืองปนํ้าตาล (สีนํ้าตาล 50% ของผล)
- 3 = สีเหมือนลำไยสด
- 4 = สีเหลือง

สี่เปลือกด้านใน (Profile test)

- 1 = สี่ผิปกติมาก
- 2 = สี่ผิปกติเล็กน้อย
- 3 = สี่ปกติ

รศชาติ (Profile test)

- 1 = มีรศชาติผิปกติ
- 2 = มีรศชาติผิปกติเล็กน้อย แต่ยังยอมรับได้
- 3 = มีรศชาติลำไยสด ไม่มีรศชาติผิปกติ

กลิ้งขณะรับประทาน (Profile test)

- 1 = มีกลิ้งแปลกปลอม และ/หรือ ไม่พึงประสงค์
- 2 = มีกลิ้งแปลกปลอม และ/หรือ ไม่พึงประสงค์เล็กน้อย แต่ยังยอมรับได้
- 3 = มีกลิ้งลำไยสด ไม่มีกลิ้งแปลกปลอม และ/หรือ ไม่พึงประสงค์

สำหรับคะแนนการชิมแบบ scoring test ของสี่เปลือกด้านนอก สี่เปลือกด้านใน รศชาติ กลิ้ง และคุณภาพโดยรวม จะมีระดับการให้คะแนนดังนี้

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
- 2 = ไม่ชอบปานกลาง
- 3 = เฉยๆ
- 4 = ชอบปานกลาง
- 5 = ชอบมากที่สุด

### อายุการเก็บรักษา

ใช้เกณฑ์พิจารณาอายุในการเก็บรักษาดังนี้

- 6.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ต้องมีค่าการเกิดโรคน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์
- 6.2 การประเมินคุณภาพการบริโภค

คะแนนการประเมินแบบ profile เกี่ยวกับสี่เปลือก กลิ้ง และรศชาติ มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2 คะแนนการประเมินแบบ scoring ในทุกด้านต้องมีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2.5

**การทดลองที่ 2** เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผสมระหว่าง citric acid กับ sorbic acid และ citric acid กับ potassium sorbate โดยทดลองที่อุณหภูมิของสารผสมที่อุณหภูมิห้อง, 45, 55 และ 100 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ประกอบด้วยชุดการทดลองทั้งหมด 13 ชุด ดังนี้

1. น้ำ (อุณหภูมิห้อง)
2. น้ำ (อุณหภูมิ 45<sup>o</sup>C)
3. น้ำ (อุณหภูมิ 55<sup>o</sup>C)
4. น้ำ (อุณหภูมิ 100<sup>o</sup>C) แชนาน 1 นาที
5. citric acid 5% + sorbic acid 0.05% (อุณหภูมิห้อง)
6. citric acid 5%+ sorbic acid 0.05% (อุณหภูมิ 45<sup>o</sup>C)
7. citric acid 5%+ sorbic acid 0.05% (อุณหภูมิ 55<sup>o</sup>C)
8. citric acid 5%+ sorbic acid 0.05% (อุณหภูมิ 100<sup>o</sup>C) แชนาน 1 นาที
9. citric acid 5%+ potassium sorbate 0.3% (อุณหภูมิห้อง)
10. citric acid 5%+ potassium sorbate 0.3% (อุณหภูมิ 45<sup>o</sup>C)
11. citric acid 5%+ potassium sorbate 0.3% (อุณหภูมิ 55<sup>o</sup>C)
12. citric acid 5%+ potassium sorbate 0.3% (อุณหภูมิ 100<sup>o</sup>C) แชนาน 1 นาที
13. รมด้วย SO<sub>2</sub> โดยเผาผงกำมะถัน 0.45 กรัมต่อผลลำไย 1 กิโลกรัม ตามอัตราที่แนะนำ

(อรธณพ และคณะ, 2528)

### วิธีการดำเนินงาน

จากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการทดลองที่ 1 พบว่าการใช้สารผสมระหว่าง citric acid กับ sorbic acid และ citric acid กับ potassium sorbate ให้ผลในการฟอกสีเปลือกผลลำไยได้ดีที่สุดรองจากการรมด้วยผงกำมะถัน ดังนั้นจึงนำสารผสมทั้ง 2 มาทำการศึกษาต่อ โดยทำการแช่ผลลำไย ในน้ำ, สารผสมระหว่าง citric acid ความเข้มข้น 5 % กับ sorbic acid ความเข้มข้น 0.05 % และสารผสมระหว่าง citric acid ความเข้มข้น 5% กับ potassium sorbate ความเข้มข้น 0.3% ที่อุณหภูมิห้อง, 45, 55 และ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ลำไยอีกส่วนหนึ่งรมด้วย SO<sub>2</sub> เป็นชุดควบคุม เก็บไว้ที่ตู้แช่เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บันทึกผลการทดลองทุก 5 วันนับจากวันแรกของการทดลองจนกระทั่งผลลำไยมีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ โดยมีการตรวจคุณภาพผลลำไยเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1



### การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพของสารผสมร่วมกับการใช้อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาผลลำไยในห้องเย็น

ประกอบด้วยชุดการทดลองทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

1. citric acid 5% + potassium sorbate 0.3% (อุณหภูมิห้อง)
2. รวมด้วยผงกำมะถัน 0.45 กรัมต่อผลลำไย 1 กิโลกรัม
3. น้ำ

#### วิธีการดำเนินงาน

เมื่อพิจารณาจากการทดลองตอนที่ 1 และ 2 การแช่ผลลำไยในสารผสมระหว่าง citric acid กับ potassium sorbate ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียสนั้นให้ผลในการฟอกสีเปลือกผลลำไยได้ดีเท่าๆ กันและให้ผลดีรองลงมาจากการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และมีอายุการเก็บรักษาผลลำไยนานเท่ากับการใช้  $SO_2$  แต่การใช้สารผสมดังกล่าวที่อุณหภูมิห้องมีความสะดวกและรวดเร็วกว่าการแช่ผลลำไยที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ดังนั้นในการดำเนินงานจึงเลือกใช้สารผสมระหว่าง citric acid ความเข้มข้น 5% กับ potassium sorbate ความเข้มข้น 0.3% และน้ำที่อุณหภูมิห้องมาใช้ในการแช่ผลลำไย โดยใช้ลำไยอีกส่วนหนึ่งรมด้วย  $SO_2$  ก่อนที่จะทำการเก็บรักษาในห้องเย็นที่ทำการส่งออกหรือเก็บเพื่อรอการแปรรูปโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ และใช้วิธีการในการตรวจ คุณภาพผลลำไยเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 ทำการสุ่มตรวจคุณภาพผลลำไยเป็นระยะ ๆ โดยทำการตรวจคุณภาพผลลำไยทุกๆ 5 วัน

### การทดลองที่ 4 ทดสอบระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลลำไยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ประกอบด้วยชุดการทดลองทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

1. citric acid 5% + potassium sorbate 0.3% (อุณหภูมิห้อง)
2. รวมด้วยผงกำมะถัน 0.45 กรัมต่อผลลำไย 1 กิโลกรัม
3. น้ำ

#### วิธีการดำเนินงาน

นำผลลำไยที่ผ่านการเก็บรักษามาแล้วจากตอนที่ 3 มาทำการเก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเลียนแบบการวางจำหน่าย โดยจะเก็บรักษาผลลำไยไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจคุณภาพของผลลำไยเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวไว้ในตอนที่ 1 โดยการตรวจคุณภาพของผลลำไยทุก ๆ 2 วัน