บทที่ 3
วิธีการทดลอง

ในการศึกษานี้แบ่งการทดลองออกเป็น การทดลองที่ 1 ศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดที่ใช้ในการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ และการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีวิธีการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดที่ใช้ในการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จากไร่ประพัฒน์และบุตร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ผลมะม่วงที่มีอายุ 110 วันหลังดอกบาน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อยคือ

การทดลองที่ 1.1 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของวุ้นว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการ เคลือบผิว

โดยใช้วุ้นว่านหางจระเข้อายุไม่ต่ำกว่า 1 ปี (หลังจากแยกหน่อแล้ว)โดยใช้ส่วนของใบที่โตเต็มที่ซึ่งมีลักษณะอวบ ใหญ่ และ ปราศจากโรคโดยสังเกตลายที่ใบจะเลือนหายไป น้ำหนักของใบประมาณ 0.8-1.0 กิโลกรัม นำใบมาปอกเปลือก แยกส่วนของวุ้นมาปั่นให้ละเอียดแล้วนำมาผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ

ทรีตเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ได้เคลือบด้วยวุ้นว่านหางจระเข้
(วุ้นว่านหางจระเข้ 0 %)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ชุดควบคุม เคลือบด้วยตัวทำละลายวุ้นว่านหางจระเข้ (น้ำกลั่น)

ทรีตเมนต์ที่ 3 เคลือบด้วยวุ้นว่านหางจระเข้ 20 %

ทรีตเมนต์ที่ 4 เคลือบด้วยวุ้นว่านหางจระเข้ 40 %

การทดลองที่ 1. 2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของไคโตซานที่ใช้ในการเคลือบผิว

ใช้ไคโตซานที่ผลิตโดย Nippon Kayaku Co., Ltd. จากประเทศญี่ปุ่น ลักษณะเป็นผงสีเหลืองอ่อน นำมาละลายในสารละลายกรดอะซิติก 0.5 % (ไพรัตน์และสุทธวัฒน์, 2533) ปรับ pH ให้ได้ 5.6 ด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 N (El-Ghaouth *et al*., 1992)

ทรีตเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ได้เคลือบด้วย ไคโตซาน (ไคโตซาน 0 %)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทรีตเมนต์ที่ 2 ชุดควบคุม เคลือบด้วยสารละลายกรดอะซิติก 0.5 %โดย ปรับ pH ให้ได้ 5.6 ด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 N

ทรีตเมนต์ที่ 3 เคลือบด้วยไคโตซาน 0.5 %

ทรีตเมนต์ที่ 4 เคลือบด้วยไคโตซาน 1.0 %

ทรีตเมนต์ที่ 5 เคลือบด้วยไคโตซาน 1.5 %

การทดลองที่ 1.3 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ carnauba wax ที่ใช้ในการเคลือบผิว

ใช้ carnauba wax จาก Colin Campbell (Chemical) CO., Ltd. ลักษณะเป็นผงสีเหลือง นำมาละลายในตัวทำละลาย (solvent) โดยใช้ตัวทำละลายคือ Triethanolamine 10 % แล้วปรับให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

ทรีตเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ได้เคลือบด้วย carnauba wax (carnauba wax 0 %)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ชุดควบคุม เคลือบด้วยตัวทำละลาย (Triethanolamine 10 %)

ทรีตเมนต์ที่ 3 เคลือบด้วย carnauba wax 2 %

ทรีตเมนต์ที่ 4 เคลือบด้วย carnauba wax 4 %

ทรีตเมนต์ที่ 5 เคลือบด้วย carnauba wax 6 %

ในการทดลองที่ 1.1 ถึง 1.3 ใช้ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์อายุ 110 วันหลังดอกบานโดยแต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำ (replication) ส่วนสารเคลือบผิวที่ใช้จะเตรียมสารเคลือบผิวแล้วนำไปใช้ทันทีทำการเคลือบโดยนำผลมะม่วงจุ่มลงในสารเคลือบผิวนาน 30 วินาที แล้วนำไปแขวนเพื่อผึ่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักหลังการเคลือบ แล้วนำผลมะม่วงทุกชุดไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อตรวจวัดผลทุกๆ 2 วันโดยการเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. การเกิดโรคและอายุการเก็บรักษา

1.1 การเกิดโรค

โดยพิจารณาจากการปรากฏอาการของโรคแอนแทรกโนส ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าที่พบบริเวณเปลือกผล นับจำนวนผลที่พบอาการของโรคแล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนผลที่เกิดโรค}}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 อายุการเก็บรักษา

โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของผลมะม่วงตามข้อ 1.1 ถ้ามีมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

2.1 การสูญเสียน้ำหนัก

นำผลมะม่วงแต่ละกรรมวิธีมาชั่งน้ำหนักหลังการเคลือบ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักต่อไปทุกๆ 2วันจนกระทั่งผลสุก นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนัก ณ วันที่ทำการตรวจสอบผล})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

2.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ

การวัดสีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงแต่ละกรรมวิธีทำโดยใช้เครื่องวัดสี chroma meter (Minolta CR–200) วัดสีเปลือกและสีเนื้อที่บริเวณกึ่งกลางผล ค่าที่ได้จากการวัดแสดงเป็นค่า L*, a* และ b*

โดยค่า L* = The lightness factor (value)

a*, b* = The chromaticity coordinates (hue, chroma)

เมื่อ L* เป็นค่าความสว่าง ถ้าค่า L มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงวัตถุมีสีทึบ ถ้าค่า L เข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีสว่าง

a* เป็นค่าที่แสดงถึงสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a เป็นบวก (+) วัตถุมีสีออกแดง แต่ถ้าค่า a เป็นลบ (-) วัตถุจะมีสีเขียว โดยมีค่า –60 ถึง +60

b* เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้าค่า b เป็นบวก (+) วัตถุมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า b เป็นลบ (-) วัตถุจะมีสีออกน้ำเงิน โดยมีค่า –60 ถึง +60

2.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

เฉือนเปลือกผลบริเวณกลางผลของทั้ง 2 ด้านออกมาประมาณ 2 มิลลิเมตร แล้วใช้เครื่อง Effigi pressure tester ที่มีหัววัดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.59 เซนติเมตร กดลงบนเนื้อผลบริเวณกลางผลลึก 0.5 เซนติเมตร แล้วอ่านค่าที่วัดได้ แล้วนำค่าที่วัดได้มาคำนวณให้อยู่ในหน่วยของกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและสรีรวิทยา

3.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA)

นำน้ำคั้นจากผลมะม่วงจำนวน 5 มิลลิลิตร ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH (0.1 N) โดยใช้สารละลาย phenolphthalein 1% เป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อสารละลายมีสีชมพูเกิดขึ้นถือว่าถึงจุดยุติ (end point) นำค่าของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ได้มาคำนวณปริมาณกรด โดยเทียบกับกรดซิตริกซึ่งเป็นกรดที่พบมากในมะม่วงดังนี้

$$\%TA = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (0.1 N)} \times \text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ (มล.)} \times 0.064^{*}}{\text{ปริมาตรน้ำคั้นของมะม่วง (มล.)}} \times 100$$

* milliequivalent of citric acid (anhydrous) = 0.064

3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids: TSS)

วัดปริมาณ TSS โดยใช้เครื่อง hand refractometer (ATAGO model ATC 1) โดยก่อนที่จะทำการวัด TSS ให้ใช้น้ำกลั่นปรับสเกลให้เป็นศูนย์ แล้วเช็ดน้ำกลั่นออก จากนั้นหยดน้ำคั้นที่ได้จากผลมะม่วงลงบน hand refractometer อ่านค่าที่ได้เป็น เปอร์เซ็นต์

4. การประเมินคุณภาพการยอมรับโดยรวม

การประเมินใช้ผู้ชิมจำนวน 5 คน ซึ่งคัดเลือกไว้สำหรับชิมมะม่วงตลอดการทดลองโดยผู้ชิมมีอายุระหว่าง 23 – 26 ปี ผ่านการฝึกประเมินคุณภาพแล้ว โดยมีหลักการให้คะแนนการยอมรับแบบ 1- 9 ที่เรียกว่า 9-point hedonic scale (Peacock *et al.,* 1986) ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด (dislike extremely)
2 = ไม่ชอบมาก (dislike very much)
3 = ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately)
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)
5 = เฉยๆ (like nor dislike)
6 = ชอบเล็กน้อย (like slightly)
7 = ชอบปานกลาง (like moderately)
8 = ชอบมาก (like very much)
9 = ชอบมากที่สุด (like extremely)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

เมื่อได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดในการทดลองที่ 1 แล้ว จะทราบถึงข้อดีของสารแต่ละชนิดจากนั้นจึงนำมาทดลองอีกครั้ง เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยแบ่งกรรมวิธีทดลองดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 (T1) ชุดควบคุม (control) (ไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบผิวใดๆ)
ทรีตเมนต์ที่ 2 (T2) เคลือบด้วย carnauba wax 4 %
ทรีตเมนต์ที่ 3 (T3) เคลือบด้วย ไคโตซาน 1 %
ทรีตเมนต์ที่ 4 (T4) เคลือบด้วย วุ้นว่านหางจระเข้ 20 %
ทรีตเมนต์ที่ 5 (T5) เคลือบด้วย carnauba wax 4 % + ไคโตซาน1 %
ทรีตเมนต์ที่ 6 (T6) เคลือบด้วย carnauba wax 4 % + วุ้นว่านหางจระเข้ 20 %
ทรีตเมนต์ที่ 7 (T7) เคลือบด้วย ไคโตซาน 1 % + วุ้นว่านหางจระเข้ 20 %
ทรีตเมนต์ที่ 8 (T8) เคลือบด้วย carnauba wax 4 % + ไคโตซาน1 % +วุ้นว่านหางจระเข้ 20 %

ในการทดลองที่ 2 ใช้ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ อายุ 110 วันหลังดอกบานโดย แต่ละทรีต-เมนต์มี 3 ซ้ำ (replication) ส่วนสารเคลือบผิวที่ใช้จะเตรียมสารเคลือบผิวแล้วนำไปใช้ทันที ทำการเคลือบโดยนำผลมะม่วงจุ่มลงในสารเคลือบผิวนาน30 วินาที แล้วนำไปแขวนเพื่อผึ่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักหลังการเคลือบแล้วนำผลมะม่วงทุกชุดไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 13 องศาเซลเซียส เพื่อตรวจวัดผลทุกๆ 2 วันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และทุกๆ 4 วันที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์และประเมินผลต่างๆ เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1 นอกจากนี้ยังทำการวัดผลเพิ่มเติมดังนี้

1. การเปลี่ยนสีของเปลือกผล

โดยการให้คะแนนการเกิดสีเหลืองของเปลือกผลมะม่วง ซึ่งพิจารณาจากพื้นที่สีเหลืองที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปลือกทั้งหมดดังนี้

คะแนน 1 = 0 % (ไม่พบสีเหลืองที่เปลือกผลมะม่วง)
คะแนน 2 = 1 - 25 %
คะแนน 3 = 26 – 50 %
คะแนน 4 = 51 – 75 %
คะแนน 5 = 76 – 100 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3 คะแนนการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

2. อัตราการหายใจ

ทำการวัดอัตราการหายใจในระบบปิด โดยบรรจุผลมะม่วงในภาชนะขนาด 2,905 มิลลิลิตร แล้วทำการปิดภาชนะเป็นเวลา 1 ชั่วโมงจากนั้นนำก๊าซในภาชนะบรรจุ (head space) มาวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง gas chromatography (GC ยี่ห้อ Shimadzu 9A) เพื่อหาอัตรากายหายใจโดยวัดหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น โดยจัดสภาพของเครื่อง GC โดยใช้หัววัดระบบ TCD (thermal conductivity detector) ที่กระแสจ่ายเลี้ยงหัววัด 150 มิลลิแอมป์ มีคอลัมน์เป็น Porapak R 80/100 mesh ความยาว 2 เมตร มีฮีเลียมเป็นก๊าซพา (carrier gas) ซึ่งมีอัตราเร็ว 50 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์หรืออุณหภูมิตู้ (oven temperature) เท่ากับ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของจุดฉีด (injector port) เท่ากับ 90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของจุดวิเคราะห์ (detector) เท่ากับ 100 องศาเซลเซียส แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราการหายใจ ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการหายใจของผลมะม่วง = $\frac{(\%CO_2 \text{ ที่วัดจาก G.C.-0.033\%}) \times V \text{ (มล.)} \times A \times C \times E}{100 \times W \text{ (กก.)} \times \text{เวลา (ชม.)} \times B \times D \times F}$

(มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม.ชั่วโมง)

V = ปริมาตรของอากาศภายในภาชนะ (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของผลมะม่วง (กิโลกรัม)

A = น้ำหนักโมเลกุล CO_2 เท่ากับ 44

B = ปริมาตรของก๊าซที่ standard temperature and pressure เท่ากับ 22.4

C = อุณหภูมิมาตรฐานในหน่วยของเคลวิน (K) เท่ากับ 273 องศาเซลเซียส

D = อุณหภูมิในขณะที่ทำการวัด (K)

E = ความดันบรรยากาศที่เชียงใหม่ เท่ากับ 740 มิลลิเมตรของปรอท

F = ความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล เท่ากับ 760 มิลลิเมตรของปรอท

สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1. ไร่ประพัฒน์และบุตร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ตั้งแต่ มีนาคม 2546 ถึง กรกฎาคม 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved