

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัสดุพันธุ์พืช

ผลลำไยพันธุ์ค้อที่แก่จัดในระยะตัดจำหน่าย มาจากสวนของเกษตรกรในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน ในช่วงเดือนกันยายน-เดือนเมษายน โดยขนส่งมายังห้องปฏิบัติการภายใน 3 ชั่วโมงหลังจากเก็บเกี่ยวทันทีที่มถึงห้องปฏิบัติการ ตัดผลลำไยออกจากก้านให้เหลือก้านเหนือขั้วผลประมาณ 0.5 เซนติเมตร คัดเลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีตำหนิจากโรคและแมลง

2. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

- 2.1 เครื่องวัดสี (Chroma meter) รุ่น CR – 200 ของบริษัท Minolta
- 2.2 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (digital refractometer)
- 2.3 เครื่องชั่งละเอียดแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 2.4 ตู้แช่เย็นปรับอุณหภูมิไว้ที่ 10 องศาเซลเซียส
- 2.5 เครื่องวัดอุณหภูมิ
- 2.6 กล้องถ่ายรูปยี่ห้อ Nikon รุ่น FM 10
- 2.7 อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- 2.8 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
 1. Sodium metabisulfite (commercial grade)
 2. Benzoyl peroxide (AJAX; laboratory grade)
 3. Ammonium chloride (UNILAB; laboratory grade)
 4. Sorbic acid (Fluka; laboratory grade)
 5. Propionic acid (UNILAB; laboratory grade)
 6. Calcium propionate (Fluka; laboratory grade)
 7. Sodium propionate (Fluka; laboratory grade)
 8. Methyl paraben (Fluka; laboratory grade)
 9. Carageenan (commercial grade)
 10. Sodium carboxyl methyl cellulose (commercial grade)

สถานที่ทำการวิจัย

1. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ศูนย์เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2544 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2545

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาถึงผลการใช้สารถนอมอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว

ตอนที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารถนอมอาหารที่มีผลต่อการฟอกสีลำไยตามความเข้มข้นสูงสุดที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข (ศิวาพร, 2535)

วางแผนการทดลอง แบบปัจจัยร่วมในคู่ผสมบอร์น (3x3) มีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัยได้แก่

ปัจจัยที่ 1 : ชนิดของสารที่ใช้แช่ มี 3 ชนิด ได้แก่

- 1 sodium metabisulfite ความเข้มข้น 60 ppm (ชุดควบคุม)
- 2 benzoyl peroxide ความเข้มข้น 150 ppm
- 3 ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm

ปัจจัยที่ 2 : ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ คือ 5, 10 และ 15 นาที

วิธีการทดลอง

นำผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายต่างๆ ครอบคลุมตามกำหนดเวลาข้างต้นให้แห้ง หลังจากนั้นจัดเรียงผลลำไยบนถาดโฟม หุ้มถาดโฟมที่บรรจุผลลำไยแล้วด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส กำหนดให้ 1 ชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ บันทึกผล การเปลี่ยนแปลงทุก 2 วันจนกระทั่งผลลำไยมีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (มีคะแนน profile น้อยกว่า 2 หรือมีคะแนน scoring น้อยกว่า 3)

การบันทึกผล

1. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (molding)

โดยพิจารณาจากการปรากฏของเส้นใยเชื้อราที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าบริเวณขั้วผล และ/หรือ เปลือกผล นำไปคำนวณการเกิดโรคจากสูตร

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

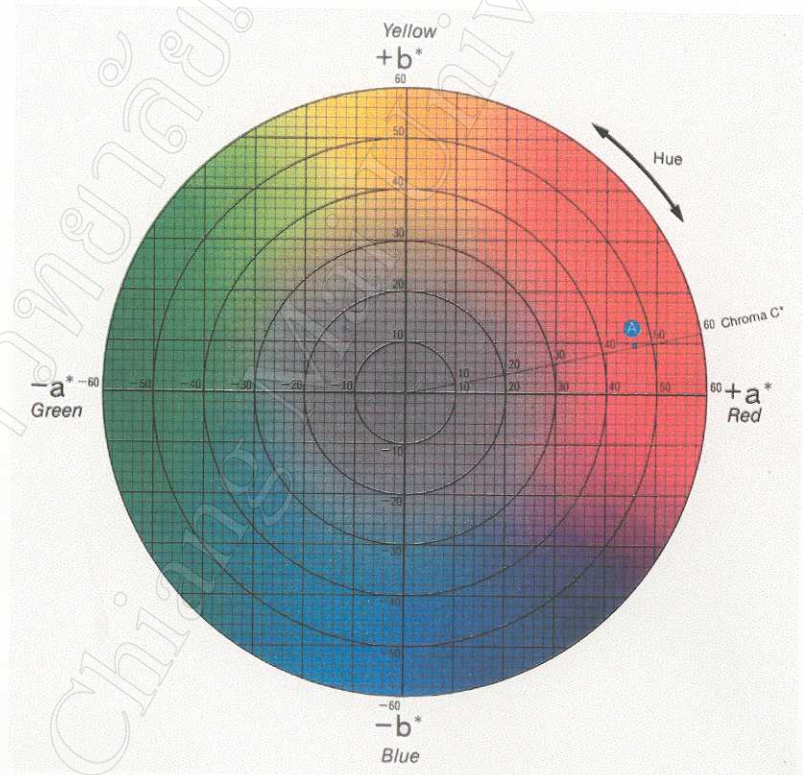
2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

โดยการชั่งน้ำหนักของผลลำไยทีละ 5 ผล โดยเครื่องชั่งแบบละเอียดชนิดนิยม 2 ตำแหน่งและนำมาคำนวณการสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

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

3. การเปลี่ยนแปลงของเปลือกและสีเนื้อ

ทำการตรวจวัดบริเวณแก้มผลทั้ง 2 ด้าน โดยใช้เครื่อง Chromameter (Minolta CR – 200) บันทึกค่าในระบบ CIELAB (L^* , a^* , b^*) โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 แผ่นเทียบสีของ Minolta (CR-200)

ค่า L^* (The lightness factor value) แสดงความสว่างเมื่อมีค่าเข้าใกล้ 100 และแสดงความมืดเมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0

ค่า a^* ที่เป็นบวกแสดงว่าผลิตผลมีสีออกแดง ค่า a^* ที่เป็นลบแสดงว่าผลิตผลมีสีออกเขียว

ค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าผลิตผลมีสีออกเหลือง และที่เป็นลบแสดงว่าผลิตผลมีสีออกน้ำเงิน

คำนวณหาค่า chroma ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความอิ่มตัวของสีจากสมการดังนี้ (McGuire, 1992)

$$\text{chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

ถ้ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) มีค่าสูงเข้าใกล้ 60 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม และคำนวณหาค่า hue angle (h°) ที่เป็นค่าแสดงถึงมุมในการตกกระทบของค่า a^* ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศาจากสมการดังนี้ (McGuire, 1992)

$$\text{THETA} = (\arctangent(b^*/a^*) / 6.2832 \times 360)$$

$$\text{ถ้า } a > 0 \text{ และ } b > 0; \text{ ค่า } h^\circ = \text{THETA}$$

$$\text{ถ้า } a < 0 \text{ และ } b > 0; \text{ ค่า } h^\circ = 180 + \text{THETA}$$

$$\text{ถ้า } a < 0 \text{ และ } b < 0; \text{ ค่า } h^\circ = 180 + \text{THETA}$$

$$\text{ถ้า } a > 0 \text{ และ } b < 0; \text{ ค่า } h^\circ = 360 + \text{THETA}$$

ค่า h° เป็นค่าที่แสดงช่วงสีของวัตถุ คือ

0-45 องศาแสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง	180-225 องศาแสดงสีเขียวถึงน้ำเงินเขียว
45-90 องศาแสดงสีส้มแดงถึงเหลือง	225-270 องศาแสดงสีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน
90-135 องศาแสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว	270-315 องศาแสดงสีน้ำเงินถึงม่วง
135-180 องศาแสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว	315-360 องศาแสดงสีม่วงถึงม่วงแดง

หลังจากนั้นนำค่า L^* , C^* และ h° มาคำนวณเป็นค่า เปอร์เซนต์การสูญเสียค่า L^* , C^* และ h° เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างชุดการทดลองตามสมการที่ดัดแปลงจากมนสิการ (2545) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่เหลือน้อยของค่า } L^* = \frac{(\text{ค่า } L^* \text{ วันที่ } 0 - \text{ค่า } L^* \text{ ณ วันที่ตรวจวัด}) \times 100}{\text{ค่า } L^* \text{ วันที่ } 0}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่เหลือน้อยของค่า } C^* = \frac{(\text{ค่า } C^* \text{ วันที่ } 0 - \text{ค่า } C^* \text{ ณ วันที่ตรวจวัด}) \times 100}{\text{ค่า } C^* \text{ วันที่ } 0}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่เหลือน้อยของค่า } h^\circ = \frac{(\text{ค่า } h^\circ \text{ วันที่ } 0 - \text{ค่า } h^\circ \text{ ณ วันที่ตรวจวัด}) \times 100}{\text{ค่า } h^\circ \text{ วันที่ } 0}$$

4. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid ; tss)

โดยใช้เครื่อง digital refractometer ก่อนใช้ทำการปรับค่าใช้เป็นศูนย์ด้วยน้ำกลั่น แล้วคั้นน้ำ ถ้าโยหยคลงบนเครื่องค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

5. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 5 คนซึ่งเป็นชุดเดียวกันตลอดการชิมทุกครั้ง โดยผู้ทดสอบเป็นเพศหญิง อายุ 24-26ปี เป็นผู้ชอบรับประทานลำไย สามารถระบุความแตกต่างของลักษณะที่ปรากฏภายนอก และรสชาติลำไยได้เป็นอย่างดี สำหรับการกำหนดคะแนนจะใช้ตามแบบที่ตัดแปลงจาก พรวิสาข์ (2544) มีรายละเอียดดังนี้

สีเปลือกด้านนอก (Profile test)

- 1 = สีน้ำตาลทั้งผล (สีน้ำตาล 100 % ของผล)
- 2 = สีเหลืองปนน้ำตาล (สีน้ำตาล 50 % ของผล)
- 3 = สีเหมือนลำไยสด
- 4 = สีเหลือง

สีเปลือกด้านใน (Profile test)

- 1 = สีผิปกดมาก
- 2 = สีผิปกดเล็กน้อย
- 3 = สีปกติ

รสชาติ (Profile test)

- 1 = มีรสชาติผิปกด
- 2 = มีรสชาติผิปกดเล็กน้อย แต่ยังยอมรับได้
- 3 = มีรสชาติลำไยสด ไม่มีรสชาติผิปกด

กลิ่นขณะรับประทาน (Profile test)

- 1 = มีกลิ่นแปลกปลอม และ/หรือไม่พึงประสงค์
- 2 = มีกลิ่นแปลกปลอม และ/หรือไม่พึงประสงค์เล็กน้อย แต่ยังยอมรับได้
- 3 = มีกลิ่นลำไยสด ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม และ/หรือไม่พึงประสงค์

สำหรับคะแนนการชิมแบบ scoring test ของสีเปลือกด้านนอก สีเปลือกด้านใน รสชาติ กลิ่น และคุณภาพโดยรวม จะมีระดับการให้คะแนนดังนี้

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
- 2 = ไม่ชอบปานกลาง
- 3 = เฉย ๆ
- 4 = ชอบปานกลาง
- 5 = ชอบมากที่สุด

6. อายุการเก็บรักษา

ใช้เกณฑ์พิจารณาอายุในการเก็บรักษาดังนี้

- 6.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ต้องมีค่าการเกิดโรคน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์
- 6.2 การประเมินคุณภาพการบริโภค
 - 6.2.1 คะแนนการประเมินแบบ profile เกี่ยวกับสีเปลือก กลิ่น และรสชาติควรมีค่าไม่น้อยกว่า 2
 - 6.2.2 คะแนนการประเมินแบบ scoring ในทุกด้านต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 3

ตอนที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารลดอาหารที่มีผลต่อการควบคุมการเกิดโรคของ

ลำไยตามความเข้มข้นสูงสุดที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข (ศิวาพร, 2535)

วางแผนการทดลอง แบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (6x3) มีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัยได้แก่

ปัจจัยที่ 1 : ชนิดของสารที่ใช้แช่ มี 6 ชนิดได้แก่

- 1 sodium metabisulfite ความเข้มข้น 60 ppm (ชุดควบคุม)
- 2 sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm
- 3 propionic acid ความเข้มข้น 2000 ppm
- 4 calcium propionate ความเข้มข้น 2000 ppm
- 5 sodium propionate ความเข้มข้น 2000 ppm
- 6 methyl paraben ความเข้มข้น 1000 ppm

ปัจจัยที่ 2: ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ คือ 5, 10 และ 15 นาที

วิธีการทดลอง

นำผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายต่างๆ ครอบคลุมกำหนดเวลามาผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นจัดเรียงผลลำไยบนถาดโฟม หุ้มถาดโฟมที่บรรจุผลลำไยแล้วด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส กำหนดให้ 1 ชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ ตรวจวัดและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทุก 2 วันจนกระทั่งผลลำไยมีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (มีคะแนน profile น้อยกว่า 2 หรือมีคะแนน scoring น้อยกว่า 3) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ตอนที่ 3 ศึกษาถึงผลของสารถนอมอาหารที่มีผลต่อการฟอกสีร่วมกับการควบคุมโรค

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยชุดการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ได้แก่

1. sodium metabisulfite ความเข้มข้น 60 ppm (ชุดควบคุม)
2. ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm
3. sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm
4. ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm + sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm

วิธีการทดลอง

จากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการทดลองตอนที่ 1 พบว่าการใช้สารละลาย ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm แช่ผลลำไยเป็นระยะเวลา 5 นาทีให้ผลในการฟอกสีเปลือกผลลำไยดีที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 14 วัน ส่วนการทดลองตอนที่ 2 พบว่าการใช้สารละลาย sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm แช่ผลลำไยเป็นระยะเวลา 5 นาทีให้ผลในการชะลอการเกิดโรคได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำชุดการทดลองทั้ง 2 มาศึกษาร่วมกันในการฟอกสีและชะลอการเกิดโรคของผลลำไย โดยนำผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm เป็นระยะเวลา 5 นาทีมาผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นนำผลลำไยมาแช่ต่อในสารละลาย sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm เป็นระยะเวลา 5 นาที ผึ่งผลลำไยให้แห้งอีกครั้ง จัดเรียงผลลำไยบนถาดโฟม หุ้มถาดโฟมที่บรรจุผลลำไยแล้วด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยกำหนดให้ 1 ชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ ตรวจวัดและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทุก 2 วันจนกระทั่งผลลำไยมีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (มีคะแนน profile น้อยกว่า 2 หรือมีคะแนน scoring น้อยกว่า 3) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2 ศึกษาถึงผลของการใช้สารเคลือบผิว 2 ชนิด ได้แก่ sodium carboxyl methyl cellulose และ carageenan ที่มีต่อคุณภาพของลำไย

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยชุดการทดลองทั้งหมด 11 ชุด ดังนี้

1. น้ำ (ชุดควบคุม)
2. sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 1%
3. sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 2%
4. sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 3%
5. sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 4%
6. sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 5%

- 7 carageenan ความเข้มข้น 1%
- 8 carageenan ความเข้มข้น 2%
- 9 carageenan ความเข้มข้น 3%
- 10 carageenan ความเข้มข้น 4%
- 11 carageenan ความเข้มข้น 5%

วิธีการทดลอง

นำผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายข้างต้นเป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้งแล้วนำมาจัดเรียงลงบนถาดพลาสติกจำนวน 15 ผลต่อถาด หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตรวจสอบและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทุก 2 วันจนกระทั่งผลลำไยมีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (มีคะแนน profile น้อยกว่า 2 หรือมีคะแนน scoring น้อยกว่า 3) เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1

การทดลองที่ 3 ศึกษาถึงผลของการใช้สารนอมาอาหารร่วมกับการใช้สารเคลือบผิวที่เหมาะสมต่อคุณภาพของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยชุดการทดลองทั้งหมด 9 ชุด ดังนี้

1. น้ำ (ชุดควบคุม)
2. sodium metabisulfite ความเข้มข้น 60 ppm (ชุดควบคุม)
3. sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 1%
4. ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm
5. sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm
6. ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm + sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm
7. ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm + sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 1%
8. sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm + sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 1%
9. ammonium chloride ความเข้มข้น 600 ppm + sorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm + sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 1%

วิธีการทดลอง

จากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการทดลองที่ 1 พบว่ากรรมวิธีที่ดีที่สุดในการฟอกสีเปลือก ฆ่าเชื้อ และเคลือบผิวคือการใช้สารละลาย ammonium chloride ร่วมกับการใช้สารละลาย sorbic acid เป็นระยะเวลา 5 นาที และการใช้สารเคลือบผิว sodium carboxy methyl cellulose ความเข้มข้น 1% ดังนั้นในการทดลองนี้จึงนำผลถ้าไยมาแช่ลงในสารละลายดังกล่าว เป็นระยะเวลา 5 นาที หลังจากนั้นผึ่งให้แห้ง จัดเรียงลงบนถาดพลาสติกจำนวน 15 ผลต่อถาด หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตรวจสอบและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทุก 2 วันจนกระทั่งผลถ้าไยไม่มีการเกิดโรค 25 เปอร์เซ็นต์หรือมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (มีคะแนน profile น้อยกว่า 2 หรือมีคะแนน scoring น้อยกว่า 3) เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1