

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุพันธุ์พืช ผลพลับพันธ์ พี2 หรือมีชื่อเรียกว่า Xichu ที่มีระยะการพัฒนาดีฟิวผลจากสีเขียวเป็นสีเหลือง 70, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) จากสวนพลับเกษตรกรศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำปูน อ. แม่สรวย จ. เชียงราย โดยเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

2. เครื่องมือ

2.1 เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (fruits hardness tester) รุ่น FHR-1 ของบริษัท Nippon Optical Works ประเทศญี่ปุ่น ขนาด 1 กิโลกรัม หัววัดรูปทรงกระบอก (cylinder shape) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร

2.2 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (digital refractometer) รุ่น PR-101 ของบริษัท Atago ประเทศญี่ปุ่น อ่านค่าได้ในช่วง 0-45 เปอร์เซ็นต์

2.3 เครื่องชั่งละเอียดแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น EK-600H ของบริษัท AND ประเทศญี่ปุ่น ชั่งได้น้ำหนักสูงสุด 600 กรัม และ แบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น HR-200 ของบริษัท AND ประเทศญี่ปุ่น ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 210 กรัม

2.4 เครื่องปั่นน้ำผลไม้ (blender) รุ่น S(643) ของบริษัท Moulinex ประเทศสเปน

2.5 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) รุ่น CG842 ของบริษัท Schott Glas Mainz ประเทศเยอรมัน

2.6 เครื่องไทเทรต (digital burette) รุ่น Burette Digital III ของบริษัท Brand ประเทศเยอรมัน

2.7 เครื่องกวนสารเคมีด้วยแท่งแม่เหล็กและความร้อน รุ่น SP 18420-26 ของบริษัท Nuova II สหรัฐอเมริกา

2.8 เครื่องวัดสี (chromameter) รุ่น CR-300 ของบริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ซึ่งวัดสีออกมาเป็นค่า L^* , a^* และ b^* โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

ค่า L^* เมื่อมีค่าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว และเมื่อมีค่าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ

ค่า a^* ที่เป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีแดง และที่เป็นลบแสดงว่าวัตถุมีสีเขียว

ค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง และที่เป็นลบแสดงว่าวัตถุมีสีน้ำเงิน

คำนวณหาค่า chroma และ hue angle จากสมการดังนี้

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

$$\text{hue angle} = \arctangent(b^*/a^*) \text{ เมื่อ } a^* > 0 \text{ และ } b^* \geq 0$$

$$= \arctangent(b^*/a^*) + 180^\circ \text{ เมื่อ } a^* < 0$$

$$= \arctangent(b^*/a^*) + 360^\circ \text{ เมื่อ } a^* > 0 \text{ และ } b^* < 0$$

โดยที่ ค่า chroma แสดงความเข้มของสี มีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อวัตถุมีสีซีดจาง (เทา)

และมีค่าเข้าใกล้ 60 เมื่อวัตถุมีสีเข้ม

ค่า hue angle แสดงช่วงสีของวัตถุมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 360 องศา คือ

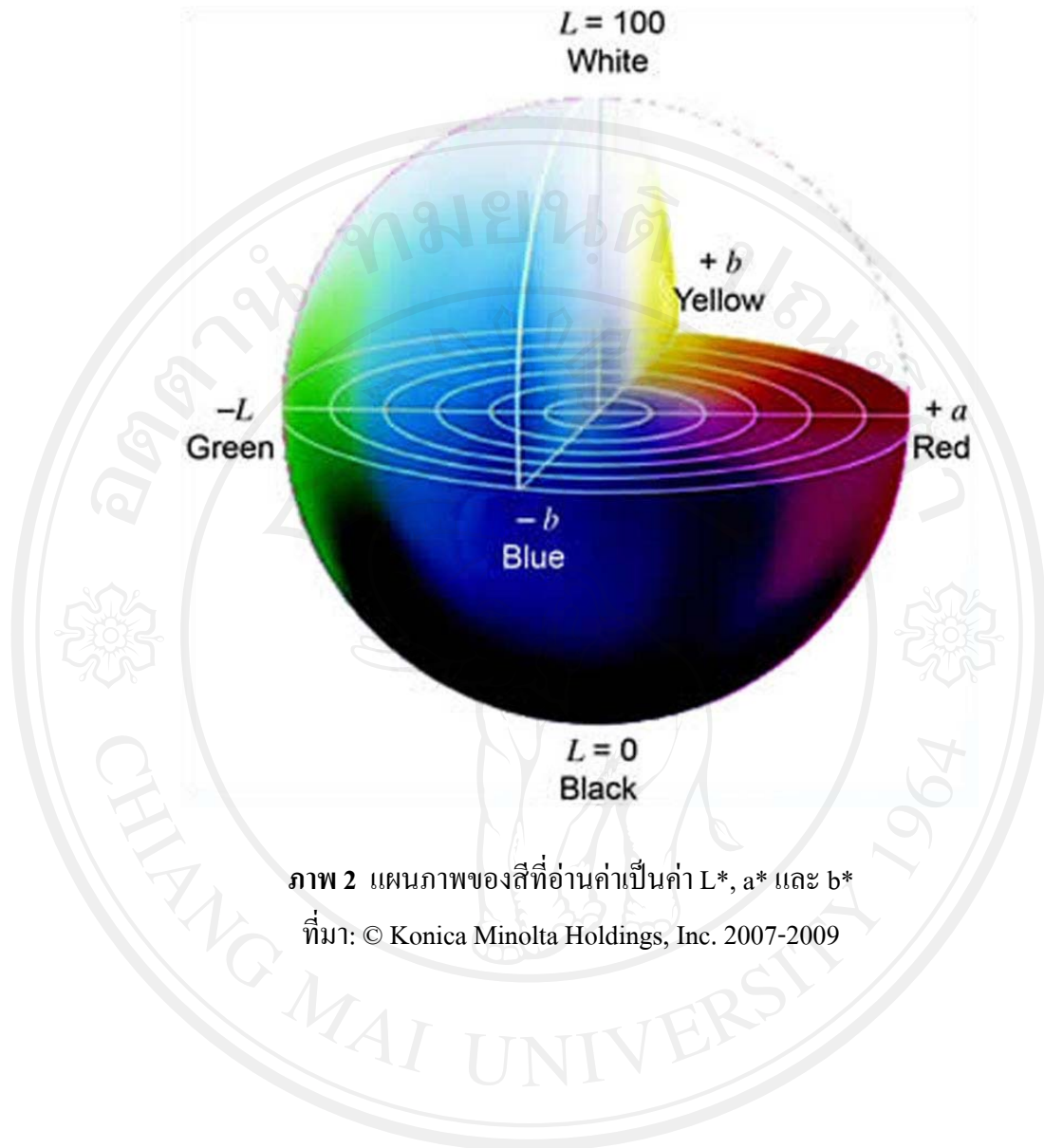
0 – 45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง 180 – 255 องศา แสดงสีเขียวถึงสีน้ำเงินเขียว

45 – 90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงเหลือง 225 – 270 องศา แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงสีน้ำเงิน

90 – 135 องศา แสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว 270 – 315 องศา แสดงสีน้ำเงินถึงม่วง

135 – 180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว 315 – 360 องศา แสดงสีม่วงถึงม่วงแดง

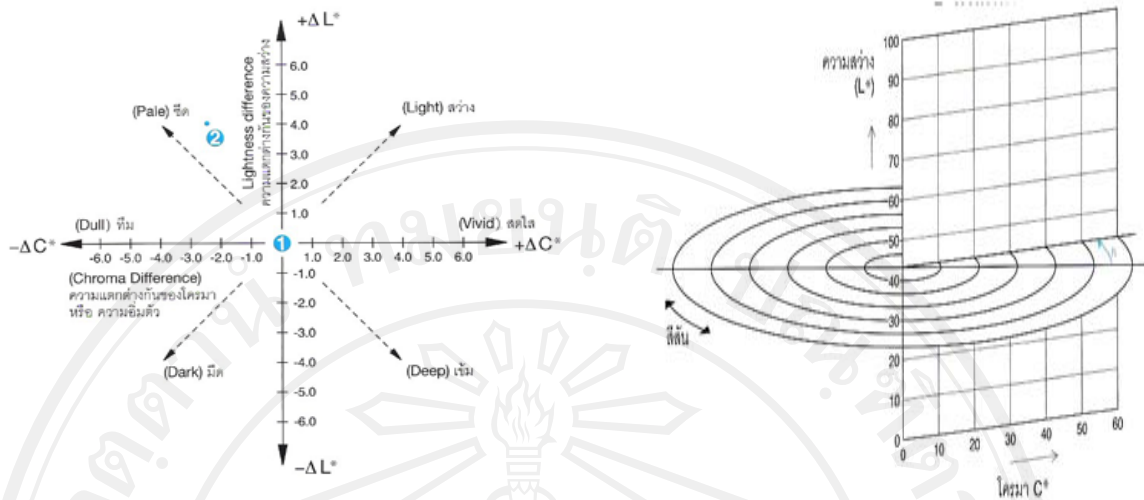
(McGuire, 1992)



ภาพ 2 แผนภาพของสีที่อ่านค่าเป็นค่า L^* , a^* และ b^*

ที่มา: © Konica Minolta Holdings, Inc. 2007-2009

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาพ 3 ค่าความอิ่มตัว (chroma) และความสว่าง (lightness) ของสี
ที่มา: © Konica Minolta Holdings, Inc. 2007-2009

2.9 Micropipette ขนาด 1,000 ไมโครลิตร รุ่น M20813J ของบริษัท Gilson ประเทศฝรั่งเศส

2.10 กระดาษกรอง Whatman No.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร ของบริษัท
Whatman International ประเทศอังกฤษ

2.11 เครื่อง Vortex-Genie 2 รุ่น G-560E ของบริษัท Scientific Industries สหรัฐอเมริกา

2.12 ตู้เย็น อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส รุ่น LC203LD ของบริษัท Law-Chain
ประเทศไทย

2.13 มีด

2.14 เขียง

2.15 กล้องถ่ายรูป Cyber-shot 2.1 ของบริษัท Sony ประเทศญี่ปุ่น

2.16 นาฬิกาจับเวลา รุ่น DX9116 ของบริษัท Citizen ประเทศญี่ปุ่น

2.17 เครื่องแก้ว

- บีกเกอร์ (beaker)
- ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask)
- ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask)
- กระบอกตวง (cylinder)
- บิวเรตต์ (burette)
- ปิเปตต์ (pipette)

- แท่งแก้วคนสารละลาย (stirrer)
- กรวยกรอง
- ช้อนตักสารเคมี
- หลอดทดลอง

2.18 อุปกรณ์อื่นๆ

- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
- ถังพลาสติก HDPE (high density polyethylene) ขนาด 76 x 120 เซนติเมตร
- ถังพลาสติก nylon-LDPE (low density polyethylene) ความหนา 80 ไมครอน ขนาด 18 x 28 เซนติเมตร

3. สารเคมี

3.1 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide : NaOH, เกรด AR ของบริษัท Ajax

Chemicals ประเทศออสเตรเลีย) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

3.2 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณวิตามิน ซี

- กรดออกซาลิก (oxalic acid : C₂H₂O₄ 2H₂O, เกรด AR ของบริษัท Ajax Chemicals ประเทศออสเตรเลีย) ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยชั่งกรดออกซาลิก 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

- 2,6-ไดคลอโรฟีนอล - อินโดฟีนอล (2,6-dichlorophenol-indophenol : C₁₂H₆Cl₂NO₂Na, เกรด AR ของบริษัท Sigma Chemicals สหรัฐอเมริกา) ความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยชั่ง 2,6-ไดคลอโรฟีนอล - อินโดฟีนอล 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร แล้วนำมากรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิต่ำ

- กรดแอสคอร์บิกมาตรฐาน (L-ascorbic acid : C₆H₈O₆, เกรด GR ของบริษัท Merck KGA ประเทศเยอรมัน) เตรียมโดยชั่งกรดแอสคอร์บิก 0.05 กรัม ละลายในกรดออกซาลิก ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดออกซาลิกให้ครบ 50 มิลลิลิตร (ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) มา 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลาย 2,6-ไดคลอโรฟีนอล - อินโดฟีนอล ความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ จนถึงจุดยุติ (สารละลายเป็นสีชมพู) แล้วบันทึกปริมาตรของ

สารละลาย 2.6-ไดคลอโรฟีนอล - อินโดฟีนอล ที่ใช้ไทเทรต โดยทำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นมาตรฐานในการคำนวณหาปริมาณวิตามินซี

4. ลักษณะปรากฏ และระยะเวลาการวางจำหน่าย

นำผลพลับที่เก็บรักษาในสภาพจำลองชั้นวางจำหน่าย(อุณหภูมิเท่ากับ 10 ± 2 องศาเซลเซียส) บันทึกผลการทดลองโดยใช้ผู้ประเมิน 10 คน ให้คะแนนลักษณะปรากฏตามเกณฑ์และระดับคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน 1 ผู้ประเมินไม่พอใจในเงื่อนไขมากที่สุด

ระดับคะแนน 2 ผู้ประเมินไม่พอใจในเงื่อนไข

ระดับคะแนน 3 ผู้ประเมินพอใจในเงื่อนไข

ระดับคะแนน 4 ผู้ประเมินพอใจในเงื่อนไขมาก

ระดับคะแนน 5 ผู้ประเมินพอใจในเงื่อนไขมากที่สุด

กำหนดให้ผลพลับสิ้นสุดระยะเวลาการวางจำหน่ายเมื่อมีลักษณะปรากฏที่ระดับคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.0

5. ปริมาณของแทนนินโดยวิธีแทนนินพริ้นท์ (tannin print) (มานิตย์, 2525)

หยด FeCl_3 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ลงบนกระดาษกรอง แล้วนำชิ้นส่วนของผลพลับที่ผ่าตามขวางมากดลงบนกระดาษกรอง จากนั้นสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของสีบนแผ่นของกระดาษกรอง โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของการปรากฏสีต่อพื้นที่หน้าตัด ให้คะแนนจาก 1 ถึง 4 ตามระดับคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน 1 = เกิดสี 0 – 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัด

ระดับคะแนน 2 = เกิดสี 25 – 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัด

ระดับคะแนน 3 = เกิดสี 50 – 75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัด

ระดับคะแนน 4 = เกิดสี 75 – 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัด

6. สถานที่ทำการวิจัย

1. สวนพลับเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น อ. แม่สรวย จ. เชียงราย
2. อาคารกัศบรจุ ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวง อ. เมือง จ. เชียงใหม่
3. ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของกระบวนการเก็บเกี่ยว

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (2 x 3 x 3) โดยมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 การเก็บเกี่ยว 2 วิธี แต่ละวิธีมี 3 ซ้ำ คือเก็บเกี่ยวผลอย่างระมัดระวังถูกต้องตามหลักวิชาการ เปรียบเทียบกับการเก็บเกี่ยวตามปกติที่เกษตรกรปฏิบัติ

ปัจจัยที่ 2 ดัชนีการเก็บเกี่ยว 3 ระดับ แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ คือ เก็บเกี่ยวตามดัชนีที่เกษตรกรใช้ (สีผิวผลมีสีเหลือง 80%) เก็บเกี่ยวอ่อนกว่า 1 ระดับ (สีผิวผลมีสีเหลือง 70%) และเก็บเกี่ยวแก่กว่าที่กำหนด 1 ระดับ (สีผิวผลมีสีเหลือง 90%)

วิธีการ เก็บเกี่ยวผลอย่างระมัดระวังถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยใช้กรรไกรตัดที่ขั้วผลที่ติดกับกิ่งแล้วตัดขั้วให้สั้นชิดไหลผลอีกครั้ง จากนั้นนำมาเรียงในกระบะพลาสติกที่มีฟองน้ำรองที่ก้นกระบะและเรียงเป็นแถวจนเต็ม วางแผ่นฟองน้ำลงบนชั้นแรกเพื่อเรียงผลลงในกระบะอีกชั้นก่อนนำไปคัดแยกคุณภาพ สำหรับกรรมวิธีเก็บเกี่ยวตามปกติที่เกษตรกรปฏิบัติ คือการใช้มือบิดและดึงผลให้หลุดจากกิ่งแล้วนำไปใส่ถุงผ้าที่เกษตรกรใช้เก็บเกี่ยว เมื่อผลเต็มถุงจึงนำมาเทรวมกันในกระบะพลาสติกแล้วนำไปคัดแยกคุณภาพ หลังจากนั้นนำผลมาจัดความฝาดด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ บันทึกผลการทดลองทุกวันหลังจากพลับหายฝาดจนหมดอายุการจำหน่ายดังนี้

1. ลักษณะปรากฏของผลพลับก่อน และหลังการจัดความฝาด
2. ความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่อง firmness tester
3. ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี indophenol ของ Herlrich(1990)
4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ โดยวิธีของ Herlrich (1990)
5. ปริมาณแทนนิน โดยวิธีแทนนินพริ้นท์ (tannin print) (มานิตย์, 2525)
6. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดย digital refractometer และวิธีการชิม

การทดลองที่ 2 ผลของกระบวนการจัดความฝาด

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (2x3) โดยมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 จำนวนชั้นในการวางผลในถุงพลาสติก มี 2 ระดับ แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ คือ วางผลในถุงที่จะจัดความฝาด 2 ชั้น และ 4 ชั้น

ปัจจัยที่ 2 จำนวนวันที่ใช้ในการจัดความฝาด มี 3 ระดับ แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ คือ จัดความฝาด 2, 3 วัน และ 4 วัน

วิธีการ นำผลพลับที่ผ่านกระบวนการเก็บเกี่ยวที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาศึกษาโดยบรรจุผลลงในถุง HDPE ขนาด 76 x 120 เซนติเมตร ตามจำนวนชั้นในการวางคือ 2 และ 4 ชั้น (น้ำหนัก 9 และ 18 กิโลกรัม) แต่ละชั้นคั่นด้วยแผ่นฟองน้ำ ดูดอากาศภายในถุงออกจนหมด จากนั้นเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ เข้าไปจนถุงมีลักษณะพองเต็มที่แล้วจึงปิดปากถุงให้สนิท ทำการรมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2, 3 และ 4 วัน

บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 การศึกษาวิธีขจัดความฝาด

การใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ รมพลับนาน 2 และ 3 วันที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD โดยมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาในการรมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ระดับ คือ 2 และ 3 วัน แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ในบริเวณรมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ระดับ คือที่ อุณหภูมิ 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ

วิธีการ โดยนำผลพลับมาจัดเรียงในถุงพลาสติกที่ใช้ขจัดความฝาดรองด้วยแผ่นฟองน้ำ ดูดอากาศออกให้หมด เติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส เพื่อขจัดความฝาดเป็นระยะเวลา 2 วันและ 3 วัน

บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 4 ผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 3 วิธีการคือ การเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ

วิธีการ นำผลพลับที่ผ่านกระบวนการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 1 มาบรรจุลงในถุงพลาสติก nylon-LDPE ที่มีความหนา 80 ไมครอน ขนาด 18 x 28 เซนติเมตร จำนวน 4 ผลต่อถุง (น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัมต่อถุง) ปิดปากถุงให้สนิท และทำให้สภาพภายในถุงพลาสติกเป็นสุญญากาศโดยเครื่อง vacuum packaging machine จากนั้นนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 เดือน นำผลที่เก็บรักษาไว้มาตรวจสอบคุณภาพ

บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1