บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุพันธุ์พืช

ผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase ที่เป็นผลิตผลจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ขนส่งมาที่งานคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง ภายในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งบรรทุกของมูลนิธิโครงการหลวง นำมาคัดขนาดและทำการทดลองทันทีในวันเดียวกัน

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบทศนิยม 2 ตำแหน่งของบริษัท Sartorius รุ่น BA 3100P และแบบทศนิยม 4 ตำแหน่งของบริษัท Mettler Toledo รุ่น AB54

2.2 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างของบริษัท Hanna รุ่น HI 9021

2.3 เครื่องไตเตรท (digital burette) ของบริษัท Brand

2.4 เครื่องกวนสารเคมีด้วยแท่งแม่เหล็กและให้ความร้อนของบริษัท Nuova II

2.5 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (hand refractometer) ของบริษัท ATAGO รุ่น N1 อ่านค่าตั้งแต่ 0 – 32 องศาบริกซ์ (° Brix)

2.6 เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (firmness tester) ของบริษัท Metek Hunter Spring รุ่น LKG-10 ใช้หัวเจาะรูปกรวย (cone shape) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.65 และความสูงเอียง 0.7 เซนติเมตร อ่านค่าที่ได้เป็นกิโลกรัม

2.7 เครื่องปั่นน้ำผลไม้ (blender) ของบริษัท Moulinex รุ่น S(643)

2.8 เครื่องปั่นน้ำผลไม้ประเภทแยกกากของบริษัท Moulinex

2.9 กล้องถ่ายรูป

2.10 กระดาษกรอง Whatman No.2

2.11 Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.83 เซนติเมตร

2.12 หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave)

2.13 ตู้เย็น

2.14 ห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ

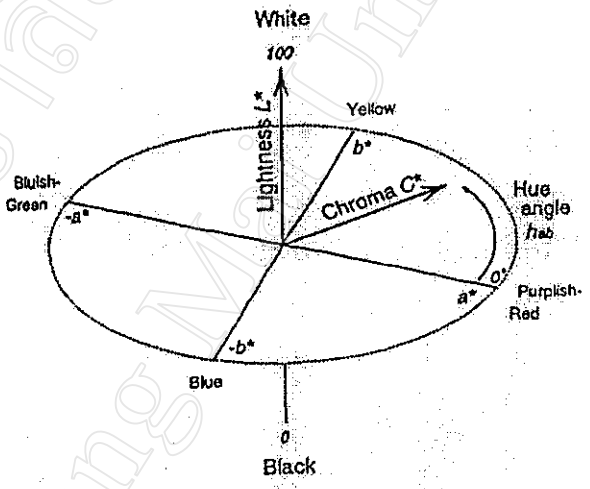
2.15 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) ของบริษัท Hanna รุ่น HI 8819 N

2.16 เครื่องวัดสี (chroma meter) ของบริษัท Minolta model CR-300 หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร และใช้แหล่งกำเนิดแสง D 65 ซึ่งวัดสีออกมาเป็นค่า L*, a* และ b* มีรายละเอียดดังนี้ (ภาพ 3.1)

L* = มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาวและค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ

a * = มีค่าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีแดงและค่าเป็นลบแสดงว่าวัตถุมีสีเขียว

b* = มีค่าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลืองและค่าเป็นลบแสดงว่าวัตถุมีสีน้ำเงิ



ภาพ 3.1 ค่า L*, a* และ b*

ที่มา : Gonnet (1998)

2.17 ชุดแผงควบคุมการไหลของอากาศ (air flow) (ภาพ 3.2)

ประกอบด้วย

1. แผงและฐานไม้
2. ทางอากาศเข้า
3. หลอดแก้วระบายอากาศ
4. หลอดแก้วใหญ่บรรจุน้ำเต็ม

5. ขวดแก้วบรรจุน้ำ

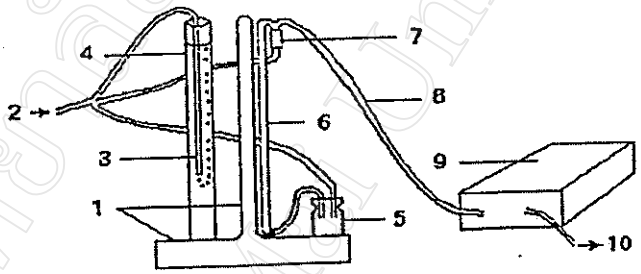
6. หลอดแก้วแสดงระดับความดัน

7. หลอดคาปิลลารี่ (capillary tube)

8. หลอดนำก๊าซ

9. ภาชนะบรรจุผลิตผล

10. ทางอากาศออก



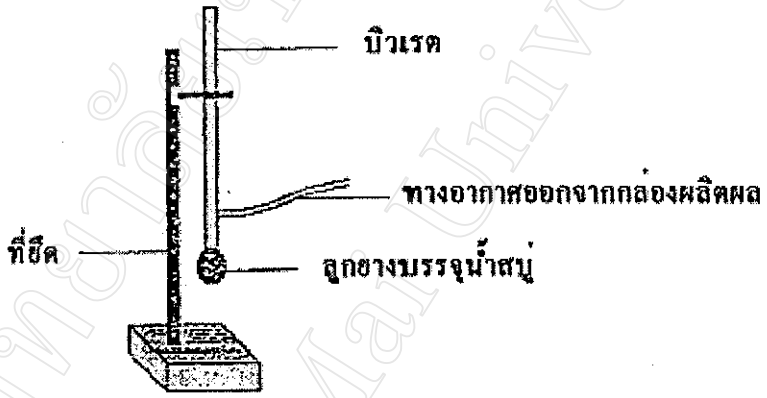
ภาพ 3.2 แผนภาพชุดแผงควบคุมการไหลของอากาศ

หลักการทำงานของชุดแผงควบคุมการไหลของอากาศ คือ เมื่อให้อากาศจากเครื่องสูบลมผ่านเข้าทางช่องอากาศเข้า (2) อากาศจะแยกออกเป็น 3 ทาง คือ ผ่านไปเข้าสู่น้ำในหลอดแก้วระบายอากาศ (3) หรือผ่านเข้าไปในหลอดบรรจุน้ำ (5) หรือออกไปทางหลอดคาปิลลารี (7) แล้วออกสู่ภาชนะบรรจุผลิตผล (9) กรณีที่อากาศผ่านเข้ามามีแรงดันต่ำ อากาศส่วนใหญ่จะไหลไปทางหลอดคาปิลลารี เพราะไม่สามารถดันน้ำในหลอดแก้วระบายอากาศ (3) หรือในขวดแก้ว (5) ได้ แต่เมื่อเพิ่มความดันของอากาศที่ผ่านเข้ามาให้มากขึ้น อากาศจะออกทางหลอดคาปิลลารีไม่ทัน เพราะมีช่องขนาดเล็ก อากาศจะดันน้ำในหลอดแก้วระบายอากาศ (3) ให้ต่ำลง และดันน้ำในหลอดแก้ว (5) ขึ้นไปตามหลอดแก้วแสดงระดับความดัน (6) ซึ่งจะสูงเท่ากับระดับความดันของระดับอากาศที่ผ่านเข้ามาในขณะนั้น ถ้าความดันอากาศเพิ่มขึ้นจะดันน้ำในหลอดแก้วระบายอากาศ (3) ให้ต่ำลงจนเห็นฟองอากาศออกมา ซึ่งน้ำในหลอดแก้วจะแสดงระบบความดัน (6) จะมีระดับสูงสุด เพราะอากาศส่วนเกินจะเล็ดลอดเป็นฟองอากาศออกไปทางปลายหลอดแก้วระบายอากาศ (3)

2.18 ชุดวัดอัตราการไหลของอากาศ (air flow meter) (ภาพ 3.3)

ประกอบด้วย

1. ทางอากาศเข้า
2. บิวเรท (burette)
3. ลูกยางบรรจุน้ำสบู่



ภาพ 3.3 แผนภาพแสดงชุดวัดอัตราการไหลของอากาศ

หลักการทำงานของเครื่อง คือ เมื่อต่อสายยางที่มีอากาศผ่านจากคาปิลลารีในชุดแผงควบคุมอัตราการไหลเข้ากับชุดวัดอัตราการไหลของอากาศแล้ว เมื่อบีบลูกยางให้น้ำสบู่ไหลขึ้นไปปิดทางออกของอากาศ ขณะที่อากาศไหลออกจากหลอดคาปิลลารีเข้าสู่บิวเรท อากาศจะดันน้ำสบู่ให้เป็นฟองไหลออกไปตามบิวเรท วัดอัตราการไหลของอากาศโดยจับเวลาการเคลื่อนที่ของฟองสบู่แล้วคำนวณเป็นอัตราไหลของอากาศมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อนาที

2.19 เครื่อง Gas chromatography ของบริษัท Shimadzu รุ่น GC-9A เป็น Detector และเครื่อง Chromatopac ของบริษัท Shimadzu รุ่น C-R3A เป็น Recorder สำหรับวัดปริมาณ CO_2 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

เครื่อง Gas chromatography มีส่วนประกอบดังนี้

Detector: thermal conductivity detector (TCD)

Carrier gas: helium (flow rate = 50 ml/min)

Injection temperature: 80 °C

Column temperature: 50 °C

Column: porapak R

Detector temperature: 100 °C

2.20 เข็มฉีดยาเบอร์ 11 ยาว 1.5 นิ้ว

2.21 กระบอกฉีดยาขนาดความจุ 1 มิลลิลิตร

2.22 เครื่องแก้ว

1. บีกเกอร์ (beaker)
2. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
3. ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask)
4. กระบอกตวง (cylinder)
5. บิวเรท (burette)
6. ปิเปต (pipette)
7. กรวยกรอง (filtering glass)
8. หลอดทดลอง (test tube)
9. แท่งแก้วคนสาร (stirrer)
10. ช้อนตักสารเคมี
11. หลอดหยด (dropper)

2.23 สารเคมีและวิธีการเตรียมสารละลาย

สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี

1. สารละลายกรดออกซาลิก (oxalic acid) ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ชั่งกรดออกซาลิก (บริษัท Merck) จำนวน 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร

2. สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน ชั่งกรดแอสคอร์บิค (ascobic acid) 0.05 กรัม ละลายในสารละลายกรดออกซาลิก จำนวน 45 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร สารละลายวิตามินซีที่ได้มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

3. สารละลายอินโดฟีนอล ชั่งโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) (บริษัท AJAX Chemicals) มา 42 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ชั่ง 2,6-dichorophenol indophenol (บริษัท Merck) 0.05 กรัม เติมลงในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ละลายให้เข้ากัน ปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายที่ได้กรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.2) นำเก็บในตู้เย็น และก่อนนำมาใช้ทุกครั้งนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ไตเตรทเปรียบเทียบกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) (บริษัท Merck) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์มา 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์

สารละลายแมนนิตอล (mannitol) ความเข้มข้น 0.4 M ชั่งแมนนิตอล (บริษัท UNIVER) 72.86 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรเท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร

สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. งานคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง ภายในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1. อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารอิมัลชันและไคโตแซนที่ใช้เคลือบผิวผลสาลี่

การทดลองที่ 2. อายุการเก็บรักษา และความผิดปกติที่เกิดจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การทดลองที่ 3. การหาอัตราการหายใจของผลสาลี่

การทดลองที่ 1. อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารอิมัลชัน และไคโตแซนที่ใช้เคลือบผิวผลสาลี่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 9 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 14 ผล โดยใช้สารเคลือบผิวประเภทน้ำมันปาล์ม สารอิมัลชัน (น้ำมันปาล์มผสมน้ำและมีไข่แดงเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์) และไคโตแซน เปรียบเทียบกับไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) ดังนี้

วิธีการที่ 1 น้ำมันปาล์ม 100 เปอร์เซ็นต์ (1 : 0)
วิธีการที่ 2 น้ำมันปาล์ม 20 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 4)
วิธีการที่ 3 น้ำมันปาล์ม 10 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 9)
วิธีการที่ 4 น้ำมันปาล์ม 5 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 95 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 19)
วิธีการที่ 5 ไคโตแซน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 6 ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 7 ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 8 ไคโตแซน ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 9 ไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม)

วิธีการเคลือบผิว

ผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase ที่ได้มาจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ นำมาคัดผลที่ดีโดยการสังเกตสีผิว และลักษณะความสมบูรณ์ของผล ทดสอบการจม-ลอยในน้ำ เลือกผลที่จมในน้ำ ซึ่งมีน้ำหนักผลอยู่ในช่วง 350 - 450 กรัม นำผลสาลี่แช่ในสารละลายเบนเลทความเข้มข้น 500 ส่วนต่อล้านส่วน นาน 5 นาที ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปเคลือบผิว

วิธีการที่ 1 นำน้ำมันปาล์ม มาหยดลงบนผิวผลสาลี่จำนวน 4 - 6 หยดต่อผลด้วยหลอดหยด และใช้นิ้วหัวแม่มือทาให้ทั่วทั้งผล

วิธีการที่ 2 - 4 การเตรียมสารละลายอิมัลชัน ผสมน้ำมันปาล์ม 20 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตรและไข่แดง 3 มิลลิลิตรในเครื่องปั่นน้ำผลไม้ของบริษัท Moulinex ปั่นให้ผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 3 นาที (อัตราส่วน 1 : 9 และ 1 : 19 ทำเช่นเดียวกัน)

วิธีการที่ 5 - 9 การเตรียมไคโตแซน โดยชั่งไคโตแซนของบริษัท Wako ประเทศญี่ปุ่น 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร เติม L-glutamic acid ของบริษัท AJAX Chemicals 2 กรัม และTween 80 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ละลายให้เข้ากันโดยใช้ความร้อน (Zhang and Quantick, 1997) (ความเข้มข้น 1.0, 1.5 และ 2.0 % ชั่งไคโตแซน

1.0, 1.5 และ 2.0 กรัม ตามลำดับ) หยดไคโตแซน 4 - 6 หยดบนผิวผลสาลี่ด้วยหลอดหยด และใช้นิ้วหัวแม่มือทาให้ทั่วทั้งผล ผึ่งผลสาลี่ที่เคลือบผิวเรียบร้อยแล้วทุกวิธีการให้แห้ง บรรจุในกล่องกระดาษขนาด 28 x 32 x 9 เซนติเมตร ที่รองพื้นกล่องด้วยฟองน้ำ และกรุด้วยพลาสติกใสโพลีเอทธิลีน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ภาพ 3.4) บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ลักษณะปรากฏภายนอก อายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิวและเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น รสชาติ ลักษณะเนื้อ รวมทั้งคุณภาพโดยรวมดังต่อไปนี้

ภาพ 3.4 ลักษณะของผลสาลี่ที่เคลือบผิวแล้วก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1. อายุการเก็บรักษา การสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา พิจารณาจากลักษณะที่ผิดปกติ เช่น ผิวผลมีสีคล้ำ เหี่ยวและเน่า เป็นต้น โดยกำหนดให้เป็นระดับคะแนน ดังนี้

5 = ผิวเปลือกสีน้ำตาลอมเขียวสด ไม่เหี่ยว ไม่มีร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง

4 = ผิวเปลือกสีน้ำตาลอมเหลืองไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่เหี่ยว ไม่มีร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง

3 = ผิวเปลือกมีสีเหลืองหรือคล้ำ ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เหี่ยว หรือมีร่องรอยการเข้า

2 = ผิวเปลือกมีสีเหลืองหรือคล้ำ มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เหี่ยว มีร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง

1 = ผิวเปลือกมีคล้ำหรือสีเหลืองทองมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เหี่ยว มีร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง

โดยผลสาลี่ที่มีระดับคะแนนต่ำกว่า 3 คะแนน ถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

2. ลักษณะปรากฏภายนอก พิจารณาจากการเน่าเสีย ลักษณะผิดปกติต่างๆ เช่น ผิวผลเหี่ยว มีสีคล้ำ ผิวผลยุบตัว และเน่า

3. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียน้ำหนักทำโดยชั่งน้ำหนักเมื่อเริ่มต้น และทุกๆ 2 วัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{(น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนักสุดท้าย)}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

4. การเปลี่ยนแปลงสีผิว โดยใช้เครื่อง Chroma meter ของบริษัท Minolta รุ่น CR 300 หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร แหล่งกำเนิดแสง D 65 วัดสีผิวเปลือกที่บริเวณกึ่งกลางผล 3 จุดต่อผล ใช้สาลี่จำนวน 2 ผลต่อการบันทึก 1 ครั้ง ค่าที่ได้แสดงเป็น L*, a* และ b* ความเข้มสีหรือค่า Chroma (C*) คำนวณจาก $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ และหาค่า Hue ซึ่งเท่ากับ arctangent b*/a* (McGuire, 1992)

5. การเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลสาลี่ โดยกำหนดให้เป็นระดับคะแนน ดังนี้

5 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 1-20 เปอร์เซ็นต์

4 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 21-40 เปอร์เซ็นต์

3 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 41-60 เปอร์เซ็นต์

2 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 61-80 เปอร์เซ็นต์

1 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล >80 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่มีระดับคะแนนมากแสดงว่ามีการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลในระดับต่ำ

6. ความแน่นเนื้อ วัดค่าความแน่นเนื้อ 3 จุดต่อผล โดยเฉือนเปลือกออกประมาณ 1 มิลลิเมตร ใช้เครื่อง Metek Hunter Spring ขนาด 10 กิโลกรัม ลักษณะหัวที่ใช้เป็น Cone shape ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.65 มิลลิเมตร ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

7. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS)

นำน้ำปั่นที่ได้จากผลสาลี่มาหยดลงบนปริซึมของเครื่อง Hand refractometer ATAGO รุ่น N1 แล้วอ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งอ่านค่าตั้งแต่ 0 – 32 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำกลั่นปรับค่าเป็นศูนย์

8. ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA)

นำเนื้อผลสาลี่ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ มาปั่นรวมกัน โดยใช้เครื่องปั่นแยกน้ำและกาก ชั่งน้ำผลสาลี่มา 25 กรัม เติมน้ำกลั่นลงไปอีก 100 มิลลิลิตร ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของบริษัท Hanna รุ่นHI 9021 ปรับค่ามาตรฐานทุกครั้งด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.00 และ 4.00 ไตเตรทจนสารละลายมีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8.2 บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทำการไตเตรทซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดที่ไตเตรทได้ในรูปของกรดมาลิกจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ไตเตรทได้} = \frac{\text{normality of NaOH} \times \text{ml NaOH} \times \text{equi.wt.of acid} \times 100}{\text{wt.of sample used.}}$$

normality of NaOH = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

ml NaOH = ปริมาตรเฉลี่ยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

equi.wt.of malic acid = 0.067 คือน้ำหนักสมมูลของกรดมาลิก

wt.of sample used. = น้ำหนักของน้ำผลสาลี่ที่ใช้

9. ปริมาณวิตามินซี ตามวิธีการของ AOAC (1990)

วิธีการ

นำผลสาลี่จำนวน 2 ผล มาหั่นรวมกัน ชั่งน้ำหนักมา 50 กรัม เติมสารละลายกรดออกซาลิกลงไป 100 มิลลิลิตร ปั่นรวมกันนาน 3 นาที ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ นำน้ำปั่นที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.2

ชั่งสารตัวอย่างที่กรองได้มา 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร ไตเตรทกับสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานจนถึงจุดยุติสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู (ให้สีคงตัวนานกว่า 15 วินาที) บันทึกปริมาณสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานที่ใช้ (b) ไตเตรทซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

นำสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่เติมกรดออกซาลิกลงไป 5 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกัน ไตเตรทกับสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานเช่นเดียวกัน บันทึกปริมาณสารอินโดฟีนอลมาตรฐานที่ใช้ (a) ไตเตรทซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

คำนวณหาปริมาณวิตามินซีเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเนื้อสาลี่

สารละลายอินโดฟีนอล (a) มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับวิตามินซี 2 มิลลิกรัม

สารละลายอินโดฟีนอล 1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับวิตามินซี = 2/a มิลลิกรัม

สารตัวอย่าง 10 กรัม	มีวิตามินซี	=	2b/a	มิลลิกรัม
สารตัวอย่าง 150 กรัม	มีวิตามินซี	=	2b/a x 150/10	มิลลิกรัม
เนื้อสาลี่ 50 กรัม	มีวิตามินซี	=	2b/a x 150/10	มิลลิกรัม
ดังนั้นเนื้อสาลี่ 100 กรัม	มีวิตามินซี	=	2b/a x 150/10 x 100/50	มิลลิกรัม

10. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ใช้ผู้ทดสอบชิม 5 คน เพื่อพิจารณารสชาติ (taste) ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) และการยอมรับรวม (general acceptability) โดยกำหนดให้คะแนนที่มีค่ามากในทุกหัวข้อแสดงถึงผลสาลี่ที่มีคุณภาพดี และคะแนนน้อยแสดงถึงผลสาลี่ที่มีคุณภาพต่ำ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

10.1 รสชาติ ให้เป็นระดับคะแนน 1 – 5

1 = จืด

2 = เปรี้ยว

3 = หวานอมเปรี้ยว

4 = หวานน้อย

5 = หวานมาก

10.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส ให้เป็นระดับคะแนน 1 – 5

1 = นิ่มมาก

2 = นิ่ม

3 = กรอบน้อย

4 = กรอบ

5 = กรอบมาก

10.3 การประเมินคุณภาพโดยรวม พิจารณาจาก 10.1 และ 10.2 แล้วประเมินการยอมรับรวม โดยให้เป็นระดับคะแนน 1 - 9 ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด (dislike extremely)
2 = ไม่ชอบมาก (dislike very much)
3 = ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately)
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)
5 = เฉยๆ (neither like nor dislike)
6 = ชอบเล็กน้อย (like slightly)
7 = ชอบปานกลาง (like moderately)
8 = ชอบมาก (like very much)
9 = ชอบมากที่สุด (like extremely)

การทดลองที่ 2. อายุการเก็บรักษาและความผิดปกติที่เกิดจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (4 x 3) มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 วิธีการเคลือบผิว

1. ไม่เคลือบผิวและไม่ห่อผลด้วยแผ่นพลาสติก PVC (ชุดควบคุม)
2. เคลือบผิวผลสาลี่ด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์
3. ห่อผลสาลี่ด้วยแผ่นพลาสติก PVC
4. เคลือบผิวด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์แล้วห่อผลด้วยแผ่นพลาสติก PVC (ภาพ 3.5)

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิ มี 3 ระดับ

1. อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
2. อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส
3. อุณหภูมิห้อง

ภาพ 3.5 ลักษณะผลสาลี่ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ

นำวิธีการเคลือบผิวที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือการเคลือบผิวผลสาลี่ด้วยไคโตแซน ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ มาศึกษาเปรียบเทียบกับการใช้พลาสติก Polyvinyl Chloride (PVC) ห่อผลสาลี่และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ลักษณะปรากฏภายนอก อายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ สีผิวและสีเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งวิธีการและการบันทึกผลการทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และวัดปริมาณการรั่วไหลของสารอีเล็กโทรไลต์ (electrolyte leakage) โดยดัดแปลงใช้วิธีการของ Furmanski and Buesher (1979) ซึ่งดำเนินการโดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.83 เซนติเมตร เจาะผลสาลี่ที่บริเวณ ด้านขั้วผล กลางผล และปลายผล นำไปชั่งน้ำหนักให้ได้เท่ากับ 1 กรัม แล้วแช่ในสารละลายแมนนิตอลปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร นาน 3 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายไปวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ด้วยเครื่อง Conductivity meter ของบริษัท Hanna รุ่น HI 8819 N บันทึกค่าที่ได้ จากนั้นนำสารละลายเทกลับคืนในขวดรูปชมพู่แล้วนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งอัดไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ปล่อยให้เย็น นำสารละลายมาวัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้ง บันทึกค่าที่ได้แล้วนำไปคำนวณค่าการรั่วไหลของสารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโทรไลต์ ตามสูตร

$$\%A = \frac{B}{C} x 100$$

โดยที่ A = % การรั่วไหลของสารอีเล็กโทรไลต์

B = การรั่วไหลของสารอีเล็กโทรไลต์ ก่อนการนึ่ง

C = การรั่วไหลของสารอีเล็กโทรไลต์ ภายหลังการนึ่ง

การทดลองที่ 3. การหาอัตราการหายใจของผลสาลี่

นำผลสาลี่ซึ่งเคลือบผิวด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ผลสาลี่ที่ห่อด้วยพลาสติก PVC ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์แล้วห่อด้วยพลาสติก PVC และชุดควบคุม มาวัดอัตราการหายใจที่อุณหภูมิ 5, 17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง โดยนำผลสาลี่มาชั่งน้ำหนัก และเคลือบผิวตามวิธีการต่างๆ แล้วบรรจุลงกล่องพลาสติกขนาด 173 x 27 x 11 เซนติเมตร นำกล่องพลาสติกไปต่อกับแผงควบคุมอัตราการไหลของอากาศในแต่ละระดับอุณหภูมิ

วัดปริมาณ CO_2 ที่ผลสาลี่คายออกมา ผ่านระบบการไหลของอากาศ โดยใช้กระบอกฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร เสียบเข้ากับสายยางที่เป็นทางออกของก๊าซ ดูดก๊าซจากสายยางทางออกของก๊าซมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปฉีดเข้าเครื่อง Gas chromatograph (Shimadzu รุ่น GC 9A) และเครื่องบันทึกผล (Shimadzu C-R3A) อ่านปริมาณ CO_2 มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ วัดทุกวันจนสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา แล้วนำมาคำนวณอัตราการหายใจตามวิธีการดังนี้ (ยงยุทธ, 2535 ; วิกันดา, 2541)

ให้อัตราการไหลของอากาศผ่านผลสาลี่ X มิลลิลิตร/นาที

ใน 1 ชั่วโมงจะมีอากาศไหลผ่าน 60X มิลลิลิตร

ดังนั้นอัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 60X มิลลิลิตร/ชั่วโมง

ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่ผ่านผลสาลี่ออกมามีความเข้มข้นเท่ากับ Y เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นอากาศ 60X มิลลิลิตร จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ 60XY/100 มิลลิลิตร

คาร์บอนไดออกไซด์ 60XY/100 มิลลิลิตร จะหนัก 60XY /100 x (Conversion figure)

ถ้าน้ำหนักของผลสาลี่เท่ากับ Z กิโลกรัม

แสดงว่าผลสาลี่ Z กิโลกรัม ผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ (60XY) x (Conversion figure) มิลลิกรัมใน 1 ชั่วโมง

ดังนั้นอัตราการหายใจเท่ากับ 60XY /100Z x (Conversion figure)

(หน่วยเป็นมิลลิกรัม/กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือ มก./กก./ชม.)