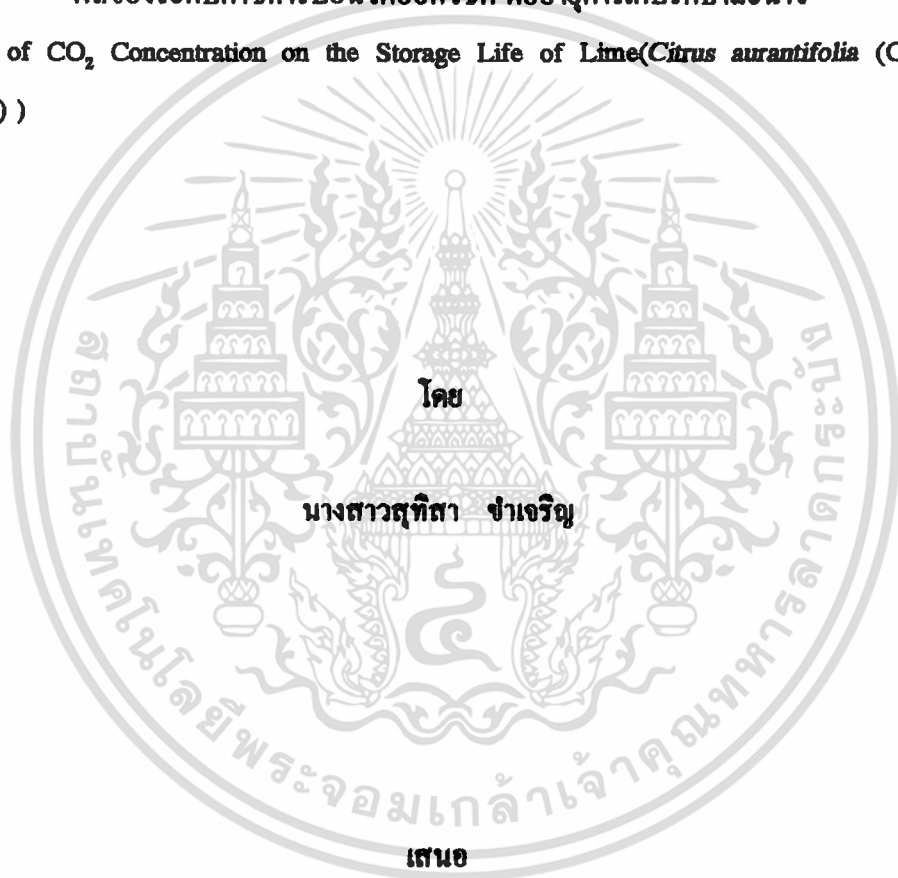


ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว

(Effect of CO₂ Concentration on the Storage Life of Lime(*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle))



ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2541

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาพฤกษศาสตร์

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว

(Effect of CO₂ Concentration on the Storage Life of Lime (*Cirus aurantifolia* (Christm) Swingle.))

โดย

นางสาวสุวิสา ช่างเจริญ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย



(ผศ.ดร.สมชาย กกล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 19 เดือน เม.ย. ค.ศ. 2562

ภาควิชารับรองแล้ว



(ผศ.ดร.สมชาย กกล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 19 เดือน เม.ย. ค.ศ. 2562

รพ.

ร 779 พ

2541

เลขหมึก.....

เลขทะเบียน 33443

วัน, เดือน, ปี 5 ส.ค. 2542

ชื่อเรื่อง ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว
(Effect of CO₂ Concentration on the Storage Life of Lime (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle))

โดย 1. นางสาวสุทิศา ขำเจริญ

สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช

ภาควิชา พืชสวน

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วยการทดลอง 5 วิธีการ คือใช้ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 , 5 , 10 , 15 , และ 20 เปอร์เซ็นต์ บรรจุภายในถุงพลาสติก แล้วนำมาเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส

ผลปรากฏว่า มะนาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 28 วัน รองลงมาคือ มะนาวที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอายุการเก็บรักษา 14 วัน ส่วนมะนาวที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด คือ 7 วัน ค่า Total Soluble Solid (TSS.) พบว่า มะนาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์(Control) จะมีค่า TSS. สูงที่สุดส่วนมะนาวที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์จะมีค่า TSS. ต่ำที่สุด การสูญเสียของน้ำหนักสด พบว่ามะนาวที่ทำการเก็บรักษาในทุกวิธีการทดลอง มีการสูญเสียของน้ำหนักสดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตั้งแต่ 0.71-0.82 กรัม และทั้งค่า Total Soluble Solid และการสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Title Effect of CO₂ Concentration on the Storage Life of Lime (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle))

By Miss. Suthisa Kamcharoen

Major Plant Production Technology

Department Horticulture

Faculty Agricultural Technology

Advisor Assist. Prof. Dr. Somchai Glahan

ABSTRACT

The study on the effect of Co₂ concentration on the storage life Lime (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle), the statistical model was Completely Randomized Design (CRD) consist of 5 treatments. There was 5 level of Co₂ concentrations 0 , 5 , 10 , 15 and 20 percent. There were kept in plastic bag, all treatments were held at 10 - 13 °C

The result showed that lime was stored in plastic bag at the level of Co₂ 10 percent gave the longest shelf life at the mean of 28 days, the second was of Co₂ 15 and 20 percent with the mean of 14 days, the lime was stored in Co₂ 0 and 5 percent had the shortest shelf life at the mean of 7 days. Total soluble solid (TSS.) the experiment showed that the lime was stored in plastic bag at the level of Co₂ 0 percent (Control) had the best TSS. and the lowest TSS. was the lime stored in Co₂ 20 percent. The fresh weight lost, all treatment showed the mean of 0.71 - 0.82 gram, both TSS. and the fresh weight lost has non significantly.

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี ผู้จัดทำใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์สมชาย กล้าหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งให้ความกรุณาแนะนำข้อมูลต่าง ๆ ในการทดลองความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสถานที่ทำการศึกษายังช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างใกล้ชิด จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ มาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นทำการศึกษามาจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวสุทิสรา ขำเจริญ

มีนาคม 2542



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพผนวก	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลอง	14
สรุปผลการทดลอง	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาว	3
2. ความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ผักและผลไม้สดบางชนิดทนทานได้	8
3. แสดงสีผิวของมะนาว ที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในวิธีการต่าง ๆ	15
4. แสดงค่า Total Soluble Solid ของมะนาวภายหลังการทดลอง 7, 14 , 21 และ 28 วัน	17
5. แสดงน้ำหนักของน้ำมะนาวที่ลดลง ภายหลังการทดลอง 7 , 14 , 21 และ 28 วัน	19



สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1. แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของผลมะนาว ก่อนการทดลอง	24
2. แสดงลักษณะภายนอกของการทดลองทุกการทดลอง	24
3. แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของผลมะนาวหลังการเก็บรักษา 7 วัน	25
4. แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของผลมะนาวหลังการเก็บรักษา 14 วัน	25
5. แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของผลมะนาวหลังการเก็บรักษา 21 วัน	26
6. แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของผลมะนาวหลังการเก็บรักษา 28 วัน	26



คำนำ

มะนาวเป็นผลไม้ ที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวันของคนไทย เป็นอย่างมาก เพราะนอกจากจะใช้เป็นส่วนประกอบ ในการผลิตเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ซักล้างที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังใช้ในการปรุงรสของอาหาร ทำเครื่องดื่มชนิดต่างๆ แล้วยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกนารายได้เข้าประเทศ จากสถิติการส่งออกมะนาวสดปี 2530 ปริมาณการส่งออก 81 ตัน มูลค่า 1.1 ล้านบาท ปี 2531 ปริมาณการส่งออก 40 ตัน มูลค่า 0.7 ล้านบาท ปี 2532 ปริมาณการส่งออก 114 ตัน มูลค่า 3.2 ล้านบาท ถึงแม้ว่าปริมาณและมูลค่าจะไม่มากนัก แต่คาดว่าในอนาคตปริมาณและมูลค่าการส่งออกจะมีมากขึ้น และเพิ่มพูนความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากชาวต่างชาติ เริ่มรู้จักดื่มมะนาว และใช้น้ำมะนาวประกอบอาหารมากขึ้น ถึงแม้ว่ามะนาวจะเป็นไม้ผลที่ให้ผลผลิตตลอดทั้งปีก็ตาม แต่ก็ให้ผลตกเฉพาะในฤดูฝน คือประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยเฉพาะในช่วงเดือนที่นาคมถึงเมษายน ซึ่งส่งผลให้ราคาของมะนาวสูงขึ้นตามลำดับ และผู้ผลิตอาจต้องซื้อมะนาวในราคาผลละ 2.50 - 3.00 บาท การเก็บรักษามะนาวในรูปผลสดมีหลายวิธี เช่น การใช้สารเคลือบผิว การเก็บรักษาภายใต้บรรยากาศควบคุม การเก็บรักษาที่ความดันต่ำ เป็นต้น

การทดลองครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงวิธีการเก็บรักษาผลมะนาวสด ในสภาพการคัดแปลงบรรยากาศ โดยใช้ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แตกต่างกัน ซึ่งคาดว่าจะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลมะนาวสดให้ยาวนานขึ้นได้ และแนวทางการเก็บรักษาโดยวิธีการนี้ มะนาวยังคงคุณภาพที่ดี และต้นทุนที่ใช้ในการเก็บรักษาค่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการเก็บรักษาผลมะนาว ในอุณหภูมิตกบรรยากาศ CO₂ ในระดับต่างๆ
2. เพื่อศึกษาผลของระดับก๊าซ CO₂ ต่อการเปลี่ยนแปลง ลักษณะภายนอกของมะนาว

การตรวจเอกสาร

มะนาวจัดเป็นผลไม้ตระกูลส้ม (citrus fruits) เชื่อว่าเป็นพืชพื้นเมืองของอินเดียมีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะอินดีสตะวันออก หรือทางภาคเหนือของอินเดีย แล้วได้กระจายพันธุ์เข้ามาสู่แผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชีย (สมศักดิ์, 2535) ลักษณะเป็นไม้พุ่มหรือ ไม้ยืนต้นขนาดเล็กอยู่ในวงศ์ Rutaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurantifolia* Swingle (Kosiyachinda, 1967) เป็นพืชพื้นเมืองที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายมาช้านาน และเป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว (อาชว์, 2530)

สำหรับพันธุ์นี้มีลักษณะใบหนาใหญ่ หนามยาวจำนวนมาก ลักษณะผลรี เปลือกหนา ขรุขระ น้ำน้อย มะนาวไซมีลักษณะคล้ายกับมะนาวหนัง แต่มีผลกลมเล็กเปลือกบางใส ให้ผลดก น้ำมากและให้ตลอดปี (ประกิจ, 2531) การเก็บเกี่ยวมะนาวจะทำเมื่อ มะนาวมีอายุประมาณ 14 - 15 สัปดาห์ ซึ่งระยะนี้ผลเจริญเติบโตเต็มที่ และผิวยังมีสีเขียวอยู่ และอาจมีน้ำคั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ถ้าปล่อยให้อายุมากกว่านี้ ผลจะเริ่มมีสีเหลืองและคุณภาพจะลดลง โดยเฉพาะในเรื่องของกลิ่นและรส (อาชว์, 2530) บริเวณที่มีการปลูกมะนาว และเป็นการปลูกเพื่อการค้า อยู่ทางภาคตะวันตกและภาคใต้ สำหรับภาคตะวันตกประกอบด้วยจังหวัดเพชรบุรี ราชบุรี นครปฐม มีพื้นที่ปลูกและผลผลิตรวมกันคิดเป็นร้อยละ 21.75 และ 30.46 ของพื้นที่ปลูก และผลผลิตทั้งประเทศ โดยเฉพาะจังหวัดเพชรบุรี มะนาวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัด มีแหล่งปลูกในเขตอำเภอท่าทางและอำเภอบ้านลาด มีพื้นที่ปลูกและผลผลิตรวมกันคิดเป็นร้อยละ 22.33 และ 21.56 ของพื้นที่ปลูกและผลผลิตทั้งประเทศ ส่วนภาคอื่น ๆ จะมีการปลูกมะนาวอยู่ทั่วไป แต่จะมีผลผลิตสำหรับบริโภคเฉพาะในแหล่งผลิตเท่านั้น แต่เมื่อพิจารณาอัตราเพิ่มเฉลี่ยของพื้นที่ปลูก และผลผลิตทั้งประเทศในช่วงปี 2529 - 2531 พบว่าอัตราเพิ่มการปลูกมะนาวทั้งประเทศ คิดเป็นร้อยละ 3.43 และ 5.12 ตามลำดับ สำหรับภาคตะวันตก มีอัตราเพิ่มของพื้นที่ปลูก และผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 16.64 และ 13.92 สูงกว่าภาคอื่นๆ (อารมณ, 2535)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาว

องค์ประกอบที่สำคัญ และมีมากที่สุดคือน้ำมะนาวคือกรด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดอินทรีย์ กรดในน้ำเลมอน (lemon) ประกอบด้วยกรดชนิดต่างๆ ซึ่งมีสัดส่วนดังนี้ กรดซิตริกร้อยละ 91.8 กรดมาลิกร้อยละ 4.9 กรดควินิกและกรดฟอสฟอริกร้อยละ 0.5 และกรดที่ไม่ได้จำแนกชนิดร้อยละ 2.5 (Kefford, 1959) องค์ประกอบอื่นๆของน้ำมะนาวดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาว

องค์ประกอบ	ปริมาณต่อ 100 กรัม	ปริมาณต่อ 100 กรัม
	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
pH	1.7 - 3.2	-
soluble solid , total (°Brix)	8.3 -14.1	10.0
acid, total, as anhyd , citric (g)	4.94 - 8.32	5.97
sugar , total as invert (g)	0 - 1.74	0.14
reducing sugar (g)	-	-
sucrose (g)	-	-
protein (total N x 6.25) (g)	0.3 - 0.7	0.4
amino nitrogen (g)	-	-
fat (g)	0 - 0.11	-
mineral , total ash (g)	0.25 - 0.4	0.35
calcium (mg)	4.5 - 10.4	7.00
phosphorus (mg)	9.3 - 11.2	10.00
iron (mg)	0.19 - 0.92	0.6
magnesium (mg)	-	-
potassium (mg)	-	-
sodium (mg)	-	-
sulfur (mg)	-	-
chlorine (mg)	-	-
vitamin	-	-
thiamin (ug)	11 - 28	20.00
riboflavin (ug)	11 - 18	15.00
niacin (ug)	90 - 275	190.00
flavanones (ug)	-	-
folic acid (ug)	-	-
vitamin A (ug)	3 - 5	4.00
inositol (mg)	-	-
vitamin C (mg)	23.6 - 32.7	29

ที่มา : Tressler และ Joslyn (1961)

การใช้ประโยชน์จากมะนาว

มะนาวจัดเป็นพืชที่ เกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย เป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้ว่าคนไทยจำนวนมากเกือบทุกคนครัวเรือนบริโภคมะนาว จึงอาจกล่าวได้ว่ามะนาวเป็นพืชที่มีคุณค่ากับมนุษย์ (กาญจนา, 2530)

การใช้ประโยชน์จากมะนาวอาจแบ่งเป็น

ทางด้านโภชนาการ กรมอนามัย (2530) ได้รายงานคุณค่าของมะนาวในส่วนที่กินได้ 100 กรัม คือให้พลังงาน 36 แคลอรี ไขมัน 2.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.9 กรัม เยื่อใย 0.3 กรัม การใช้ประโยชน์ของมะนาว อาจใช้วิธีการรับประทานผลสด ปรงแต่งรสทั้งอาหารคาวและหวาน ใช้ทำเครื่องดื่มนานาชนิดต่างๆ เป็นต้น (กาญจนา, 2530)

ทางการแพทย์ พบว่ามะนาวมีสาร hesperidin และ naringin ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้มีฤทธิ์แก้ไอแก้เสมหะ (นิรนาม, 2524) ทางกรแพทย์แผนโบราณนำเอาส่วนต่างๆ ของมะนาวมาใช้รักษาโรค เช่น น้ำในผล แก้โรคตับปิดลักเปิด ใบใช้พอกโลหิต เมล็ด คั่วให้เหลือง ผสมในยาขับเสมหะ รากใช้เป็นยาถอนพิษไข้ (นิรนาม, 2530)

ทางด้านอุตสาหกรรม โดยการสกัดน้ำมันหอมระเหย ที่อยู่บนผิวเปลือกมะนาวเพื่อนำมาใช้ทำเครื่องสำอางและผสมยารักษาโรคบางชนิด (กาญจนา, 2530) นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำมะนาว มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น มะนาวดอง มะนาวแช่อิ่ม น้ำมะนาวเข้มข้น น้ำมะนาวผง น้ำมะนาวหวาน เยลลี่มะนาว แยมเปลือกมะนาว เป็นต้น (นันทนา, 2531)

ไม้ประดับ มะนาวถือได้ว่าเป็นพืชขอเนกประสงค์ เพราะนอกจากจะใช้ผลเป็นอาหารแล้วยังถือได้ว่าเป็นไม้ประดับที่สวยงาม โดยเฉพาะในช่วงที่มะนาวออกดอกจะมีกลิ่นหอม ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของพืชตระกูลส้ม (สมศักดิ์, 2535)

ทางด้านเศรษฐกิจ มะนาวเป็นพืชที่เริ่มมีบทบาททางการค้ามาก เนื่องจากสามารถส่งเป็นสินค้าออก นำรายได้ให้ประเทศปีละไม่น้อย โดยส่งออกในลักษณะดอง ตากแห้งอบแห้ง น้ำมะนาวและผลสด โดยมีประเทศคู่ค้าที่สำคัญคือ ฮองกง มาเลเซีย สิงคโปร์ ไต้หวัน ญี่ปุ่น ฮอลแลนด์ ซาอุดีอาระเบีย(สราวุธ และ ชุตินันท์, 2531)

การศึกษาอายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ ตั้งแต่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Labuza, 1986) อายุการเก็บรักษา จะมีความสำคัญมาก สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารไม่ว่าผลิตภัณฑ์นั้น จะจำหน่ายในสถานะที่เย็น แช่แข็ง หรือในกระป๋องโลหะ เนื่องจากจำเป็นที่จะต้องทราบ ว่า ผลิตภัณฑ์นั้นจะเก็บรักษา

ได้นานเท่าใด ภายใต้อุณหภูมิและสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ กัน (Baker และคณะ, 1988) ประสิทธิภาพในการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ

1. ความแก่อ่อนของมะนาว มะนาวที่แก่จัดจนเกินไป เก็บจะเน่าเสียหายง่าย เนื่องจากผิวของมะนาวจะบางและเกิดบาดแผลได้ง่าย (สมศักดิ์, 2535) หากเก็บมะนาวอ่อนเกินไป น้ำมะนาวจะมีรสขมและมีน้ำน้อย ดังนั้นจึงควรเก็บมะนาวที่มีความแก่อ่อนพอดี สีเขียวจัด ไม่เป็นโรคแมลงเจาะเน่าหรือซ้ำ (นันทนา, 2531)

2. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ การเน่าเสียของมะนาวส่วนใหญ่ เกิดจากเชื้อราพวกเชื้อ *penicillium digitatum*, sacc. (green mold) , *Penicillium italicum*, Wehmer (blue mold) และ *Alternaria citri*, Ellis ดังนั้นในการเก็บรักษาจึงควรหาทางลดประมาณเชื้อจุลินทรีย์ โดยการล้างทำความสะอาดและแช่น้ำยา (นันทนา, 2531)

3. สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษา การเก็บมะนาวพบว่า เก็บได้ดีที่อุณหภูมิ 10 - 15 องศาเซลเซียส เพราะในอุณหภูมิที่สูงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมเร็วมาก อุณหภูมิที่ต่ำไป เซลล์ของผิวมะนาวจะถูกทำลาย ทำให้ผิวเป็นจุดสีน้ำตาล (นันทนา, 2531) นอกจากนี้ความชื้นสูง ก็เป็นสิ่งจำเป็นในการเก็บรักษามะนาว เพื่อป้องกันมิให้ผิวเหี่ยวจากการศึกษาพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 - 90 เป็นสภาพที่เหมาะสมในการเก็บ (อาซัว, 2530; นันทนา, 2531)

4. ความสะอาดของภาชนะบรรจุและห้องเย็นที่เก็บ เป็นส่วนที่มีความสำคัญก่อนนำมะนาวมาเก็บ ควรจะมีการทำความสะอาด และพ่นยาฆ่าเชื้อราล่วงหน้าก่อน

การเก็บรักษามะนาว

การปลูกมะนาวที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน มักจะประสบปัญหาที่สำคัญคือ ราคาของมะนาวในบางฤดูกาลราคาต่ำ เช่นในฤดูฝน เพราะช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีผลผลิตมะนาวออกสู่ตลาดเป็นปริมาณมาก แต่เมื่อถึงฤดูแล้งผลผลิตมะนาวมีน้อย ทำให้ราคาของมะนาวในช่วงนี้มีราคาสูงขึ้น (สมชาย, 2531) ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้มีผู้พยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว

การเก็บรักษาในรูปผลสด เช่น การหมกทราย โดยบรรจุมะนาวลงในไหแล้วกลบด้วยทรายที่สะอาด พรมน้ำเมื่อเห็นว่าทรายเริ่มแห้ง วิธีนี้สามารถเก็บมะนาวได้นาน 1 - 2 เดือน (สราวุธ และชุติพันธ์, 2531) การใส่ถุงพลาสติก และการเคลือบด้วยสารเคลือบผิว *stafresh* 360 เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถเก็บมะนาวได้นาน 3 เดือน (อรธพ และคณะ, 2532) การใส่ในถังแล้วกรุด้วยพลาสติกอย่างหนา เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 -90 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้นาน 2.5 - 3 เดือน (นันทนา, 2531) การเก็บรักษาภายใต้

บรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสโดยใช้สารเคมีเบนเลท 1,000 ส่วนในล้านส่วน สามารถเก็บรักษามะนาวได้นานถึง 5 เดือน (อาซัว, 2531)หรือการเก็บรักษาภายใต้ความดันต่ำ 170 มิลลิเมตรปรอท ที่ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 6 สัปดาห์ (Kosiyachinda, 1967)

ผลส้มและมะนาว บรรยากาศที่มีส่วนผสมที่เหมาะสม จะมีความสำคัญมากในการเก็บรักษา ออกซิเจนที่ใช้ประมาณ 3 - 8 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้ออกซิเจนน้อยกว่านี้ กลิ่นรสจะไม่ดี คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 10 - 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะที่จะใช้เก็บส้ม และอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามชนิดของส้ม ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูงมาก จะเป็นอันตรายต่อเปลือกส้ม จะมีน้ำขังในเปลือกส้มมากโดยเฉพาะด้านปลายผล ที่เคยมีเกสรตัวเมีย อาจมีสีน้ำตาลจางๆหรือแดงเกิดขึ้นถ้ามีคาร์บอนไดออกไซด์สูงมาก มีต่อมน้ำมันเห็นชัด นอกนั้นยังมีเอทานอลเกิดขึ้นในส้ม คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ผลส้มหรือมะนาวยังคงความเขียวไว้ 10 - 20 ppmGA ผสม wax จะช่วยให้มะนาวเปลือกบางอยู่ทนขึ้น หากเก็บมะนาวที่อุณหภูมิต่ำจะอยู่ได้ทนประมาณ 14 - 35 วัน แต่ถ้าใช้การเก็บที่ความดันต่ำจะอยู่ได้ประมาณ 60 - 90 วัน เมืองไทยมีปัญหาการขาดแคลนมะนาวในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตผลสดพืชสวน หรือผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิด สายพันธุ์ คุณภาพขณะเก็บเกี่ยว ความสะอาด วิธีการขนส่ง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ที่ใช้ในการขนส่งและเก็บรักษาแล้ว ยังขึ้นกับสภาพบรรยากาศรอบ ๆ หรืออีกนัยหนึ่งคือความเข้มข้นของก๊าซชนิดต่าง ๆ ที่ล้อมรอบผักและผลไม้สดนั้น การใช้ก๊าซเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเป็นวิทยาการที่มนุษย์รู้จักมากกว่า 1,000 ปีแล้ว แต่มีการนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมเมื่อประมาณครึ่งศตวรรษมานี้เอง โดยส่วนใหญ่มักจะใช้ในรูปของ CAP หรือ MAP

หลักการและอิทธิพลของ MAP

MAP คือการเก็บรักษาผักและผลไม้ โดยมีสภาพบรรยากาศที่มีระดับก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ (โดยทั่วไปน้อยกว่าร้อยละ 8) และหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง (ตั้งแต่อ้อยละ 1) โดยมีก๊าซไนโตรเจนทำหน้าที่ ปรับสมดุลความดันให้เท่ากับความดันบรรยากาศปกติ

อิทธิพลของ MAP ต่อผักและผลไม้สดมีดังนี้

1. ชะลออัตราการหายใจ

ผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นมาแล้วยังคงมีชีวิตอยู่ ดังนั้นกระบวนการหายใจและเมตาบอลิซึม (Metabolism) ต่างๆที่นำไปสู่ความแก่ (Maturation) ความสุก (Ripening)

และความเสื่อมเน่าเสีย (Senescence) ตามลำดับ ยังเกิดต่อเนื่องตลอดเวลา กระบวนการหายใจของพืช เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารอาหารที่สะสมในเซลล์พืช เพื่อสร้างพลังงานที่จำเป็น ต่อการดำรงชีวิต

น้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งโดยเอนไซม์ (Enzymes) จะถูกออกซิโดสได้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและพลังงาน ซึ่งพลังงานส่วนหนึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการชีวเคมีของพืช ส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยออกมาในรูปของความร้อน นอกจากนี้ยังให้สารประกอบที่ให้กลิ่นรส เฉพาะตัวของผักและผลไม้สดออกมาด้วย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นสูงๆ (ตั้งแต่ร้อยละ 1) สามารถชะลออัตราการหายใจของพืชได้เช่นกัน แต่ถ้าความเข้มข้นสูงเกินไปประมาณร้อยละ 20 หรือสูงกว่านี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและความเข้มข้นของออกซิเจนที่มีอยู่ด้วย อาจทำให้เกิดการสร้างและการสะสมแอลกอฮอล์และแอตติไซด์ภายในเซลล์พืช เนื่องจากพืชไม่สามารถหายใจได้ตามปกติได้ จึงหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นประมาณ 5 - 20 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเหตุให้เอนไซม์ในวงจรเครบส์ ทำงานผิดปกติ ทำให้การหายใจเปลี่ยนเป็นการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน นอกจากนี้ยังพบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเซลล์ เช่น การลดขนาด และเปลี่ยนแปลงรูปร่างของไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ซึ่งเชื่อว่าเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเน่าเสียของพืช อย่างไรก็ตามกลไก การทำงานของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีผลต่อการหายใจและเมแทบอลิซึมต่างๆ ในเซลล์พืชยังไม่เป็นที่แน่ชัด

2. ชะลอการสังเคราะห์เอทิลีน

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนสำคัญ ที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมา เพื่อควบคุมการเจริญเติบโต การสุกและเสื่อมเน่าของผักและผลไม้สด สามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

- 1) เร่งอัตราการหายใจของผักและผลไม้สด ทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง
- 2) เร่งการสุกและการเสื่อมเน่าเสีย
- 3) เร่งการสูญเสียคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ของพืช พบมากในกรณีของส้มชนิดต่างๆ (ยกเว้นมะนาว) และกะหล่ำปลี
- 4) เร่งการร่วงของใบ
- 5) เร่งการสังเคราะห์เอทิลีน ทำให้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และกระตุ้นการตอบสนองของเซลล์พืชต่อเอทิลีนให้รุนแรงขึ้น
- 6) ทำให้เกิดความผิดปกติทางสรีระวิทยา ของผักและผลไม้ เช่น
 - การเพิ่มปริมาณเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่ง ทำให้เนื้อเหนียวขึ้น

- เกิดจุดสีน้ำตาลแดงหรือสีสนิมเหล็ก บนใบผักกาดหอมห่อ ลักษณะดังกล่าว เรียกว่า Brown Spot

- เกิดรสนิยมในแครอท

- เกิดเม็ดแป้งภายในเนื้อผลกีวี

ทั้งการสังเคราะห์เอทริลีน และการทำงานของเอทริลีน ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศ กล่าวว่ายัตราการสังเคราะห์เอทริลีนของพืชจะลดลง เมื่อออกซิเจนมีน้อยกว่าร้อยละ 8 และอัตราการสังเคราะห์เอทริลีนนั้น จะลดลงถึงร้อยละ 50 เมื่อออกซิเจนมีเพียงร้อยละ 2.5

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ผักและผลไม้สดบางชนิดทนทานได้

Maximum CO ₂ level tolerated (%)	Commodity
2	apple, grape , lettuce , pear , sweet potato , tomato , apricot , pepper (sweet) ,
5	apples (most cultivars) , avocado , banana, cabbage , carrot , pea , peach , peppre (chilli) , papaya , plum , radish , orange
10	asparagus , broccoli , cucumber , grapefruit , green bean , lemon , parsley , pineapple , potato
15	blackberry , blueberry , cantaloupe , cherry , corn (sweet) , mushroom , rasperry , spinach , strawberry

ระหว่างการเก็บรักษาผักและผลไม้สดภายใต้ MAP ที่มีออกซิเจนน้อยๆ และคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ การสังเคราะห์เอทริลีนของพืช จะถูกชะลอเท่านั้นมิได้ถูกยับยั้ง ดังนั้นเอทริลีนที่ผักและผลไม้สด ยังสังเคราะห์ได้บ้าง อาจสะสมภายในบรรยากาศรอบๆ จนกระทั่งมีความเข้มข้นสูงพอที่จะเร่งการสุกของผักและผลไม้ได้ การควบคุมความเข้มข้นของเอทริลีนใน MAP จึงเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สด โดยเฉพาะผลไม้ประเภทไคลแมเทอริก (Climacteric Fruits) เช่น กัลยัม มะม่วง อะโวคาโด เป็นต้น

3. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในฝักและผลไม้สด เนื่องจากการเก็บรักษาภายใต้ MAP จะแสดงออกมาในรูปของการเปลี่ยนแปลง คุณภาพประสาทสัมผัสคือ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และทางด้านคุณค่าทางอาหาร (Nutritional Value) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 การเปลี่ยนแปลงสี สภาพอากาศที่มีก๊าซออกซิเจนน้อยๆ และคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ จะช่วยลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และลดการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานิน ซึ่งรงควัตถุ 2 ชนิดหลังนี้ ให้สีเหลือง-ส้ม และแดง-น้ำเงินตามลำดับแก่พืช ตัวอย่างก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ช่วยชะลอการสร้างแอนโทไซยานินของลูกพลับลงได้ อย่างไรก็ตามการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไปอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อฝักและผลไม้สดได้เช่นกัน โดยลักษณะผิดปกติจะแสดงให้เห็นเมื่อนำฝักและผลไม้สดนั้นออกมาไว้ที่บรรยากาศปกติหรือหลังจากผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ทำให้สีของมะเขือเทศแดงไม่สม่ำเสมอ กะหล่ำดอกเก็บไว้ภายใต้บรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 15 จะมีสีเทา-เหลืองหลังการต้มสุก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 อาจทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของแอนโทไซยานินในสตรอเบอรี่ที่ผิว

2) การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (Texture Change)

ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า MAP สามารถชะลออัตราการหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีนของฝักและผลไม้สดได้ จึงเป็นการชะลอการสุกของผลไม้นี้ด้วย ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลไม้อ่อนนุ่ม (Soft-ening) ช้าลง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการอ่อนนุ่มของผลไม้มากกว่าก๊าซออกซิเจน แต่กลไกของปรากฏการณ์นี้ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ตัวอย่างเช่นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 สามารถป้องกันมิให้เนื้อของบรอกโคลีเหนียว แต่กลับอ่อนนุ่มพอดี (Tender) และนุ่มกว่าตอนเก็บเกี่ยวใหม่ ๆ เมื่อความเข้มข้นเพิ่มเป็นร้อยละ 12 จะลดความเหนียวของหน่อไม้ฝรั่งเนื่องจากมีเส้นใยมากเกินไป ถ้าใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 สามารถลดการอ่อนนุ่มของผลกีวีได้ดี ส่วนก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2.5 สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อแอปเปิ้ลได้

3)การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (Flavor Change)

สารที่ให้กลิ่นรสของฝักและผลไม้ ได้มาจากกระบวนการหายใจและเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ในพืชเมื่อ MAP มีผลต่อกระบวนการดังกล่าวดังรายละเอียดข้างต้น ย่อมส่งผลกระทบต่อกลิ่นรสของฝักและผลไม้ที่เก็บรักษาภายใต้ MAP อย่างแน่นอน ดังเช่น บรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2.5 สามารถลดการสูญเสียกรดของแอปเปิ้ลพันธุ์ Golden Dilecious ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 5 กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ทำให้ปริมาณฟรุกโตส, กลูโคส และกรดมะนาว (Citric acid) ในมะเขือเทศเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณแปป์และกรดมาลิก (Malic acid) จะลดลง สิ่งที่ควรระวังคือ

ความสำคัญของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

ผักและผลไม้สดทั่วไปมีน้ำประมาณร้อยละ 80 - 95 ปริมาณน้ำบางส่วนจะสูญเสียไประหว่างการเก็บรักษาทำให้สูญเสียน้ำหนัก ความกรอบลดลง และเหี่ยวเฉา เมื่อการสูญเสียน้ำมากขึ้นจะทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

MAP สามารถลดการสูญเสียน้ำได้โดยการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (Equilibrium Relative Humidity) ของผักและผลไม้สด ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าประมาณร้อยละ 80-95 หรือสูงถึงร้อยละ 100 (จุดอิ่มตัว) ทั้งนี้เนื่องจากฟิล์มพลาสติกส่วนใหญ่ที่ใช้กับ MAP มีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำไม่สูงมาก ไอน้ำที่พืชคายออกมาจะช่วยเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะบรรจุ แต่ถ้าเพิ่มมากเกินไปจนถึงจุดอิ่มตัว ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ อาจทำให้พืชเน่าเสียได้ง่ายขึ้น ดังนั้นฟิล์มที่เลือกใช้กับผักและผลไม้ที่คายน้ำมากต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติ เช่น การเจาะรูเล็ก (Perforation) หรือเติมสารป้องกันการรวมตัวของไอน้ำ (Antifogging Agent) (งามทิพย์, 2538)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

- มะนาว
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- เครื่องมือ Hand refractometer
- ถุงพลาสติกขนาด 4 x 6 นิ้ว
- หลอดคณิศยา
- ตะกร้า
- แผ่นเทียบสี
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. วิธีการทดลอง

การทดลองวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วยวิธีการต่างๆ 5 วิธีการคือ

วิธีการที่ 1 คือ เก็บในถุงพลาสติกผูกปาก (Control 0 เปอร์เซ็นต์)

วิธีการที่ 2 คือ เก็บในถุงพลาสติกผูกปาก และเพิ่มก๊าซ CO₂ 5 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 3 คือ เก็บในถุงพลาสติกผูกปาก และเพิ่มก๊าซ CO₂ 10 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 4 คือ เก็บในถุงพลาสติกผูกปาก และเพิ่มก๊าซ CO₂ 15 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 5 คือ เก็บในถุงพลาสติกผูกปาก และเพิ่มก๊าซ CO₂ 20 เปอร์เซ็นต์

คัดเลือกผลมะนาวเปลือกบาง โดยคัดมะนาวสด มีสีเขียวทั้งผล ไม่มีรอยช้ำตำหนิ ขนาดผลสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน ทุกผล

ก่อนเริ่มการทดลอง ทำการสุ่มมะนาวจำนวน 3 ผล เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความหวาน ค่า pH สีผิวและน้ำหนักมะนาว ข้อมูลที่ได้ทำการจดบันทึกไว้เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบ กับค่าที่วิเคราะห์ได้ในภายหลัง เมื่อเก็บรักษามะนาวในระยะเวลาต่างๆกัน

คัดเลือกผลมะนาว เฉพาะผลที่สีอีก 60 ผลนำมาแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆละ 12 ผล นำมะนาวที่คัดเลือกไว้ ใส่ลงในถุงขนาด 4x6 นิ้ว จำนวน 20 ถุงๆละ 3 ผล โดยวิธีการละ 4 ถุง แล้วทำการบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในถุงทั้ง 20 ถุง โดยการบรรจุให้พยายามไล่อากาศภายในถุงออกให้หมด แล้วใช้โซลิ่งดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใส่ลงในถุงทั้ง 20 ถุง ตามระดับความเข้มข้นที่กำหนดในแต่ละวิธีการทดลอง แล้วปิดปากถุงที่อัดก๊าซด้วยเทปใส ในการอัดก๊าซวิธีการที่ 1



ไม่ต้องบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนวิธีการที่ 2 , 3 , 4 , และ 5 ให้ทำการอัดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 , 10 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

หลังจากนั้น นำการทดลองทั้ง 5 วิธีการ ใส่ไว้ในตะกร้า นำไปเก็บไว้ที่ตู้เย็นซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิ ที่ระดับ 10 - 13 องศาเซลเซียส และคอยสังเกตความเปลี่ยนแปลง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ทำการสุ่มกลุ่มมะนาวทั้ง 5 วิธีการ มาเก็บข้อมูลทุกๆ 7 วัน

3. วิธีการเก็บข้อมูล

1. การเปรียบเทียบสีผิว นำมะนาวมาทำการเทียบสีเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงสีผิว โดยใช้แผ่นเทียบสี และทำการจดบันทึกข้อมูล
2. การตรวจสอบดูการเกิดโรค ภายหลังจากทดลอง ทำการสังเกตดูการเกิดโรคกับผลของมะนาวที่ทำการทดลอง
3. การวิเคราะห์หาค่า Total Soluble Solid (TSS.) โดยทำการสุ่มมะนาวในวิธีการต่างๆ ใช้มีดปาดเปลือกออก และบีบส่วนของน้ำมะนาวหยดลงบนเครื่อง Hand refractometer และทำการอ่านค่าที่ได้ และทำการจดบันทึกข้อมูลไว้
4. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยทำการสุ่มมะนาวในวิธีการต่าง ๆ นำมาชั่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าและนำค่าที่ได้มาเข้าสู่สูตรคำนวณ คัดหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ดังสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการทดลอง} - \text{น้ำหนักหลังการทดลอง}}{\text{น้ำหนักหลังการทดลอง}} \times 100$$

4. ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มวันที่ 7 พฤศจิกายน 2541 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 8 มกราคม 2542

5. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว ปรากฏว่า

1. สีผิว

ภายหลังจากที่นำมะนาว ซึ่งบรรจุถุงพลาสติก ตามวิธีการทดลอง แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่ามะนาวที่บรรจุในถุง ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวให้เห็น (ภาพที่ 3) โดยจะเริ่มมีสีเหลืองเกิดขึ้นเล็กน้อย คือเปลี่ยนจากเดิมซึ่งอยู่ในกลุ่มสีเขียว คือ Green Group (GG) เปลี่ยนมาอยู่กลุ่มสีเหลืองปนเขียว คือ Yellow Green Group (YGG) โดยการเปลี่ยนแปลงสีจะเริ่มตรงบริเวณขั้วก่อน มีแซมเล็กน้อย แต่ในส่วนของผิวจะพบว่าความมันของผิวยังมันอยู่ผิวยังสดเช่นเดิม ส่วนมะนาวที่บรรจุในถุงซึ่งมีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 10 , 15 , และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ลักษณะสีผิวยังคงมีสีเขียวเช่นเดิม หลังจากเก็บรักษามะนาวเป็นเวลา 14, 21 และ 28 วันตามลำดับ จะพบว่าในมะนาวที่บรรจุในถุง ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 0 , 5 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผิวของมะนาวจะเปลี่ยนจากสีเขียวคือ Green Group (GG) ไปเป็นสีเหลืองคือ Yellow Green Group (YGG) ทุกผล (ภาพที่ 4 , 5 , 6 ตามลำดับ) ซึ่งลักษณะการสุกของมะนาวเมื่อเก็บนานขึ้นสีของมะนาวก็จะทยอยเหลืองเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่นานขึ้น และพบว่า มะนาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ที่บรรจุระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากเก็บรักษา 28 วัน ลักษณะสีผิวของมะนาวยังมีสีเขียวสดอยู่ และสามารถจำหน่ายได้ เนื่องจากลักษณะภายนอก มีสภาพใกล้เคียงกับลักษณะสภาพภายนอกของมะนาวก่อนทำการเก็บรักษา ซึ่งเมื่อเทียบกับการเก็บรักษา ในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ 0 , 5 , 15 , และ 20 เปอร์เซ็นต์ จะเก็บรักษามะนาวได้ไม่เกิน 14 วัน ลักษณะสภาพผิวภายนอกก็จะเริ่มเปลี่ยนสี (ตารางที่ 3)

2. การเกิดโรค

จากการทดลองพบว่า มะนาวในทุกๆวิธีการทดลอง ไม่ปรากฏอาการของโรค

ตารางที่ 8. แสดงสีผิวของมะนาว ที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในวิธีการต่าง ๆ

วิธีการ	กลุ่มสีของผิว			
	จำนวนวันหลังทดลอง (วัน)			
	7	14	21	28
CO ₂ 0%	GG143A	YGG144A	YGG144C	YGG145A
CO ₂ 5%	GG143A	YGG145A	YGG144C	YGG151C
CO ₂ 10%	GG143A	GG137C	GG143B	GG143D
CO ₂ 15%	YGG144A	YGG144B	YGG151A	YGG153A
CO ₂ 20%	YGG144A	YGG145B	YGG151B	YGG153A

หมายเหตุ

GG = กลุ่มสีเขียว (Green Group)

YGG = กลุ่มสีเหลือง (Yellow Green Group)

3. Total Soluble Solid (TSS.)

ภายหลังจากที่นำมะนาว ซึ่งบรรจุในถุงพลาสติก ตามวิธีการทดลอง แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส พบว่าภายหลังจากการทดลอง 7 วัน ค่า Total Soluble Solid (TSS.) ของมะนาว ที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าสูงสุดที่สุดคือ มีค่า 8.00 ปริกซ์ รองลงมาคือมะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 , 10 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่า TSS เท่ากับ 7.67 , 7.67 , 7.33 และ 6.33 ปริกซ์ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ในทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ภายหลังจากการทดลอง 14 วัน พบว่า มะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า TSS. สูงที่สุด คือมีค่า 8.00 ปริกซ์ รองลงมาคือ มะนาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 , 10 , 15 , และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่า TSS. เท่ากับ 7.67 , 7.33 , 6.67 , และ 6.33 ปริกซ์ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า การเก็บรักษามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ control และ ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ภายหลังจากการทดลอง 21 วัน พบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า TSS. สูงที่สุด คือมีค่า 7.67 ปริกซ์ รองลงมาคือมะนาวที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 , 10 , 15 , และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจะมีความ TSS. เท่ากับ 7.00 , 7.67 , 6.00 , และ 6.00 ปริกซ์ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า การเก็บรักษามะนาวในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ภายหลังจากการทดลอง 28 วัน พบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า TSS. สูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 8.67 ปริกซ์ รองลงมาคือ มะนาวที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 , 10 , 15 , และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจะมีความ TSS. เท่ากับ 8.00 , 8.00 , 7.80 , และ 7.47 ปริกซ์ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ในทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4. แสดงค่า Total Soluble Solid ของมะนาวภายหลังการทดลอง 7, 14, 21 และ 28 วัน

วิธีการ	Total Soluble Solid			
	จำนวนวันหลังทดลอง (วัน)			
	7	14	21	28
CO ₂ 0%	8.00a	8.00a	7.67a	8.67a
CO ₂ 5%	7.33a	7.67ab	7.00ab	8.00a
CO ₂ 10%	7.67a	7.33abc	6.67ab	8.00a
CO ₂ 15%	7.67a	6.67ab	6.00b	7.80a
CO ₂ 20%	6.33a	6.33c	6.00b	7.47a

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ตามหลังนั้นในแนวตั้งที่ไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ LSD

4. น้ำหนักของมะนาว

ภายหลังจากที่นำมะนาว ซึ่งบรรจุถุงพลาสติกตามวิธีการทดลอง แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการทดลอง 7 วันเราพบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักลดลง น้อยที่สุด คือ มีน้ำหนักลดลง 0.29 กรัม รองลงมาคือมะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 , 5 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กล่าวคือมีน้ำหนักลดลง คือ 0.30 , 0.33 , 0.33 , และ 0.32 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 5) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ภายหลังจากการทดลอง 14 วัน พบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักลดลง น้อยที่สุด คือ มีน้ำหนักลดลง 0.45 กรัม รองลงมาคือ มะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 , 5 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กล่าวคือมีน้ำหนักลดลง คือ 0.39 , 0.41 , 0.41 , และ 0.42 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 5) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ภายหลังจากการทดลอง 21 วัน พบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักลดลง น้อยที่สุด คือ มีน้ำหนักลดลง 0.45 กรัม รองลงมาคือ มะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 , 5 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กล่าวคือมีน้ำหนักลดลง คือ 0.47 , 0.50 , 0.53 , และ 0.54 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 5) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ภายหลังจากการทดลอง 28 วัน พบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักลดลง น้อยที่สุด คือ มีน้ำหนักลดลง 0.71 กรัม รองลงมาคือ มะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 , 10 , 5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กล่าวคือมีน้ำหนักลดลง คือ 0.76 , 0.79 , 0.80 , และ 0.82 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 5) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 5. แสดงน้ำหนักของมะนาวที่ลดลง ภายหลังจากทดลอง 7 , 14 , 21 , และ 28 วัน

วิธีการ	น้ำหนักของมะนาวที่ลดลง (กรัม)			
	จำนวนวันหลังทดลอง (วัน)			
	7	14	21	28
CO ₂ 0%	0.30a	0.39a	0.47a	0.82a
CO ₂ 5%	0.33a	0.41a	0.50a	0.80a
CO ₂ 10%	0.29a	0.39a	0.45a	0.71a
CO ₂ 15%	0.33a	0.41a	0.53a	0.76a
CO ₂ 20%	0.32a	0.42a	0.54a	0.79a

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ตามหลังไม่เหมือนกันนั้นในแนวตั้งนั้น มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการเปรียบเทียบแบบ LSD

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองครั้งนี้ สามารถสรุปได้คือ

- สีผิว พบว่าการเก็บรักษามะนาวในถุงพลาสติก โดยเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในถุงพลาสติก 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส จะมีสีผิวเขียวสดได้ยาวนานที่สุด คือ 28 วัน ส่วนมะนาวที่เก็บในถุงพลาสติก ที่ระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีสีเขียวสดได้เพียง 7 วัน และการเก็บมะนาวที่ในถุงพลาสติก ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีสีผิวสีเขียวสดได้เพียง 14 วัน

- Total Soluble Solid (TSS.) พบว่าการเก็บรักษามะนาว โดยเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงพลาสติก 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า TSS. สูงที่สุด และพบว่ามะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า TSS. ต่ำที่สุด

- น้ำหนักของมะนาวในการทดลอง พบว่าการเก็บรักษามะนาว โดยการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด ช่วงภายหลังจากทดลอง 21 วัน ส่วนมะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักลดลงมากที่สุด แต่เมื่อเราทำการทดลองต่อไปพบว่า ภายหลังจากทดลอง 28 วันมะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด และมะนาวที่บรรจุถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักลดลงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2533. อนุสารสถิติและข้อมูลการเกษตร. กองแผนงานและ
โครงการพิเศษ กรมส่งเสริม, กรุงเทพฯ 133 น.
- กรมอนามัย. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กระทรวงสา
ธารณสุข, กรุงเทพฯ. 28 น.
- กาญจนา ภิญโญภาพ. 2530. การศึกษาโรคแคงเกอร์บนกิ่งตอนของมะนาวที่เกิดจากเชื้อ
Xanthomonas campestris pv. *citri* (Hasse) Oye. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- งามทิพย์ ภู่วโรคม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. ลินคอร์นโปรโมชัน, กรุงเทพฯ. 13-
30น.
- นวลจันทร์ เขียวขจี, วราภรณ์ นุชน้อย และ โอภาส วุฑราพงษ์วัฒนา. 2518 . ภาควิชา วิทยาศาสตร์
การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิรนาม. 2524 . สมุนไพรอันดับ 2 . โครงการวิจัยสมุนไพร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,กรุงเทพฯ.
_____ 2530 . อุทยานสมุนไพร พุทธมณฑล . สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 283น.
- นันทนา แก้วอุบล. 2531. การทดลองเก็บมะนาวสด, ในการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยี
หลังการเก็บเกี่ยวส้มเพื่อการส่งออก.สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประ-
เทศไทย, กรุงเทพฯ
- ประกิจ ดวงพิบูล. 2531. พันธุ์ การดูแลรักษาส้มเขียวหวาน ส้มโอ ส้มเซ็ง และมะนาว, ในประชุม
เชิงปฏิบัติการ เรื่องเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวส้มเพื่อการส่งออก.สถาบันวิจัยวิทยา
ศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- สดศรี เนียมเปรม. 2537. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำมะนาวสดแช่เยือกแข็ง. ปัญหา
พิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 65น.
- สมชาย สุนทรสิงห์. 2531. การส่งเสริมการปลูกส้ม - มะนาว, ในการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง
เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวส้มเพื่อการส่งออก. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประ
เทศไทย, กรุงเทพฯ.
- สราวุธ พัฒนพานิชกุล และ ชูตินันท์ สิริยานนท์. 2531. รายงานเรื่องมะนาว. ฝ่ายวิเคราะห์การ
ตลาด 2 กองเศรษฐกิจการตลาด กรมการค้าภายใน, กรุงเทพฯ. 88น.

- สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2535. สวนมะนาว. ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบทแจ้งวัฒนะ,นนทบุรี. 63 น.
- อรรณพ วราธศวปติ, สมโภชน์ โกมลมณี และสุชามนตรี พุฒศิริ. 2532. ผลของการเคลือบและการใส่ถุงพลาสติก ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว, ในสัมมนาวิชาการเรื่องการเคลือบผิวผักผลไม้เพื่อการส่งออก. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- อาชว์ เตานนท์. 2530. โครงการศึกษาการใช้วิทยาการที่เหมาะสมสำหรับผักสดและผลไม้สดเพื่อการส่งออก. บริษัทการจัดการเกษตรและอุตสาหกรรม จำกัด, กรุงเทพฯ. 240น.
- Baker, R.C., P.W. Hahn and K.R. Robbins. 1988 Developments in Food Sciences 16, Fundamentals of New Food Product Development. Elsevier Science Publishing Comp, Inc., New York. 287 p.
- Tressler and M.A. Joslyn (eds.). Fruit and vegetable produce with sulphur dioxide and sulfite. Advances in Food Res. 5:97-160.
- Kefford, J.F. 1959. The chemical constituents of citrus fruits. Adv. Food Res. 9:285-372.
- Kosiyachinda, S. 1967. Fruit growth of limes citrus aurantifolia (Christm). Swingle, and effect of postharvest treatment on keeping quality. M.Sc. Thesis, Univ. of Hawaii. Manao
- Labuza, T.P. 1986. Shelf life Dating of foods. Food & Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut. 500p.



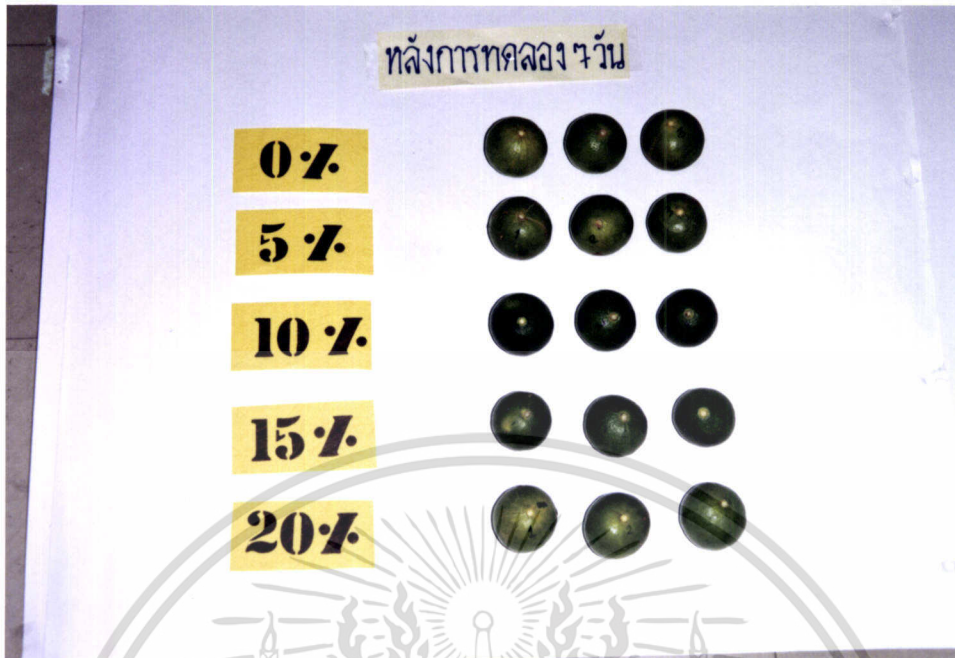
ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของผลมะนาว ก่อนการทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะภายนอกของการทดลองทุกการทดลอง



ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของมะนาวหลังการเก็บรักษา 7 วัน



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของมะนาวหลังการเก็บรักษา 14 วัน



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะภายนอกสีผิวของมะนาวหลังการเก็บรักษา 28 วัน