

## คุณภาพของผลพลับพันธุ์ Xichu ที่กำจัดความฝาดโดยสภาพสุญญากาศ

### Quality of Vacuum Deastringent "Xichu" Persimmon

ดนัย บุญเกียรติ<sup>1/</sup> สุระศักดิ์ ขาญขำนิ<sup>2/</sup> และมานิช ปรากรุต<sup>2/</sup>  
*Danai Boonyakiat<sup>1/</sup> Surasak Chanchumni<sup>2/</sup> and Manoch Prakrut<sup>2/</sup>*

**Abstract :** "Xichu" persimmon which deastringenced by vacuum condition and carbon dioxide showed different quality. Appearance of vacuum treated fruit was better than CO<sub>2</sub> treated fruit. Vacuum treated fruit showed higher fruit firmness and longer storage life than CO<sub>2</sub> treated fruit. Vacuum treated fruit qualities decreased during storage for 13 weeks at 4 degree celcius. Fruit firmness dramatically declined in week 11. The level of titratable acidity tended to reduce over time. Total soluble solids decreased in first 4 weeks and remain at the same level until the end of storage. Vitamin C content decreased gradually during 13 weeks storage. Acceptability of consumer was highest when stored vacuum treated fruit for 10 weeks. Acceptability decreased when fruit was left at room temperature more than 1 day.

**บทคัดย่อ :** ผลพลับพันธุ์ Xichu ซึ่งกำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศและคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณภาพที่แตกต่างกับผลพลับที่กำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศมีลักษณะปรากฏดีกว่าผลพลับที่กำจัดความฝาดโดยวิธีใช้คาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนั้นยังมีความแน่นเนื้อสูงกว่า และอายุการเก็บรักษานานกว่าด้วย เมื่อเก็บรักษาผลพลับซึ่งกำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศนาน 13 สัปดาห์ที่ 4 องศาเซลเซียส ผลพลับมีคุณภาพลดลง โดยความแน่นเนื้อจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดในสัปดาห์ที่ 11 ของการเก็บรักษา ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาแล้วจึงมีปริมาณคงที่จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ปริมาณวิตามินซีของผลพลับลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 13 สัปดาห์ ผู้บริโภคยอมรับลดลงเมื่อวางผลพลับไว้ที่อุณหภูมิห้องเกินกว่า 1 วัน

**Index words :** พลับ, การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวพลับ Persimmon, Xichu, Vacuum deastringent

1/ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

2/ มูลนิธิโครงการหลวง

Royal Project Foundation, Chaing Mai, Thailand

## คำนำ

พลับ (*Diospyros kaki*) เป็นผลไม้ที่มีการปลูกกันมากในภาคเหนือเป็นเวลานานแล้ว พันธุ์ที่ปลูกทั่วไปเป็นพันธุ์ที่มาจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และในระยะหลังมูลนิธิโครงการหลวง ได้นำพันธุ์จากไต้หวันเข้ามาปลูก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลับฝาด ซึ่งเมื่อยังไม่สุกจะมีรสฝาด ถ้าหากจะรับประทานต้องผ่านกรรมวิธีลดความฝาดเสียก่อน (สุรินทร์, 2534) พลับพันธุ์ Xichu เป็นพลับซึ่งนำเข้ามาจากไต้หวัน มีลักษณะผลค่อนข้างแบนเป็นพลับฝาด ชนิด Pollination constant ผลอาจจะมีรูปร่างกลมจนถึงเป็นเหลี่ยม บางครั้งอาจพบลักษณะสี่เหลี่ยมจนถึงแปดเหลี่ยม เนื้อมีสีเหลืองอ่อนๆ ไม่ว่าจะนิ่มหรือไม่มีเมล็ดก็ตาม (ปวิณ, 2536) สารซึ่งทำให้พลับมีรสฝาดคือ แทนนิน ซึ่งละลายน้ำได้จัดเป็นสารประกอบฟีนอล (Phenolic compound) ซึ่งมีชื่อสามัญว่า Diospyrin พลับฝาดมีแทนนินเป็นองค์ประกอบประมาณ 0.80-1.94 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด (มานิตย์, 2525) เมื่อผ่านการกำจัดความฝาดแล้วแทนนินจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งทำให้พลับหายฝาด (Yonemori, 1987) ตามปกติแล้วพลับที่ผ่านกระบวนการกำจัดความฝาดแล้วจะมีอายุการวางจำหน่ายสั้นกว่าพลับหวาน และยังมีอายุการเก็บรักษาสั้นลงด้วย (ปวิณ, 2536) คุณภาพของผลพลับซึ่งกำจัดความฝาดโดยวิธีการที่ต่างกันจะไม่เหมือนกัน เช่น การกำจัดความฝาดโดยใช้ไฮโดรลิกจะทำให้ผลมีรสชาดไม่ดี ส่วนการกำจัดความฝาดโดยใช้อัลทราซาวด์จะทำให้ผลพลับมีกลิ่นอัลทราซาวด์ติดอยู่ และมักจะเสียไปภายใน 2-3 วัน หลังการกำจัดความฝาด (สุรินทร์, 2534) การกำจัดความฝาดโดยวิธีการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำให้เกิดความผิ

ปกติทางสรีรวิทยา คือ มีการนิ่มของผลตรงส่วนกินผล ภายหลังจากการกำจัดความฝาด และสีของรอยนิ่มจะกลายเป็นสีน้ำตาลดำภายใน 1-2 วัน (Monselise, 1986) การกำจัดความฝาดโดยวิธีการบรรจุลงในถุงพลาสติกภายใต้สภาพสุญญากาศเป็นวิธีการกำจัดความฝาดแบบใหม่ ซึ่งประหยัดเวลาเพราะสามารถจำหน่ายผลพลับได้ในสภาพถุงพลาสติกซึ่งบรรจุเพื่อการกำจัดความฝาด และยังเป็นวิธีที่ประหยัดแรงงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคผลพลับพันธุ์ Xichu ซึ่งผ่านการกำจัดความฝาด โดยสภาพสุญญากาศ

## อุปกรณ์และวิธีการ

ผลพลับพันธุ์ Xichu จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ในระยะความแก่ซึ่งมีสีเหลือง 80 เปอร์เซ็นต์ เก็บเกี่ยวในตอนเย็นแล้วจึงขนส่งมายังมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในวันรุ่งขึ้น คัดเลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน และมีลักษณะดี ไม่ช้ำหรือมีแผล การศึกษาครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง

**การทดลองที่ 1** เป็นการศึกษาผลพลับ ซึ่งผ่านการกำจัดความฝาดโดยวิธีการต่างๆ 4 วิธีการ เปรียบเทียบกับผลพลับซึ่งไม่ผ่านการกำจัดความฝาด คือ

**วิธีการที่ 1** นำผลพลับบรรจุถุงพลาสติก Nylon-LLDPE ซึ่งมีความหนา 80 ไมครอน ขนาด 18 x 28 ซม. จำนวน 4 ผล แล้วนำไปปิดปากถุงและทำให้สภาพภายในถุงพลาสติกเป็นสุญญากาศโดยเครื่อง Vacuum Packaging Machine with Cham-

ber MOD. LAPACK 900 S แล้วจึงนำผลกลับไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**วิธีการที่ 2** บรรจุผลพลับลงในถุงพลาสติก HDPE ขนาด 76 x 120 ซม. แล้วดูดอากาศภายในออกจนหมดแล้วจึงเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปจนถุงมีลักษณะพองเต็มที่แล้วจึงปิดปากถุงให้สนิทปล่อยกลับไว้ในสภาพบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์นาน 48 ชั่วโมง จึงนำผลกลับมาบรรจุถุงซึ่งมีสภาพสูญญากาศ แล้วจึงเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**วิธีการที่ 3** คือ กำจัดความฝาดของผลพลับโดยวิธีที่ 2 นาน 48 ชั่วโมง แล้วจึงบรรจุลงถาดโฟลิสไทรินแล้วหุ้มด้วยพลาสติก PVC แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**วิธีการที่ 4** เป็นวิธีการที่นำผลกลับมาเก็บรักษาในห้องที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน แล้วจึงนำมากำจัดความฝาดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นาน 48 ชั่วโมง

ผลพลับจากทุกวิธีการ ได้รับการตรวจสอบคุณภาพทุกสัปดาห์เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ครั้งละ 12 ผล (ซึ่งแบ่งเป็น 4 ซ้ำๆ ละ 3 ผล)

### การบันทึกผลการทดลอง

**ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ :** นำเนื้อพลับซึ่งปอกเปลือกแล้วมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักมา 50 กรัม ปั่นรวมกันให้ละเอียดรวมกับน้ำ 100 มิลลิลิตร นำน้ำปั่นที่ได้มา 20 มิลลิลิตร ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N จนฟีนอล์ฟทาเลอินเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตร

ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้แล้วคำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้} = \frac{1}{10} \times \frac{\text{normality of NaOH} \times \text{equi.wt. of acid} \times \text{titer}}{\text{wt. of sample used.}}$$

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ :** นำผลพลับจำนวน 3 ผล มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วปั่นรวมกัน นำสารละลายที่ได้มากรองแล้วนำสารละลายที่ผ่านการกรองมาหยดลงบนปริซึมของเครื่อง Hand refractometer แล้วอ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นองศาบริกซ์

**ปริมาณวิตามิน ซี :** นำผลพลับจำนวน 3 ผล มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักมา 50 กรัม เติมน้ำตาลละลายกรดออกซาลิก 0.4 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 100 มิลลิลิตร ปั่นรวมกันนาน 30 วินาที แล้วจึงนำสารละลายที่ได้มา 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยกรดออกซาลิก 0.4 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วจึงนำมาไทเทรตกับ Indophenol dye 0.04 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งเกิดสีชมพูขึ้น แล้วบันทึกปริมาณ Indophenol dye ที่ใช้ คำนวณหาปริมาณวิตามินซีจากสูตร

$$\text{ปริมาณวิตามินซี} = \frac{\text{มิลลิกรัมของวิตามินซีที่ไทเทรตได้} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)}}$$

**ความแน่นเนื้อ :** วัดค่าของความแน่นเนื้อผลละ 3 จุด คือ ด้านหัวผล กลางผล และด้านล่างของผล โดยใช้เครื่อง Metek Hunter Spring ขนาด 10 กก. ลักษณะหัวที่ใช้เป็น Cone shape มีขนาด 7.5 x 5.5 มิลลิเมตร

**การวางแผนการทดลอง** วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (4 x 7) โดยมีวิธีการทั้งหมด 4 วิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ นำผลพลับออกมาตรวจสอบคุณภาพทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 12 ผล ซึ่งแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ผล

**การทดลองที่ 2** เป็นการศึกษาถึงคุณภาพของผลพลับซึ่งกำจัดความฝาดโดยวิธีใช้สุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ จึงนำ ผลพลับ 12 ผล มาวางที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน แล้วจึงตรวจสอบคุณภาพหลังจากนั้นนำผลพลับที่เก็บรักษามาตรวจสอบคุณภาพซ้ำทุกๆ สัปดาห์ ต่อไปอีก 9 สัปดาห์ แต่ละครั้งใช้ผลพลับ 12 ผล

**การบันทึกผลการทดลอง** วิธีเดียวกันกับการทดลอง ที่ 1

**การวางแผนการทดลอง** วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (3 x 11) โดยมีวิธีการทั้งหมด 3 วิธีการ และจำนวนครั้งที่นำผลพลับมาตรวจสอบคุณภาพ 11 ครั้ง ครั้งละ 12 ผล ซึ่งแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ผล

**การทดลองที่ 3** เป็นการศึกษาถึงการยอมรับของผู้บริโภคผลพลับซึ่งกำจัดความฝาด โดยการใช้สุญญากาศ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 สัปดาห์ แล้วจึงนำออกมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคครั้งแรกเมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน หลังจากนั้นจึงนำมาทดสอบทุกๆ 2 สัปดาห์ จนครบ 10 สัปดาห์ การทดลองนี้ใช้

ผู้บริโภค 10 คน ซึ่งเป็นคนกลุ่มเดียวกันตลอดการทดลอง โดยจัดคะแนนการยอมรับดังนี้

|         |     |                 |
|---------|-----|-----------------|
| 5 คะแนน | คือ | ชอบมาก          |
| 4 คะแนน | คือ | ชอบ             |
| 3 คะแนน | คือ | เฉยๆ            |
| 2 คะแนน | คือ | ไม่ชอบ          |
| 1 คะแนน | คือ | ไม่ชอบมาก       |
| 0 คะแนน | คือ | ไม่ยอมรับ (ฝาด) |

## ผลการทดลอง

### การทดลองที่ 1

ผลพลับซึ่งผ่านการกำจัดความฝาดโดยสภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีลักษณะภายนอกที่ไม่เปลี่ยนแปลงเลยเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 9 สัปดาห์ ผลพลับกลุ่มนี้แสดงอาการฉ่ำน้ำขึ้นที่บริเวณเนื้อซึ่งทำให้เนื้อผลพลับมีลักษณะใส และหมดสภาพการจำหน่าย ส่วนการกำจัดความฝาดโดยวิธีใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศนั้นผลพลับจะเกิดอาการฉ่ำน้ำภายในผลเมื่อเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ ส่วนการกำจัดความฝาดโดยการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสนั้นผลพลับจะแสดงลักษณะจุดสีดำเกิดขึ้นที่ผิวภายนอกอาการดังกล่าวจะรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจนหมดสภาพการจำหน่ายในสัปดาห์ที่ 6 ส่วนการเก็บรักษาผลพลับไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 5 วัน แล้วจึงนำออกมากำจัดความฝาดนั้น เมื่อเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ผลพลับจะนิ่มและหมดสภาพการจำหน่าย



**Table 1** Effect of deastringent methods on quality of "Xichu" persimmon.

| Deastringent methods           | Firmness (kg) | Soluble solids (° Brix) | Vitamin C (mg/100 g) | pH      | Titrateable acidity (%) |
|--------------------------------|---------------|-------------------------|----------------------|---------|-------------------------|
| Vacuum + 5 °C                  | 5.27 a        | 17.76 a                 | 30.55 a              | 5.38 a  | 0.20 a                  |
| CO <sub>2</sub> + Vacuum +5 °C | 5.08 a        | 15.13 b                 | 25.18 b              | 5.49 ab | 0.11 b                  |
| CO <sub>2</sub> + 5 °C         | 3.90 b        | 15.56 b                 | 25.19 b              | 5.26 c  | 0.12 b                  |
| 5 °C + CO <sub>2</sub>         | 2.35 c        | 15.90 b                 | 22.19 b              | 5.47 b  | 0.15 ab                 |

เมื่อศึกษาถึงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลพลับที่กำจัดความฝาดโดยวิธีการต่างๆ ผลปรากฏว่า ผลพลับที่กำจัดความฝาด โดยวิธีสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความแน่นเนื้อ pH ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และวิตามินซีสูงกว่าผลพลับในกลุ่มอื่นๆ คือ เท่ากับ 17.76 °บ릭ซ์ 5.27 กก. 5.38 0.20 เปอร์เซ็นต์ และ 30.55 มก/100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) วิธีการที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กำจัดความฝาดของผลพลับโดยไม่เกี่ยวข้องกับการใช้สุญญากาศทำให้ผลพลับมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ ผลพลับเป็น

ผลไม้ที่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำ คือ อยู่ในช่วง 0.11-0.20 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บรักษาผลพลับเป็นเวลา 9 สัปดาห์นั้น ผลพลับที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ก่อนนำมากำจัดความฝาดเน่าเสียไปก่อนในสัปดาห์ที่ 8 จึง วิเคราะห์ ผลการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 7 ซึ่งจากการเก็บรักษา นาน 7 สัปดาห์นั้นพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำได้ ความแน่นเนื้อ และวิตามินซีลดลงใน ระหว่างการเก็บรักษา ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรต ได้และ pH จะผันแปรระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 2)

**Table 2** Effect of storage time at 4 °C on quality of "Xichu" persimmon.

| Storage time (week) | Firmness (kg) | Soluble solids (° Brix) | Vitamin C (mg/100 g) | pH      | Titrateable acidity (%) |
|---------------------|---------------|-------------------------|----------------------|---------|-------------------------|
| 0                   | 4.62 ab       | 19.49 a                 | 39.03 a              | 5.51 ab | 0.20 ab                 |
| 1                   | 5.17 a        | 16.14 b                 | 22.98 cd             | 5.51 ab | 0.10 c                  |
| 2                   | 5.09 a        | 15.34 cd                | 27.18 b              | 5.55 ab | 0.22 a                  |
| 3                   | 5.26 a        | 15.87 bcd               | 25.28 bc             | 5.23 c  | 0.12 bc                 |
| 4                   | 4.14 ab       | 16.40 bc                | 26.22 bc             | 5.26 c  | 0.12 bc                 |
| 5                   | 3.51 bc       | 15.15 cd                | 22.33 cd             | 5.44 b  | 0.13 bc                 |
| 6                   | 2.67 c        | 14.71 d                 | 24.11 bc             | 5.53 ab | 0.13 bc                 |
| 7                   | 2.74 c        | 14.79 d                 | 19.07 d              | 5.58 a  | 0.13 bc                 |

## การทดลองที่ 2

จากการทดลองที่ 1 ผลปรากฏว่า การกำจัดความฝาดโดยใช้สุญญากาศแล้วเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำให้ผลพลับพันธุ์ในด้านความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซี ดีที่สุด และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด จึงนำวิธีการกำจัดความฝาดดังกล่าวมาทดลองซ้ำ ซึ่งผลปรากฏว่าปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อของผลพลับพันธุ์ที่กำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศแล้วเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำมาวางที่อุณหภูมิห้อง 2,

4 และ 6 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำออกจากห้องเย็นมาวางที่อุณหภูมิห้อง 6 วัน จะทำให้ pH ลดลงเหลือ 5.01 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการวางเอาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 และ 4 วัน ซึ่งผลพลับพันธุ์มี pH เท่ากับ 5.44 และ 5.31 ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อวางไว้ในอุณหภูมิห้องนาน 4 วัน และ 6 วัน และปริมาณวิตามินซี ลดลงจาก 18.18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อวางไว้ 2 วัน เป็น 16.76 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเมื่อวางไว้ 6 วัน (ตารางที่ 3)

Table 3 Effect of duration on shelf after diastringence on quality of "Xichu" persimmon.

| Duration on shelf (day) | Firmness (kg) | Soluble solids (° Brix) | Vitamin C (mg/100 g) | pH     | Titrateable acidity (%) |
|-------------------------|---------------|-------------------------|----------------------|--------|-------------------------|
| 2                       | 3.67 a        | 15.87 a                 | 18.18 a              | 5.44 a | 0.15 b                  |
| 4                       | 3.53 a        | 15.60 a                 | 16.30 b              | 5.31 a | 0.17 a                  |
| 6                       | 3.27 a        | 15.62 a                 | 16.76 b              | 5.01 b | 0.17 a                  |

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลพลับพันธุ์แปรไประหว่างการเก็บรักษา แต่เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเมื่อ 13 สัปดาห์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงอย่างมาก ในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา โดยลดลงจาก 19.52°บริกซ์ ในวันที่เริ่มต้นการเก็บรักษาเหลือ 15.49°บริกซ์ ในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังจากนั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จนสิ้นสุดการทดลองความแน่นเนื้อของผลพลับพันธุ์ลดลง จาก 5.10 กก. ในวันเริ่มต้น เหลือเพียง 2.91 กก. ในสัปดาห์ที่ 13 ของการเก็บรักษา ความแน่นเนื้อ ได้ลดลงเหลือ 2.75 กก. ในสัปดาห์ที่ 11 ของการ เก็บรักษา ซึ่งเป็นการลดลงอย่างมาก ปริมาณ วิตามินซีมีลักษณะผันแปรไปในการเก็บ รักษา แต่มีแนวโน้มลดลงโดยลดลงจาก 39.42 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา เหลือเพียง 13.34 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเมื่อ สิ้นสุดการเก็บรักษา (ตารางที่ 4)

Table 4 Effect of storage time at 4°C on quality of "Xichu" persimmon.

| Storage time<br>(week) | Firmness<br>(kg) | Soluble solids<br>(° Brix) | Vitamin C<br>(mg/100 g) | pH        | Titratable acidity<br>(%) |
|------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| 0                      | 5.10 a           | 19.52 a                    | 39.42 a                 | 5.50 a    | 0.20 a                    |
| 4                      | 3.99 ab          | 15.49 bc                   | 23.44 b                 | 5.49 ab   | 0.15 cde                  |
| 5                      | 3.70 bc          | 15.31 b                    | 22.39 b                 | 5.45 ab   | 0.14 de                   |
| 6                      | 3.68 bc          | 15.66 b                    | 11.38 d                 | 5.32 abc  | 0.13 e                    |
| 7                      | 3.65 bc          | 14.80 d                    | 6.23 e                  | 5.32 abc  | 0.13 e                    |
| 8                      | 3.10 bcd         | 14.93 cd                   | 6.72 e                  | 5.25 abcd | 0.19 ab                   |
| 9                      | 3.28 bcd         | 15.57 b                    | 16.88 e                 | 5.18 bcd  | 0.18 abc                  |
| 10                     | 3.47 bcd         | 15.13 bcd                  | 16.88 c                 | 5.05 cd   | 0.16 bcde                 |
| 11                     | 2.75 d           | 15.31 bcd                  | 16.36 c                 | 4.94 d    | 0.19 ab                   |
| 12                     | 3.18 cd          | 15.49 bc                   | 15.58 c                 | 5.21 abcd | 0.18 abc                  |
| 13                     | 2.91 d           | 15.50 bc                   | 13.34 cd                | 5.07 cd   | 0.17 abcd                 |

## การทดลองที่ 3

หลังจากเก็บรักษาผลพลับไว้ได้นาน 1 เดือน เมื่อนำออกมาจากห้องเย็นแล้วให้ผู้ชิม ชิมทันที ปรากฏว่าคะแนนการยอมรับเท่ากับ 3.1 ซึ่งอยู่ในระดับเฉยๆ แต่เมื่อนำมาวางไว้ในอุณหภูมิห้อง 1 วัน ผู้ชิมกลับไม่ยอมรับพลับดังกล่าว โดยมีคะแนนการยอมรับเหลือเพียง 0.5 และ 0.2 เมื่อผลพลับอยู่ในถุงและนำออกจากถุงแล้วตามลำดับ เมื่อวางไว้ในบรรยากาศปกติ 3 และ 4 วัน คะแนนการยอมรับของผลพลับซึ่งยังอยู่ในถุงสุญญากาศเพิ่มขึ้นเป็น 4.2 และ 3.7 ตามลำดับ แต่คะแนนการยอมรับของผลพลับที่นำออกจากถุงยังคงอยู่ในระดับที่ไม่ยอมรับ เมื่อเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นเป็น 4.4 เมื่อผู้บริโภคชิมทันที แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องผลพลับที่อยู่ในถุงจะมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.5 4.2 และ 3.2 ในวันที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยผลพลับจะเสียเพราะสุกเกินไปทั้งหมดในวันที่ 4 ที่อุณหภูมิห้อง

เมื่อพิจารณาถึงผลพลับที่อยู่นอกถุงสุญญากาศ การยอมรับจะลดลงในระหว่างวางผลพลับไว้ในสภาพบรรยากาศปกติจาก 4.4 ในวันที่ 1 เป็น 3.5 และ 1.8 ในวันที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และผลพลับจะหมดสภาพการจำหน่ายภายในวันที่ 4 เมื่อเก็บรักษาไว้ 8 สัปดาห์ คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลพลับที่นำออกจากห้องเย็นและที่วางไว้ในอุณหภูมิห้อง และ 2 วันในถุงสุญญากาศยังคงอยู่ในระดับที่ خوب แต่ในวันที่ 3 คะแนนการยอมรับจะลดลงเหลือเพียง 2.6 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่ชอบถึงเฉยๆ ส่วนผลพลับที่อยู่นอก ถุงคะแนนการยอมรับจะลดลงเหลือ 3.1 ในวันที่ 2 ของการวางที่อุณหภูมิห้อง ผลพลับทั้งหมดจะเสียไปในวันที่ 4 เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 10 สัปดาห์ คะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.9 4.1 2.5 และ 2.5 สำหรับผลพลับที่วางไว้ในอุณหภูมิห้องในถุงสุญญากาศนาน 0, 1, 2 และ 3 วันตามลำดับ ผลพลับทั้งหมดจะเสียไปในวันที่ 4 (ตารางที่ 5)

**Table 5** Effect of storage time on acceptability of consumer in vacuum deastringent "Xichu" persimmon.

| Storage time<br>(week) | Acceptability (Point)                       |        |        |        |        |        |        |          |          |
|------------------------|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
|                        | Duration on shelf at room temperature (day) |        |        |        |        |        |        |          |          |
|                        | 0                                           | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4        |          |
|                        |                                             | in bag | in air | in bag | in air | in bag | in air | in bag   | in air   |
| 4                      | 3.1                                         | 0.5    | 0.2    | 1.7    | 0.7    | 4.2    | 0.3    | 3.7      | 0        |
| 6                      | 4.4                                         | 4.5    | 4.4    | 4.2    | 3.5    | 3.2    | 1.8    | overripe | overripe |
| 8                      | 4.6                                         | 4.4    | 4.3    | 4.0    | 3.1    | 2.6    | 1.7    | overripe | overripe |
| 10                     | 4.9                                         | 4.1    | 4.7    | 2.5    | 3.0    | 2.5    | 2.8    | overripe | overripe |

5 = like very much

4 = like

3 = moderately like

2 = dislike

1 = dislike very much

0 = unacceptable (astringence)

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่า ผลพลับ ที่กำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศ แล้วเก็บรักษา ไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อ สูงกว่าวิธีการอื่นๆ ซึ่งความแน่นเนื้อของ ผลพลับจัดเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดในการกำหนด ว่าผลพลับจะจำหน่ายได้หรือไม่ เมื่อผลพลับ มีความแน่นเนื้อลดลงถึงประมาณ 2 กก. ผลพลับ จะหมดสภาพการจำหน่าย ความแน่นเนื้อของ ผลพลับที่ลดลงจะสัมพันธ์กับการเกิดลักษณะ น้ำน้ำของเนื้อโดยเนื้อจะเปลี่ยนจากปกติเป็น ลักษณะใส ซึ่งมักจะเกิดภายในผลและจึงพัฒนา ออกสู่ผิว Kawada (1982) รายงานว่าปัจจัย ซึ่งจำกัดคุณภาพของผลพลับพันธุ์ฟูยู คือ การนึ่งของผล ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองครั้งนี้ สาเหตุที่ผลพลับอยู่ในสภาพสุญญากาศตลอดการ เก็บรักษามีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลพลับจากวิธีการ อื่นๆ นั้น อาจจะมีสาเหตุมาจากสภาพคัดแปลง

บรรยากาศที่เกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุช่วยลดการ อ่อนตัวลงของผลพลับ และยังช่วยเพิ่มอายุการ เก็บรักษาคั่วย (Ben-Arie and Zutkhi, 1992) Wright and Kader (1996) รายงานว่า ความแน่นเนื้อของ ผลพลับลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งในการ ทดลองนี้ก็ได้อธิบายในทำนองเดียวกัน การนึ่งของ ผลพลับใน ระหว่างกระบวนการสุกเกิดจากการ ละลายน้ำของเพกตินและมีการสูญเสียน้ำตาล อะราบีโนส และกาแลกโตส ออกไปจากผนังเซลล์ (Grant, 1992)

ของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลพลับ ซึ่งกำจัด ความฝาดโดยวิธีสุญญากาศสูงกว่าวิธีการอื่นๆ น่าจะเกิดจากผลพลับดังกล่าวจะหายฝาด เมื่อเก็บ รักษาไว้นานกว่า 1 เดือน ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ผลพลับจะหายฝาดภายใน 1.5 เดือน การที่ผลพลับ กลุ่มนี้หายฝาดช้ากว่ากลุ่มอื่นๆ อาจจะเป็นสาเหตุ ที่ทำให้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า วิธีการอื่นๆ เพราะความฝาดเกิดจากแทนนินในรูป



ที่ละลายน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ปวิณ, 2536) ซึ่งผลพลับกลุ่มนี้ไม่ได้หวานกว่ากลุ่มอื่นแม้ว่าจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าก็ตาม จากการทดลองที่ 1 และ 2 น่าจะสรุปได้ว่าผลพลับพันธุ์ Xichu ที่หายสาบสูญแล้วมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 15°บrix

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณของวิตามินซีของผลพลับซึ่งกำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศสูงกว่าวิธีการอื่นๆ และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นทั้งในสภาพอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรืออุณหภูมิห้องก็ตาม ปริมาณของวิตามินซีลดลงระหว่างการเก็บรักษา การสูญเสียวิตามินซีอาจจะเกิดจากการถูกออกซิไดซ์โดยเอนไซม์ เช่น เพอรอกซิเดสร่วมกับสารประกอบฟีนอล และเอนไซม์แอสคอบิก แอซิด ออกซิเดส ซึ่งจะมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดกระบวนการเสื่อมสภาพของเซลล์ (Mapson, 1970) การที่ผลพลับอยู่ในสภาพสุญญากาศซึ่งไม่มีออกซิเจนปรากฏอยู่ทำให้กระบวนการออกซิเดชันเกิดไม่ได้ จึงน่าจะอธิบายถึงผลของการทดลองนี้ได้ Wright and Kader (1997) พบว่า ปริมาณของวิตามินซีในผลพลับพันธุ์ฟูยลดลงเมื่อเก็บรักษานาน 7 วันและการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติจะทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงเร็วกว่าในสภาพคัดแปลงบรรยากาศ

จากผลการทดลองที่ 3 แสดงให้เห็นว่ารสชาติของผลพลับจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหลังจากที่เก็บรักษาไว้นานประมาณ 1 เดือนครึ่งและการวางผลพลับไว้ในสภาพอุณหภูมิสูง จะเก็บรักษาผลพลับที่กำจัดความฝาดโดยวิธีสุญญากาศ

ได้เพียง 1-2 วันเท่านั้น ดังนั้นการวางจำหน่ายผลพลับควรจะวางไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำประมาณ 4 องศาเซลเซียส เมื่อนำผลการทดลองที่ 1 มาพิจารณาจะเห็นว่าความแน่นเนื้อ ซึ่งเป็นข้อจำกัดอายุการวางจำหน่ายของผลพลับจะลดลงอย่างมากในสัปดาห์ที่ 6 แสดงให้เห็นว่าผลพลับยังมีคุณภาพดีทั้งด้านรสชาติและความกรอบ เมื่อเก็บรักษานานประมาณ 6 สัปดาห์ แต่ถ้าพิจารณาผลการทดลองที่ 2 อาจจะกล่าวได้ว่าผลพลับที่กำจัดความฝาดโดยสภาพสุญญากาศอาจจะเก็บรักษาได้ประมาณ 8 สัปดาห์ ซึ่งในสภาพความเป็นจริง การเก็บรักษาซึ่งทำให้มีผลพลับจำหน่ายนานออกไปถึง 6-8 สัปดาห์ก็จะทำให้สามารถแก้ปัญหาผลผลิตราคาตกต่ำ เนื่องจากมีจำนวนผลิตผลมากเกินไปในฤดูกาลได้

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ซึ่งสนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัย และอนุญาตให้ใช้ห้องเย็นในการเก็บรักษาผลพลับ

## เอกสารอ้างอิง

- ปวิณ ปุณศรี. 2536. คู่มือการปลูกไม้ผลเขตร้อนที่สำคัญ 5 ชนิด. กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 85 หน้า.  
มานิตย์ โฉมิตตะระกูล. 2525. การขจัดความฝาดในผลพลับด้วยแก๊ส CO<sub>2</sub> และการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 47 น.  
สุรินทร์ นิลสำราญจิต. 2534. เอกสารคำสอนไม้ผลเขตร้อน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 119-130.

- Ben- Arie, R. and Y. Zutkhi. 1992. Extending the storage life of Fuyu persimmon by modified-atmosphere packaging. HortSci. 27(7):811-813.
- Grant, T. M., E. A. Macrae and R.J. Redgwell. 1992. Effect of chilling injury on physicochemical properties of persimmon cell walls. Phytochemistry. 31(11):3739-3744.
- Kawada, K. 1982. Use of polymeric films to extend postharvest life and improve marketability of fruits and vegetables-Unipack : Individual wrapped storage of tomatoes, oriental persimmon and grapefruit, p. 87-99. In : D.G. Richardson and M. Meheriuk (eds).Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities.Sym. 1, corvallis, Ore. Timber Press, Oregon.
- Mapson, L.W. 1970. Vitamins in Fruits. In A.C. Hulme (ed). The Biochemistry of Fruits and Their Products. Academic press. New York. 369-984.
- Monselise, S. P. 1986. CRC Handbook of Fruit Set and Development. CRC press Inc., Boca Raton. Florida. P. 355-370.
- Wright, K. P. and A. A. Kader. 1997. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. Postharvest Bio. Tech. 10:39-48.
- Yonemori, K. and J. Matsushima. 1987. Morphological characteristics of tannin cells in Japanese persimmon fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5):812-817.