

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. ความแน่นเนื้อ

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทั้งสองระดับ โดยที่ความแน่นเนื้อของพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส วิธีการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะพบรอยชำบริเวณส่วนก้นของผลภายหลังการกำจัดความฝาด ซึ่งรอยชำนี้มีผลต่อการเร่งกระบวนการสุกของพลับ (Ito, 1971) ในรายงานของมานิตย์ (2525) พบว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดมีค่าของความแน่นเนื้อสูงกว่าพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ condensed polyphenols ในรูปของ monomer และ oligomer ไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสุก ส่วนพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เริ่มมีการสุกโดยที่ polymer ของ condensed polyphenols มีขนาดของโมเลกุลใหญ่เกินกว่าที่จะไปยับยั้งเอนไซม์ pectolytic อีกทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงมีผลต่อการเร่งการทำงานของเอนไซม์ polygalacturonase ทำให้เกิดการสลายตัวของสารโปรโตเพคตินซึ่งไม่ละลายน้ำได้ เป็นกรดเพคติกและเพคตินซึ่งละลายน้ำได้ (दनัย, 2535) การเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์นี้จะทำให้เซลล์แยกออกจากกัน จึงทำให้ความแน่นเนื้อของพลับลดลง (Eskin *et al.*, 1971)

ความแน่นเนื้อของผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมีความแตกต่างจากพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหลังจากเก็บรักษานานถึง 3 เดือน ซึ่งมีความแน่นเนื้อสูงสุดถึง 5.47 กิโลกรัม แตกต่างจากพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่สามารถเก็บรักษาได้นานเพียง 15 วันเท่านั้น ซึ่งมีความแน่นเนื้อ 2.33 กิโลกรัม และมีรสชาติผิดปกติ ให้ผลสอดคล้องกับผลการทดลองของวิลาวัลย์ และคณะ (2538) ที่รายงานว่าผลพลับที่บรรจุในสภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาใน

ห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อของผลค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บรักษานาน 3 เดือน และจะลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานมากขึ้น

ความแน่นเนื้อของผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศ มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาคือ 6.07 กิโลกรัม ให้ผลในทำนองเดียวกับการศึกษาของ Hong *et al.* (1993) พบว่าการบรรจุพลับพันธุ์ Cheongdo-Bansi และพันธุ์ Sangju-Dungsi ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนสามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้ และมีความแตกต่างจากพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยวิธี CTSD และพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Pesis *et al.* (1986) ที่รายงานว่าสามารถเก็บรักษาพลับได้นาน 16 วัน ในถุงโพลีเอทิลีนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยที่ความแน่นเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่มีการสะสมของสารระเหย เช่น แอลกอฮอล์ อันเป็นสาเหตุทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วทำให้ความแน่นเนื้อของพลับมีการลดลงอย่างรวดเร็ว และยังทำให้รสชาติผิดปกติหลังการเก็บรักษานาน 8-10 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาพบว่า ความแน่นเนื้อมีความสัมพันธ์กับวิธีการกำจัดความฝาดและอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศสามารถคงความแน่นเนื้อได้นานที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้วิธี CTSD ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษานั้น พบว่า ผลพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถคงความแน่นเนื้อได้ดีกว่าพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งความแน่นเนื้อของผลพลับจัดเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดในการกำหนดว่าผลพลับจะจำหน่ายได้หรือไม่ เมื่อผลพลับมีความแน่นเนื้อลดลงถึงประมาณ 2 กิโลกรัม ผลพลับจะหมดสภาพการจำหน่าย (दनियและคณะ, 2540)

## 2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองจะลดลงทีละน้อย เมื่อเทียบกับพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดซึ่งมีการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อย่างรวดเร็ว

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าในพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของ

พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดนี้จะลดลงที่ละน้อยหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้นขึ้น แสดงว่าพลับที่หายฝาดแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลดลง และหลังจากการเก็บรักษาไว้นานขึ้น

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยวิธี CTSD และพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาด มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศ และการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จะเห็นได้ว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นี้จะลดลงเช่นเดียวกับปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำได้ (Kosiyachinda et al., 1979) ซึ่งการกำจัดความฝาดในแต่ละวิธีจะมีผลต่อการลดลงของปริมาณแทนนินที่แตกต่างกัน โดยการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำได้ไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำได้รวดเร็วกว่าวิธีการอื่นๆ เนื่องจาก การกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ชักนำให้เกิดการสะสมของสารอะซี-อัลดีไฮด์ได้รวดเร็วกว่าการกำจัดความฝาดด้วยวิธีอื่น โดยสารอะซีอัลดีไฮด์นี้จะไปเร่งปฏิกิริยาการรวมตัวของแทนนินโดยทางอ้อมเพราะสารอะซีอัลดีไฮด์อยู่ในไซโทพลาซึมแต่แทนนินอยู่ในแวคคิวโอ เมื่อแทนนินที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงจึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงด้วย (มานิตย์, 2525) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดจะมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาคงเนื่องจากพลับมีการสุกบ้างแล้ว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำได้ไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำได้นี้จะเปลี่ยนแปลงได้เร็วหรือช้าขึ้นจะขึ้นอยู่กับระยะเวลา และกรรมวิธีการกำจัดความฝาด (Gazit and Adato, 1972)

### 3. ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำกว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับนี้ มีปริมาณคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งต่างกับพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเก็บรักษานานขึ้น

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยสภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำกว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในพลับที่ผ่านการกำจัด

ความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับนี้ มีปริมาณคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งแตกต่างกับผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ มีปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้ลดลงที่ละน้อยเมื่อเก็บรักษานานขึ้น

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยวิธี CTSD มีปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้สูงสุด รองลงมาคือผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาด และผลที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนผลที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศ จะมีปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้ต่ำสุด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้ จะเห็นได้ว่าปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการกำจัดความฝาด และอุณหภูมิในการเก็บรักษา จากรายงานของ Pesis and Ben-Arie (1984) พบว่าความแน่นเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้ในผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแน่นเนื้อจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน โดยการใช้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับที่สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์นี้มีผลทำให้เกิดการสะสมของอะซิติกดีไฮด์ในปริมาณสูง ผลพลับจึงสุกและนิ่มลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้น Pesis et al. (1986) รายงานว่าการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศหรือการทำให้เกิดสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเป็นการนำไปสู่การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงทำให้เกิดการสะสมของอะซิติกดีไฮด์และเอทานอลขึ้น ทำให้ผลพลับนิ่มลงตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้คือปริมาณกรดที่ไโตเตรทได้จะลดลงอย่างช้า ๆ ตลอดอายุการเก็บรักษา ดนัย (2539) กล่าวว่า การสะสมของกรดในผลไม้เกิดจากกรดที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจใน tricarboxylic acid cycle ในระหว่างการสุกของผลไม้ปริมาณกรดในผลไม้จะลดลง เนื่องจากมีการใช้ไปในการหายใจและจะผันแปรตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา

#### 4. ปริมาณวิตามินซี

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่าผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยปริมาณวิตามินซีในผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่ำกว่าผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่าผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่าผลที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยวิธี CTSD มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด รองลงมาคือ พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศ ตามด้วยพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาด โดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีจะเห็นได้ว่าปริมาณวิตามินซีขึ้นอยู่กับวิธีการกำจัดความฝาดและอุณหภูมิในการเก็บรักษา Turk (1993) รายงานว่าปริมาณวิตามินซีของผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีปริมาณลดลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน Pesis *et al.* (1986) กล่าวว่าวิธีการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศโดยการชักน้ำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีผลต่อการสะสมของปริมาณอะซีตัลดีไฮด์ และเอทธานอลทำให้ผลพลับสุกอย่างช้าๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณวิตามินซีโดยที่ปริมาณวิตามินซีจะมีค่าลดลงอย่างช้าๆ ตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ สายชล (2528) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาผลไม้ที่อุณหภูมิสูงมีผลต่อการเร่งกระบวนการออกซิไดซ์วิตามินซีให้เป็นสารอื่น เป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดการสูญเสียปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า ดนัย (2535) และกนกมณฑล (2526) กล่าวว่าปริมาณวิตามินซีจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ Homnava *et al.* (1990) รายงานว่าปริมาณวิตามินซีในผลพลับขึ้นอยู่กับพันธุ์ ซึ่งแต่ละพันธุ์มีปริมาณวิตามินซีแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ Hachiya มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 35 มิลลิกรัม/100 กรัม และพันธุ์ Fuyu มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 218 มิลลิกรัม/100 กรัม

การทดลองเปรียบเทียบคุณภาพของผลพลับที่ผ่านวิธีการกำจัดความฝาด 3 วิธี พบว่า พลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดในช่วงแรกของการเก็บรักษา มีปริมาณวิตามินสูงกว่าพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดด้วยวิธีอื่น และมีปริมาณลดลงต่ำกว่าพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดด้วยวิธีอื่นหลังจากการเก็บรักษาไว้นาน 23 วัน

## 5. ปริมาณแทนนิน

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณแทนนินต่ำกว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับ โดยปริมาณแทนนินของพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับพลับซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง เมื่อประเมินความฝาดด้วยการใช้วิธีแทนนินพรินท์ พบว่า พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดมีปริมาณแทนนินต่ำกว่าพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาด โดยที่ปริมาณ

แทนนินของพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากการทดลองของ Pesis and Ben-Arie (1986) พบว่าการสะสมของอะซิติกไซด์ที่เกิดขึ้นที่ละน้อยภายใต้สภาพที่ขาดออกซิเจนมีผลต่อกระบวนการลดความฝาดของผลพลับ โดยอะซิติกไซด์จะทำให้แทนนินที่ละลายน้ำเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถละลายน้ำได้จึงทำให้ความฝาดลดลง ซึ่งความฝาดจะหายไปอย่างช้า ๆ

จากการเปรียบเทียบกรรมวิธีการกำจัดความฝาดที่มีผลต่อปริมาณแทนนินนั้นพบว่าผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณแทนนิน ต่ำสุด รองลงมาคือพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้วิธี CTSD พลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาด และพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศ ซึ่งมีปริมาณแทนนินสูงสุด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแทนนินจะเห็นได้ว่าการลดลงของปริมาณแทนนินขึ้นอยู่กับวิธีในการกำจัดความฝาดและอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยที่การกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และโดยวิธี CTSD ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ปริมาณแทนนินลดลงอย่างรวดเร็ว แต่การกำจัดความฝาดโดยวิธี CTSD ความฝาดจะลดลงช้ากว่าการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการกำจัดความฝาดในวิธี CTSD จะต่ำกว่าการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้การสะสมของอะซิติกไซด์เป็นไปได้ในอัตราที่ช้ากว่า ข้อได้เปรียบของวิธีการกำจัดความฝาดโดยใช้วิธี CTSD นี้คือจะไม่ปรากฏลักษณะผิดปกติทางสรีรวิทยาซึ่งทำให้มีการเน่าของผลตรงส่วนกันผลภายหลังการกำจัดความฝาดเหมือนกับการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Pesis et al. (1988) ที่รายงานว่าพลับที่กำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีการสะสมของปริมาณอะซิติกไซด์ได้รวดเร็วกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -1 องศาเซลเซียส ซึ่งอะซิติกไซด์นี้มีผลต่อการเปลี่ยนแทนนินที่ละลายน้ำได้ไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำจึงทำให้พลับหยาบฝาดอย่างรวดเร็ว และ Kosiyachinda et al. (1979) รายงานว่า เมื่อประเมินความฝาดด้วยการใช้วิธีแทนนินพรินท์ พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับอุณหภูมิ 17 21 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องพบว่าปริมาณแทนนินของพลับที่กำจัดความฝาดที่อุณหภูมิห้องมีการลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีการกำจัดความฝาดที่อุณหภูมิอื่น และพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแทนนินถึงแม้ว่าเวลาผ่านไป 3 วันแล้ว Ben-Arie et al. (1993) พบว่า การชักนำให้พลับมีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยใช้สภาพสุญญากาศ หรือการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ แล้วตามด้วยการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำให้ความฝาดของพลับลดลงอย่างรวดเร็ว

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดนั้นเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 25 วัน ปริมาณแทนนินของพลับลดลงและมีค่าใกล้เคียงกับพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดทั้งสามวิธีคือ การรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การใช้สภาพสุญญากาศ และการใช้วิธี CTSD เนื่องมาจากพลับเริ่มมีการสุกจึงทำให้ความฝาดลดลงไปและสามารถบริโภคได้ แต่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่นิยมบริโภคพลับที่สุกที่มีเนื้อนิ่มและ (วิลาวัลย์และคณะ, 2538) จะเห็นได้จากค่าความแน่นเนื้อของพลับหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 25 วัน มีค่าต่ำกว่าพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดด้วยวิธีอื่นอย่างชัดเจน

## 6. ปริมาณเพคติน

จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ใน ammonium oxalate และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในกรดไฮโดรคลอริกนั้นสามารถบอกถึงความแน่นเนื้อหรือความแก่และสุกของผลไม้ได้ คือปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำและปริมาณเพคตินที่ละลายได้ใน ammonium oxalate จะเพิ่มขึ้นเมื่อความแน่นเนื้อของพลับลดลง ส่วนปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในกรดไฮโดรคลอริกจะมีปริมาณลดลงเมื่อผลพลับมีความแน่นเนื้อลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Taira *et al.* (1997) ที่รายงานว่า ปริมาณเพคตินรวมของพลับจะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อพลับมีความนิ่มเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อพลับนิ่มลง ส่วนปริมาณเพคตินที่ละลายได้ใน EDTA และเพคตินที่ละลายได้ในกรดไฮโดรคลอริกจะมีปริมาณลดลงเมื่อพลับมีความแน่นเนื้อลดลง

เมื่อผลไม้สุกจะมีลักษณะเนื้ออ่อนนิ่มลง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของผนังเซลล์จากลักษณะเนื้อแข็งของผลไม้ดิบ เนื่องจากเพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติน ในส่วนมิดเดิลลามลล่า (middle lamella) ที่ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ให้ติดกัน สารประกอบเพคตินที่อยู่ในผนังเซลล์ของผลไม้ดิบจะอยู่ในรูปของโปรโตเพคติน (protopectin) ซึ่งละลายน้ำไม่ได้ (insoluble pectin) เมื่อผลไม้สุกโปรโตเพคตินจะถูกสลายตัวกลายเป็นเพคตินและกรดเพคติก ซึ่งละลายน้ำได้ (soluble pectin) โดยอาศัยกระบวนการ depolymerization และ desterification มีเอนไซม์ polygalacturonase และ pectinesterase ช่วยในการเร่งปฏิกิริยาการสลายโพลีเมอร์ของโปรโตเพคตินและไฮโดรไลซ์เอาหมู่เอมิธออกจากโมเลกุลของเพคตินได้เป็นกรดเพคติก (दनัย, 2538) ซึ่งสามารถแบ่งเพคตินเป็นสามส่วนตามความสามารถในการละลาย ได้แก่ เพคตินที่ละลายได้ในน้ำคือเพคตินและกรดเพคติก เพคตินที่ละลายได้ใน ammonium oxalate คือเพคตินที่จับอยู่กับ อีออนของโลหะ และเพคตินที่ละลายได้ในกรดไฮโดรคลอริก คือเพคตินที่มีโมเลกุลใหญ่ซึ่งไม่ละลายในน้ำและ ammonium oxalate (Naohara and Manabe, 1994)

## 7. การเปลี่ยนแปลงผลึกของแทนนินภายในเนื้อผลพลับระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลึกแทนนินภายในเนื้อผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผลึกแทนนินมีสีและรูปร่างลักษณะไม่แตกต่างกันในผลที่ผ่านการกำจัดความฝาดด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ในพันธุ์เดียวกันยังมีขนาดของผลึกแทนนินที่แตกต่างกันอีกด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงผลึกแทนนินได้อย่างชัดเจนเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ในการบันทึกภาพด้วยกำลังขยาย 1,000 เท่า จึงไม่สามารถแยกความแตกต่างของผลึกแทนนินในเนื้อพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยวิธีต่าง ๆ ได้ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกแทนนินของ Yonemori and Matsushima (1987) นั้นต้องทำการศึกษากายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจึงจะสามารถบอกถึงความแตกต่างได้

## 8. สีของผิวผล

ผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศ มีค่า  $L$ ,  $a$  และ  $b$  สูงกว่าวิธีการกำจัดความฝาดแบบอื่น ๆ คือผิวของผลพลับมีสีสว่างไม่มีสีคล้ำ มีสีออกแดงและเหลืองมากกว่า การกำจัดความฝาดด้วยวิธีอื่น การเปลี่ยนแปลงสีของพลับในระหว่างการเก็บรักษานั้นพบว่าทั้งค่า  $L$ ,  $a$  และ  $b$  ของพลับที่ไม่ผ่านการกำจัดความฝาดจะมีค่าลดลงตลอดการเก็บรักษา แต่พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยวิธีต่าง ๆ นั้นทำให้ค่า  $L$ ,  $a$  และ  $b$  ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการทดลองของ Lyon (1992) พบว่า การเปลี่ยนแปลงสีของผลพลับในระหว่างการสุกจะมีการเปลี่ยนสีจากเขียวไปเป็นส้มอมเขียวหรือแดง โดยการเปลี่ยนแปลงสีของพลับเกิดจากการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ แล้วเกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณเบต้าแคโรทีนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงของสีผลจะเกิดขึ้นพร้อมกับการที่ผลของพลับเริ่มนิ่ม และค่า  $L$ ,  $a$  และ  $b$  จะแปรผันไปตามระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยค่า  $L$  จะลดลงเมื่อเก็บรักษานานถึง 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส

เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในผลพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดทั้ง 3 วิธี จะเห็นได้ว่า พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความฝาดจะหายเร็วกว่า และสามารถบริโภคหรือจำหน่ายได้ทันทีภายหลังจากการกำจัดความฝาด 2-3 วัน พลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้วิธี CTSD มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไต่เตรทได้ และปริมาณวิตามินซีสูงกว่าการกำจัดความฝาดด้วยวิธีอื่นและสามารถบริโภคได้หลังจากการเก็บรักษานาน 15 วัน ส่วนพลับที่ผ่านการกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศมีความ

แน่นเนื้อค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา ความฝืดจะหายไปเมื่อเก็บรักษานาน 1 เดือนที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University