Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 122-126 (2002) ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 122-126 (2545)

ผลของ Heat treatment และ $CaCl_2$ ต่ออาการ Chilling injury ของผลละมุดพันธุ์มะกอก (*Archras sapota* Linn.)

อนันต์ จิตรธรรม[1] ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1] และ เฉลิมชัย วงษ์อารี[1]

Abstract

Sapota is one of the commercial fruits sensitively establishing both external and internal chilling injury symptoms (CI) when stored at inappropriately low temperature. Applications of heat and Calcium Chloride ($CaCl_2$) treatments were therefore introduced to sapota (*Archras sapota* Linn. cv. Ma-Kok) fruit in order to study physiological-biochemical changes and effects on chilling injury during storage at low temperature. For heat treatments, sapota fruits at 80% maturity were incubated in hot air oven at 35 °C for 12 hr and 40 °C for 6 and12 hr. Brought to analyse fruit quality every 5 day, fruits of all treatments were stored at 8 °C (85-90% RH), a lower temperature than the optimum temperature for sapota storage. The combination study indicated that fruits incubated with hot air at 35 °C for 12 hr and then dipped in 5% $CaCl_2$ for 30 min had a lowest CI symptoms and reduces respiration, ethylene production, ACC oxidase activity, electrolyte leakage and kept the fruit quality accepted by consumer until 40 days of storage.

Keywords: Sapota (*Archras sapota* Linn.) cv. Ma-Kok, Heat treatment, Calcium chloride, Chilling injury

บทคัดย่อ

ละมุดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่แสดงอาการอันตรายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (chilling injury: CI) ทั้งที่ผิวนอกและเนื้อเยื่อภายในได้ง่ายหากเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไป ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการใช้ความร้อนในช่วงสั้นๆ และการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) กับผลละมุดพันธุ์มะกอก เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การใช้ความร้อนก่อนการเก็บรักษาเป็นการนำผลละมุดที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์มาเก็บรักษาที่อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เวลา 12 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 40 °ซ. ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ร่วมกับการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที ผลละมุดทั้งหมดนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลละมุดและนำผลละมุดมาตรวจสอบทุก 5 วัน ระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าการทำ HT โดยการใช้อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ร่วมกับการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที สามารถช่วยรักษาคุณภาพผลและลดการเกิด CI ได้ดีที่สุดโดยมีผลในการลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน กิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase การรั่วไหลของประจุ และมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 40 วัน

คำสำคัญ: ละมุดพันธุ์มะกอก, Chilling injury, Heat treatment, $CaCl_2$

คำนำ

ละมุด (*Archras sapota* Linn.) เป็นพืชเขตร้อนที่ปลูกกันทั่วไป รวมทั้งประเทศไทย (Ray and Josh, 1997) และเป็นผลไม้ที่มีผู้นิยมรับประทานมากชนิดหนึ่ง (นิรนาม, 2521) เนื่องจากมีรสชาติหอมหวาน กรอบ อร่อย นอกจากนี้ยังสามารถปลูกได้ในดินเกือบจะทุกประเภท ตลอดจนการบำรุงรักษาทำได้ง่าย โรคและศัตรูน้อย เจริญเติบโตเร็ว ให้ผลเร็วและให้ผลทุกปี (นารีลักษณ์, 2521; ทิพาพร, 2529) ดังนั้นจึงมีการปลูกกระจายไปยังภาคต่างๆ ของประเทศ หากมีการส่งเสริมให้ผลิตละมุดที่มีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ ละมุดน่าจะเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพอีกชนิดหนึ่ง

เนื่องจากละมุดเป็นผลไม้ในเขตร้อน ดังนั้นอายุการเก็บรักษาจึงค่อนข้างสั้นมาก (Kosiyachinda, 1978) แม้ว่าจะมีการเก็บรักษาในห้องเย็นเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้นได้ในผลไม้หลายชนิด เช่น มะม่วง เป็นต้น แต่มักประสบกับปัญหาความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (CI) (Chaplin, 1984)

สำหรับการศึกษาที่จะป้องกันอาการ CI ในระหว่างการเก็บรักษาที่น่าสนใจ คือ การใช้ความร้อนก่อนการเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำ การแช่ผลิตผลในสารละลาย $CaCl_2$ รวมทั้งการใช้ความร้อนก่อนการเก็บรักษาและการแช่ผลิตผลในสารละลาย $CaCl_2$ (Klein and Lurie, 1992) วิธีการดังกล่าวสามารถลดอาการ CI ได้ในผลมะเขือเทศ (Luries and Klein, 1991) มะม่วง (McCollum *et al.*, 1993) และอโวกาโด (Florissen *et al.*, 1996) เป็นต้น ส่วนการแช่ผลสาลี่พันธุ์ d'Anjou (Gerasopoulos, 1997) และแอปเปิล (Guan *et al.*, 1991) ในสารละลาย $CaCl_2$ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดอาการ CI ได้เช่นเดียวกัน

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บรักษาผลแอปเปิลที่อุณหภูมิสูงก่อนการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ (Conway *et al.*, 1994) ให้ผลดีในการลดอาการ CI ได้เช่นเดียวกัน

ดังนั้นในงานวิจัยเรื่องนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการใช้อุณหภูมิสูงและการแช่สารละลาย $CaCl_2$ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือร่วมกัน ต่ออาการ CI ของผลละมุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีบางประการของผลละมุดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลละมุดสดพันธุ์มะกอก ที่ปลูกในเขตอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ซึ่งเก็บเกี่ยวในตอนเช้ามืด นำมาล้างยางและไคลออก ทำการคัดเลือกผลที่มีขนาดและสีให้มีความสม่ำเสมอ นำไปทำ HT โดยการใช้อุณหภูมิสูงและเวลา 2 ระดับ จากการทดลองที่ 1 คือ อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 40 °ซ. นาน 6 และ 12 ชั่วโมง แล้วแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ บันทึกผลการทดลองทุกๆ 5 วัน ดังนี้

1. การเกิด CI

ตรวจวัดโดยการใช้คะแนนการเกิด CI ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแบ่งคะแนนออกเป็น 5 ระดับ (0 เกิด CI 0-10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว 1 เกิด CI 11-25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว 2 เกิด CI 26-50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว 3 เกิด CI 51-75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว 4 เกิด CI มากกว่า 76 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว) โดยอาการ CI ของผิวผลละมุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่สังเกตได้คือ เกิดเป็นแถบ (blemish) สีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วผล และ/หรือเกิดเป็นรอยบุ๋มขอบไม่เรียบสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วผล (สุชัญญา, 2530) จากนั้นคำนวณเป็นดัชนีการเกิดอาการ chilling injury ตามวิธีการของ Martinez-Tellez and Lafuente (1997)

$$\text{ดัชนีการเกิดอาการ CI} = \frac{\sum(\text{ระดับคะแนน X จำนวนผลที่เกิดอาการ})}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}}$$

2. อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีน

อัตราการหายใจและการผลิตก๊าซเอทิลีนโดยใช้เครื่อง gas chromatography ของบริษัท Shimadzu รุ่น GC 8A สำหรับตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตจากการหายใจโดยใช้ thermal conductivity detector และรุ่น GC 14B สำหรับตรวจวัดการผลิตเอทิลีนโดยใช้ flame ionization detector ตามวิธีของ Gemma *et al.* (1994)

3. ปริมาณการรั่วไหลของประจุออกจากเนื้อเยื่อ (Gemma *et al.*, 1994)

นำสารละลายแขวนลอยที่ได้จากเนื้อเยื่อของผลละมุดไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง conductivity/TSD meter ยี่ห้อ Orion model 124 คำนวณ % ของการรั่วไหลของประจุจากสมการ

$$\%\ \text{การรั่วไหลของประจุ} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าก่อนต้ม}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้าหลังต้ม}} \times 100$$

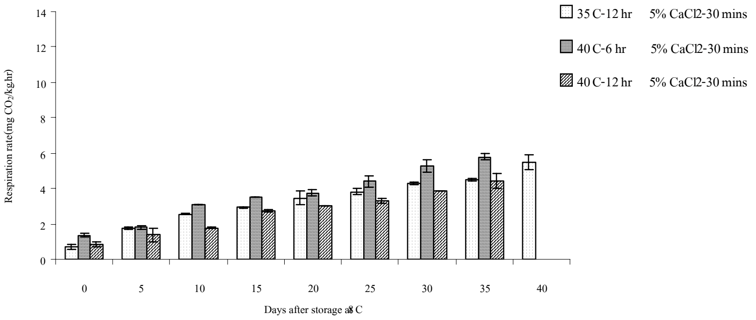
4. กิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase (Lizada. and Yang, 1979)

โดยเครื่อง chromatography Shimadzu GC-14B คำนวณกิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase จากสมการ ACC oxidase activity = nl ethylene/g-h of disc incubated in 5 mM ACC

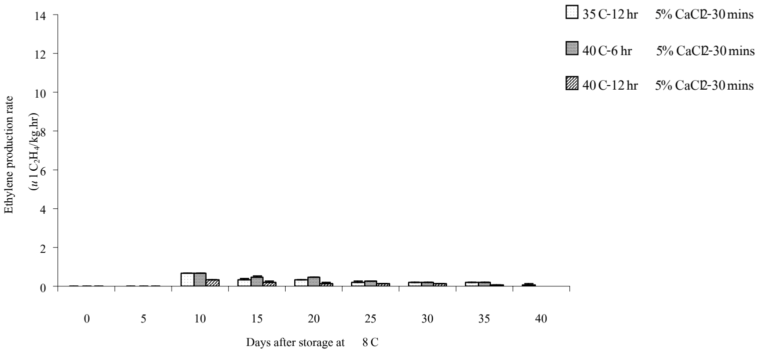
ผลและวิจารณ์

สำหรับอัตราการหายใจของผลละมุดพบว่าผลละมุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °ซ. 12 ชั่วโมง ก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ มีอายุการเก็บรักษายาวนานที่สุด มีอัตราการหายใจเท่ากับ 5.47 mg/kg.hr (ภาพที่ 1) และพบว่าการเพิ่มระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ ทำให้อัตราการหายใจของผลละมุดลดต่ำลงได้ ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากความร้อนอาจทำให้เกิดการเสื่อมของเอนไซม์บางตัวที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ (Nilsen and Orcutt, 1996) รวมทั้งแคลเซียมที่เข้าสู่เนื้อเยื่อพืชสูงขึ้น อาจทำให้เยื่อหุ้มเซลล์จับกันอย่างแข็งแรง (Sams and Conway, 1984) จึงทำให้ผลละมุดมีอัตราการหายใจลดต่ำลง สำหรับการผลิตเอทิลีนของผลละมุดพบว่ามีอัตราต่ำมาก โดยผลละมุดเริ่มมีการผลิตเอทิลีนในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาและเป็นวันที่มีการผลิตเอทิลีนสูงที่สุด หลังจากนั้นอัตราการผลิตเอทิลีนของผลละมุดมีระดับลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าใกล้เคียงกันในทุกชุดการทดลองตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน (ภาพที่ 2) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase ของผลละมุด พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase มีระดับสูงสุดในวันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นจึงมีระดับลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 3) ในขณะที่ผลละมุดที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °ซ. นาน 12 ชั่วโมง มีอายุการเก็บรักษายาวนานที่สุด มีกิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase

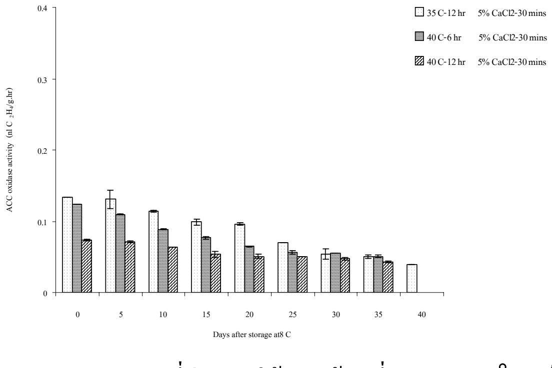
ในวันแรกของการเก็บรักษาเท่ากับ 0.12 nl C_2H_4/g.hr และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับ 0.02 nl C_2H_4/g.hr อัตราการผลิตเอทิลีน และกิจกรรมของ ACC oxidase ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน คาดว่าความร้อนอาจรบกวนกิจกรรมการสังเคราะห์ ACC รวมทั้ง ACC synthase และ/หรือ ACC oxidase (Luries, and Klein, 1992; Chan, 1986) รวมทั้งแคลเซียมที่เข้าสู่เนื้อเยื่อปรกติ อาจทำให้เยื่อหุ้ม organelle ภายในเซลล์ทำงานได้ดีขึ้นในการยับยั้งการผ่านของ ACC ออกมาสู่ ไซโตพลาสซึม จึงทำให้การผลิตเอทิลีนลดต่ำลงกว่าปกติ



ภาพที่ 1 อัตราการหายใจของผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและ 40 °ซ. เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. (I = standard deviation)



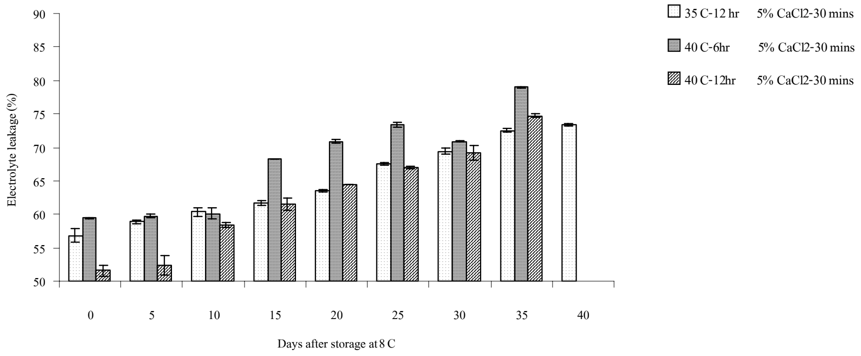
ภาพที่ 2 อัตราการผลิตเอทิลีนของผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและ40 °ซ. เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. (I = standard deviation)



ภาพที่ 3 กิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase ของผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและ 40 °ซ. เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. (I = standard deviation)

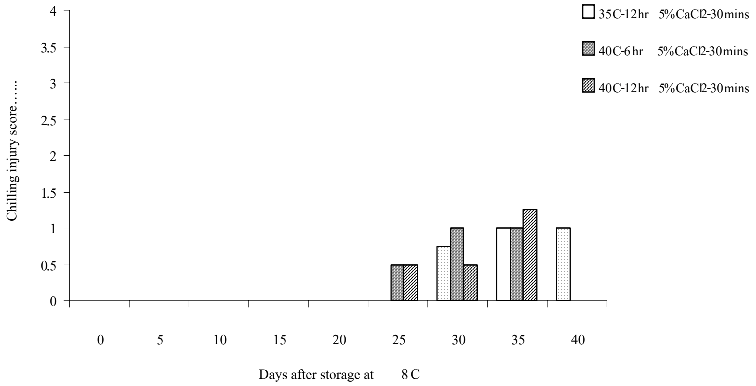
การศึกษาผลของการทำ HT ก่อนการแช่ผลละมุดในสารละลาย $CaCl_2$ จากการทดลองนี้พบว่าสามารถลดการรั่วไหลของอิเลคโตรไลต์ของผลละมุดได้ทันทีหลังจากการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ และในระหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. 12 ชั่วโมง ก่อนการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ (ภาพที่ 4) ซึ่งคาดว่าการใช้ความร้อนและการจุ่มในสารละลาย $CaCl_2$ ทำให้แคลเซียมเข้าจับกับผนังเซลล์ได้แข็งแรงขึ้น (Luries, and Klein, 1992) นอกจากนี้ความร้อนอาจทำให้เกิด

กระบวนการ demethylation ของเพคตินในผลละมุด โดยเอนไซม์ pectin methylesterase ซึ่งจะทำให้ได้ anionic COO^- ที่ Ca^{2+} สามารถสร้าง salt bridge cross-link ระหว่างโมเลกุลของเพคตินได้เพิ่มขึ้น ผนังเซลล์จึงยากแก่การทำลายโดยเอนไซม์ที่ทำให้ผลนิ่ม ดังนั้นจึงอาจทำให้ผลละมุดมีปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้ออกมาจากบริเวณ middle lamella น้อยกว่า รวมทั้งอาจช่วยชะลอการสูญเสียสารอิเลคโตไลต์ออกจากเซลล์เนื่องจากการยึดเกาะของแคลเซียมใน lipid bilayer



ภาพที่ 4 การรั่วไหลของสารอิเลคโตรไลต์ของผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและ 40 °ซ. เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. (I = standard deviation)

อาการ CI ภายนอกผลระหว่างการเก็บรักษาของผลละมุดพบว่าเกิดขึ้นช้ามาก โดยผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 °ซ. 6 และ 12 ชั่วโมงก่อนการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ เริ่มต้นเกิดอาการ CI ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และเกิดอาการรุนแรงเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 5) ส่วนผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. 12 ชั่วโมง ซึ่งมีอายุการเก็บรักษายาวนานที่สุด มีคะแนนการเกิดอาการ CI ภายนอกผลระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาที่ระดับคะแนน CI score เท่ากับ 1 คาดว่าความร้อนที่ให้กับผลละมุดก่อนการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ ทำให้เกิดการดูดซึมแคลเซียมจากสารละลาย $CaCl_2$ เข้าไปในเนื้อเยื่อสูงขึ้น จึงทำให้สามารถป้องกันการเกิดอาการ CI ได้สูงกว่า (Conway *et al.*, 1994)



ภาพที่ 5 การเกิดอาการ CI ระหว่างการเก็บรักษาของผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและ 40 °ซ. เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. (I = standard deviation)

สรุป

การศึกษาผลของการใช้อุณหภูมิสูงก่อนการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเกิดอาการ CI ในระหว่างการเก็บรักษาผลละมุดที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าผลละมุดที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงก่อนแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ สามารถชะลอการพัฒนาและการเกิดอาการ CI ภายนอกผลละมุดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ ซึ่งผลละมุดที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ มีการพัฒนาของอาการ CI ช้ากว่าผลละมุดที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 °ซ. ก่อนการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ โดยมีอายุการเก็บรักษา 40 วัน สูงกว่าชุดทดลองอื่นที่มีอายุการเก็บรักษา 35 วัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

ทิพาพร สิริตระกูลเกียรติ์. 2529. ไม้ผลรอบบ้านควรเป็นอะไรดี. เคหะการเกษตร. ปีที่ 10. ฉบับที่ 114. หน้า 53-55.

นารีลักณ์ ศุขกิจ. 2521. การเก็บและการบ่มละมุด. วารสารเกษตรกร. ปีที่ 4. ฉบับที่ 11. หน้า 39-43.

นิรนาม. 2521. ละมุดฝรั่งคืออะไรกันแน่. เกษตรวันนี้. ปีที่ 8. ฉบับที่ 87. หน้า 28-29.

สุชัญญา จันทร์ทักษิโณภาส. 2530. การบ่ม การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวภายใต้อิทธิพลของอุณหภูมิและ CO_2 กับการกำจัดความฝาดของผลละมุด (*Achras sapota* Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 111 หน้า.

Kosiyachinda, S. 1978. Postharvest handling of Thai sapota (*Achras sapota* Linn) fruit. *In* Graham, D., R.H.B Wills, T.H. Lee and W.B. McGlasson (eds.). Postharvest Horticulture in Asian. Asian-Australia Economic Cooperation. Kaula-Lumper. pp. 1-2.

Chan, H.T. Jr. 1986. Heat inactivation ethylene-forming enz.-system in cucumber. Journal of Food Science. 51(6): 1491-1493.

Chaplin, G.R. 1984. Postharvest of mango fruit: a review. Proceeding of First Australian Mango Research. Queenland. Australia. pp. 261-271.

Conway, W.S., C.E. Sam, G.A. Brown, W.B. Beavers, R.B. Tobias and L.S. Kennedy. 1994. Pilot test for the commercial use of postharvest pressure infiltration of calcium into apples to maintain fruit quality in storage. HortTechonlogy. 4(3): 239-243.

Florissen, P., J.S. Ekman, C. Blumenthal, W.B. McGlasson, J. Conroy and P. Halford. 1996. The effect of short heat treatments on the induction of chilling injury in avocado fruit (*Persea americana*. Mill). Postharvest Biology and Technology. 8: 192-141.

Gemma, H., M. Yuri and W. Hang-kong. 1994. Ripening characteristics and chilling injury of banana fruit 1: Effect of storage temperature on respiration, ethylene production and membrane permeability of peel and pulp tissues. Japan Journal of Tropical Agriculture. 38(3): 216-220.

Gerasopoulos, D. and D.G. Richardson. 1997. Fruit maturity and calcium affect chilling requirement and ripening of ‘d’Anjou’ pear. HortScience. 32(5): 911-913.

Guan, J.F., H.R. Shu and T.D. Huang. 1991. The effect of calcium on ethylene production in ‘Starkrimson’ apple. Acta Horticulture Sinica. 18: 205-209.

Klein, J.D. and S. Lurie. 1992. Heat treatment for improved postharvest quality of horticultural crops. HortTechonlogy. 2(3): 316-320.

Lizada, M.C.C. and S.F. Yang. 1979. A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Analytical Biochemistry. 100: 140-145.

McCollum, T.G., S. D’Aquino and R.E. McDonald. 1993. Heat treatment inhibits mango chilling injury. HortScience. 28(3): 197-198.

Luries, S. and J.D. Klein. 1991. Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. Journal of the American Society for Horticultural Science. 116(6): 1007-1012.

Luries, S. and J.D. Klein. 1992. Ripening characteristics of tomatoes stored at 12 °C and 2 °C following a prestorage heat treatment. Scientia Horticulturae. 51: 55-64.

Martinez-Tellez, M.A. and M.T. Lafuente. 1997. Effect of high temperature conditioning on ethylene, polyamine amonia-lyase, peroxidase and polyphenol oxidase activities in flavedo of chilling (Fortune) madarin fruit. Plant Physiology. 150: 675-678.

Nilsen, K.T. and D.M. Orcutt. 1996. Physiology of Plant under Stress: Abiotic Factor. John Wiley and Sons. New York. pp. 456-514.

Ray, S.K. and C.D. Josh. 1997. Sapota. *In* Mitra, S.K (ed.). Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical and Subtropical Fruit. CAB International. Weast Bengal. pp. 387-398.

Sams, C.E. and W.S. Conway. 1984. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content, and quality of ‘Golden Delicious’ apple fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science. 109(1): 53-55.