Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 33-36 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 33-36 (2546)

การตอบสนองของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

Response of Mango Fruit cv. Nam Dok Mai See Thong during Storage at Low Temperatures

ศศธร อินอ่อน[1] **และ นิธิยา รัตนาปนนท์**[2]
Sasathorn Inon[1] and Nithiya Rattanapanone[2]

Abstract

Mango fruit cv. Nam Dok Mai See Thong was harvested at commercial maturity and then stored at 5 and 13 °C with RH of 83 $\pm$ 1% and 87 $\pm$ 1%, respectively for 30 days. It was found that the percentage of weight loss was increased and the fruit firmness was decreased. The electrolyte leakage for the peel was increased at 5 °C but decreased for the flesh. However, both values were increased when the fruit was stored at 13 °C. The ratio of total soluble solid contents and titratable acidity were increased during storage at 13 °C. The total phenolic compounds and PPO activity were higher in the peel than in the flesh and they were decreased during storage. The PPO activity in the peel of mango fruit stored at 5 °C was significantly lower than the fruit stored at 13 °C ($p=0.05$). The fruit showed the chilling injury symptom after 10 days storage at 5 °C by developing abnormal skin spots.

บทคัดย่อ

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่ทางการค้าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 83 $\pm$ 1 เปอร์เซ็นต์ และ 87 $\pm$ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นาน 30 วัน พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น มีความแน่นเนื้อลดลง มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกเพิ่มขึ้นและที่เนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. และเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 13 °ซ. อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้เพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 13 °ซ. ผลมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลและกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกมากกว่าในเนื้อ และมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกและเนื้อและกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อที่เก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. ต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 13 °ซ. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. แสดงอาการสะท้านหนาวภายหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน โดยมีอาการเนื้อเยื่อยุบตัวเป็นจุดๆ ที่เปลือก

คำนำ

การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น แต่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปอาจมีผลทำให้ผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) (ดนัย และ นิธิยา, 2535) เช่น การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. นาน 15 วัน แสดงอาการสะท้านหนาวก่อนที่ย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ. (Whangchai *et al*., 2000) การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 10 °ซ. แสดงอาการสะท้านหนาวที่เนื้อผลติดเมล็ดภายหลังการเก็บรักษานาน 20 วัน (วีรินทร์, 2535) งานวิจัยนี้ศึกษาการตอบสนองของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเกิดอาการสะท้านหนาวและกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่จมในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ และลอยในน้ำเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ จากชมรมผู้ส่งออกมะม่วง จ. ฉะเชิงเทรา เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2546 ขนส่งทางรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 $\pm$ 1 และ 13 $\pm$ 1 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 83 $\pm$ 1 และ 87 $\pm$ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยสุ่มตัวอย่างผลมะม่วงออกมาครั้งละ 2 ผลต่อซ้ำ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำมาวิเคราะห์

[1] สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การสูญเสียน้ำหนัก การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ ความแน่นเนื้อของผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตรเตรตได้ (TA) TSS:TA ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สารประกอบฟีนอล และกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสทุกๆ 5 วัน

การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เจาะส่วนเปลือกและเนื้อมะม่วงด้วย Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร สุ่มตัวอย่างชิ้นเปลือกและเนื้อมะม่วง มาอย่างละ 5 ชิ้น ล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน แช่ลงในสารละลายแมนนิทอลความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร วางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 ชั่วโมง นำสารละลายมาวัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้เครื่อง Conductivity meter (บริษัท HANNA instruments รุ่น HI 8633 ประเทศอิตาลี) นำไปนึ่งในหม้อนึ่งอัดไอที่อุณหภูมิ 121 °ซ. นาน 30 นาที ปล่อยให้เย็นแล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้ง คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (McCollum and McDonald, 1991)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ที่รั่วไหลออกมา}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ทั้งหมด}} \times 100$$

วิธีการสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด นำเปลือกหรือเนื้อมะม่วงที่สับละเอียดน้ำหนัก 4 กรัม บดให้เข้ากันกับสารละลายเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 16 มิลลิลิตร นำสารละลายที่กรองได้ไปเข้าเครื่องเหวี่ยงความเร็ว 14,000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 °ซ. นาน 20 นาที (Ketsa and Atantee, 1998) นำส่วนใสที่สกัดได้จากเปลือกหรือเนื้อมะม่วงมาเจือจาง 100 หรือ 10 เท่า ตามลำดับ แล้วนำส่วนใสที่เจือจางแล้วมา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer, Thermo Spectronic รุ่น Unicam UV 500 ประเทศอังกฤษ) โดยรายงานปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเป็นไมโครกรัมในรูปกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด (Singleton and Rossi, 1965)

วิธีการสกัดและวัดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส นำเปลือกหรือเนื้อมะม่วงมา 5 กรัม สกัดด้วยสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ pH 7.0 ที่มี Polyvinyl pyrrolidone (PVP) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ Triton X-100 ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บดให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายที่กรองได้ไปเข้าเครื่องเหวี่ยงใช้ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 °ซ. นาน 15 นาที นำส่วนใส 0.05 มิลลิลิตร ใส่ลงในสารละลายสับสเตรท ซึ่งประกอบด้วย สารละลายแคทิคอล (Catechol) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ pH 7.0 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร วัดการเพิ่มขึ้นของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ที่อุณหภูมิห้อง ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer, Thermo Spectronic รุ่น Unicam UV 500 ประเทศอังกฤษ) กำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์ PPO 1 หน่วย (Unit) เท่ากับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ที่เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วยในเวลา 1 นาที ต่อมิลลิกรัมของโปรตีน (Galeazzi *et al*., 1981) วิเคราะห์หาปริมาณของโปรตีนในสารละลายโดยใช้วิธีของ Bradford (Bradford, 1976) และใช้ Bovine serum albumin (BSA) เป็นโปรตีนมาตรฐาน

ผล

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของ pH, TA, TSS และ TSS/TA ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ.

ปัจจัย	pH		%TA		%TSS		TSS/TA	
ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	5 °C	13 °C	5 °C	13 °C	5 °C	13 °C	5 °C	13 °C
0	4.09^{e}	4.09^{d}	2.21^{c}	2.21^{b}	9.53^{a}	9.53^{b}	4.62^{a}	4.62^{a}
5	3.07^{d}	2.84^{a}	1.79^{ab}	2.35^{b}	10.30^{a}	7.86^{a}	5.86^{a}	3.46^{ab}
10	3.01^{cd}	3.13^{b}	1.84^{abc}	3.10^{c}	10.27^{a}	11.77^{c}	5.69^{a}	4.17^{ab}
15	2.91^{bc}	2.99^{ab}	2.07^{c}	2.38^{b}	11.77^{a}	15.30^{d}	5.16^{a}	6.46^{b}
20	3.09^{d}	3.13^{b}	1.55^{a}	1.61^{a}	14.61^{b}	16.54^{e}	6.99^{b}	11.39^{c}
25	2.79^{a}	3.02^{ab}	2.08^{c}	1.51^{a}	10.06^{a}	16.16^{de}	4.88^{a}	11.24^{c}
30	2.86^{ab}	3.57^{c}	2.08^{c}	1.51^{a}	10.70^{a}	16.16^{de}	5.17^{a}	11.04^{c}

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD.

วิจารณ์

1. **การสูญเสียน้ำหนัก** ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. นาน 30 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากการเก็บรักษาในห้องที่มีอุณหภูมิสูง ผลมะม่วงคายน้ำมากกว่าในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ (ดนัย, 2534)

2. **การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์** ผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกต่ำกว่าที่เนื้อ เปลือกผลมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 7 °ซ. นาน 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกเพิ่มขึ้น (Angsooksiri and Kanlayanarat, 2546) เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ในเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 13 °ซ. มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เช่นเดียวกับการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ในเนื้อมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 7 °ซ. นาน 21 วัน (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000) แต่การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ในเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. มีค่าลดลง ซึ่งขัดแย้งกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. นาน 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เนื้อเพิ่มขึ้น (ธเนศวร์, 2541) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์ ซึ่งมีผลต่อการตอบสนองต่อความเย็นแตกต่างกัน และการเก็บรักษาผลผลิตใกล้กับจุดเยือกเข็ง (near-freezing) จะเปลี่ยนกระบวนการเมแทบอลิซึม ทำให้เพิ่มความสามารถในการต้านทานความเย็นได้ (Bralage and Meir, 2000)

3. **ความแน่นเนื้อ** ค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ที่อุณหภูมิ 5 และ 14 °ซ. นาน 28 วัน ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. มีความแน่นเนื้อลดลงน้อยกว่า ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 °ซ. (Ledeman *et al*., 1997) เนื่องจากเมื่อผลไม้สุกมีการเปลี่ยนแปลงจากโปรโตรเพคตินที่ไม่ละลายน้ำเป็นเพคตินและกรดเพคติกที่ละลายน้ำได้ ทำให้การยึดตัวของเซลล์เป็นไปอย่างหลวมๆ มีผลทำให้ผลไม้มีความอ่อนตัวลงเมื่อสุก (ดนัย, 2534)

4. **ปริมาณ TSS TA อัตราส่วน TSS/TA และ pH** มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. มีค่า TSS เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน ส่วนปริมาณ TA ในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. มีค่าลดลง สำหรับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ. มีค่า TA เพิ่มขึ้นใน 10 วันแรก และลดลงเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ. นาน 30 วัน แนวโน้มของ TSS เพิ่มขึ้นตลอดและ TA เพิ่มขึ้นหลังการเก็บรักษานาน 15 วัน จากนั้น ลดลงกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา (Kaewchana *et al*., 2000) อัตราส่วนของ TSS/TA ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. ค่อนข้างคงที่ แต่ที่อุณหภูมิ 13 °ซ. มีค่าเพิ่มขึ้น pH ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. ลดลงเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา โดย pH และ TA ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. จะลดลงตามกันเช่นเดียวกับการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่อุณหภูมิ 5 °ซ. นาน 18 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 °ซ. (Mohammaed and Brecht, 2002) ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ. pH จะเพิ่มขึ้น เมื่อ TA ลดลง

5. **ปริมาณสารประกอบฟีนอล** ผลมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกสูงกว่าในเนื้อ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกลดลงจาก และสารประกอบฟีนอลในเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. ลดลงหลังจากเก็บรักษานาน 15 วัน และ 10 วัน ตามลำดับ และมีความผันแปรในช่วงหลังของการเก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิ เช่นเดียวกับการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ Kent ที่อุณหภูมิ 20 °ซ. นาน 14 วัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดลดลงตลอดการเก็บรักษา (Frylinck *et al*., 1987)

6. **กิจกรรมของเอนไซม์ PPO** กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกมะม่วงมีค่าสูงกว่าในเนื้อมะม่วง เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. นาน 25 วัน กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด ตามลำดับ และลดลงเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษานาน 30 วัน ตามลำดับ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน และลดลงเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา และในเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ. นาน 15 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดจากนั้นลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา สอดคล้องกับผลมะม่วงพันธุ์มะนิลาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 และ 12 °ซ. นาน 16 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นทั้งในเปลือกและเนื้อ หลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ได้ลดลง (Cruz *et al*., 2000)

สรุป

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีการตอบสนองระหว่างการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 83 $\pm$ 1 เปอร์เซ็นต์ และ 87 $\pm$ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นาน 30 วัน คือสูญเสียน้ำหนัก 7.2 เปอร์เซ็นต์ และ 13.41 เปอร์เซ็นต์ และมีความแน่นเนื้อลดลงจาก 46.86 เป็น 42.61 และ 2.66 นิวตัน มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกเพิ่มขึ้นจาก 13.30 เปอร์เซ็นต์

เป็น 27.29 เปอร์เซ็นต์ และ 27.37 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อลดลงจาก 25.23 เปอร์เซ็นต์ เป็น 16.58 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นจาก 25.23 เปอร์เซ็นต์ เป็น 72.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ pH ลดลงจาก 4.09 เป็น 2.82 และ 3.02 TSS เพิ่มขึ้นจาก 9.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.7 เปอร์เซ็นต์ และ 16.2 เปอร์เซ็นต์ และ TA ลดลงจาก 2.22 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.08 เปอร์เซ็นต์ และ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ในรูปของกรดซิตริก ตามลำดับ ผลมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลและกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกมากกว่าในเนื้อ และมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้ง 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. ต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 13 °ซ. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ. แสดงอาการสะท้านหนาวภายหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน โดยมีอาการเนื้อเยื่อยุบตัวเป็นจุดๆ ที่เปลือก

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภายใต้โครงการเงินกู้ ADB และงบสนับสนุนการทำวิจัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ประจำปี 2545 ทบวงมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติการภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 146 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2534. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 215 หน้า.

รัชดาภรณ์ แก้วชนะ เจือจันทร์ ตั้งเติมทอง และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2546. ผลของสารเคลือบผิวที่รับประทานได้ต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ผลงานวิจัยโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ปี 2543-2544. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. หน้า 613-629.

วีรินทร์ อันทะแยก. 2535. การใช้อุณหภูมิสลับต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 97 หน้า.

ธเนศวร์ สีระแก้ว. 2541. ผลของความร้อนและแคลเซียมคลอไรด์ต่ออาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 106 หน้า.

อรนุช อังสุขศิริ และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2546. ผลของการทำ Heat Treatment ต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ผลงานวิจัยโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ปี 2543-2544. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. หน้า 598-612.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantiation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72: 248-254.

Bramlage, J.W. and S. Meir. 2000. Chilling injury of crop of temperate origin. *In* Wang, C.Y. (ed.) Chilling Injury of Horticultural Crop. CRC Press, Inc. Boca Raton. Florida. pp. 37-49.

Cruz, J.D., G. Vela, D.M. Lemon and H.S. Garcia. 2000. Polyphenoloxidase activity during ripening and chilling stress in manila mangoes. 2000 IFT Annual Meeting. [Online] Abstract from Available: http://ift.cofex.com/ift/2000/techprogram/paper 4299.htm

Frylinck, L., I.A. Dubery and J.C. Schaboart. 1987. Biochemical changes in stress response and ripening behaviour of γ-irradiated mango fruit. Phytochemistry. 26(3): 681-686.

Galeazzi, M.A.M., V.C. Sgarbieri and S.M. Constantinides. 1981. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenoloxidase (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii*,L). J. Food Science. 46: 150-155.

Gonzalez-Aguilar, G.A., J. Fortiz, R. Cruz, R. Baez and C.Y. Wang. 2000. Methyl jasmonate reduce chilling injury and maintains postharvest quality of mango fruit. J. Agri. Food Chem. 48: 515-519.

Ketsa, S. and S. Atantee. 1998. Phenolic, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damage pericarp of mangosteen fruits after impact. Postharvest. Biol. Technol. 14: 117-124.

Lederman, I.E., G. Zauberman, A. Weksler, I. Rot and Y. Fuchs. 1997. Ethylene-forming capacity during cold storage and chilling injury development in 'Keitt' mango fruit. Postharvest. Biol. Technol. 10: 107-112.

Mcollum, T.G. and R.E. McDonald. 1991. Electrolyte leakage, respiration and ethylene production indices of chilling injury in graphfruit. HoryScience. 17(2): 162-165.

Mohammed, M. and J.K. Brecht. 2002. Reduction of chilling injury in 'Tommy Atkins' mangoes during ripening. Scientia Horticulturae 95: 279-308.

Satriana, V. 1993. Maturity, precooling and storage condition in relation to mechanical damage in mango variety nam dok mai. Thesis. Master of Engineering. Asian Institute of Technology. Bangkok. Thailand. 65 p.

Singleton, V.L. and J.R. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent. Amer. J. Enol. Vitc. 16: 144-157.

Whangchai, K., H. Gemma, S. Iwahori and J. Uthaibutra. 2000. Endogenous polyamines in 'Nam Dok Mai' mangoes with different ripening stages and its relation to chilling injury during storage. *In* Subhadrabandhy, S. and A. Pichakum (eds.) Proceeding of the Sixth International Symposium on Mango Vol.1. 6-9 April 1999. Pattaya City. Thailand. pp. 429-436.