Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 468-472 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 468-472 (2555)

การใช้กรดซาลิกไซลิก และเมธิลจัสโมเนท ลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลส้มสายน้ำผึ้ง

Application of Salicylic Acid and Methyl Jasmonate to Reduce Chilling-Related Injury of Mandarin Orange cv. Sai Nam Peung Fruit

ปาริชาติ แสงทอง[1,2] และ อุษาวดี ชนสุต[1,2,3]
Parichat Sangthong[1, 2] and Usawadee Chanasut[1, 2, 3]

Abstract

Mandarin (*Citrus reticulata* cv. Sai nam peung) fruits were harvested at the commercial stage, cleaned, dried and then soaked in 5, 10, 15μM salicylic acid (SA) solution or 10, 20μM methyl jasmonate (MJ) solution for 10 min. The treated fruits were put in cardboard boxes and stored at 3^{O}C for 3 weeks. Samples were taken out and kept at 25±2^{O}C for 12 days. The effects of SA and MJ on the chilling-related injury incidence (CI) on the peel were evaluated every 3 days. CI symptoms occurred on the peel in all the treatments. Superficial scald was found on the peel of 5μM SA treated fruit. Oleocellosis occurred on the peel of 10, 15μM SA and 10μM MJ treated fruits. Both symptoms and stem-end rind breakdown were found in the control fruit. The incidences of CI symptoms were concurrence with the increase in electrolyte leakage (EL) from the peel after fruits removal from storage and kept at room temperature. However, %EL from the peel of either 10μM SA or MJ treated was the least increase. Malonyldiadehyde (MDA) content of the peel from control and SA-treated fruits slightly increased then declined after removed from storage and kept at room temperature. Therefore soaking treatment with SA and MJ solution could reduce %EL whereas the MJ also reduced MDA content of the chilling-related injury on the peel of Sai nam peung mandarin.

Keywords: low temperature storage, superficial scald, oleocellosis

บทคัดย่อ

เมื่อนำส้มสายน้ำผึ้งในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้าแช่ในสารละลายกรดซาลิไซลิก (salicylic acid – SA) ความเข้มข้น 5 10 และ 15μM หรือสารละลายเมทิลจัสโมเนต (methyl jasmonate – MJ) ความเข้ม 10 และ 20μM เป็นเวลา 10 นาที นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ แล้วนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน สุ่มตัวอย่างผลส้มทุกๆ 3 วัน เพื่อศึกษาผลของ SA และ MJ ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวบนเปลือกส้มสายน้ำผึ้ง ผลการศึกษาพบว่า ผลส้มที่แช่สารละลาย SA ความเข้มข้น 5μM มีลักษณะผิดปกติบนเปลือกจากอาการสะท้านหนาว พบรอยสีน้ำตาล (superficial scald)เปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA ความเข้มข้น 10 และ 15 μM และสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10μM พบรอยสีน้ำตาลที่เกิดจากการยุบตัวของต่อมน้ำมัน (oleocellosis) ส่วนชุดควบคุม พบทั้ง 2 ลักษณะ และแสดงอาการ stem-end rind breakdown ซึ่งลักษณะที่ปรากฏสอดคล้องกับปริมาณการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์ (%EL) จากเปลือกผลของทุกชุดการทดลองที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อนำผลส้มมาวางที่อุณหภูมิห้อง แต่ผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ความเข้มข้น 10μM มีปริมาณการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ปริมาณ malonyldiadehyde (MDA) ในชุดควบคุมและผลส้มที่แช่สารละลาย SA ทุกความเข้มข้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังนำออกจากการเก็บรักษาและมีแนวโน้มลดลงเมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นการแช่สารละลาย SA และ MJ ลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ และการแช่สารละลาย MJ ยังช่วยลดปริมาณ MDA ของเปลือกส้มสายน้ำผึ้งที่แสดงอาการสะท้านหนาว

คำสำคัญ: การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การเกิดรอยสีน้ำตาล ต่อมน้ำมันแตก

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Institute, Chiang Mai University, 239 Huay Kaew Rd., Suthep district, Meung, Chiang Mai, 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กทม. 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand
[3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Meung, Chiang Mai. 50200

คำนำ

ส้มสายน้ำผึ้งเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งซึ่งนิยมปลูกมากในเขตภาคเหนือของไทยและสามารถผลิตออกสู่ตลาดได้ตลอดปี แต่ช่วงผลผลิตออกสู่ตลาดมากที่สุดคือเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ทำให้มีราคาต่ำ ดังนั้นหากมีวิธีการสามารถเก็บรักษาส้มสายผึ้งให้ได้นานขึ้นและนำมาวางจำหน่ายช่วงเทศกาลตรุษจีน สารทจีน จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาส้มสายน้ำผึ้งที่นิยมปฏิบัติคือ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพราะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ลดลง ชะลอการเสื่อมสภาพ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดอาการผิดปกติที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury) ปรากฏให้เห็นชัดบนเปลือกและอาการสะท้านหนาวจะยิ่งรุนแรงมากขึ้น หากอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่ำลงหรือเก็บรักษาผลส้มเป็นระยะเวลานานขึ้น (Henriod *et al*., 2005) ลักษณะผิดปกติบนเปลือกผลจากอาการสะท้านหนาว คือ เปลือกบางบริเวณมีสีน้ำตาลกระจาย (scald) ลักษณะผิวยุบตัว (surface pitting) (Agusti *et al*., 2001) และรอยสีน้ำตาลที่เกิดจากต่อมน้ำมันแตก (oleocellosis scald) (Hall and Scott, 1977) ลักษณะผิดปกติเหล่านี้แม้จะไม่ทำให้รสชาติเปลี่ยนไป แต่ลักษณะดังกล่าวทำให้มูลค่าของส้มลดลง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ลดการเกิดลักษณะผิดปกติที่เกิดจากอาการสะท้านหนาว สารที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ salicylic acid (SA) และ methyl jasmonate (MJ) โดย SA มีบทบาทในเรื่องของการต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ เพิ่มความสามารถในการต้านทานอุณหภูมิต่ำของพืช (Janda *et al*., 1999) ส่วน MJ ทำให้ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ลดลง มีรายงานการใช้ MJ ลดอาการสะท้านหนาวกับผลอะโวคาโด เกรฟฟรุท พริกหวานสีแดง (Meir *et al*., 1996) และ SA ใช้ลดอาการสะท้านหนาวของผลท้อ (Wang *et al*., 2006) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ SA และ MJ ต่อการเกิดลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาผลส้มสายน้ำผึ้งไว้ที่อุณหภูมิ 3°C และนาน 3 สัปดาห์ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ทำให้ส้มแสดงอาการสะท้านหนาว (ปาริชาติและคณะ, 2554)

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลส้มสายน้ำผึ้งในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้าจากอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ขนาดเบอร์ 5 (น้ำหนัก 90-100 กรัม) ล้างด้วยน้ำสะอาดและน้ำคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm ผึ่งให้ผิวนอกแห้งที่อุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely randomized design, CRD)แช่ผลส้มในสารละลาย SA ความเข้มข้น 5 10 หรือ 15μM และสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10 หรือ 20μM เป็นเวลา 10 นาที ผึ่งให้แห้งบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังเก็บรักษานำผลส้มมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C นาน 12 วัน เพื่อจำลองระยะเวลาวางจำหน่าย สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 วัน สังเกตและบันทึกลักษณะผิดปกติที่เกิดจากอาการสะท้านหนาว เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์(electrolyte leakage, EL)ดัดแปลงจากวิธีการของ (Nasir Khon *et al*. 2007) และการเปลี่ยนแปลงปริมาณ MDA ของเปลือก ดัดแปลงจากวิธีการของ Velikova *et al*. (2000)

ผล

ผลส้มสายน้ำผึ้งชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการสะท้านหนาวของเปลือกผล (%CI) ต่ำสุดเมื่อนำออกจากการเก็บรักษา (Fig 1A) หลังนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่า %CI เพิ่มขึ้นจาก 24% เป็น 80% ในวันที่ 9 แต่ผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ทุกความเข้มข้นมี %CI เพิ่มขึ้นต่ำกว่าชุดควบคุมเมื่อนำส้มออกจากการเก็บรักษาและวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 ±2°C

เปลือกส้มสายน้ำผึ้งชุดควบคุมมี %EL เพิ่มขึ้นเมื่อนำออกจากการเก็บรักษาและเมื่อวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C (Fig 1B) และมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 9 %EL ของเปลือกผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่มีค่าต่ำกว่า %EL ของชุดควบคุม โดยเปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ความเข้มข้น 10μM มีปริมาณการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด(Fig 1b)

ปริมาณ MDA ในเปลือกผลส้มของชุดควบคุมลดลงเมื่อนำส้มมาวางที่อุณหภูมิ25 ±2°C ปริมาณ MDA ในเปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA ทุกความเข้มข้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังก่อนมีแนวโน้มลดลงหลังจากวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C นาน 6 วัน ปริมาณ MDA ของผลส้มที่แช่สารละลาย MJ ทุกความเข้มข้นค่อนข้างคงที่เมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C(Fig 2)

เปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ยังพบลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาว โดยเปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA ความเข้มข้น 5μM พบรอยสีน้ำตาล (surface scald) เปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA ความเข้มข้น 10 และ 15μM พบ oleocellosis เช่นเดียวกับเปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย MJ ความเข้มข้น 10μM ส่วนลักษณะ stem-end rind breakdown พบมากในชุดควบคุม (Fig 3)

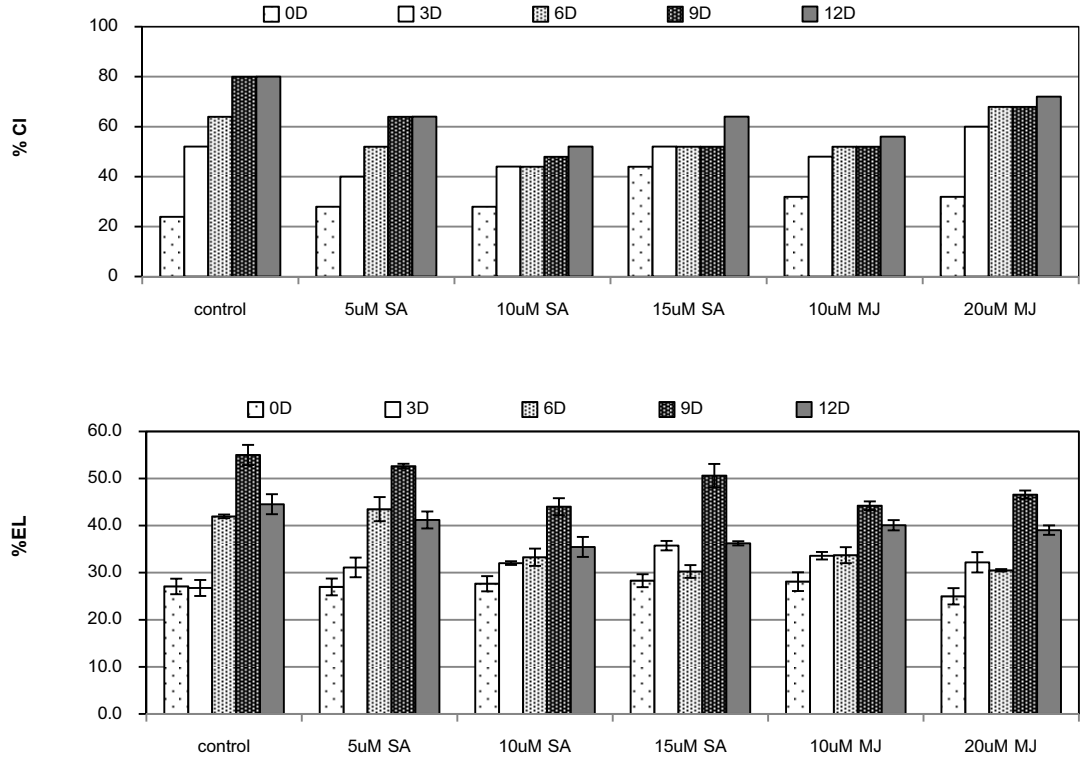

Figure 1 Changes in chilling injury index (%CI)(a) and electrolyte leakage(%EL)(b) of Mandarin oranges cv. Sai Nam Peung soaked in SA or MJ solution after storage at 3°C for 3 weeks and transferred to 25±2°C for 12 days.

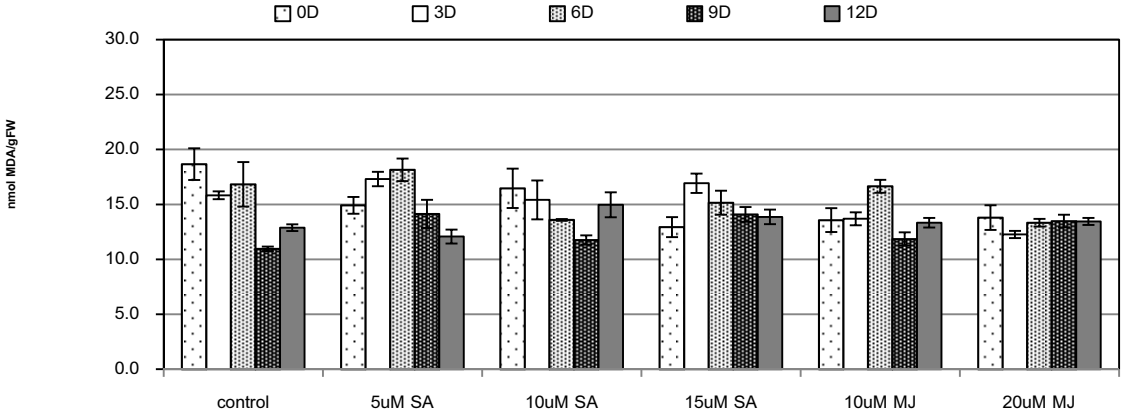

Figure 2 Change in MDA of Mandarin oranges cv. Sai Nam Peung soaked in SA or MJ solution during storage at 3°C for 3 weeks and kept at room temperature for 12 days.

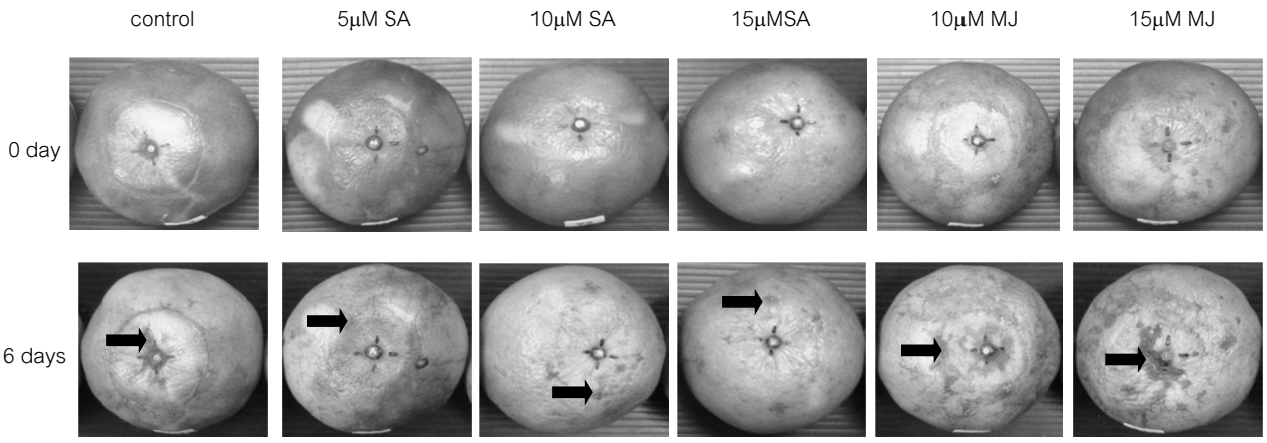

Figure 3 CI symptoms of Mandarin oranges cv. Sai Nam Peung after soaked in SA or MJ solution, storage at 3°C for 3 weeks and transferred to 25±2°C for 6 days.

ส้มสายน้ำผึ้งแสดงอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3°C เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ (ปาริชาติ และคณะ, 2554) โดยลักษณะผิดปกติที่พบมากในการทดลองนี้คือ ขั้วผลยุบตัวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (stem-end rind breakdown) และ oleocellosis ผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ แสดงลักษณะผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวที่แตกต่างออกไปคือ เปลือกส้มที่แช่สารละลาย SA ความเข้มข้น 5μM เกิดการยุบตัว ส่วนเปลือกของผลส้มที่แช่สารละลาย SA ความเข้มข้น 10 และ 15μM เกิด oleocellosis และเกิดขั้วผลยุบตัวเช่นกัน ผลส้มที่แช่สารละลาย MJ ความเข้มข้น 10μM เกิด oleocellosis คล้ายกับอาการสะท้านหนาวที่พบในส้มเนเวลที่แช่ในสารละลาย MJ ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Lindhout *et al*., 2005)

ผลส้มชุดควบคุมมีความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นมากกว่า 50%เมื่อนำมาวางที่อุณหภูมิ 25±2°C แม้ว่าผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ทุกชุดการทดลองมี %CI เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ %CI เพิ่มขึ้นสูงสุดเพียง 24% ซึ่งต่ำกว่า %CI ของชุดควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Lindout (2007) ที่นำผลส้มเนเวลไปจุ่มด้วยสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10μM สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวระหว่างการเก็บรักษาได้เพียง 50%

การรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์ (%EL) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้บ่งบอกว่าผลผลิตเกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้สารต่างๆ ภายในเซลล์รั่วไหลออกมา จากการทดลองพบว่า %EL ของเปลือกส้มจากทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อนำออกจากการเก็บรักษาและวางไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C และสูงสุดในวันที่ แต่ 6 %EL ของเปลือกผลส้มที่แช่สารละลาย SA และ MJ ความเข้มข้น 10μM มีปริมาณการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด แสดงว่า SA และ MJ สามารถลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ลงได้ แต่เมื่อพิจารณาจากปริมาณ MDA ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันที่องค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ หากเยื่อหุ้มเซลล์เสียหายจากอาการสะท้านหนาวมาก ปริมาณ MDA จะเพิ่มขึ้น (Marangoni *et al*., 1996) จากการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณ MDA ในเปลือกผลส้มทุกชุดการทดลองมีลักษณะแตกต่างกัน โดยปริมาณ MDA ในชุดควบคุมและผลส้มที่แช่สารละลาย SA ทุกความเข้มข้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังออกจากการเก็บรักษาและมีแนวโน้มลดลงเมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง แต่ปริมาณ MDA ของผลส้มที่แช่สารละลาย MJ ทุกความเข้มข้นไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนสิ้นสุดการทดลอง การที่ความผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวและ %EL ที่เพิ่มขึ้นของเปลือกส้มสายน้ำผึ้งไม่สอดคล้องกับปริมาณ MDA ที่วัดได้นั้นแสดงว่าอาการสะท้านหนาวของเปลือกส้มอาจไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมัน แต่อาจเป็น sterol ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์อีกชนิดหนึ่ง โดยอาการสะท้านหนาวของมะนาวพันธุ์ Tahitian เกรฟฟรุทพันธุ์ Emperor ส้มพันธุ์ Valencia มีความรุนแรงเพิ่มขึ้นหากปริมาณ squelene ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ sterol ลดลง (Yuen *et al*., 1995) การจุ่ม MJ มีผลต่อการลดความผิดปกติจากอาการสะท้านหนาวได้ดีกว่า SA อาจเนื่องจากช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทำให้ปริมาณ MDA ไม่เปลี่ยนแปลง และส่งผลต่อ %EL และ ความผิดปกติที่สังเกตได้บนเปลือกผลส้มสายน้ำผึ้ง

สรุป

การแช่สารละลาย SA และ MJ ทำให้ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ลดลง การแช่สารละลาย MJ ยังช่วยลดปริมาณ MDA ทำให้อาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นโดยรวมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3°C ที่พบลักษณะผิดปกติทั้งเปลือกยุบตัว oleocellosis ขั้วผลยุบตัว และรอยสีน้ำตาล โดยความเข้มข้นของสารละลาย SA และ MJ ที่เหมาะสมสำหรับแช่ผลก่อนการเก็บรักษา คือ 10μM

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ปาริชาติ แสงทอง เสาวลักษณ์ อุ่นเป็น และอุษาวดี ชนสุต. 2554. ลักษณะภายนอกและกายวิภาคของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่แสดงอาการสะท้านหนาว วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (3พิเศษ) : 327-330.

Agusti, M., V. Almela, M. Juan, F. Alferez, F. R. Tadeos and L. Zacarias 2001. Histological and physiological characterization of breakdown of 'Navelate' sweet orange. Annals of Botany 88: 415-422.

Hall E.G. and K.J. Scott 1977. Storage and Market Disease of Fruit. CSIRO, Melbourne, Australia. 52 pp.

Henriod R.E., M.R. Gibberd and M.T. Treeby 2005. Storage temperature effects on moisture and the development of chilling injury in Lanes Late navel orange. Australian Journal of Experimental Agriculture 45: 453-458.

Janda T., G. Szalai, I. Tari and E. Paldi 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta 208: 175-180.

Lindhout, K., M.T. Treeby and R.W. Parish. 2004. Chill Out: Chilling-related injuries in navel oranges. Acta Horticulturae 687: 77-84.

Lindhout, K. 2007. Physiology of chilling-related postharvest rind breakdown of Navel oranges (*Citrus sinensis* L. Osbeck). PhD. Dissertation, The La Trobe University, Victoria, Australia. 59 pp.

Marangoni, A.G., T. Palma and D.W. Stanley 1996. Membrane effects in postharvest physiology. Postharvest Biology and Technology 7: 193-217.

Meir, S., S. Philosoph-Hadas, S. Lurie , S. Droby, M. Akerman, G. Zauberman, B. Shapiro, E. Cohen and Y. Fuchs. 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate. Canadian Journal of Botany 74: 870-874.

Wang, L., S. Chen, W. Kong, S. Li and D.D. Archbold. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology 41: 244–251.

Yuen, C.M.C., N.O. Tridjaja, R.B.H. Wills and B.L. Wild. 1995. Chilling injury development of Tahitian lime, 'Emperor' mandarin, 'Marsh' grapefruit and 'Valencia' orange. Journal of the Science of Food and Agriculture 67: 335-339.