ผลของอุณหภูมิลำดับขั้นต่ออาการสะท้านหนาวของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

Effect of Stepwise Temperature Conditioning on Chilling Injury of Tangerine Fruit cv. See Thong

ศรัณยา วอขวา[1] นิธิยา รัตนาปนนท์[2] และดนัย บุณยเกียรติ[3]

Saranya Workwa[1] , Nithiya Rattanapanone[2] and Danai Boonyakiat [3]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิลำดับขั้นต่ออาการสะท้านหนาวของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5°ซ นาน 5 สัปดาห์ พบว่า การลดอุณหภูมิลำดับขั้นมีผลช่วยลดอาการสะท้านหนาวได้ในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาในทุกๆ กรรมวิธี หลังจากสัปดาห์ที่ 3 พบว่า %การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมี %การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูง การลดอุณหภูมิลำดับขั้นสามารถชะลออาการสะท้านหนาวได้และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีการลดอุณหภูมิลำดับขั้น ผลส้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่า L*, C* และ H° ของผลส้มในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทในรูปของกรดซิตริกลดลง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและค่าความเป็นกรด-ด่างมีความผันแปรค่อนข้างสูง

ABSTRACT

Study on the effect of stepwise temperature conditionings on chilling injury of tangerine cv. See Thong during storage at 2 and 5°C for 5 weeks. It was found that stepwise temperature conditionings could reduce chilling injury of tangerine at the first 2 weeks storage in all treatments but did not show any significant difference (p=0.05) for all treatments. After 3 weeks storage the electrolyte leakage was increased and the lower the temperature storage the higher the percentage of electrolyte leakage. During storage the percentage of weight loss was increased but the L*, C* and H° values did not show any significant difference between the treatments. Total titratable acidity expressed as citric acid was decreased. However, there was a small change for total soluble solids content and the pH values was quite variable during storage.

บทนำ

ส้มเขียวหวาน *(Citrus reticulata* Blanco) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง จัดเป็นผลไม้เขตกึ่งร้อนซึ่งเป็น non-climacteric ผลส้มส่วนใหญ่เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ได้ง่ายโดยเฉพาะส้มเขียวหวานที่ปลูกในเขตที่มีอากาศอบอุ่น ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน ซึ่งอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นคือ เนื้อเยื่อยุบตัวลงเป็นจุดๆ ผิวมีลักษณะฉ่ำน้ำและเป็นสีน้ำตาล อ่อนแอต่อการเน่าเสียได้ง่าย อาการจะเกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4.5°ซ (Murata, 1997) การลดอุณหภูมิลำดับขั้น (stepwise temperature conditioning) ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าช่วยทำ

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Graduate student, Postharvest technology, Faculty of Graduate Studies, Chiang Mai University

[2] ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-industy, Chiang Mai University.

[3] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Associate Professor, Department of Hort Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

ให้ผลเกรฟฟรุตลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ((Hatton and Cubbedge, 1982 ; Chalutz *et al.,* 1985 ; Porat *et al.,* 2000) แต่ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับผลส้มเขียวหวาน

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิลำดับขั้นต่อคุณภาพและการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุเกษตร

ส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่ทางการค้า มาจากสวนทรายทอง อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ คัดเลือกเฉพาะส้มเบอร์ 5 ซึ่งน้ำหนักผลอยู่ในช่วง 90-100 กรัม นำผลส้มมาล้างด้วยน้ำสะอาดตามด้วยน้ำที่มีสารละลายความเข้มข้นคลอรีน 200 ppm เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (Weiss and Braddock, 2002) ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำผลส้มมาแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ผล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ นำผลส้มไปบรรจุในกล่องกระดาษขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 29 x 41.8 x 9 เซ็นติเมตร แล้วนำไปเก็บรักษาตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2^{O}ซ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธีที่ 2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธีที่ 3 ลดอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องเป็น 15^{O}ซ นาน 1 วัน, 10 ^{O}ซ นาน 1 วัน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ จนครบ 5 สัปดาห์

กรรมวิธีที่ 4 ลดอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องเป็น 15^{O}ซ นาน 1 วัน, 10^{O}ซ นาน 1 วัน, 5^{O}ซ นาน 1 วัน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2^{O}ซ จนครบ 5 สัปดาห์

กรรมวิธีที่ 5 ลดอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องเป็น 15^{O}ซ นาน 1 วัน, 10^{O}ซ นาน 2 วัน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ จนครบ 5 สัปดาห์

กรรมวิธีที่ 6 ลดอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องเป็น 15^{O}ซ 1 วัน, 10^{O}ซ นาน 2 วัน, 5^{O}ซ นาน 3 วัน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2^{O}ซ จนครบ 5 สัปดาห์

แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ สุ่มผลส้มเขียวหวานตัวอย่างออกมาทุกๆ สัปดาห์ จนครบระยะเวลาการเก็บรักษา นาน 5 สัปดาห์ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90% เพื่อใช้ในการวัดสีเปลือก เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

วิธีการวิเคราะห์

1. สีเปลือกด้านนอก วัดโดยเครื่อง Chroma meter ซึ่งวัดเป็นค่า L*, a* และ b* โดยสุ่มผลส้มมา 3 ผลต่อซ้ำ วัดสีเปลือกด้านนอก โดยการวัดสามส่วน ส่วนขั้วผล กลางผล และท้ายผล และคำนวณหาค่า Hue angle (H°) จากสูตร H° = (arctangent b*/a*) และหาค่าความเข้มของสี คือ ค่า Chroma (C*) จากสูตร $C^* = (a^{*2}+b^{*2})$

2. การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง นำเปลือกส้มมาปอกเปลือกออกแล้วเจาะด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นที่ปราศ-จากไอออน 3 ครั้ง ซับน้ำให้แห้ง นำตัวอย่างเปลือกส้มแช่ลงในสารละลายแมนนิทอลความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ จำนวน 25 มิลลิลิตร วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 4 ชั่วโมง แล้วจึงนำสารละลายมาวัดหาค่าการนำไฟฟ้าของสาร อีเล็กโตรไลต์ โดยใช้เครื่อง Conductivity meter แล้วนำตัวอย่างเดิมไปนึ่งในหม้อนึ่งอัดไอที่อุณหภูมิ 121 องศา-เซลเซียส นาน 20 นาที เมื่ออุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำมาวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ทั้งหมดอีกครั้ง แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (McCollum and McDonald, 1991)

เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตไลต์ (A) = $\frac{B \times 100}{C}$

โดย A คือ เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์

B คือ การนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ ภายหลังการแช่ 3 ชั่วโมง

C คือ ค่าการนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ทั้งหมดภายหลังการ autoclave

3. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยคำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียน้ำหนัก (%) = $\frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา-น้ำหนักหลังการเก็บรักษา} \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}}$

4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ โดยการคั้นน้ำส้มปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานของ NaOH ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8.20 เป็นจุดยุติ อ่านค่าที่วัดได้ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำส้มคั้น

5. ค่าความเป็นกรด-ด่าง คั้นน้ำส้มโดยเครื่องคั้นแล้ววัดหาค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (รุ่น HI 9021 ของบริษัท Hanna)

6. เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง Hand refractometer อ่านค่าช่วง 0-32 องศาบริกซ์ (รุ่น N1 ของบริษัท ATAGO) วัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS version 6.0

ผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ก. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

การเก็บรักษาผลส้มโดยกรรมวิธีต่างๆ พบว่าค่า L*, C* และ H° ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่า L* ซึ่งบ่งชี้ถึงความสว่าง (L* = 100) และความมืด (L*= 0) ของผลส้มมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 59.09-65.50 และค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม คำนวณหาค่า H° พบว่าค่า H° ของผลส้มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า H° อยู่ในช่วง 88.32-91.14 องศา แสดงว่าสีเปลือกผลส้มมีสีเหลืองถึงส้มแดง และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นสีเปลือกผลส้มมีสีเหลืองเข้มขึ้นสอดคล้องกับค่า C* ที่เพิ่มขึ้น

ข. การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์

ระหว่างการเก็บรักษาผลส้มมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกส้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี (รูปที่ 4) พบว่าสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษาผลส้มในกรรมวิธีที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงที่สุด คือ 50.84% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีลดอุณหภูมิลำดับขั้น (กรรมวิธีที่ 3, 4 และ 5) พบว่ามีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ 42.32, 43.73 และ 43.95% ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีลดอุณหภูมิลำดับขั้นทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการเก็บรักษาผลเกรฟฟรุต (Star Ruby) โดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นที่อุณหภูมิ 21^{O}ซ นาน 3 วัน และ 16^{O}ซ นาน 7 วันแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2^{O}ซ นาน 6 สัปดาห์ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20^{O}ซ นาน 1 สัปดาห์ วิธีดังกล่าวสามารถลดอาการสะท้านหนาวได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Porat *et al*., 2000) และการลดอุณหภูมิลำดับขั้นของผลเกรฟฟรุตที่อุณหภูมิ 16^{O}ซ นาน 7 วัน, 7^{O}ซ นาน 2 วัน, 4^{O}ซ นาน 2 วัน และ 1^{O}ซ นาน 17 วัน สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้เช่นเดียวกัน (Hatton and Cubbedge, 1982)

การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อการเก็บรักษาไว้นานขึ้นอาจเป็นเพราะเมื่อเก็บรักษานานผลส้มเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ซึ่งมีการสลายตัวของเยื่อหุ้มต่างๆ ที่เปลือกส้ม ทำให้ความสามารถในการเก็บรักษาสารไว้ภายในเซลล์ลดลง (Lyon, 1973) และเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวผลส้มมีอาการเนื้อเยื่อยุบตัวลงเป็นจุดๆ และผิวมีสีคล้ำเป็นสีน้ำตาล

ค. การสูญเสียน้ำหนัก

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ (รูปที่ 5) ผลส้มในกรรมวิธีที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้น (กรรมวิธีที่ 4, 5 และ 6) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 5.57, 5.60 และ 5.07% ซึ่งมากกว่าผลส้มในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5^{O}ซ ซึ่งสูญเสียน้ำหนัก 3.56% และ 4.46% ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้น ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักของผลเกรฟฟรุตที่เก็บรักษาโดยลดอุณหภูมิลำดับขั้นที่อุณหภูมิ 21^{O}ซ นาน 3 วัน และ 16^{O}ซ นาน 7 วันแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2^{O}ซ นาน 6 สัปดาห์ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20^{O}ซ นาน 1 สัปดาห์มีการสูญเสียน้ำหนัก 4.0% และ 3.7% ขณะที่กลุ่มควบคุมสูญเสียน้ำหนัก 2.5% (Porat *et al*., 2000) การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นในผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นอาจเนื่องจากมีการคายน้ำมากและยังคงมีเมแทบอลิซึมสูงระหว่างการลดอุณหภูมิลำดับขั้น

2. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี

ก. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA)

ความเป็นกรด-ด่างมีความผันแปรค่อนข้างสูง และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 6) ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ตลอดการเก็บรักษามีค่าลดลงทุกกรรมวิธี (รูปที่ 7) และสัปดาห์สุดท้ายของอายุการเก็บรักษาผลส้มในทุกๆ กรรมวิธีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับที่วิกานดา (2541) รายงานว่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้น ซึ่งในผลส้มมีกรดซิตริกปริมาณมากและค่อนข้างคงที่หลังจากผลแก่จัดหรือสุก และคาดว่าเนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non- climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric (สายชล, 2528)

ค.ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) และอัตราส่วน TSS/TA

ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (รูปที่ 8) เมื่อเข้าสัปดาห์ 5 ของการเก็บรักษา และผลส้มในกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี อื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการสูญเสียน้ำไปในระหว่างการเก็บรักษาจึงทำให้ความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นได้ (จริงแท้, 2538) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลไม้ non-climacteric ได้น้ำตาลมาจากการเคลื่อนย้ายจากใบเข้ามาสะสมไว้ในผล ไม่ได้เกิดจากการสลายสตาร์ชไปเป็นน้ำตาล ดังนั้นหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลจึงไม่เพิ่มขึ้นและระหว่างการเก็บรักษาน้ำตาลและกรดอาจถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง (สายชล, 2528)

อัตราส่วน TSS/TA ของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิลำดับขั้นมีค่าสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำโดยตรง (รูปที่ 9) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลเกรฟฟรุตซึ่งเก็บรักษาโดยลดอุณหภูมิลำดับขั้นที่อุณหภูมิ 21^{O}ซ นาน 3 วัน และ 16^{O}ซ นาน 7 วันแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2^{O}ซ นาน 6 สัปดาห์ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20^{O}ซ นาน 1 สัปดาห์ และมีอัตราส่วน TSS/TA เป็น 10.12 และ 9.89 ขณะที่กลุ่มควบคุมอัตราส่วน TSS/TA เป็น8.89 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Porat *et al*., 2000)

สรุป

1. ผลส้มที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นมีค่า L*, C* และค่า H° ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. การลดอุณหภูมิลำดับขั้นสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวที่ชี้บ่งด้วยการรั่วไหลของสาร อีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกผลส้มได้ แต่ทำให้ผลส้มมีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น
3. ผลส้มมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้มีค่าลดลงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้มีค่าลดลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภายใต้โครงการเงินกู้ ADB

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. การเก็บรักษาผลผลิตการเกษตรหลังเก็บเกี่ยว: เทคโนโลยีและสรีรวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 161 น.

วิกันดา คงสวัสดิ์. 2541. ผลของการใช้สารสกัดธรรมชาติและสารเคลือบผิวต่อคุณภาพของส้มเขียวหวานหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่. 148 น.

สายชล เกตุษา.2528.สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 365 น.

Chalutz. E., J. Waks and M. Schiffmann-Nadel. 1985. Comparision of the response of different citrus fruit cultivars to storage temperature. Sci. Hortic. 25: 271-227.

Hatton ,T.T. and R.H. Cubbedge. 1982. Conditioning Florida grapefruit to reduce chilling injury during low-temperature storage. J. Am. Soc. Hort. Sci. 107, 57-60.

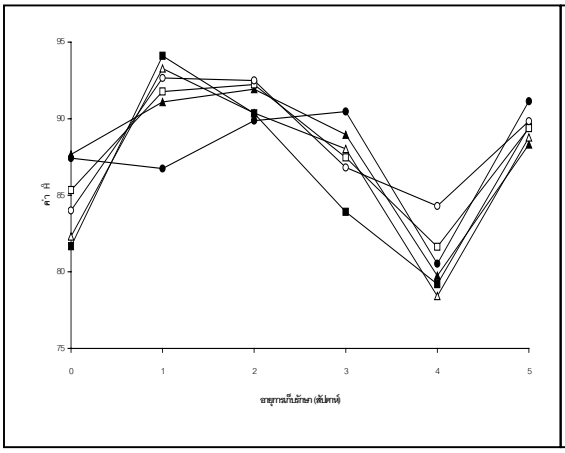
Lyons, J.M. 1973. Chilling injury in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 24: 445-466.

McCollum, T.G. and R.E. McDonald. 1991. Electrolyte leakage, respiration and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. HortScience. 26(9): 1191-1192.

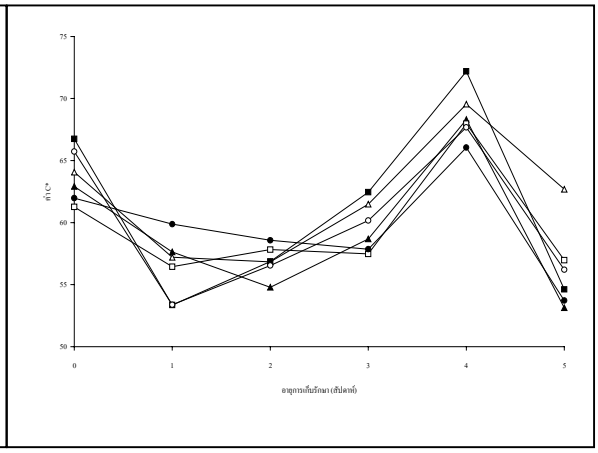
Murata, T. 1997. Citrus. *In* S. Mitra (Ed.). Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. CAB INTERNATIONAL, Oxford, UK. pp. 21-46.

Porat, R., D. Pavoncello, J. Peretz, S. Ben-Yehoshua and S. Lurie. 2000. Effects of various heat treatments on the induction of cold tolerance and on the postharvest qualities of 'Star Ruby' grapefruit. Postharvest Biology and Technology 18:159-165.

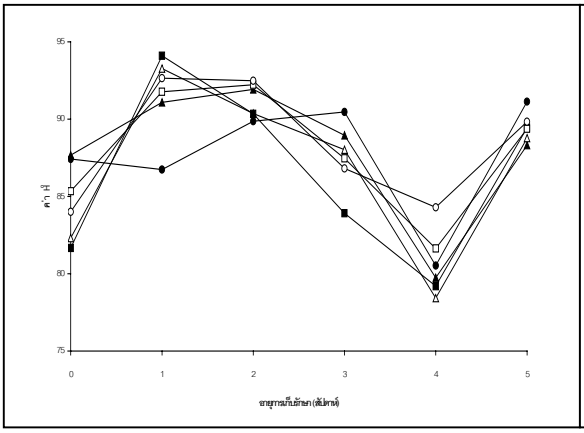
Weiss, E.R., and R.J. Braddock. Occurrence and removal of chlorinated compounds in cold-pressed citrus oils. http://ift/2002/techprogram/paper_12167.htm



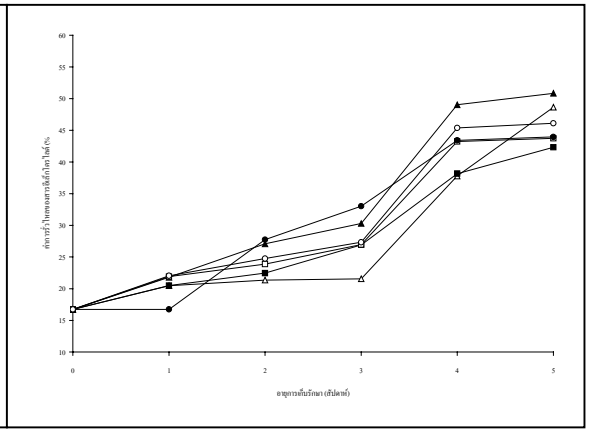
รูปที่ 1 ค่า L* ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง



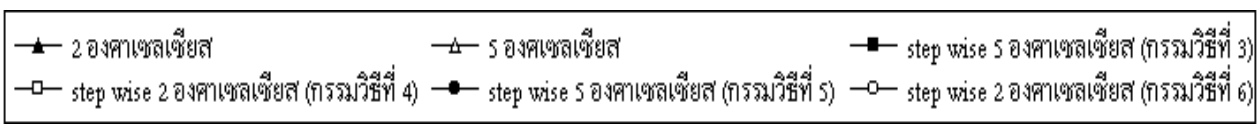
รูปที่ 2 ค่า C* ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

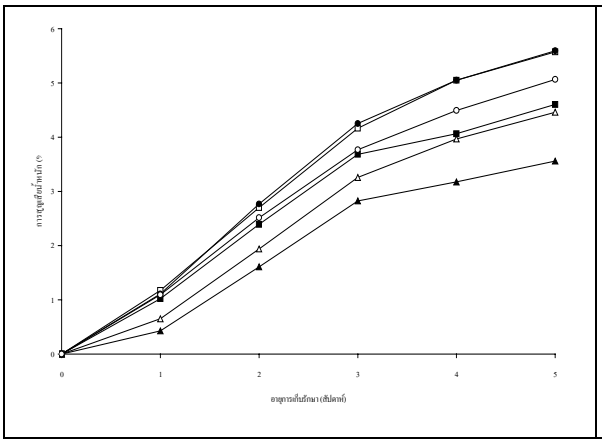


รูปที่ 3 ค่า H^{o} ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

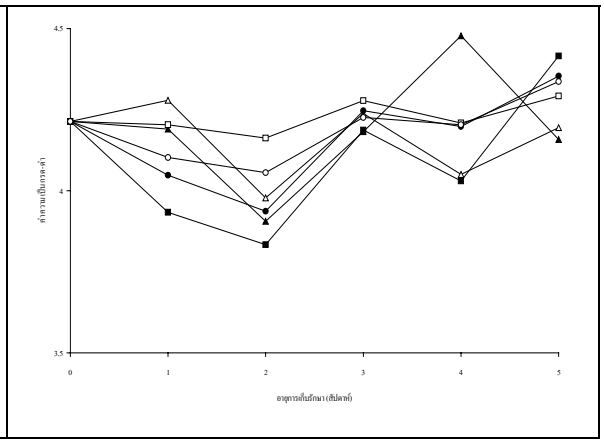


รูปที่ 4 ค่าการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

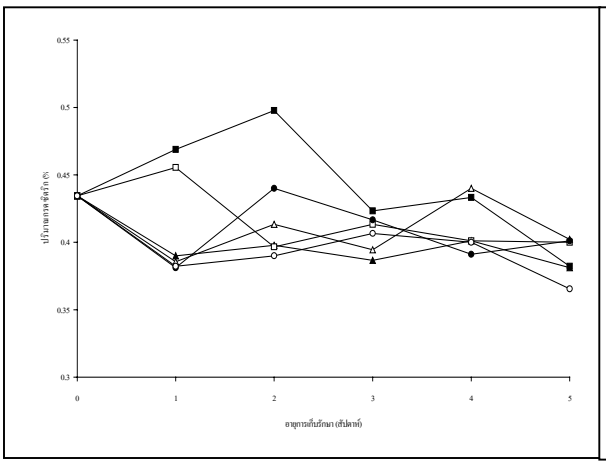




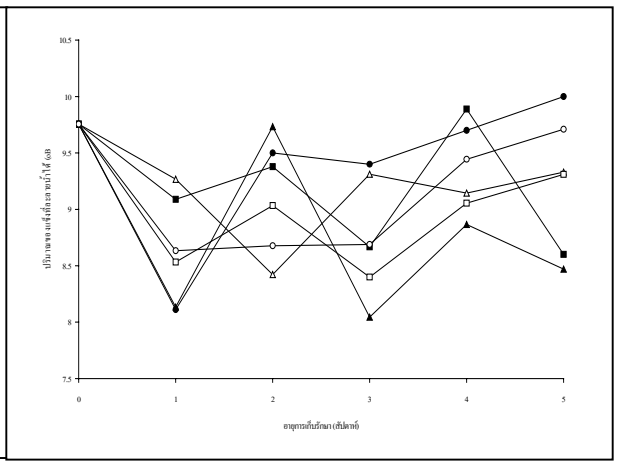
รูปที่ 5 ค่าการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวาน พันธุ์สีทอง



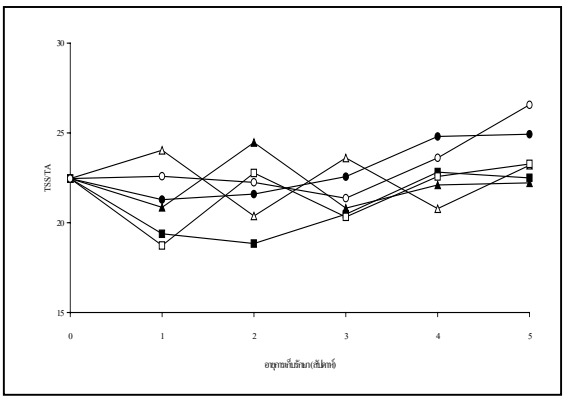
รูปที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มเขียวหวาน พันธุ์สีทอง



รูปที่ 7 ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของส้มเขียวหวาน พันธุ์สีทอง



รูปที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง



รูปที่ 9 อัตราส่วนของ TSS ต่อ TA