

การชะลอการเหลืองของเปลือกและการควบคุมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม  
โดยการใช้ไอร้อนแห้ง

Delaying Peel Yellowing and Postharvest Quality Control of Siamese Red Ruby Pummelo  
(*Citrus maxima* (Burm.) Merr) by Hot Air Treatment

พงศ์พนิช เกื้อทอง<sup>1</sup> นพรัตน์ ทัดมาลา<sup>1</sup> และสมัคร แก้วสุกแสง<sup>1</sup>  
Pongpanit Kuatong<sup>1</sup>, Nopparat Tatmala<sup>1</sup> and Samak Kaewsuksaeng<sup>1</sup>

Abstract

Peel yellowing is the main problem of postharvest quality changes of Siamese Red Ruby pummelo. This results from chlorophyll degradation which causes the fruit to be unacceptable to consumer and reduce the price to be lower. The aim of this study was to delay peel yellowing and control postharvest quality by using hot air treatment at 45, 48 and 50 °C for 5 or 10 min before keeping the treated fruits in the dark at ambient temperature (27±2 °C). The results showed that hot air treatment at 50 °C for 10 min was the most effective method to delay a decrease in hue angle value and an increasing in L value and reduce fruit weight loss compared to the other treatment. Moreover, the effect of hot air treatment at 50 °C for 10 min on chlorophyll degradation and internal postharvest quality of the fruit was determined. This treatment significantly delayed decreases in chlorophylls *a* and *b* contents compared to the control. This treatment maintained the highest total acidity and delayed an increase in total soluble solids content during storage. The storage life at ambient temperature of pummelo previously subjected to hot air treatment at 50 °C for 10 min was 40 days whereas that of the control fruit was 25 days.

**Keywords:** Siamese Red Ruby pummelo, peel yellowing, hot air treatment

บทคัดย่อ

การเหลืองของเปลือกเป็นปัญหาหลักของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม โดยสาเหตุเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และมีมูลค่าการจำหน่ายลดลง การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อชะลอการเหลืองและควบคุมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 45, 48 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 10 นาที แล้วเก็บรักษาในที่มืด อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) พบว่าการใช้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถชะลอการเหลืองได้ดีที่สุด โดยชะลอการลดลงของค่า hue angle และการเพิ่มขึ้นของค่า L รวมทั้งมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ และเมื่อศึกษาผลของการใช้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที ต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และคุณภาพภายในของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม พบว่า การใช้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี ตลอดจนระยะเวลาการรักษาน้ำหนักต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม ในขณะที่คุณภาพภายใน พบว่า การใช้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถรักษาระดับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และชะลอการเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามที่มีการใช้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีอายุการเก็บรักษานาน 40 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมเท่ากับ 25 วัน

**คำสำคัญ:** ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม, การเหลืองของเปลือก, ไอร้อนแห้ง

คำนำ

ส้มโอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus maxima* (Burm.) Merr เป็นไม้ผลเขตร้อน (Sub-tropical fruit) อยู่ในวงศ์ Rutaceae พันธุ์ทับทิมสยาม เป็นพันธุ์ที่มีการปลูกแพร่หลายในประเทศไทย คือ เขตพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ส้มโอพันธุ์นี้มีเนื้อสี

<sup>1</sup> หน่วยวิจัยพืชเขตร้อนในภาคใต้ สาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

<sup>1</sup> Southern Tropical Plants Research Unit, Department of Plant Science, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung 93110

แดงเข้ม (สีทับทิม) จึงเป็นที่รู้จัก มีมูลค่าสูงและตลาดต้องการเป็นอย่างมากทั้งในและต่างประเทศ (สำนักงานเกษตรจังหวัด นครศรีธรรมราช, 2551) แต่อย่างไรก็ตาม ส้มโอมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวทางด้านคุณภาพภายนอกอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอาการเหี่ยวที่เกิดจากการสูญเสียน้ำ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักตามมา และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอันเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคและวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาส้มโอ ได้แก่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน (รัตนา, 2548) นอกจากนี้ยังใช้วิธีการให้ความร้อน (heat treatment) ในการยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การให้ลมร้อน (hot air) น้ำร้อน (hot water) และไอร้อน (hot vapor) ซึ่งจะใช้อุณหภูมิต่างกัน ในการทดลอง ในมะนาวพันธุ์แป้นมีการจุ่มในน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ฐิติมา, 2548) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ลมร้อนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. ศึกษาผลของไอร้อนแห้งต่อคุณภาพภายนอกของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

นำผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามมาอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 45 48 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 10 นาที แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก รายงานผลเป็นค่า L และค่า hue การสูญเสียน้ำหนัก

#### 2. ศึกษาผลของไอร้อนแห้งต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และคุณภาพภายในของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

ทำการเปรียบเทียบระหว่างผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามที่ผ่านการอบไอร้อนแห้งที่ให้ผลที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที กับชุดควบคุม (ไม่อบไอร้อนแห้ง) แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายใน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก รายงานผลเป็นค่า L และค่า hue ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอและบี

### ผลและวิจารณ์ผล

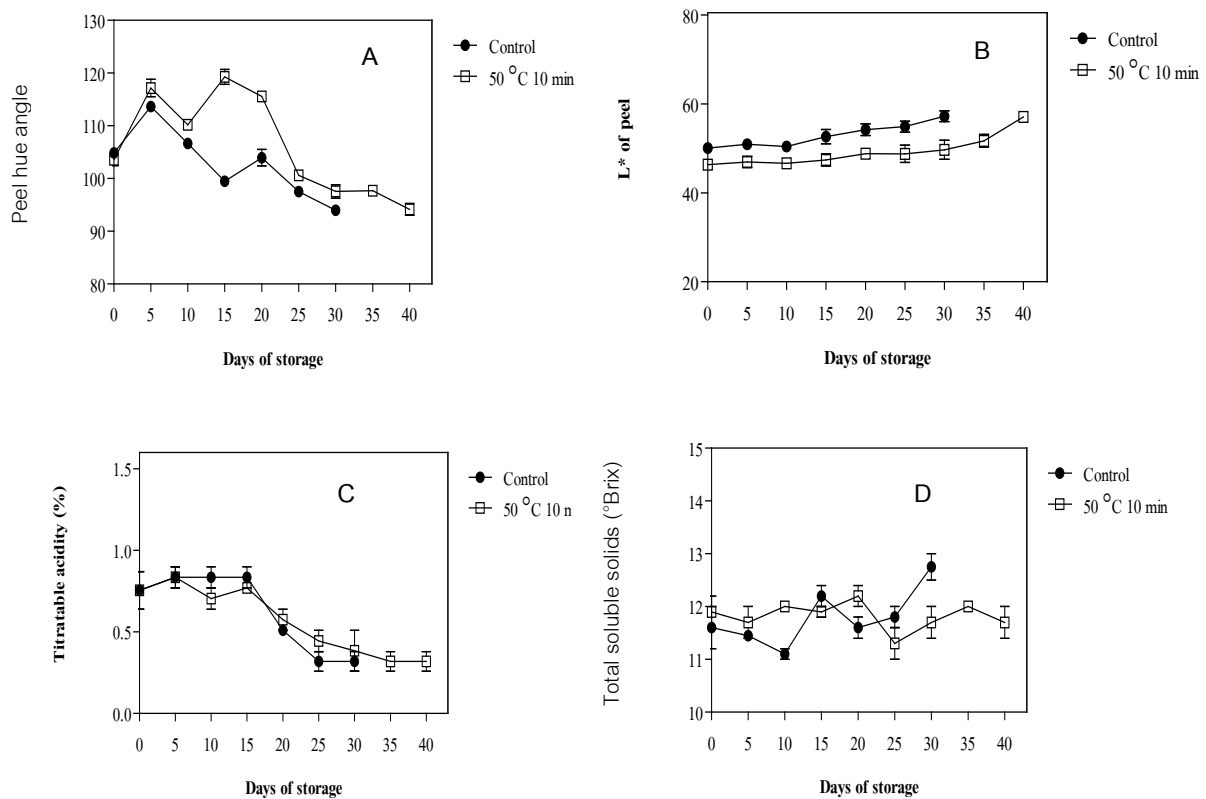
จากการศึกษาผลของการอบไอร้อนแห้งต่อคุณภาพภายนอกของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม พบว่า ผลในชุดควบคุม (ไม่อบไอร้อนแห้ง) และชุดที่มีการอบร้อนที่อุณหภูมิ 45 48 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 และ 10 นาที มีแนวโน้มการลดลงของค่า hue angle และการเพิ่มขึ้นของค่า L รวมทั้งการสูญเสียน้ำหนัก ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษามีค่า Hue angle สูงที่สุดเท่ากับ 104.50 และค่า L ต่ำที่สุด 49.64 แสดงว่าผลส้มโอยังมีสีเปลือกที่เข้มกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (Table 1) และผลของการอบไอร้อนแห้งต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และคุณภาพภายในของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม พบว่าผลในชุดควบคุม และชุดที่มีการอบร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที โดยพบว่า การอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ให้ผลที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม มีการลดลงของค่า Hue angle น้อย (Figure 2A) และชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า L มากที่สุด (Figure 2A) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แสดงว่าผลส้มโอยังมีสีเปลือกที่เข้มกว่าชุดควบคุม (Figure 4) ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส สามารถไปช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เอและบี (Figure 3A, B) อันเกี่ยวเนื่องการทำงานของกิจกรรมเอนไซม์และสารบางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เช่น chlorophyllase, pheophytinase, chlorophyll-degrading peroxidase และ Mg-dechelating substance (Kaewsuksaeng *et al.*, 2015) ความร้อนน่าจะไปมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว ในขณะที่การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ สีเปลือก การสูญเสียน้ำหนัก แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายใน ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Figure 2C) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Figure 2D) ทั้งนี้เนื่องจากส้มโอเป็นผลไม้กลุ่ม non-climacteric fruit มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อย และต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลง (दनัย, 2534)

**Table 1** Changes in hue angle and L value as influenced by hot air treatment at 45, 48 and 50 °C for 5 and 10 minutes

Treatment	Hue angle	L value	Weight loss
Day 0			
Control	113.86±6.06	49.06±2.64	0
Day 35			
Control	83.00±1.02a	70.33±0.78a	18.56±2.82
45°C, 5 min	103.21±0.16ab	52.48±2.64ab	16.76±1.35
45°C, 10 min	101.51±0.74a	53.93±1.09a	15.74±2.31
48°C, 5 min	96.32±1.58ab	54.86±1.70a	19.76±2.64
48°C, 10 min	99.00±0.32a	52.44±1.03ab	19.84±5.61
50°C, 5 min	100.46±1.99a	53.63±1.20a	17.49±3.04
50°C, 10 min	104.50±1.03a	49.64±1.34b	14.50±3.70
F-test	*	*	NS
C.V. (%)	56.05	58.03	65.06



**Figure 1** Changes in peel and pulp color as influenced by hot air treatments at 45, 48 and 50 °C for 5 and 10 minutes at days 0 – 35.



**Figure 2** Changes in hue angle (A) L value (B) titratable acidity (C) and total soluble solids (D) as influenced by hot air at treatment at 45, 48 and 50 °C for 5 and 10 minutes

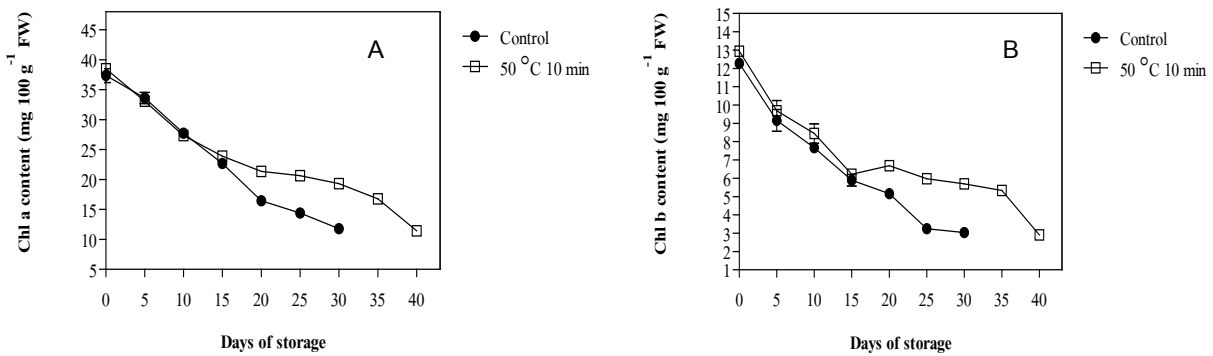


Figure 3 Changes in peel chlorophyll a (A) and b contents (B) as influenced by hot air at treatment at 45, 48 and 50 °C for 5 and 10 minutes



Figure 4 Changes in peel and pulp color as influenced by hot air treatment at 50 °C for 10 minutes at days 0-30.

**สรุปผล**

การให้ไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า hue angle ค่า L และปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบี และยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามที่ได้ยาวนาน 40 วัน และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายใน ได้แก่ ปริมาณของกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

**คำขอบคุณ**

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2558

**เอกสารอ้างอิง**

สำนักงานเกษตรจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2551. กลุ่มพัฒนาไม้ผลส้มโอกลุ่มน้ำปากพูนัง.  
 รัฐวิมา ช้างทอง 2548. ผลของ 1-methylcyclopropene ต่อการสูญเสียคลอโรฟิลล์ของเปลือกมะนาวพันธุ์แป้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.  
 สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 143 น.  
 รัตดา สุทธยาคม. 2548. การยืดอายุการเก็บรักษาส้มโอหลังการเก็บเกี่ยวด้วยระบบควบคุมบรรยากาศในอุณหภูมิต่ำในเชิงการค้า. กองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.  
 ดนัย บุญเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 225 น.  
 Kaewsuksaeng, S., N. Tatmala, V. Srilong and N. Pongprasert. 2015. Postharvest heat treatment delays chlorophyll degradation and maintains quality in Thai lime (*Citrus aurantifolia* Swingle cv. Paan) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 100: 1–7.