

## การใช้สารโซเดียมคลอไรท์ร่วมกับไอน้ำร้อนเพื่อชะลอการเกิดสีน้ำตาลและเชื้อราที่เปลือกของมะพร้าว น้ำหอมตัดแต่ง

### Application of Sodium Chlorite and Hot Vapor to Delay Browning and Fungal Growth on Mesocarp of Fresh-cut Young Aromatic Coconut

กฤตยา พยุหเมธากุล<sup>1</sup> กัลยา ศรีพงษ์<sup>1</sup> อภิรดี อุทัยรัตนกิจ<sup>1,2</sup> วาริช ศรีละออง<sup>1,2</sup> พนิดา เรณูมาลัย<sup>3</sup>  
และผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน<sup>1,2</sup>

Krittaya Payuhamaytakul<sup>1</sup>, Kanlaya Sripong<sup>1</sup>, Apiradee Uthairatanakij<sup>1,2</sup>, Varit Srilaong<sup>1,2</sup>, Panida Renumarn<sup>3</sup>  
and Pongphen Jitareerat<sup>1,2</sup>

#### Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of sodium chlorite (SC) combined with hot vapor to delay browning and fungal growth on the mesocarp of fresh-cut young aromatic coconut. The peeled coconut fruits were dipped in filtered water (control), 3% sodium metabisulphite (SMS), 250 mg/l SC, hot vapor (HV) at 95±5°C for 60 and 90 sec followed by dipping in 250 mg/l SC for 5 min. All fruits were kept at 4°C for 20 days. Treatment of HV-90 sec combined with SC showed effective to delay browning and fungal growth on coconut mesocarp better than the HV-60 sec combined with SC, SC alone and control, however its efficiency was less than SMS. The HV-90 sec combined with SC treatment could delay color change of mesocarp ( $\Delta E$ ), reduce brown pigment, reduce polyphenol oxidase (PPO) activity and reduce fungal growth. However, the HV-90 sec combined with SC did not affect titratable acidity, total soluble solids and juice transmittance of coconut juice.

**Keywords:** Sodium chlorite, hot vapor, browning

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมคลอไรท์ (SC) ร่วมกับไอน้ำร้อน ในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญของเชื้อราที่เปลือกของมะพร้าว น้ำหอมตัดแต่ง นำผลมะพร้าวที่ผ่านการเจียนเปลือกแล้วมาจุ่มในน้ำกรอง (ชุดควบคุม) สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (SMS) ความเข้มข้น 3% สารละลาย SC ความเข้มข้น 250 mg/l หรือนำมาลวกด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95±5°C นาน 60 และ 90 วินาที (HV) ร่วมกับการจุ่มใน SC 250 mg/l เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C นาน 20 วัน พบว่า การใช้ HV นาน 90 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญของเชื้อราที่เปลือกมะพร้าวได้ดีกว่าการใช้ HV นาน 60 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC การจุ่มใน SC เพียงอย่างเดียว และชุดควบคุม แต่ยังคงมีประสิทธิภพน้อยกว่าการใช้ SMS โดยการใช้ HV นาน 90 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ( $\Delta E$ ) ลดปริมาณสารสีน้ำตาล ลดกิจกรรมเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และลดการเจริญของเชื้อรา อย่างไรก็ตามการใช้ HV นาน 90 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC ไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำมะพร้าว

**คำสำคัญ:** โซเดียมคลอไรท์, การลวกด้วยไอน้ำร้อน, การเกิดสีน้ำตาล

#### คำนำ

มะพร้าวเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากน้ำมะพร้าวเป็นเครื่องดื่มที่ให้พลังงานและให้ความสดชื่นแก่ร่างกาย โดยในปี พ.ศ.2559 ประเทศไทยส่งออกมะพร้าวน้ำหอม (มะพร้าวอ่อน) ประมาณ 85,800 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9,857 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) และมีปริมาณการส่งออกที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี ในการส่งออก

<sup>1</sup> สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

<sup>1</sup> Division of Postharvest Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkokthientien, Bangkok 10150, Thailand

<sup>2</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand

<sup>3</sup> สาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนามล็ดภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปราจินบุรี 25230

<sup>3</sup> Innovation and Product Development Technology, Faculty of Agro Industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi 25230

มะพร้าวไปยังต่างประเทศ มักจะตัดแต่งเอาเปลือกสีเขียวออก เพื่อลดพื้นที่และน้ำหนักในการขนส่ง ซึ่งมะพร้าวที่ผ่านการตัดแต่งจะพบการเกิดสีน้ำตาลและการเข้าทำลายของเชื้อราที่เปลือกของมะพร้าวอยู่เสมอ เป็นผลทำให้มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้น (Siriphanich *et al.*, 2011) การแก้ปัญหาดังกล่าวทำโดยใช้สารเคมีเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสีที่เปลือก เช่น สารซัลไฟท์ ซึ่งสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการเข้าทำลายของเชื้อได้ (นฤมล มานีพพาน, 2548) อย่างไรก็ตามองค์กรอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (US-FDA) และอีกหลายๆ ประเทศมีการสั่งห้ามไม่ให้ใช้สารซัลไฟท์ในผักและผลไม้สด เนื่องจากสารซัลไฟท์ก่อให้เกิดอาการแพ้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ (Taylor *et al.*, 1986) ดังนั้นการใช้โซเดียมคลอไรด์จึงเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่ง เนื่องจากโซเดียมคลอไรด์เป็นสารที่ได้รับการยอมรับจาก FDA ให้ใช้ในอาหารได้ มีประสิทธิภาพอย่างมากทั้งในการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผลิตภัณฑ์สด เช่น แอปเปิ้ล (Lu *et al.*, 2006) และลูกแพร์ (Xiao *et al.*, 2011) ในขณะเดียวกันการลวกด้วยไอน้ำร้อนเป็นเทคโนโลยีเบื้องต้นในการชะลอกิจกรรมการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่ง โดยมีผลลดกิจกรรมเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) (วรภัทร และคณะ, 2554) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ คือ ศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับไอน้ำร้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ผลมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่ง

### อุปกรณ์และวิธีการ

มะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการทดลองนี้มีอายุการเก็บเกี่ยว 6 เดือนหลังออกจัน หรือมีเนื้อมะพร้าวประมาณ 2 ชั้น นำมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกเขียวออกทั้งหมดและแบ่งเป็นทริทเมนตดังนี้ จุ่มในน้ำกรอง (ชุดควบคุม) จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (SMS) ความเข้มข้น 3% (ความเข้มข้นที่ใช้ในทางการค้า) จุ่มสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (SC) ความเข้มข้น 250 mg/l หรือทำการลวกด้วยไอน้ำร้อน (hot vapor; HV) ที่อุณหภูมิ  $95 \pm 5^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 60 และ 90 วินาที (วรภัทร และคณะ, 2554) แล้วตามด้วยการจุ่มใน SC ความเข้มข้น 250 mg/l โดยมะพร้าวทุกทริทเมนตจะจุ่มในสารละลายต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที ทำการสะเด็ดน้ำ โดยผึ่งบนตะแกรง จากนั้นคลุมด้วยถุงพลาสติก low density polyethylene (LDPE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4^{\circ}\text{C}$  แต่ละทริทเมนตมี 5 ซ้ำ (ผล) ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทุก 5 วัน เป็นเวลา 20 วัน โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงค่าสี (CHROMA METER CR - 400) ปริมาณสารสีน้ำตาล (Brown pigment) (Jiang and Fu, 1999) กิจกรรมเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) (Duan *et al.*, 2007) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ hand refractometer ( $^{\circ}\text{brix}$ ) เปอร์เซ็นต์ความใสของน้ำมะพร้าว (Campos *et al.*, 1996) และเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อรา (อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

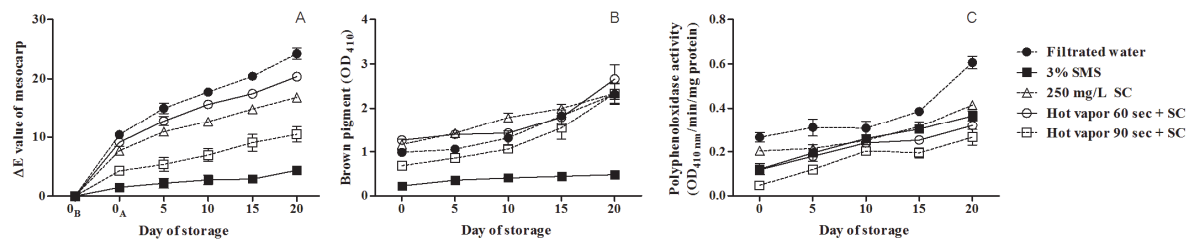
### ผลและวิจารณ์

การใช้ HV เป็นเวลา 90 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าการใช้ HV เป็นเวลา 60 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC การจุ่ม SC เพียงอย่างเดียว และชุดควบคุม โดยสามารถชะลอกการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม ( $\Delta E$ ) และปริมาณสารสีน้ำตาลได้ สอดคล้องกับค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ที่พบว่าการใช้ความร้อนร่วมกับ SC มีกิจกรรมของเอนไซม์น้อยที่สุด (Figure 1) ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนจากไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า  $70^{\circ}\text{C}$  องศาเซลเซียส มีผลทำให้เอนไซม์ PPO ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโปรตีนเกิดการเสียสภาพ จนไม่สามารถทำปฏิกิริยากับสับสเตรตจนได้สารสีน้ำตาล (จรัสแท้, 2553) นอกจากนี้การจุ่มในสารละลาย SC ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญของเชื้อรา โดย Lu *et al.* (2007) และ Guan and Fan (2010) พบว่าสารละลาย SC มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ เนื่องจากสารละลาย SC มีคุณสมบัติเป็นสารฟอกสี (Bleaching) และสามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO จึงมีผลยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลระหว่างมะพร้าวที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 60 และ 90 วินาที และตามด้วยการจุ่มใน SC พบว่า การลวกด้วยไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 90 วินาที สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าที่ระยะเวลา 60 วินาที สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรภัทร และคณะ (2554) พบว่า ผลมะพร้าวที่ลวกด้วยไอน้ำร้อน ระยะเวลา 90 วินาที มีสีเปลือกขาวนวลหรือสามารถควบคุมการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกชั้น mesocarp ได้ดีกว่าที่ระยะเวลา 15 30 60 และ 120 วินาที สำหรับเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อราที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่า มะพร้าวที่จุ่มใน SMS มีการปนเปื้อนของเชื้อราน้อยที่สุด เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกับมะพร้าวที่ลวกด้วยไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 90 และ 60 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อราเท่ากับ 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) SMS เมื่อละลายในน้ำ แยกตัวได้เป็นไบซัลไฟท์ ( $\text{HSO}_3^-$ ) ซึ่งมีผลไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้การสังเคราะห์โปรตีน DNA และกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเมแทบอลิซึม

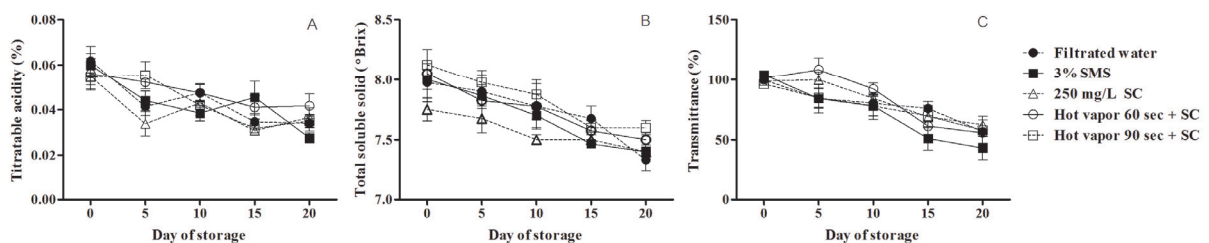
ภายในเซลล์ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายในที่สุด (Davidson and Taylor, 2007; Wieser, 2012) อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ HV เป็นเวลา 90 วินาที ร่วมกับการจุ่ม SC ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำมะพร้าวตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 2)

**Table 1** Fungal contamination of young aromatic coconut mesocarp dipped in filtrated water (control), 3% SMS, 250 mg/l SC, HV at 95±5°C for 60 and 90 sec combined with SC and kept in 4°C for 20 days

Treatments	Fungal contamination (%)				
	Days of storage				
	0	5	10	15	20
Filtrated water	60.00a	90.00a	86.67a	93.33a	100.00a
3% SMS	0.00d	0.00d	0.00d	20.00b	40.00b
250 mg/L SC	33.33b	60.00b	53.33b	80.00a	86.67a
HV 60 sec + 250 mg/L SC	20.00bc	26.67c	40.00b	40.00b	50.00b
HV 90 sec + 250 mg/L SC	13.33cd	20.00c	20.00c	30.00b	40.00b
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	27.21	15.18	17.25	20.30	11.66



**Figure 1**  $\Delta E$  (A), brown pigment (B) and PPO activity (C) of young aromatic coconut mesocarp dipped in filtrated water (control), 3% SMS, 250 mg/l SC, HV at 95±5°C for 60 and 90 sec combined with SC and kept in 4°C for 20 days



**Figure 2** TA (A), TSS (B) and transmittance (C) of water of young aromatic coconut dipped in filtrated water (control), 3% SMS, 250 mg/l SC, HV at 95±5°C for 60 and 90 sec combined with SC and kept in 4°C for 20 days

### สรุปผล

การใช้ไอน้ำร้อนร่วมกับการจุ่ม SC อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่ามาใช้ชะลอการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญของเชื้อราในมะพร้าว น้ำหอมตัดแต่งได้ อย่างไรก็ตามการลวกด้วยไอน้ำร้อนเป็นเวลา 90 วินาที ร่วมกับการจุ่มสารละลาย SC ยังคงมีประสิทธิภavn้อยกว่าการใช้ SMS

### คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560 ในการสนับสนุนด้านเงินทุนในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2553. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 453 น.
- นฤมล มานีพพาน. 2548. การเพาะปลูกและขยายพันธุ์มะพร้าว. เพชรพระรัต, กรุงเทพฯ. 25-51 น.
- วรภัทร ลัดคนทีนวนศ์, ปิยะพงษ์ สอนแก้ว และจริงแท้ ศิริพานิช. 2554. คุณภาพมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการ blanching เพื่อการส่งออก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42: 181-184.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตรของไทย ปี 2559. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.oae.go.th/download/download\\_journal/2560/yearbook59.pdf](http://www.oae.go.th/download/download_journal/2560/yearbook59.pdf). (1 พฤษภาคม 2561).
- Campos, C.F., P.E.A. Souza, J.V. Coelho and M.B.A. Gloria. 1996. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation of flavor quality of green coconut water. *Journal of Food Processing and Preservation* 20: 487-500.
- Davidson, P.M. and T.M. Taylor. 2007. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 3rd Edition. ASM Press. Washington, D.C. 725-726.
- Duan, X., X. Su, Y. You, H. Qu, Y. Li and Y. Jiang. 2007. Effect of nitric oxide on pericarp browning of harvest longan fruit in relation to phenolic metabolism. *Food Chemistry* 104: 571-576.
- Jiang, Y.M. and J.R. Fu. 1999. Purification of polyphenol oxidase and the browning control of litchi fruit by glutathione and citric acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 950-954.
- Guan, W. and X. Fan. 2010. Combination of sodium chlorite and calcium propionate reduces enzymatic browning and microbial population of fresh-cut Granny Smith apples. *Journal of Food Science* 75: 72-77.
- Lu, S., Y. Luo and H. Feng. 2006. Inhibition of apple polyphenol oxidase activity by sodium chlorite. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 3693-3696.
- Lu, S., Y. Luo, E. Turner and H. Feng. 2007. Efficacy of sodium chlorite as an inhibitor of enzymatic browning in apple slices. *Food Chemistry* 104: 824-829.
- Siriphanich, J., P. Saradhulhat, T. Romphopk, K. Krisanapook, S. Pathaveerat and S. Tongchitpakdee. 2011. Coconut (*Cocos nucifera* L.). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* 3: 8-33.
- Taylor, S.L., N.A. Higley and R.K. Bush. 1986. Sulfite in foods: uses, analytical methods, residues, fate, expose assessment, metabolism, toxicity, and hypersensitivity. *Advanced in Food and Nutrition Research* 30: 1-76.
- Xiao, Z., Y. Luo, Y. Luo and Q. Wang. 2011. Combined effect of sodium chlorite dip treatment and chitosan coatings on the quality of fresh-cut d'Anjou pears. *Postharvest Biology and Technology* 62: 319-326.
- Wieser, H. 2012. The use of redox agents in breadmaking. *Breadmaking*: 447-469.