

สภาพบรรยากาศและฟิล์มที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามะพร้าวอ่อนที่ผ่านกรรมวิธี Blanching เพื่อการส่งออก

Modified atmosphere and suitable film for blanched aromatic young coconut fruit for export

วรภัทร ลัคณาทินวงศ์^{1,2} เกริญไกร มีถาวร^{2,3} และ จริงแท้ ศิริพานิช^{2,3}

Voraphat Luckanatinvong^{1,2}, Kreingkrai Methawon^{2,3} and Jingtair Siriphanich^{2,3}

Abstract

Trimmed aromatic coconuts for export normally were immersed in higher concentration of sodium metabisulfite (SMS), wrapped with Poly vinyl chloride (PVC) film, stored at 2-4 C, and achieved result of shelf life about 30-45 days. Reducing chemicals usage and developing suitable packaging for export, trimmed coconuts were blanched at 100 C for 90 sec, and then soaked in SMS 0.9% w/v concentration for 3-5 min. Treated coconuts were packed in linear low-density polyethylene (LLDPE) bags (60 μm thickness and OTR about 7,000 cc /m².day.atm). The packages were vacuumed and flushed with mixed gases of O₂ and CO₂ in ratio of 5:5, (FMA), 5:10, (FMB) and 5:15, (FMC) % (v/v), respectively. Thereafter, all the packages were stored at 2±1 C, and 95% RH and compared with the conventional commercial treatment (control). The result was showed that, FMA had shelf life 60 days and its quality was acceptable. The browning of treated coconuts was lower than control. Total soluble solids, turbidity, L-ascorbic acid, flavor and taste were also better than those of the control. The level of fructose glucose and sucrose of treated coconuts were also lower than those of the control.

Keywords: aromatic young coconut, blanching, storage

บทคัดย่อ

มะพร้าวอ่อนสำหรับการส่งออกมีการใช้สาร sodium metabisulfite (SMS) ในความเข้มข้นที่สูงและหุ้มด้วยฟิล์ม polyvinyl chloride (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 2-4 C โดยทั่วไปมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายประมาณ 30-45 วัน เพื่อลดการใช้สาร SMS และพัฒนาการบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อการส่งออก โดยนำมะพร้าวอ่อนมาผ่านกรรมวิธีการลวกด้วยไอน้ำร้อน (blanching) ที่อุณหภูมิ 100 C นานประมาณ 90 วินาที แช่ในสารละลาย SMS ความเข้มข้น 0.9% นาน 3-5 นาที จากนั้นนำไปบรรจุในถุงฟิล์ม linear-low density polyethylene (LLDPE) หนาประมาณ 60 μm มีค่า OTR ประมาณ 7,000 cc /m².day. atm ทำการดูดอากาศ (vacuum) เต็มก๊าซผสม O₂ และ CO₂ ในอัตราส่วน 5:5, 5:10 และ 5:15 % (v/v) ตามลำดับ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 2±1 C เปรียบเทียบกับมะพร้าวที่หุ้มด้วยฟิล์ม PVC ที่ส่งออกในระดับอุตสาหกรรม (ชุดควบคุม) พบว่า มะพร้าวอ่อนที่เติมก๊าซผสม O₂ และ CO₂ ในอัตราส่วน 5:5 มีอายุการเก็บรักษานาน 60 วัน คุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาดปลายทาง เกิดอาการสีน้ำตาลน้อยกว่าชุดควบคุม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความขุ่นของน้ำ กลิ่นและรสชาติดีกว่าชุดควบคุม ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส น้ำตาลกลูโคส และซูโครส น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนปริมาณ L-ascorbic acid มากกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: มะพร้าวอ่อน การลวกด้วยไอน้ำร้อน การเก็บรักษา

คำนำ

มะพร้าวอ่อน (aromatic coconut) จัดอยู่ในวงศ์ปาล์ม ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Cocos nucifera* Lin. และอยู่ในกลุ่มของมะพร้าวอ่อนต้นเดี่ยว (Child, 1974) ซึ่งปัจจุบันเป็นนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ในปี 2553 มีปริมาณการส่งออกไปยังต่างประเทศกว่า 55 ประเทศ คิดเป็นมูลค่ากว่า 412.56 ล้านบาท จะเห็นได้ว่ามูลค่าการส่งออกตลอดจนความต้องการมะพร้าวอ่อนของไทยในตลาดต่างประเทศมีปริมาณที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ประเทศที่นำเข้ามะพร้าว

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

² Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University. Klongluang, Prathumthani. 12120

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Commission of Higher Education, Bangkok 10400

³ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

³ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean, Nakompathom, 73140

น้ำหอมของไทยเป็นปริมาณมากในอันดับต้นๆ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และฮ่องกง ซึ่งมะพร้าวที่ส่งออกไปยังประเทศต่างุานั้น ปัจจุบันในระดับอุตสาหกรรมจะมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีการตัดแต่งผลมะพร้าวก่อนการบรรจุ และจะมีการส่งออกในรูปแบบมะพร้าวสดวันเปลี่ยนกรรมไปถึงมะพร้าวน้ำหอมเจียเปลือก (กรมศุลกากร, 2554) ซึ่งตลาดมะพร้าวน้ำหอมโดยเฉพาะอเมริกาและแคนาดา การส่งออกเป็นการขนส่งโดยทางเรือเป็นหลักซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่งที่ยาวนาน ทำให้คุณภาพของมะพร้าวที่ตลาดปลายทางไม่ได้มาตรฐาน มีโรคหลังการเก็บเกี่ยวบนผิว ทั้งยังมีกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ง่าย ผู้ประกอบการจึงต้องใช้สารกันเชื้อราและสารฟอกขาวในความเข้มข้นที่สูงเพื่อรักษาคุณภาพผลมะพร้าวในการขนส่งที่ใช้เวลานาน ซึ่งโดยส่วนใหญ่สารที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม เช่น โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (sodium metabisulfite, SMS) อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนและทำให้ตลาดปลายทางไม่ยอมรับได้เช่นกัน เช่นเมื่อปี 2551 กรณีที่ได้หัวหน้างานเข้ามาชมะพร้าวอ่อนจากไทย เนื่องจากตรวจพบการปนเปื้อนสารกันราในน้ำและเนื้อมะพร้าว (นิรนาม, 2551) ดังนั้นแนวทางการวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของมะพร้าวน้ำหอมเพื่อการส่งออก โดยเฉพาะตลาดปลายทางที่ต้องการอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานมากกว่า 60 วัน และลดปริมาณการใช้สารฟอกขาวและสารยับยั้งการเกิดเชื้อรา จึงพัฒนากระบวนการ blanching pre-treatment (BPT) โดยการใช้ไอน้ำร้อนควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere packaging, MAP) ร่วมด้วย เพื่อช่วยลดปัญหาในการใช้สารฟอกขาวและสารยับยั้งการเกิดเชื้อราในปริมาณที่สูง รวมทั้งผลมะพร้าวยังคงมีคุณภาพการบริโภคที่ดีทั้งทางด้านกลิ่นและรสชาติ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

นำผลมะพร้าวอายุ 2 ชั้นเนื้อ ขนาดผลประมาณ 0.8-1.0 kg ทำการควั่นผลตามขนาดส่งออก ทำการ BPT ที่อุณหภูมิ 100 C นาน 90 วินาที แช่ในสารละลาย SMS ความเข้มข้น ร้อยละ 0.9 w/v นาน 3-5 นาที จากนั้นทำการบรรจุลงในถุงฟิล์ม linear-low density polyethylene (LLDPE) หนาประมาณ 60 μm มีค่า oxygen transition rate, OTR ประมาณ 7,000 cc / $\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ ทำการดูดอากาศ (vacuum) เต็มก๊าซผสม O_2 และ CO_2 ในอัตราส่วน 5:5, 5:10 และ 5:15 % (v/v) ตามลำดับ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 2 ± 1 C เปรียบเทียบกับมะพร้าวที่หุ้มด้วยฟิล์ม PVC ที่ส่งออกในระดับอุตสาหกรรม (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 9 ซ้ำๆ ละผล ทำการวิเคราะห์ค่าสี CIE L^* a^* และ b^* ด้วยเครื่อง colorimeter และคำนวณค่า Chroma C^* และ Hue angle วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (L-ascorbic acid) ในน้ำมะพร้าวด้วยเครื่อง high-performance liquid chromatograph (HPLC) ตามวิธีการของ Yoo *et al.* (2008) ค่าน้ำตาล ฟรักโทส, กลูโคส และ ซูโครส ด้วยเครื่อง HPLC ตามวิธีการของ Kelebek *et al.* (2009) ค่ากรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) และค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solids, TSS) ด้วยเครื่อง refractometer ตามวิธีการของ AOAC (2000) ค่าความขุ่นของน้ำ (turbidity) ที่การดูดกลืนแสง 610 nm ด้วย spectrophotometer ตามวิธีการของ Campos *et al.* (1996) คุณภาพการบริโภคทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น และรสชาติ ของน้ำมะพร้าวด้วย 9 points hedonic scale ตามวิธีการของ Bai *et al.* (2003) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS

ผลและวิจารณ์

มะพร้าวน้ำหอมที่มีอายุการเก็บรักษาครบ 60 วัน พบว่าทุกสิ่งทดลองยังมีคุณภาพดีในการบริโภค แต่พบว่าชุดควบคุม (CT-PVC) แสดงอาการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวสูงที่สุด ($p < 0.01$) (Table 1) โดยพิจารณาจากค่าสีแดง (a^*) ค่าความสว่าง (L^*) รวมทั้งค่าความอิ่มตัวของสี (chroma C^*) และมุมฮิว (hue angle) ค่า SS/TA ชุดควบคุมมีค่าต่ำสุดและไม่แตกต่างกับการใช้ BPT แต่แตกต่างจากการใช้ MAP ทั้ง 3 ความเข้มข้น ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการใช้ BPT และ MAP ทำให้ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) และลดกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งการหายใจของมะพร้าวลง ทำให้เกิดสีน้ำตาลบนผิวน้อยกว่าชุดควบคุม (Ashbell *et al.*, 1988) รวมทั้งค่าความขุ่นของน้ำมะพร้าวพบว่าชุดควบคุมและการใช้ BPT มีความขุ่นมากกว่าการใช้ MAP (Table 1) ซึ่ง Jackson *et al.* (2004) รายงานว่าในมะพร้าวอ่อนพันธุ์ต้นเตี้ยผลสีเขียวความขุ่นของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นตามอายุของผลมะพร้าว (Table 1) ค่าวิตามินซี (L-ascorbic acid) ชุดควบคุมมีค่าต่ำสุดและการใช้ MAP ทำให้ค่าวิตามินซีมีปริมาณคงเหลือมากกว่าซึ่งชี้ให้เห็นว่าวิตามินซีซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาในเซลล์พืช ทำหน้าที่ช่วยควบคุมและลดปริมาณอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์พืช ซึ่งค่าวิตามินซีที่มีเหลืออยู่ในปริมาณที่สูงกว่าอาจจะเนื่องมาจากการเกิดอนุมูลอิสระที่น้อยกว่า การใช้ BPT และ MAP ทำให้มีการใช้วิตามินในปริมาณที่น้อยในการควบคุมอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจึงทำให้ปริมาณวิตามินซีคงเหลืออยู่ในปริมาณที่สูงในชุดควบคุม (Lee และ Kader, 2000, จริงแท้, 2549)

น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลซูโครส ชุดควบคุมมีค่าสูงที่สุด ($p < 0.01$) (Table 2) เช่นเดียวกับกับค่าของน้ำตาลฟรักโทส ซึ่งโดยทั่วไปในน้ำมะพร้าวจะพบน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งค่าน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงนั้นอาจมาจากอายุของผลมะพร้าวและระยะเวลาของการเก็บรักษาด้วย (ธีรุตและสมนึก, 2551; Santoso *et al*, 1996) ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นและรสชาติ การใช้ BPT และ MAP มีแนวโน้มทำให้ค่าคะแนนความชอบสูงทั้งทางด้านกลิ่นและรสชาติ ($p < 0.01$) (Table 2) และจะเห็นได้ว่าสิ่งที่ลดลงที่มีการใช้ BPT และ MAP ทุกความเข้มข้นมีอากาศเกิดสีน้ำตาลรองลงมาจากชุดควบคุม และพบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้งด้านกลิ่นและรสชาติ โดยการใช้ MAP มีค่าคะแนนสูงกว่าทั้งการใช้ BPT และชุดควบคุม ซึ่งอาจเนื่องมาจากการใช้ MAP ซึ่งปริมาณ CO_2 และ O_2 ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้มะพร้าวมีการหายใจลง มีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ตลอดจนทำให้น้ำมะพร้าวมีคุณภาพการบริโภคที่ดีกว่าเมื่อเก็บรักษานานถึง 60 วัน (Zagory, 1998)

Table 1 L*, a*, b*, chroma C*, hue angle, SS/TA and turbidity (OD_{610nm}) of young aromatic coconut water stored at 2° C for 2 months

Treatment	L*	a*	b*	Chroma C*	Hue angle	SS/TA	Turbidity (OD _{610nm})
CT-PVC	71.34 ± 6.77 c	7.67 ± 1.97 a	20.96 ± 2.30 a	21.95 ± 2.56 a	1.21 ± 0.06 c	78.06 ± 12.66 c	0.128 ± 0.04 a
B-PVC	85.55 ± 0.78 a	1.97 ± 0.25 b	14.92 ± 0.66 b	15.05 ± 0.66 b	1.44 ± 0.01 b	88.28 ± 12.50 c	0.100 ± 0.03 a
MAP 5% CO ₂ - 5% O ₂	76.72 ± 2.89 b	2.27 ± 0.48 b	21.06 ± 1.46 a	21.16 ± 1.46 a	1.46 ± 0.02 ab	139.74 ± 25.72 a	0.059 ± 0.02 b
MAP 10% CO ₂ - 5% O ₂	78.09 ± 1.87 b	1.88 ± 0.42 b	19.95 ± 0.97 a	20.04 ± 0.97 a	1.48 ± 0.02 ab	123.52 ± 28.72 ab	0.053 ± 0.02 b
MAP 15% CO ₂ - 5% O ₂	79.09 ± 0.13 b	1.89 ± 0.15 b	21.55 ± 1.76 a	21.63 ± 1.76 a	1.49 ± 0.01 a	112.75 ± 14.52 b	0.041 ± 0.01 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	4.27	27.72	7.96	8.13	2.13	18.42	34.45

Table 2 L-Ascorbic acid, fructose, glucose, sucrose, L-Ascorbic acid, aroma and taste of young aromatic coconut water stored at 2° C for 2 months

Treatment	L-Ascorbic acid(mg/100ml)	Fructose(g/L)	Glucose(g/L)	Sucrose (g/L)	Aroma	Taste
CT-PVC	0.33 ± 0.08 b	28.84 ± 5.00 a	41.88 ± 4.57 a	27.18 ± 5.63 a	5.53 ± 0.33 c	5.73 ± 0.30 b
B-PVC	0.44 ± 0.06 ab	13.14 ± 1.23 b	19.23 ± 3.86 c	13.58 ± 2.80 b	5.98 ± 0.53 bc	6.42 ± 0.67 a
MAP 5% CO ₂ - 5% O ₂	0.44 ± 0.12 ab	21.75 ± 6.99 ab	22.82 ± 7.39 c	14.81 ± 5.54 b	6.73 ± 0.33 a	6.80 ± 0.42 a
MAP 10% CO ₂ - 5% O ₂	0.48 ± 0.11 a	29.61 ± 8.20 a	27.88 ± 6.80 bc	12.95 ± 3.00 b	5.87 ± 0.33 bc	6.35 ± 0.57 ab
MAP 15% CO ₂ - 5% O ₂	0.50 ± 0.11 a	29.08 ± 5.52 a	33.51 ± 5.48 ab	18.20 ± 6.10 b	6.40 ± 0.33 ab	6.60 ± 0.57 a
F-test	*	*	**	**	**	*
C.V.(%)	21.86	24.68	20.51	28.11	7.46	8.42

CT-PVC /Control packed with PVC film

B-PVC / Blanched 1.5min with 100 C packed with PVC film

ab/Data within column with the same letter are classed in the same group

^{ns}/Nonsignificantly different from check at 95% ^{*}/Significantly different at 95% (DMRT) ^{**}/ Significantly different at 99% (DMRT)

สรุปผล

การใช้กระบวนการ blanching pre-treatment (BPT) โดยการใช้ไอน้ำร้อนควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere packaging, MAP) ก่อนการเก็บรักษาผลมะพร้าวน้ำหอมสดเกรดส่งออก พบว่าช่วยให้อากาศเกิดสีน้ำตาลที่ผิวน้อยกว่ามะพร้าวที่หุ้มด้วยฟิล์ม PVC ที่ส่งออกในระดับอุตสาหกรรม(ชุดควบคุม) ลดการใช้สารกันเชื้อราและสารฟอกขาวได้ และเมื่อเก็บรักษานานถึง 60 วัน ให้คุณภาพในการบริโภคทั้งด้านกลิ่น และรสชาติดีกว่าชุดควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาและวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมศุลกากร. 2554. สถิติการนำเข้า-ส่งออก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.customs.go.th/Statistic/Index.jsp>, HS Code=08011900000. (19 มิถุนายน 2554).
- จริงแท้ ศิริพาณิชย์. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการการวายเป็นพิษ. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 453 น.
- ธีรนุต รมโพธิ์ภัก และ สมนึก ทองป้อ. 2551. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลมะพร้าวน้ำหอม ก่อนและภายหลังการเก็บเกี่ยว. ว. วิทย. กษ. 39 (3 พิเศษ): 99-102.
- นิรนาม. 2551. ได้หวั่นพบมะพร้าวไทยปนเปื้อนสาร. หนังสือพิมพ์ คม ชัด ลึก. ฉบับวันที่ 27 พฤษภาคม 2551.
- AOAC. 2000. Official Methods of AOAC International. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists Inc., MD, USA.
- Ashbell, G. I., Z. G. Weinberg and A. Azrieli. 1988. Effect of blanching on loss reduction in orange peel storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 45 (3): 195-20.
- Bai, J., R. A. Saftner and A. E. Watada. 2003. Characteristics of fresh-cut honeydew (*Cucumis x melo* L.) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology* 28(3): 349-359.
- 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(6): 487-500.
- Child, R. 1974. Coconuts. 2nd ed. Longman Group Ltd, London. 216 p.
- Jackson, J.C., A. Gordon, G. Wizzard, K. McCook and R. Rolle. 2004. Changes in chemical composition of coconut (*Cocos nucifera*) water during maturation of the fruit. *Sci Food Agric*. 84(9): 1049-1052.
- Kelebek, H., S. Selli, A. Canbas and T. Cabaroglu. 2009. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Microchemical Journal* 91(2): 187-192.
- Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20(3): 207-220.
- Santoso, U., K. Kubo, T. Ota, T. Tadokoro and A. Maekawa. 1996. Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.). *Food Chem*. 5: 299-304.
- Yoo, J., S. Shanmugam, C.-K. Song, D.-D. Kim, H.-G. Choi, C.-S. Yong, J.-S. Woo and B. K. Yoo. 2008. Skin penetration and retention of L-ascorbic acid 2-phosphate using multilamella vesicles. *Arch Pharm Res*. 31(12): 1652-1658.
- Zagory, D., 1998. An Update on Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce. *Packaging International*. 117 p.