

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอลิไตในน้ำและเปลือก ของมะพร้าว น้ำหอมคว้น

Change of metabolites in coconut water and mesocarp fiber of trimmed aromatic coconut

เพ็ญภา ศิริสลุง¹, ปิยะพงษ์ สอนแก้ว^{1,2} และ วรภัทร ลักณาทินวงศ์^{1*}

Pennapa Sirisalung¹, Piyapong Sonkaew^{1,2} and Vorapat Luckanatinvong^{1*}

บทคัดย่อ: ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอลิไตในน้ำและเปลือก mesocarp ที่บริเวณต่างๆ ของมะพร้าว น้ำหอมคว้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำมะพร้าวจากภายนอกโดยไม่ต้องเปิดผล ทำการเก็บรักษามะพร้าว น้ำหอมคว้นที่อุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 เป็นเวลา 2 เดือน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความขุ่นของน้ำมะพร้าว การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก mesocarp ความชอบด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นและรสชาติ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสารเมแทบอลิไตในน้ำและเส้นใยของมะพร้าว น้ำหอมคว้น โดยเทคนิคการวิเคราะห์สารระเหยแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปคโตรเมตรี (SPME-GCMS) และทำการเทียบหาชนิดสารจากฐานข้อมูล Wiley7 และ NIST08 จากการศึกษาพบว่าเมื่อเก็บรักษาครบ 2 เดือน น้ำมะพร้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่างและความขุ่นเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำและความชอบด้านกลิ่นและรสชาติลดลง สารเมแทบอลิไตที่สำคัญที่พบในน้ำมะพร้าว เช่น แอลกอฮอล์ และกรดไขมันมีปริมาณเพิ่มขึ้น ขณะที่ mesocarp ของมะพร้าว พบว่ามีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบกรดไขมัน

คำสำคัญ: เมแทบอลิไต, มะพร้าว น้ำหอม, แอลกอฮอล์, กรดไขมัน

ABSTRACT: This study was to determine the change on metabolites of water and mesocarp of trimmed aromatic coconut. The result of this study can be use to indicate on quality of trimmed aromatic coconut without open the fruit. The trimmed aromatic coconuts were kept in $2 \pm 1^\circ\text{C}$ and 90 %RH for 2 months. The total soluble solid content (TSS), pH and turbidity of coconut water were determined and changing of color on mesocarp, sensory evaluations and metabolites of water and mesocarp were also investigated by SPME-GCMS technique. The volatile compounds in water and mesocarp of aromatic coconut were determined by GCMS library (Wiley7 and NIST08). At 2 months, the results showed that pH and turbidity in the water increased but TSS and sensory evaluation decreased as shelf-life increasing. The most importance metabolite of aromatic coconut compounds were found both in water and mesocarp. In the water, alcohol and fatty acid were found at 2 months of storage. In the mesocarp of coconut, alcohol was found but cannot found the fatty acid.

Keywords: metabolite, aromatic coconut, alcohol, fatty acid

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120
Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Patumthani, 12120

² ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยขั้นสูง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120
Center of Scientific Equipment for Advanced Research, Thammasat University, Patumthani, 12120

* Corresponding author: vore405@me.com

บทนำ

มะพร้าวน้ำหอม เป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออกที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากเอกลักษณ์ในเรื่องของความหอมและรสชาติ แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรี ความนิยมบริโภคจากต่างประเทศ ทำให้มีการส่งออกผลสดในรูปแบบต่างๆ รูปแบบที่นิยม คือ รูปแบบมะพร้าวควั่น เนื่องจากมีเปลือก (mesocarp) เหลือมากกว่ารูปทรงอื่น จึงทำให้สามารถขนส่งได้ในระยะทางไกลๆ โดยสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลากว่า 60 วัน (DCTFresh, 2012; วรภัทร และคณะ, 2554) ระหว่างการขนส่งรวมถึงการวางจำหน่าย คุณภาพภายในของน้ำมะพร้าวจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อาจเกิดกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงรวมถึงคุณภาพด้อยลง ซึ่งการสังเกตจากภายนอกทำได้ยาก ปัจจุบันเทคโนโลยีฉลาด (Intelligent packaging) มีบทบาทสำคัญต่อห่วงโซ่อุปทานและการวางจำหน่าย โดยการติดตั้งตัววัดบนผลผลิตและภาชนะบรรจุ ช่วยให้ผู้บริโภคทราบถึงคุณภาพของผลผลิตภายในโดยไม่ต้องทำลายตัวอย่าง เพื่อป้องกันและติดตามคุณภาพของสินค้าได้ การผลิตตัววัดนี้ ความถูกต้องแม่นยำของตัววัดจะมีความจำเพาะเจาะจง โดยตัววัดที่มีความแม่นยำจะเกิดจากกระบวนการที่สำคัญคือ การศึกษาสารเมแทบอไลต์ (metabolite) ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลผลิตที่เกิดขึ้น ซึ่งจะสามารถใช้สารเมแทบอไลต์เป็นตัววัดและติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตได้ โดยไม่ต้องทำลายตัวอย่าง ซึ่งมะพร้าวอ่อนที่มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีการย่อยสลายไขมันเพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มว่ามีการพบสารระเหยให้กลิ่นบางชนิดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้น้ำมะพร้าวมีค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นตัวชี้วัดว่ามะพร้าวมีแนวโน้มของการเกิดกลิ่นหืนขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (อนรรฆ และคณะ, 2555)

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพและสารระเหยที่เกิดขึ้นทั้งในน้ำและบริเวณเปลือก mesocarp เพื่อศึกษาความ

เป็นไปได้ในการใช้เป็นสารเมแทบอไลต์ในการผลิตตัววัดเพื่อติดตามคุณภาพของน้ำมะพร้าวภายในผล โดยที่ไม่ต้องทำการเปิดผล

วิธีการศึกษา

ผลมะพร้าว น้ำหอมจั่นเดียวกัน อายุ 7 เดือนหลังดอกบาน ควันผลแช่ในสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ความเข้มข้นร้อยละ 0.9 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นาน 3-5 นาที หุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90 วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design จำนวน 6 ซ้ำๆ ละผล บันทึกผลก่อนการเก็บรักษาและเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน วิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ตามวิธีการของ AOAC (2000) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมะพร้าวด้วย pH meter ความชื้นน้ำ ตามวิธีการของ Campos et al. (1996) การเปลี่ยนสีของ mesocarp ตามมาตรฐานของ CIE $L^* a^* b^*$ ค่าความ Chroma C และ hue angle ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าว ด้วย 9-points hedonic scales ดัดแปลงวิธีการของ Bai et al. (2003) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS 9.0

ศึกษาองค์ประกอบของสารที่ทำให้เกิดกลิ่นของมะพร้าว น้ำหอม โดยใช้ น้ำมะพร้าว และ เปลือก mesocarp ของผลมะพร้าวด้านข้างซ้าย (S1) ขวา (S2) และบริเวณหัวผลมะพร้าว (E) ทำการวิเคราะห์สารระเหยโดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (SPME-GCMS) ด้วยเครื่อง GCMS ยี่ห้อ shimadzu รุ่น GC 2010 ใช้ไฟเบอร์ชนิด (DVB/CAR/PDMS) 50/30 μm ทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ชนิดสารระเหยจากฐานข้อมูล Wiley7 และ NIST08 ใช้ column HP-5MS อุณหภูมิ Injector 220 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ column 50-200 องศาเซลเซียส

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

คุณภาพของน้ำมะพร้าว น้ำหอมที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าคุณภาพของน้ำมีการเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ค่ากรดที่ไทเทรตได้ของน้ำมะพร้าว ความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความอิมิตัวของสีลดลง ($p < 0.01$) แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่าความชอบด้านกลิ่นไม่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าการทดสอบความชอบด้านกลิ่นเบื้องต้นให้ค่าต่ำกว่า 5 เล็กน้อย อาจจะเป็นเนื่องจากมะพร้าวที่ทดสอบมีความหอมไม่ชัดเจน จึงทำให้การประเมินค่าความชอบด้านกลิ่นมีค่าน้อย ส่วนความชอบด้านรสชาติของน้ำมะพร้าว มีแนวโน้มลดลง ($p < 0.01$) สอดคล้องกันกับ Haseena et al. (2010) รายงานว่ามะพร้าวอ่อนอายุ 7-8 เดือนที่เก็บรักษาที่ 13 °C จะมี pH และน้ำมีความขุ่นเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาและจะมีคุณภาพความชอบด้านประสาทสัมผัสลดลงตามอายุการเก็บรักษา

สารที่ระเหยได้ที่ศึกษาในน้ำและเปลือก mesocarp ของมะพร้าวน้ำหอม ตำแหน่งด้านข้างของผลมะพร้าวน้ำหอมคว้น (S1,S2) ตำแหน่งบริเวณตาของผล (E) และน้ำมะพร้าวน้ำหอม (w) เปรียบเทียบค่าเริ่มต้นและอายุการเก็บรักษาที่ 2°C เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า สารเมแทบอลิต์ที่สำคัญที่พบในน้ำมะพร้าว เช่น

แอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ และกรดไขมันมีปริมาณเพิ่มขึ้น เช่น dodecadioic acid หรือ lauric acid (C12:0) ซึ่งเป็นกรดไขมันหลักที่พบในน้ำมันมะพร้าว ขณะที่ใน mesocarp ของมะพร้าว พบว่ามีปริมาณแอลกอฮอล์และแอลดีไฮด์เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบกรดไขมัน นอกจากนี้พบว่ามีชนิดของสารระเหยอื่นๆ เพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งปริมาณแอลกอฮอล์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยพบว่าน้ำมะพร้าวและ mesocarp บริเวณตา มีปริมาณแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกันแต่ไม่พบที่ mesocarp ด้านข้าง และพบว่าเมื่อมีอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นถึง 60 วัน พบว่าแอลกอฮอล์ในน้ำและบริเวณตาเพิ่มขึ้น และพบในบริเวณ mesocarp ด้านข้างผล รวมถึงสารให้กลิ่นด้านอื่นๆ เช่น กลุ่มของแอลดีไฮด์และคีโตน สอดคล้องกันอนรรฆ และคณะ (2555) รายงานว่า มะพร้าวอ่อนที่มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีการย่อยสลายไขมันเพิ่มมากขึ้นและพบสารระเหยให้กลิ่นบางชนิดเพิ่มมากขึ้น เช่น heptanol, nonanal, nonanol และ octanol เป็นต้น และในน้ำมะพร้าวจะมีค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) เพิ่มมากขึ้น โดยค่าของเปอร์ออกไซด์จะบ่งบอกการเกิดกลิ่นเหม็นหืนขึ้นในน้ำในระหว่างเก็บรักษา ซึ่งสารในกลุ่มแอลกอฮอล์ และแอลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นเป็นสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนในอาหาร ซึ่งสารในกลุ่มเหล่านี้เป็นสารพืดยุติภูมิที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมัน (Gordon, 2001)

Table 1 TSS, pH, Turbidity, TA, aroma and taste of aromatic trimmed coconut water.

Treatment	TSS (°brix)	pH	Turbidity(OD _{610nm})	TA (%)	Aroma (score)	Taste (score)
Initial time	7.52±0.17	4.41±0.26	12.08±2.43	0.10±0.02	4.78± 0.72	5.30±1.17
2 months	6.80±0.35	6.01±0.17	24.73±5.24	0.06± 0.01	4.00± 0.94	3.46±0.62
t-test	**	**	**	**	ns	**
C.V. (%)	3.89	4.19	22.33	15.14	19.14	21.30

Table 2 CIE L*, a*, b*, Chroma C* and hue angle of aromatic trimmed coconut water.

Treatment	L*	a*	b*	Chroma C*	Hue angle
Initial time	85.42±1.09	1.27±0.17	15.08± 1.56	15.14±1.56	85.20±0.58
2 months	81.92±0.92	3.32±0.61	16.93±1.73	17.25±1.78	78.98±1.48
t-test	**	**	ns	ns	**
C.V. (%)	1.21	19.65	10.29	10.35	1.37

Table 3 Identification of volatile compounds by SPME-GCMS in coconut water and mesocarp of aromatic trimmed coconut.

RT(min)	Compound name	Average GC peak area (10^7 arbitrary unit, n=3)							
		Initial time				2 months			
		S1	S2	E	w	S1	S2	E	w
1.99	acetaldehyde	nd	nd	1.56	nd	nd	nd	nd	nd
2.11	ethanol	nd	nd	1.26	1.11	1.59	1.88	2.30	2.48
2.45	2-Pentanone	nd	nd	nd	8.43	nd	nd	nd	nd
2.51	2-Isononenal	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1.36	nd
2.65	1-propanol, 2-methyl-	nd	nd	nd	nd	nd	1.25	nd	nd
2.84	butanal, 3-methyl-	nd	nd	nd	nd	nd	7.03	1.41	nd
2.91	butanal, 2-methyl-	nd	nd	1.51	nd	nd	nd	5.59	nd
3.32	2-butanone, 3-hydroxy-	nd	nd	nd	nd	nd	1.99	2.02	1.69
3.55	1-butanol, 3-methyl-	nd	nd	nd	6.26	3.10	3.62	3.41	3.03
4.50	hexanal	nd	nd	nd	nd	nd	0.02	nd	nd
5.76	1-hexanol	0.52	0.02	0.01	0.02	0.10	0.06	0.02	0.10
9.04	octanal	nd	0.01	nd	nd	0.02	0.01	0.01	0.02
9.72	1-hexanol, 2-ethyl-	0.52	0.02	0.01	0.02	0.09	0.06	0.06	0.02
11.46	2-nonanone	0.02	0.01	nd	nd	nd	nd	nd	0.01
11.62	benzoic acid	nd	nd	nd	0.08	nd	nd	nd	nd
11.76	linalool	nd	nd	nd	nd	0.04	0.05	0.03	0.02
11.89	nonanal	0.08	0.07	0.04	0.02	0.20	0.08	0.05	0.04
13.48	2-nonenal	nd	nd	nd	nd	0.07	0.07	0.03	nd
13.63	octanoic acid	nd	nd	nd	0.02	nd	nd	nd	nd
13.90	cyclohexanol, 5-methyl-2-	0.02	0.01	nd	0.01	0.04	0.04	0.02	0.01
14.42	2-decanone	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.01
14.77	decanal	0.05	0.03	0.02	0.01	0.07	0.06	0.04	0.02
19.97	tetradecanal	0.10	nd	nd	nd	nd	0.02	nd	nd
20.23	dodecanal	0.01	nd	0.01	nd	0.02	0.01	0.01	nd
20.24	tridecanal	nd	nd	nd	nd	0.01	nd	nd	nd
21.86	1-dodecanol	0.06	0.05	0.08	0.02	0.14	0.24	0.04	nd
22.81	phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	nd	nd	nd	0.02	nd	nd	nd	0.01
22.92	phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-	nd	nd	nd	0.02	0.10	0.08	0.07	0.13
24.73	dodecanoic acid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.01	0.03
31.47	n-hexadecanoic acid	0.15	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
32.61	1,2-benzenedicarboxylic acid	nd	nd	nd	nd	nd	0.05	0.02	nd

S1, S2 = site area of trimmed coconut fruit, E = Eye of trimmed coconut fruit,

Water = coconut water, nd = not detect

สรุป

จากการศึกษาพบว่า การเก็บรักษามะพร้าว น้ำหอมควั่นหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ที่อุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90 เป็นเวลา 2 เดือน

มีคุณภาพของน้ำที่เปลี่ยนแปลงในด้านรสชาติที่เปลี่ยนแปลงไป สัมพันธ์กันกับแอลกอฮอล์ ที่เพิ่มขึ้นทั้งในน้ำและ mesocarp มะพร้าวอ่อนควั่น เมแทบอไลต์ที่เกิดขึ้นอาจจะสามารถใช้ออกแบบตัวชี้วัดเพื่อการตรวจสอบคุณภาพน้ำมะพร้าวได้ในอนาคต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่เชื้อเพื่อเครื่องมือ GC-MS โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- วรภัทร ลัคนทินวงศ์ ปิยะพงษ์ สอนแก้ว และจรัสแท้ ศิริพานิช. 2554. คุณภาพมะพร้าวที่ผ่านการ blanching เพื่อการส่งออก. ว.วิทย.เกษตร. 42:3 (พิเศษ): 181-184.
- อนรรฆ พรหมเจริญ เกรียงไกร มีถาวร และกิริพันธ์ เหมาะประมาณ. 2555. การเกิดและการป้องกันการแตกและกลิ่นผิดปกติในมะพร้าวที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. รายงานการวิจัย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว.
- AOAC. 2000. Official Methods of AOAC International. 17th ed. MD, USA, Association of Official Analytical Chemists Inc., USA.
- 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 Biol. Technol. 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. J. Food Process. Pres. 20(6): 487-500.
- DCTFresh. 2012. Thailand young coconut. Availabel: <http://www.dctfresh.com/customize-YoungCoconut-73936-2.html>. Accessed April, 29, 2014.
- Gordon, M. 2001. The development of oxidative rancidity in foods, pp. 7-21. In J. Pokony, N. Yanishlieva and M. Gordon, eds.. Antioxidants in food. Woodhead publishing Ltd, Cambridge.
- Haseena, M., K.V. Kasturi, and S. Padmanabhan. 2010. Post-harvest quality and shelf-life of tender coconut. J. Food Sci. Technol. 47(6): 686-689.