

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่อความพอใจในรสชาติและปริมาณแร่ธาตุของ
มะพร้าวน้ำหอม (*Cocos nucifera* Linn.) เพื่อการบริโภคระดับครัวเรือน

**Effects of Temperature and Different Timing of Storage on Taste Satisfaction and
Mineral Contents of Aroma Coconut (*Cocos nucifera* Linn.)
for household consumption**

ชนศิริ รื่นรวย¹, ดร.ธีรณัฐ ร่มโพธิ์ศักดิ์², รศ.ดร.จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์¹, ดร.อาทร ลอยสรวงสิน¹
¹โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
²ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

มะพร้าวน้ำหอม ช่วงอายุ 6 เดือน จากสวนดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี จำนวน 6 ทะลาย ถูกแบ่ง
ออกเป็น 2 กลุ่ม ตามอุณหภูมิการเก็บรักษา กลุ่มแรกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 26 วัน กลุ่มที่สอง
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 12 วัน ทดสอบหาความพึงพอใจในรสชาติและปริมาณแร่ธาตุของมะพร้าว
ในแต่ละอุณหภูมิตามระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 4, 8, 12, 19 และ 26 วัน ผลการศึกษาเชิงคุณภาพจาก
การประเมินความพอใจของผู้ชิม พบว่า การเก็บรักษาที่ 5°C ผู้ชิมยอมรับได้ถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา
น้ำมะพร้าวมีความหวานมาก แต่กลิ่นหอมน้อย และความพอใจรสชาติโดยรวมอยู่ในระดับน้อย ขณะที่
มะพร้าวน้ำหอมเก็บรักษาที่ 30°C ผู้ชิมยอมรับได้จนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ซึ่งมะพร้าวที่อายุ
การเก็บรักษานี้มีความหวานและกลิ่นหอมมาก ความพอใจรสชาติโดยรวมอยู่ในระดับพอใจถึงพอใจมาก
ด้านการศึกษาปริมาณแร่ธาตุ พบโพแทสเซียมมากที่สุด และรองลงมา คือ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และ
สังกะสี ตามลำดับ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุที่ศึกษาในแต่ละอุณหภูมิยังไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม
ในภาพรวม พบว่า ปริมาณธาตุที่พบในน้ำมะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ โดยมะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง มักพบปริมาณแร่ธาตุต่ำกว่ามะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

คำสำคัญ : แร่ธาตุในน้ำมะพร้าว / การเก็บรักษามะพร้าว / ความพอใจรสชาติในน้ำมะพร้าว

Abstract

6 bunches of 6 month-age aromatic coconut (*Cocos nucifera* Linn.) from the garden Saduak, Ratchaburi were divided into two groups based on the storage temperature. 3 bunches were kept at 5OC while other 3 bunches were kept at 30 OC. Coconuts stored at 5OC were kept as long as 26 days while those stored at 30OC were kept for 12 days as long. Taste satisfaction assessment and examination of mineral contents in coconut water were carried out at the storage periods of 0, 4, 8, and 12 for each temperature and those of 19 and 26 days for only 30OC. The taste satisfaction assesment was uncovered that coconuts stored at 5OC were acceptable for consumption up to 12 days of storage. At the period of 12 days, coconut water was sweet, but mild aromatic. The overall taste was less satisfied. While coconuts stored at higher temperature were acceptable up to 8 days of storage. The coconut water at the maximum storage period became more sweet and strong aromatic. The ovrall taste was between moderately and very satisfied. For the mineral determination, it was found according to the mineral amount in order from high to low as follows: potassium, calcium, magnesium, sodium and zince. Although, there was no clear tend about change in each mineral during the storage. The mineral concentrations found in the coconuts kept at 30OC were often statistically significantly lower those kept at 5OC.

Keywords: Minerals in coconut water / coconut storage duration / coconut water taste satisfaction

บทนำ

มะพร้าว น้ำหอม เป็นพืชเศรษฐกิจทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทย มีผลผลิตจากมะพร้าว น้ำหอมจำหน่ายอย่างแพร่หลาย ทั้งในรูปผลสดหรือที่มีการแปรรูปแล้ว น้ำมะพร้าวอ่อนมีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ มีน้ำตาล กรดโฟลิก วิตามินซี วิตามินบี 2 บี 5 และบี 6 รวมถึงเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารอาหารในน้ำมะพร้าว น้ำหอมไม่คงที่ มักเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะและระยะเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าว สำหรับการบริโภค การศึกษาครั้งนี้เก็บรักษาผลมะพร้าว น้ำหอมทั้งทะเลาะ ณ อุณหภูมิ 5 และ ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 องศาเซลเซียส (°C) เป็นระยะเวลา 0, 4, 8, 12, 19 และ 26 วัน ประเมินคุณภาพน้ำมะพร้าว น้ำหอมทางด้านประสาทสัมผัส และตรวจสอบปริมาณแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม สังกะสี เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รวม เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการเก็บรักษาของมะพร้าว น้ำหอมต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาองค์ความรู้ในเรื่องปริมาณแร่ธาตุของน้ำมะพร้าวที่จำเป็นต่อร่างกายและความพึงใจด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อ น้ำมะพร้าวที่มีอายุการเก็บรักษาต่างๆ เมื่อเก็บไว้ในครัวเรือน ไม่ว่าจะเป็นการเก็บโดยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30OC) หรือการเก็บไว้ในตู้เย็น (ประมาณ 5OC)

ขอบเขตการวิจัย

1. ผลมะพร้าวอ่อนอายุ 6 เดือน จากสวนดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี จำนวน 6 ทะลาย
2. ผลอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 5 และ 30°C ต่อความพึงใจในรสชาติและปริมาณแร่ธาตุที่ระยะเก็บรักษาต่าง ๆ
3. ระยะเก็บรักษารวม 26 วัน

การทบทวนวรรณกรรม

มะพร้าวอ่อนเป็นพืชเศรษฐกิจทั้งภายในและต่างประเทศ โดยน้ำมะพร้าวจะเริ่มผลิตขึ้นหลังจากผลมะพร้าวอายุได้ประมาณ 2 เดือน แต่ระยะเวลาที่จะได้ผลมะพร้าวที่ให้น้ำมะพร้าวปริมาณสูงสุดมีรสชาติดี และมีธาตุอาหารสูง คือประมาณ 6-7 เดือน กรมวิชาการเกษตร (วรรณภา และปานศิริ, 2554) ระบุว่าในน้ำมะพร้าวอ่อนมีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ มีน้ำตาล กรดโฟลิก วิตามินซี วิตามินบี 2 บี 5 และ บี 6 รวมถึงเป็นแหล่งเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ซึ่งสามารถช่วยบรรเทาอาการอ่อนเพลีย เนื่องจากท้องเสีย หรือคลื่นเพื่อดับกระหาย คลายร้อน ลดอาการไข้สูง ปวดหัว ตัวร้อน และบำรุงกำลังคนไข้ให้มีความแข็งแรงยิ่งขึ้น จึงทำให้ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวของไทยมีผลผลิตจากมะพร้าวอ่อนจำหน่ายอย่างแพร่หลายทั้งในรูปแบบสดหรือการแปรรูปแล้ว (พาณิชย์, 2544 ; กิตติศักดิ์, 2546) เนื่องจากได้มีการยืนยันว่ารสชาติของน้ำมะพร้าวที่พึงใจนั้นมีส่วนมาจากน้ำตาลและแร่ธาตุในน้ำมะพร้าว (Cikasubbanna et al, 1990) และองค์ประกอบเหล่านี้ในน้ำมะพร้าวจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุการเก็บเกี่ยว (Anon, 2001) จึงได้มีความพยายามศึกษาถึงสมบัติทางเคมีกายภาพในน้ำมะพร้าวอายุต่างๆ อย่างเช่น การศึกษาอิทธิพลความแก่-อ่อนในน้ำมะพร้าวต่อปริมาณวิตามินซีในน้ำมะพร้าว พบว่ามะพร้าวที่อายุการเก็บ 6, 7 และ 8 เดือน มีปริมาณวิตามินซีมากถึง 0.032 mg mL⁻¹ แต่หากมะพร้าวแก่ถึงระยะ 9 เดือน ปริมาณวิตามินซีจะลดลงประมาณ 0.001 mg mL⁻¹ ขณะที่ปริมาณของไขมันและค่าการดูดกลืนแสงสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ ผลการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสพบว่าน้ำมะพร้าวที่ได้จากผลมะพร้าวที่อายุ 6 เดือน มีคะแนนความพึงพอใจโดยรวมสูงสุด (วารรัตน์ และ พิสิษฐ์, 2556) นอกจากนี้ ยังได้มีการศึกษาเปรียบเทียบในสภาวะการเก็บรักษาผลมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง (*Cocos nucifera* var *auranta*) อายุ 8 เดือน ที่อุณหภูมิ 13.5°C และ 28°C โดยมีวัตถุประสงค์หาข้อมูลที่จำเป็นต่อการส่งออกมะพร้าว พบว่า การเก็บไว้ที่ 13.5°C ยังสามารถยอมรับรสชาติของน้ำมะพร้าวและสมบัติเคมีกายภาพในภาพรวมแม้จะเก็บรักษาไว้นานถึง 28 วัน (Wijeratnam et al, 2006)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรักษามะพร้าวและการเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวอ่อน
ตัวอย่างผลมะพร้าวอ่อน (รูปภาพที่ 1) จำนวน 6 ทะลาย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ทะลาย (1 ทะลาย คือ 1 ช้ำ) กลุ่มแรกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และกลุ่มที่สองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30°C) โดยแต่ละกลุ่มนั้น ได้สุ่มผลมะพร้าวทะลายละ 1 ผล ในวันที่ 0 (วันแรกของการเก็บรักษา), 4, 8, 12, 19 และ 26 วัน ตามลำดับ ปอกเปลือกมะพร้าวออกจนเหลือแค่ส่วนของกะลา ปาดผิวกะลาออก เติมน้ำมะพร้าวใส่บีกเกอร์ขนาด 100.00 mL เพื่อทราบปริมาตรคร่าว ๆ จากนั้นเก็บน้ำมะพร้าวใส่ขวดพลาสติก

ปริมาตร 60.00 mL เพื่อหาปริมาณแร่ธาตุในลำดับต่อไป กรณีไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันทีให้เก็บไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -20°C นำน้ำมะพร้าวที่เหลือไปประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส



รูปภาพที่ 1 ผลมะพร้าว น้ำหอมพันธุ์กันจิบ อายุ 6-7 เดือน จากสวนดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

2. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ชิมต่อน้ำมะพร้าวใช้ผู้ชิม 5 คน ชิมน้ำมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 5°C และ 30°C ตามระยะเวลาที่มีการสุ่มตัวอย่าง คือ วันที่ 0, 4, 8, 12, 19 และ 26 วัน แล้วให้คะแนนลงในแบบสอบถาม เรื่องของกลิ่นหอม รสหวาน รสเปรี้ยว และความพอใจ โดยรวมของน้ำมะพร้าว โดยให้คะแนนเป็น 0, 1, 2 หรือ 3 ซึ่งหมายถึง ไม่พอใจ พอใจน้อย พอใจปานกลาง หรือ พอใจมาก ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในน้ำมะพร้าว

3.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน

พิจารณาจากขีดจำกัดการวิเคราะห์ของเครื่องวัดการดูดกลืนสเปกตรัมของอะตอม (Atomic absorption spectrophotometer (AAS)) และปริมาณแร่ธาตุที่พบในมะพร้าวพันธุ์อื่น (Wijeratnam et al. 2006) เตรียมสารละลายมาตรฐานของธาตุแคลเซียม (Ca) โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (K) และสังกะสี (Zn) ความเข้มข้นดังตารางที่ 1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงและสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของสารมาตรฐานธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn ที่ใช้ในการทดลอง

ธาตุ	ความเข้มข้นของสารละลาย (mgL-1)
Ca	0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50
K	1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00
Na	0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50
Mg	0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50
Zn	0.10, 0.30, 0.60, 0.90, 1.20

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุในน้ำมะพร้าว น้ำหอม

ย่อยสารอินทรีย์ในน้ำมะพร้าว โดยการเติมกรดไนตริก 4 mL ลงในน้ำมะพร้าว น้ำหอม 20 mL ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70°C นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนจนได้ 25.00 mL แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ถ่ายลงในขวดพลาสติก (นฤมล และคณะ, 2554) เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn ด้วยเครื่อง AAS ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ต่อ 1 ผลมะพร้าว ต่อ 1 ทะลาย จำนวนทั้งสิ้น 3 ทะลาย ต่อ 1 อุณหภูมิ ต่อ 1 ระยะเวลาที่เก็บผลมะพร้าว บันทึกค่าความเข้มข้นที่วัดได้ในหน่วย mgL⁻¹ เพื่อไปคำนวณหาความเข้มข้นของแต่ละธาตุในตัวอย่งน้ำมะพร้าวต่อไป

3.3 การหาร้อยละการกลับคืนมา (%recovery)

เตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับการหาร้อยละการกลับคืนมาของธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn ให้มีความเข้มข้น 1.50, 3.00, 1.50, 0.30 และ 0.60 mgL⁻¹ ปริมาตร 20 mL แล้วนำไปผ่านขบวนการเดียวกับข้อ 3.2

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลความเข้มข้นของแต่ละธาตุในน้ำมะพร้าวที่ได้จากการทดลองทั้งสองอุณหภูมิและ ณ เวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ โดยทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร (F-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญน้อยสุด (Least Significant Difference (LSD)) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการวิจัย

1. คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ชิมต่อน้ำมะพร้าว

ผลประเมินรสชาติโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้ชิม แล้วให้คะแนนในเรื่องกลิ่นหอม รสหวาน รสเปรี้ยว และความพอใจโดยรวม ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้ข้อมูลน้ำมะพร้าวที่ 30OC สิ้นสุดลงที่ระยะเก็บรักษา 12 วัน เนื่องด้วยน้ำมะพร้าวซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมินี้เมื่อถึงระยะเก็บรักษาถัดไป (19 วัน) ผู้ชิมปฏิเสธการชิมเพราะไม่สามารถยอมรับลักษณะทางกายภาพของน้ำมะพร้าวได้ (น้ำมะพร้าวมีสีเหลืองและเริ่มขึ้นหืน)

ตารางที่ 2 คะแนนด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ชิมต่อน้ำมะพร้าวที่ 5°C และ 30°C ที่ระยะเก็บรักษาต่าง ๆ

วันที่เก็บรักษา	ความพอใจ							
	กลิ่น		รสหวาน		รสเปรี้ยว		โดยรวม	
	50C	300C	50C	300C	50C	300C	50C	300C
0*	1.7	1.7	1.8	1.8	2.3	2.3	1.6	1.6
4	2.2	2.6	2.6	2.6	2.6	3.0	2.2	3.0
8	2.2	2.2	3.0	2.6	3.0	3.0	2.0	2.6
12	1.6	1.6	2.8	1.6	2.8	2.0	1.6	1.6
19	1.2		3.0		3.0		1.4	
26	0.4		1.2		1.2		0.0	

* คือ วันแรกของการนำเข้าสู่ห้องควบคุมอุณหภูมิ ผลมะพร้าวยังมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง

กลิ่นหอม ความพอใจต่อกลิ่นของน้ำมะพร้าวทั้งสองอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุดโดยมีค่าระหว่างพอใจปานกลางถึงพอใจมากเมื่อถึงระยะเก็บรักษา 4 วัน และค่อย ๆ ลดลง โดยในวันสุดท้ายของระยะเก็บรักษา (ที่ 26 วัน) น้ำมะพร้าวที่ 50C มีค่าระหว่างพอใจน้อยถึงไม่พอใจ

รสหวาน ความพอใจรสหวานของน้ำมะพร้าวทั้งสองอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มขึ้นถึงระดับพอใจมาก เมื่อถึงระยะเก็บรักษา 4 วัน อย่างไรก็ตาม น้ำมะพร้าวที่ 50C ยังคงรักษาความพอใจรสหวานให้ถึงระดับพอใจมากได้ถึง 19 วัน และลดระดับเป็นพอใจน้อยเมื่อระยะเก็บรักษา 26 วัน ขณะที่ 300C น้ำมะพร้าวลดระดับเป็นพอใจน้อยตั้งแต่วะระยะเก็บรักษา 12 วัน

รสเปรี้ยว สำหรับความพอใจรสเปรี้ยวนี้ หากพอใจมาก หมายถึง รสเปรี้ยวน้อย ดังนั้นคะแนนความพอใจรสเปรี้ยวจึงมีระดับที่สอดคล้องกับรสหวานทั้งสองอุณหภูมิ

ความพอใจโดยรวม การเก็บรักษาน้ำมะพร้าวที่ 5°C คงความพึงพอใจโดยรวมได้ในระดับปานกลางจนถึงระยะเก็บรักษา 12 วัน และลดลงเป็นพอใจและไม่พอใจเมื่อระยะเก็บรักษา 19 และ 26 วัน ตามลำดับ สำหรับที่ 30°C แม้มีระยะเก็บรักษาสั้นกว่า คือ 12 วัน แต่ความพอใจกลับสูงถึงระดับพอใจมากในวันที่ 4 และ 8

2. การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในน้ำมะพร้าวน้ำหอม

2.1 กราฟมาตรฐานของธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn

2.1.1 พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นตรง (R²) ของธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn ซึ่งเท่ากับ 0.999, 0.982, 0.980, 0.998 และ 0.998 ตามลำดับ แสดงถึงความใช้ได้ของความเข้มข้นที่เลือกใช้ เพราะความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับความเข้มข้นของโลหะยังสอดคล้องกับกฎการดูดกลืนแสงของเบียร์ (Beer's Law)

2.2 ร้อยละการคืนกลับมาของแร่ธาตุ

เปรียบเทียบวิธีและกระบวนการทางเคมีวิเคราะห์ของงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือเพราะสามารถหาร้อยละการคืนกลับของธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn ได้อยู่ในช่วง 97.87-109.20 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ (นันทนาและนุชนาท, 2555)

2.3 ปริมาณแร่ธาตุในน้ำมะพร้าว น้ำหอม

ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 50C และที่ 30 OC ความเข้มข้นแต่ละธาตุในแต่ละระยะเก็บรักษาแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุ Ca, K, Na, Mg และ Zn ในน้ำมะพร้าว น้ำหอม ที่ 50C และ 300C ของการเก็บรักษา ระยะเวลาต่าง ๆ

ธาตุ	อุณหภูมิ (OC)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0*	4	8	12	19	26
Ca	5	238.14 ±49.59a	279.19 ±27.82bA	257.94 ±36.86abA	247.57 ±9.99abA	248.86 ±38.13ab	259.77 ±13.70ab
	30	238.14 ±49.59a	280.53 ±69.95aA	280.58 ±60.15aA	227.94 ±49.50aA		
K	5	2,822.45 ±435.34a	3,437.06 ±265.8bA	3,618.03 ±226.59bA	2,641.56 ±502.11aA	3,442.1 ±376.47b	3,495.34 ±424.91b
	30	2,822.45 ±435.34a	2,758.26 ±432.38abB	2,408.46 ±202.41bB	2,529.1 ±279.41abA		
Na	5	102.77 ±16.29a	137.92 ±52.2abA	149.64 ±2.41abA	179.26 ±25.91bA	145.41 ±5.1ab	113.63 ±6.3ab
	30	102.77 ±16.29a	79.94 ±1.08aA	104.94 ±9.46aB	99.21 ±5.45aB		
Mg	5	119.16 ±57.33a	80.84 ±7.71aA	131.53 ±11.19bA	190.67 ±71.94cA	172.30 ±34.10c	201.30 ±54.40c
	30	119.16 ±57.33a	122.48 ±10.92aB	126.20 ±17.27aA	102.18 ±11.13aB		
Zn	5	0.61 ±0.10a	0.65 ±0.11aA	0.58 ±0.07aA	0.46 ±0.06bA	0.43 ±0.05bc	0.33 ±0.10c
	30	0.61 ±0.10a	0.51 ±0.10abB	0.55 ±0.21abA	0.43 ±0.15bA		

หมายเหตุ การวิเคราะห์ทางสถิติไม่ได้เปรียบเทียบระหว่างธาตุที่ต่างกัน โดยสำหรับธาตุเดียวกัน

ข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีอักษรพิมพ์เล็ก (a, b, c, d, e) ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่ (A) ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

* คือ วันแรกของการนำเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิ ผลมะพร้าวยังมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง

แร่ธาตุ Ca เปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิเดียวกันที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่าที่ 5๐C หลังจากเก็บรักษามะพร้าวได้ 4 วัน ผลการสุ่มตัวอย่างปรากฏความเข้มข้นของ Ca สูงกว่าวันที่เก็บจากสวน (ระยะเก็บรักษา 0 วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกตลอดระยะเวลาเก็บรักษาถึง 26 วัน ขณะที่ 30๐C ความเข้มข้นของ Ca ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานับจากวันที่เก็บจากสวน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่ระยะเก็บรักษาเดียวกันแต่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่า ทุกระยะเวลาการเก็บรักษา ปริมาณ Ca มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความเข้มข้น Ca ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (เฉลี่ย 255.86 mgL-1) มีค่าต่ำกว่าน้ำมะพร้าวจากผลมะพร้าว ช่วงระยะ 6-7 เดือน ต้นสูงพันธุ์ Sri Lanka Tall และต้นเตี้ยพันธุ์ Malayan Yellow Dwarf ในการศึกษาของ Solangi and Iqbal (2011) (295–476 mgL-1) แต่มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมะพร้าวน้ำหอม ช่วง 6-7 เดือนในการศึกษาของนฤมล และคณะ (2554) (250 mgL-1) และสูงกว่าน้ำมะพร้าวบรรจุขวดในการศึกษาของ Sousa et al. (2005) (170-230 mgL-1)

ปกติร่างกายควรได้รับ Ca 800 mg/วัน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2544) และโดยทั่วไปมะพร้าว 1 ผล มีปริมาณน้ำมะพร้าวประมาณ 300 mL หากใช้ความเข้มข้นของแร่ธาตุ Ca จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า การบริโภคน้ำมะพร้าวน้ำหอม 1 ผล ร่างกายจะได้รับปริมาณ Ca 83.40 mg

แร่ธาตุ K เปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่เก็บรักษาอุณหภูมิเดียวกันแต่ระยะเวลาต่างกัน พบว่าที่ 5๐C เช่นเดียวกับธาตุ Ca หลังจากเก็บรักษามะพร้าวได้ 4 วัน ผลการสุ่มตัวอย่างปรากฏความเข้มข้นของ K สูงกว่าวันที่เก็บจากสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกตลอดระยะเวลาเก็บรักษาถึง 26 วัน ยกเว้นในที่ระยะเก็บรักษา 12 วัน ขณะที่ 30๐C หลังจากเก็บรักษามะพร้าวได้ 12 วัน ผลการสุ่มตัวอย่างปรากฏความเข้มข้น K ต่ำกว่าวันที่เก็บจากสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่ระยะเก็บรักษาเดียวกันแต่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า ระยะเก็บรักษา 0 และ 4 วัน ความเข้มข้นของ K มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ 5๐C มีความเข้มข้น K สูงกว่าที่ 30๐C

ความเข้มข้นของ K ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (เฉลี่ย 2,997.48 mgL-1) มีค่ามากกว่าในน้ำมะพร้าวน้ำหอมช่วง 6-7 เดือนในการศึกษาของนฤมล และคณะ (2554) (2,690 mgL-1) และมากกว่า

ในน้ำมะพร้าวต้นสูงพันธุ์ Sri Lanka Tall ต้นเตี้ยพันธุ์ Malayan Yellow Dwarf และพันธุ์ผสม ช่วง 6-7 เดือนในการศึกษาของ Solangi and Iqbal (2011) (1,280–1,220 mgL-1)

ปกติร่างกายควรได้รับธาตุ K 3,500 mg/วัน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2544) หากใช้ความเข้มข้นของแร่ธาตุ K จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า การบริโภคน้ำมะพร้าว น้ำหอม 1 ผล ร่างกายจะได้รับปริมาณ K 899.24 mg

แร่ธาตุ Na เปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่เก็บรักษาอุณหภูมิเดียวกันแต่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า ที่ 50°C หลังจากเก็บรักษามะพร้าวได้ 12 วัน ผลการสุ่มตัวอย่างปรากฏความเข้มข้นของ Na สูงกว่าวันที่เก็บจากสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกตลอดระยะเก็บรักษาถึง 26 วัน ขณะที่ 30°C ความเข้มข้นของ Na มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญตลอดระยะเก็บรักษา 4

เมื่อเปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่ระยะเก็บรักษาเดียวกันแต่อุณหภูมิต่างกัน ตั้งแต่ระยะเก็บรักษา 8 วัน ความเข้มข้นของ Na มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิต่ำพบความเข้มข้นสูงกว่า

ความเข้มข้น Na ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (เฉลี่ย 113.85 mgL-1) มีค่าต่ำกว่าในน้ำมะพร้าวต้นสูงพันธุ์ Sri Lanka Tall ต้นเตี้ยพันธุ์ Malayan Yellow Dwarf และพันธุ์ผสมในการศึกษาของ Solangi and Iqbal (2011) (158–310 mgL-1) ปกติร่างกายควรได้รับ Na 2,400 mg/วัน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2544) หากใช้ความเข้มข้นของแร่ธาตุ Na จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า การบริโภคน้ำมะพร้าว น้ำหอม 1 ผล จะได้รับแร่ธาตุ Na 34.15 mg

แร่ธาตุ Mg เปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่เก็บรักษาอุณหภูมิเดียวกันแต่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า ที่ 50°C ผลการสุ่มตัวอย่างปรากฏความเข้มข้นของ Mg สูงขึ้นกว่าจากวันที่เก็บจากสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2 ระยะ คือ ระยะเก็บรักษา 8 และ 12 วัน จากนั้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกตลอดระยะเก็บรักษาถึง 26 วัน ขณะที่ 30°C ความเข้มข้น Mg มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเก็บรักษาที่ 12

เมื่อเปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่ระยะเก็บรักษาเดียวกันแต่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า ระยะเก็บรักษา 4 และ 12 วัน ค่าความเข้มข้นของ Mg แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความเข้มข้นของ Mg ที่ 5 OC ต่ำกว่า ที่ 30 OC ที่ระยะเก็บรักษา 4 วัน และกลับมาเป็นสูงกว่า ที่ระยะเก็บรักษา 12 วัน

ความเข้มข้น Mg ที่ได้จากการทดลองเก็บรักษาระยะเวลาต่าง ๆ ครั้งนี้ (เฉลี่ย 201.30 mgL-1) มีมากกว่าทั้งในน้ำมะพร้าวต้นสูงพันธุ์ Sri Lanka Tall ต้นเตี้ยพันธุ์ Malayan Yellow Dwarf และพันธุ์ผสม ช่วง 6-7 เดือนในการศึกษาของ Solangi and Iqbal (2011) (51–172 mgL-1) และมากกว่าในน้ำมะพร้าว น้ำหอมช่วง 6-7 เดือนในการศึกษาของนฤมล และคณะ (2554) (110 mgL-1)

ปกติร่างกายควรได้รับ Mg 350 mg/วัน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2544) หากใช้ความเข้มข้นของแร่ธาตุ Mg จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า การบริโภค น้ำมะพร้าว น้ำหอม 1 ผล ร่างกายจะได้รับแร่ธาตุ Mg 60 mg

แร่ธาตุ Zn เปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่เก็บรักษาอุณหภูมิเดียวกันแต่ระยะเวลาต่างกัน พบว่าที่ 5°C ผลการสุ่มตัวอย่างปรากฏความเข้มข้นของ Zn สูงขึ้นกว่าจากวันที่เก็บจากสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2 ช่วงคือ ระยะเวลาเก็บรักษา 12 และ 26 วัน โดยทั้ง 2 ช่วง มีความเข้มข้นลดเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ขณะที่ 30°C ความเข้มข้น Zn มีค่าลดลงจากวันที่เก็บจากสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษา 12 วัน

เมื่อเปรียบเทียบน้ำมะพร้าวที่ระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกันแต่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบความเข้มข้นของ Zn มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อระยะเวลาเก็บรักษา 4 วัน

ความเข้มข้น Zn จากการทดลองครั้งนี้ (เฉลี่ย 0.52 mgL⁻¹) มีค่ามากกว่าน้ำมะพร้าวบรรจุขวดในการศึกษาของ Sousa et al. (2005) (0.36 mgL⁻¹) ปกติร่างกายควรได้รับสังกะสี 15 mg/day (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2544) หากใช้ความเข้มข้น Zn จากการทดลองครั้งนี้พบว่า การบริโภคน้ำมะพร้าวน้ำหอม 1 ผล ร่างกายจะได้รับปริมาณ Zn 0.156 mg

อภิปรายผลการวิจัย

มะพร้าวน้ำหอมซึ่งเก็บรักษาที่ 5°C ผู้ชิมยอมรับได้จนถึงระยะเก็บรักษา 19 วัน โดยที่ระยะเก็บรักษานี้ มะพร้าวมีกลิ่นหอมน้อย ความพอใจรสชาติโดยรวมอยู่ในระดับน้อย ขณะที่มะพร้าวน้ำหอมซึ่งเก็บรักษาที่ 30°C ผู้ชิมยอมรับได้จนถึงระยะเก็บรักษา 12 วัน มีความหวานและกลิ่นหอมมาก ความพอใจรสชาติโดยรวมอยู่ในระดับพอใจถึงพอใจมาก

ในเรื่องปริมาณแร่ธาตุของน้ำมะพร้าวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และ 30°C พบว่า แร่ธาตุ K มีความเข้มข้นสูงที่สุด รองลงมาคือ Ca, Mg, Na และ Zn ตามลำดับ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทุกธาตุ ยกเว้น Zn มีระยะเก็บรักษาที่ความเข้มข้นของแร่ธาตุสูงกว่าวันที่เก็บจากสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ธาตุ Zn พบเฉพาะระยะเก็บรักษาที่ความเข้มข้นของแร่ธาตุต่ำกว่าวันที่เก็บจากสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ขณะที่ 30°C พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในลักษณะต่ำกว่าวันที่เก็บจากสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียง 2 ธาตุ คือ K และ Zn

สำหรับการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแต่ละธาตุระหว่างสองอุณหภูมิที่ระยะเวลาเก็บรักษาใด ๆ เฉพาะระยะเก็บรักษาที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น พบว่า น้ำมะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีความเข้มข้นของแร่ธาตุสูงกว่าที่อุณหภูมิสูง ยกเว้นธาตุ Ca และ Mg โดยธาตุ Ca ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ขณะที่ ธาตุ Mg เมื่อระยะเวลาเก็บรักษา 8 วัน น้ำมะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำมะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง และกลับกันเมื่อระยะเวลาเก็บรักษา 12 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. การเก็บรักษามะพร้าวเป็นทะเลายที่อุณหภูมิ 5°C ควรเก็บไม่ควรเกิน 19 วัน และผู้บริโภคควรบริโภคน้ำมะพร้าวเก็บรักษา ณ วันที่ 8 และ 12 จะดีที่สุด
2. การเก็บรักษามะพร้าวเป็นทะเลายที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30°C) ไม่ควรเกิน 12 วัน และผู้บริโภคควรบริโภคน้ำมะพร้าวเก็บรักษา ณ วันที่ 4 จะดีที่สุด

3. การเพิ่มความชัดเจนของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแร่ธาตุ รวมถึงการยอมรับคุณภาพของน้ำมะพร้าว น้ำหอมด้วยประสาทสัมผัสของผู้ชิม และลักษณะทางกายภาพในน้ำมะพร้าว น้ำหอม อาจทำได้ดังนี้ คือ

3.1 การเพิ่มตัวอย่างให้มากขึ้นเพื่อให้ช่วงระยะเก็บตัวอย่างสั้นลง เช่น อาจเป็นทุก ๆ 2 วัน

3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยระดับนัยสำคัญน้อยที่สุดสูงขึ้นไปกว่า 0.01 เช่น 0.05

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนานิสิตเคมี (ปีงบประมาณ 2556) และงบรายได้โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี (ปีงบประมาณ 2556) คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันเทคโนโลยีและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่เก็บรักษามะพร้าวและเครื่องมือที่จำเป็นต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ พูนสิน. (2546). การศึกษาโครงสร้างตลาดมะพร้าวอ่อนในระดับผู้ผลิต อำเภอดำเนินสะดวก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- นันทนา กันยานุวัฒน์ และนุชนาท นาคา. (2555). แนวทางการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี. สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐานกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. น. 1-107.
- นฤมล วิจิรปัทมา, ทิตติตา ศรีภุมมา และสุทธินี ไผ่ตรีสรสันต์. (2544). การหาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และคลอไรด์ ในน้ำมะพร้าว น้ำหอมด้วยเทคนิค **Capillary Electrophoresis**. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 19(4)
- พานิชย์ ยศปัญญา. (2544). มะพร้าวพืชสารพัดประโยชน์. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.
- วรรัตน์ แก้วภู และพิสิฏฐ์ ธรรมวิถี. (2556). อิทธิพลความแก่-อ่อนและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพน้ำมะพร้าว. วิทยาศาสตร์เกษตร. 44(3): น. 265-268.
- วรรณภา เสนาคี และปานศิริ นิบุญธรรม. (2554). ยุคทองของมะพร้าว น้ำหอมหนึ่งเดียวของไทย. เคหะการเกษตร 35 (1): 78.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. (2544). สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยตั้งแต่อายุ 6 ปีขึ้นไป. พ.ศ. 2538 จังหวัดราชบุรี ปี 2544. น. 80.
- Anon. (2001). **Coconut Festival**. Beijing Review 44(22): 4.
- Solangi, A.H. and Iqbal, M.Z. (2011). **Chemical Composition of Meat (kernel) and Nut Water of Major coconut (Cocos nucifera L.) Cultivars at Coastal Area of Pakistan**. Pak. J. Bot. 43: 357-363.
- Sousa, R.A., Silva, J.C.J., Baccan, N., and Godore S. (2005). **Determination of Metals in Bottled Coconut Water Using an Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer**. Journal of Food Composition and Analysis. 18: 399-408.

Wijeratnam R.S.W., Jeyachandran, V., Karunanithy, K., Hewajulige, I.G.N. and Perera, M.G.D.S. (2006).

Extending storage life of king coconut, *Cocos nicifera* var. *aurentica*. IV International Conference on Managing Quality in chains-The Integrated View on Fruits and Vegetables Quality. 712: 407-411.