

ผลของอายุและเวลาการเก็บเกี่ยวต่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ รสซ่า และความดันในผลมะพร้าว น้ำหอม  
Effects of Maturity and Harvesting Time on Carbon Dioxide Concentration, Fizzy Taste and  
Pressure of Nam-hom Coconut

กรกนก พรหมมะณี<sup>1</sup> เกียรติสุดา เหลืองวิลัย และจรัสแท้ ศิริพานิช<sup>1,2</sup>  
Kornkanok Prommanee<sup>1</sup>, Kietsuda Luengwilai<sup>1,2</sup> and Jingtair Siriphanich<sup>1,2</sup>

### Abstract

Coconut (*Cocos nucifera* L.) cv. Nam-hom is popular for the consumption of both water and flesh. Occasionally, coconut water tastes like a soda, which is unacceptable to consumers. During the opening of the coconut shell for consumption, sometimes the water and gas gush out. This could be due to carbon dioxide accumulation from fatty acid production in the coconut flesh. This study aimed to determine when and how old coconut should be harvested to ensure that the coconut water is not fizzy and the water and gas do not gush out during the shell opening process. The coconut's carbon dioxide concentration and pressure were measured from fruit harvested at various times of the day and at different maturities. The results showed that the carbon dioxide concentration was low in the morning but higher in the evening. The pressure in the fruit was higher in the morning and lowered in the afternoon and evening. However, the fizzy taste was not different. Carbon dioxide concentrations were low in coconuts harvested 15-24 weeks after flowering (WAF) but high at 27-36 WAF. Conversely, coconuts had high pressure at 15-24 WAF, then dropped to atmospheric pressure at 27-36 WAF. Coconut water tasted fizzy at 27 WAF onward. It could be concluded that coconuts can be harvested throughout the day at 27-33 WAF. To avoid the fizzy taste and gas gushing out during shell opening, coconut should be stored for at least one day before opening.

**Keywords:** carbon dioxide, coconut, taste

### บทคัดย่อ

มะพร้าว น้ำหอมเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่นิยมรับประทานผลสด บริโภคได้ทั้งน้ำและเนื้อ มีรสชาติหอมหวาน แต่บางครั้งพบว่าน้ำมะพร้าวมีรสซ่าคล้ายน้ำโซดา ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นอกจากนั้นระหว่างการเจาะหรือเปิดกะลาเพื่อการบริโภค บางครั้งพบว่าน้ำและแก๊สพุ่งออกมาทำให้เปรอะเปื้อน ซึ่งอาจเกิดจากการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจและการผลิตกรดไขมันของเนื้อมะพร้าว จากปัญหาดังกล่าวจึงศึกษาเพื่อให้ทราบว่าจะควรเก็บเกี่ยวมะพร้าวเวลาและอายุเท่าใด น้ำมะพร้าวจึงไม่ซ่าและเวลาเปิดกะลาไม่มีแก๊สพุ่งออกมา โดยตรวจวัดความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์และความดันภายในผลมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวในเวลาต่างกันของวัน และที่เก็บเกี่ยวต่างอายุกัน แล้วทำการชิมน้ำมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวมา ผลการทดลองพบว่ามะพร้าวที่เก็บเกี่ยวต่างเวลากันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำในช่วงเช้าและสูงขึ้นในช่วงเย็น ส่วนความดันภายในผลสูงในช่วงเช้าและต่ำลงในช่วงบ่ายและเย็น แต่ความซ่าไม่แตกต่างกัน และมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวต่างอายุกันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำในช่วงอายุ 15-24 สัปดาห์หลังดอกบาน และสูงในช่วงอายุ 27-36 สัปดาห์ ในทางตรงกันข้ามมะพร้าวมีความดันสูงในช่วงอายุ 15-24 สัปดาห์ และลดลงใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศเมื่ออายุ 27-36 สัปดาห์ น้ำมะพร้าวมีรสซ่าเมื่ออายุ 27 สัปดาห์เป็นต้นไป จึงสรุปได้ว่าควรเก็บเกี่ยวมะพร้าวอายุ 27-33 สัปดาห์ สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งวัน และหลีกเลี่ยงรสซ่าและการเปิดกะลาแล้วมีแก๊สพุ่งออกมาได้ โดยชะลอกการเปิดไว้ก่อนประมาณ 1 วันหลังเก็บเกี่ยว

**คำสำคัญ:** คาร์บอนไดออกไซด์, มะพร้าว, รส

<sup>1</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>1</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, NakhonPathom, 73140

<sup>2</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กทม. 10400

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400

**คำนำ**

ปัญหาของมะพร้าวน้ำหอมมีอยู่หลายปัญหา แต่ปัญหาหนึ่งที่มีการศึกษาน้อย คือ บางครั้งพบว่าน้ำมะพร้าวมีรสซ่าคล้ายน้ำโซดา ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และระหว่างการเปิดกะลาเพื่อการบริโภคเนื้อและน้ำพบว่ามีน้ำและแก๊สพุ่งออกมาทำให้เปรอะเปื้อน มีรายงานการว่ามะพร้าวที่มีอายุน้อยมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ แต่มีความดันภายในสูง แต่เมื่ออายุ 7 เดือนหลังดอกบานขึ้นไป ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นแต่ความดันภายในผลลดต่ำลง (อรรชรณ, 2562) เป็นไปได้ว่ามะพร้าวที่เก็บเกี่ยวช่วงบ่าย อุณหภูมิภายในผลสูงทำให้น้ำขยายตัวสร้างความดันขึ้นภายใน ขณะเดียวกันน้ำตาลจากการสังเคราะห์แสงที่ถูกลำเลียงเข้ามาสะสมไว้มาก จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาได้มาก นอกจากนั้นมะพร้าวที่มีอายุมากสะสมไขมันในเนื้อมากขึ้น จะปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ไปอยู่ในน้ำได้มากขึ้น ทำให้มีรสซ่า และเมื่อถูกกระทบกระเทือนขณะเปิดกะลา อาจทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำมะพร้าวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สอย่างรวดเร็วทำให้มีก๊าซและน้ำพุ่งออกมา การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่าควรเก็บเกี่ยวมะพร้าวเวลาและอายุเท่าใด น้ำมะพร้าวจึงจะไม่ซ่าและเวลาเปิดกะลาจะไม่มิน้ำและแก๊สพุ่งออกมา

**อุปกรณ์และวิธีการ**

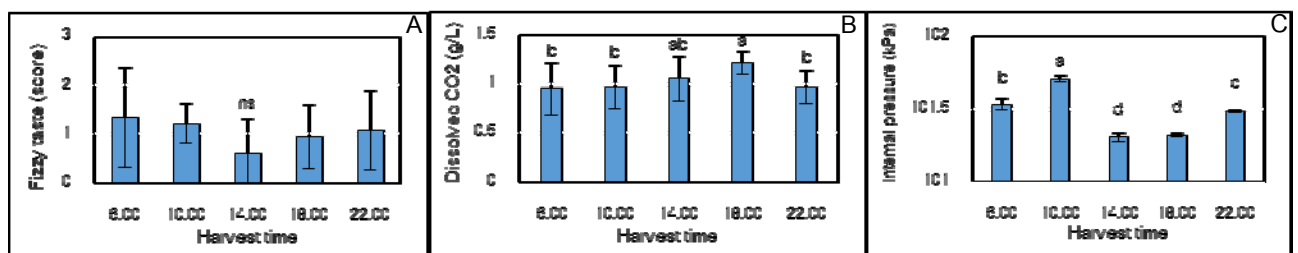
1. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และความดันภายในผล ตามเวลาการเก็บเกี่ยว
 

เก็บเกี่ยวผลมะพร้าวน้ำหอมอายุประมาณ 27 สัปดาห์หลังดอกบานเต็มที่ เวลา 6.00, 10.00, 14.00, 18.00 และ 22.00 น. จาก 6 ต้น ในแปลงของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน ต้นละ 1 ผลต่อเวลา วัดความดันภายในผลทันทีหลังเก็บเกี่ยวจากต้น ด้วยเครื่องแมนอมิเตอร์แบบประดิษฐ์ ตามวิธีการของธนาโชค (2559) ชิมความซ่าของน้ำมะพร้าว โดยผู้ชิม 6 คนให้คะแนนตามระดับความซ่า 0-10 คะแนน โดยที่คะแนน 10 มีความซ่าเท่ากับน้ำโซดาสิงห์ แล้วเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าว 1 มล. ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 15 มล. นำขวดตัวอย่างไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 30 นาที เก็บแก๊สในขวดไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ละลายอยู่ในน้ำมะพร้าว ด้วยเครื่อง gas chromatograph (Shimadzu Model GC-8A, Kyoto, Japan) และคอลัมน์ Porapak Q 80/100 mesh column ปรับอุณหภูมิ column เท่ากับ 80 °C อุณหภูมิ injection port เท่ากับ 150 °C และใช้ detector ชนิด thermal conductivity (ธนาโชค, 2559)
2. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์และความดันภายในผลตามอายุการเก็บมะพร้าว
 

เก็บเกี่ยวผลมะพร้าวน้ำหอม อายุ 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33 และ 36 สัปดาห์หลังดอกบานเต็มที่ ในช่วง 9.00-10.00 น. จากมะพร้าว 1 ต้น รวม 8 ทะลายในวันเดียวกัน ในแปลงเดียวกับการทดลองที่ 1 วัดความดันภายในผล วิเคราะห์หาความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และชิมความซ่าของน้ำมะพร้าว ทะลายละ 4 ผล ตามวิธีในการทดลองที่ 1

**ผลการทดลอง**

มะพร้าวที่เก็บเกี่ยวต่างเวลากันในวันเดียวกัน น้ำมะพร้าวมีความซ่าไม่แตกต่างกัน (Figure 1A) สำหรับความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ในน้ำมะพร้าวมีค่าน้อยสูง ผลมะพร้าวที่เก็บในตอนเช้ามืดมีความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดเท่ากับ 0.95 g/L เพิ่มสูงขึ้นในตอนกลางวัน จนสูงสุด 1.21 g/L ในเวลา 18.00 น. แล้วกลับลดต่ำลง (Figure 1B) ผลมะพร้าวที่เก็บตอนเช้า มีความดันภายในผล 101.5 kPa และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 101.7 kPa ในเวลา 10.00 น. ลดลงในช่วงบ่ายและเย็น แล้วกลับเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในตอนกลางคืน (Figure 1C)



**Figure 1.** Fizzy taste (A), dissolved carbon dioxide concentration (B) and internal pressure (C) in coconut harvested at different times of a day. Mean values with different letters are significantly different at  $P \leq 0.05$  DMRT. “ns” indicates on statistical significance.

น้ำมะพร้าวในผลที่เก็บเกี่ยวต่างอายุกัน ไม่มีความซ่าในช่วงอายุ 15-24 สัปดาห์หลังดอกบาน พบความซ่าระดับ 0.5 คะแนน เมื่ออายุ 27 สัปดาห์หลังดอกบาน และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดที่อายุ 36 สัปดาห์ (3 คะแนน) (Figure 2A) ความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะพร้าวต่ำในช่วงอายุ 15-24 สัปดาห์หลังดอกบาน (0.13-0.2 g/L) และเพิ่มขึ้น จนสูงสุดที่อายุ 36 สัปดาห์หลังดอกบาน (1.27 g/L) (Figure 2B) ผลมะพร้าวมีความดันเท่ากับ 103.6 kPa ที่อายุ 15 สัปดาห์หลังดอกบาน และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 105.6 kPa ที่อายุ 18 สัปดาห์หลังดอกบาน หลังจากนั้นความดันลดต่ำลงตามลำดับ จนสูงกว่าความดันบรรยากาศเพียงเล็กน้อย (Figure 2C)

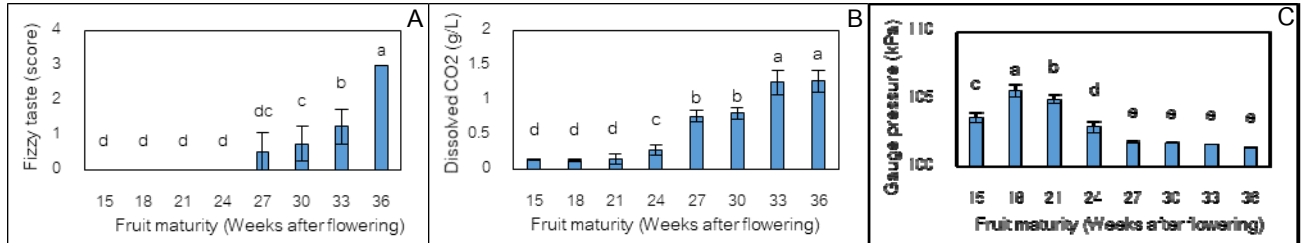


Figure 2. Fizzy taste (A), dissolved carbon dioxide concentration (B) and internal pressure (C) in Nam-hom coconut harvested at different maturities. Mean values with different letters are significantly different at  $P \leq 0.05$  DMRT.

### วิจารณ์ผล

ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมะพร้าวต่ำในช่วงเช้า สูงสุดในช่วงบ่ายและเย็น เนื่องจากช่วงเช้ายังไม่มี การสังเคราะห์แสงจึงมีการสะสมน้ำตาลได้น้อย แต่ในช่วงบ่าย มะพร้าวมีน้ำตาลจากการสังเคราะห์แสงสะสมไว้มาก ซึ่งน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมันและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา (Rawsthorne, 2002) อย่างไรก็ตามความซ่าของน้ำมะพร้าวที่ไม่แตกต่างกันในรอบวัน เนื่องจากความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกันมากพอที่จะทำให้ผู้ชิมสามารถแยกความแตกต่างได้ ดังนั้นในแง่ของความซ่าจึงสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งวัน สำหรับความดันภายในผล พบว่าสูงในช่วงเช้าและลดต่ำลงในช่วงบ่ายและเย็น เนื่องจากในช่วงเช้าน้ำในผลมีมาก ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศโดยรอบต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงมีการระเหยออกจากผลน้อย ส่วนในช่วงบ่ายมีการระเหยน้ำมาก เนื่องจากอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ น้ำถูกดูดเข้าไปในผลได้น้อยกว่าการระเหยออก ความดันจึงต่ำลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นน้ำมะพร้าวจะขยายตัวทำให้มีความดันสูงขึ้น

น้ำมะพร้าวมีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำเมื่อมะพร้าวมีอายุต่ำกว่า 26 สัปดาห์หลังดอกบาน เนื่องจากมะพร้าวมีการสร้างเนื้อในช่วงแรกน้อย เนื้อมีลักษณะบางคล้ายวุ้น และสะสมไขมันเพียงเล็กน้อย ต่อมาเนื้อจะมีความหนาและความแข็งเพิ่มขึ้น และสะสมไขมันมากขึ้น (จุลพันธ์, 2544; Child, 1974) ซึ่งในการสังเคราะห์กรดไขมัน คาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยออกมา (Rawsthorne, 2002) ทำให้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมะพร้าวสูงขึ้น และมีความซ่ามากขึ้นตามลำดับ สำหรับในประเด็นความดันนั้น ผลมะพร้าวมีความดันภายในผลสูงในช่วงที่อายุน้อย คาดว่าเป็นเพราะมีอออนของธาตุต่าง ๆ อยู่มาก เพื่อดึงน้ำเข้าสู่ผลสำหรับการขยายขนาดของเซลล์และผลโดยรวม (Osakabe *et al.*, 2013) อออนเหล่านี้อาจลดน้อยลงเมื่อผลมีอายุมากขึ้นตั้งแต่ 27 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป เมื่อผลมีขนาดใหญ่เต็มที่มีความดันจึงลดลง ในผลระยะ 27-33 สัปดาห์หลังดอกบานนี้ มีน้ำตาลสะสมในน้ำมะพร้าวสูง (อรรธรณ, 2562) กรณีที่พบแก๊สและน้ำพุ่งออกมาขณะเปิดกะลาหลังการเก็บเกี่ยวนั้น น่าจะเป็นเพราะ ขณะเปิดกะลาผลถูกกระทบกระเทือนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำมะพร้าวถูกกระตุ้นให้เปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส ประกอบกับความดันลดลงอย่างรวดเร็ว จึงทำให้แก๊สพุ่งออกมาพร้อมกับน้ำมะพร้าว

ภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และความดันภายในผลลดลง เนื่องจากการสังเคราะห์กรดไขมันลดลง การระเหยของน้ำและการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากผลมากขึ้น หลังการเก็บเกี่ยว 1 วัน คาร์บอนไดออกไซด์และความดันในผลจะต่ำลงจนไม่มีแก๊สและน้ำพุ่งออกมาขณะเปิดกะลา และน้ำจะไม่มี ความซ่าเหลืออยู่

### สรุป

การเก็บเกี่ยวมะพร้าวสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดวัน เนื่องจากความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมะพร้าวใกล้เคียงกัน และความซ่าไม่แตกต่างกัน ส่วนอายุผลที่ควรเก็บเกี่ยวคือ 27-33 สัปดาห์หลังดอกบาน เพราะเป็นระยะที่ความดันในผลลดลงแล้ว และมีน้ำตาลสะสมสูง ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ยังคงสูงอยู่ จะซึมผ่านออกจากผลทำให้สซ่าหายไปภายในวันเดียว และไม่ก่อให้เกิดการฟุ้งออกมาของแก๊สขณะเปิดกะลา

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว และแปลงทดลองพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับความเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- จุลพันธุ์ เพชรพิรุณ. 2544. มะพร้าวน้ำหอม, น. 38-44 ใน พานิชย์ ยศปัญญา. มะพร้าวพืชสารพัดประโยชน์. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.
- ธนาโชค ตติเจริญ. 2559. ปัจจัยการเกิดการแตกในมะพร้าวอ่อนเจียและการป้องกันการแตก วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- อรรธรณ ปลิ้มจิตร. 2562. รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ผลของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมะพร้าวต่อการเปลี่ยนแปลงความดันและการแตกของมะพร้าวน้ำหอมอ่อนเจีย. ศูนย์วิทยากรชั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 63 น.
- Child, R. 1974. Coconut. 2<sup>nd</sup> ed. Longman Group Ltd., London. 216 p.
- Osakabe, Y., N. Arinaga, T. Umezawa, S. Katsura, K. Nagamachi, H. Tanaka, H. Ohiraki, K. Yamada, S. Seo, M. Abo, E. Yoshimura, K. Shinozaki and K. Yamaguchi-Shinozaki. 2013. Osmotic stress responses and plant growth controlled by potassium transporters in Arabidopsis. The Plant Cell 25(2): 609-624.
- Rawsthorne, S. 2002. Carbon flux and fatty acid synthesis in plants. Progress in Lipids 41: 182-196.